

TESIS CON
FALLAS DE ORIGEN

124
Lej



Universidad Nacional Autónoma
de México

Facultad de Estudios Superiores "Cuautitlán"

"ESTUDIO FUNDAMENTAL EN EL DISEÑO Y
FABRICACION DE TROQUELES"

Tesis Profesional

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a n

ARMANDO MENDOZA CISNEROS
MARCELINO ANTONIO ROJAS MUCIÑO
ROBERTO HERNANDEZ HERNANDEZ

Director de Tesis: ING. PANUNCIO REYES PALMA

Cuautitlán Izcalli, Estado de México

Noviembre 1985



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.

INDICE .

OBJETIVO	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I	
CONSIDERACIONES TERRICAS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE HERRAMIENTAS POR	
CORTE Y FORMADO SIN ARRANQUE DE VIRUTA, TROQUELAUD	4
1. PROPIEDADES MECANICAS DE LOS METALES	4
1.1 ELASTICIDAD	5
1.2 PLASTICIDAD	5
1.3 DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA EN TENSION SIMPLE	6
1.4 RESISTENCIA DE MATERIALES	10
1.5 AJUSTES Y TOLERANCIAS	13
CAPITULO II	
2. DISEÑO DE TROQUELES	19
2.1 TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO	19
2.2 HUELGURA ENTRE PUNZON Y MATRIZ	20
2.3 ANGULO DE SALIDA PARA MATRICES	22
2.4 TIRA DEL MATERIAL Y PASO	23
2.5 DISPOSICION DE FIGURA	25
2.6 PRESION DE CORTE	26
2.7 CENTRO DE PRESION	28
2.8 SELECCION DE LA MATRIZ Y DEL PUNZON	31
2.9 SECCIONAMIENTO DE LA MATRIZ	35
2.10 PORTA PUNZONES	37
2.11 PLACA GUIA	39
2.12 EXTRACTORES O PLANCHONES	38
2.13 SUPRIMERA	41

2.14 PILOTOS	41
2.15 TOPES	42
2.16 TROQUEL DE DOBLADO	46
2.17 DETERMINACION DE DESARROLLOS	48
2.18 TROQUEL DE EMPUJIDO CILINDRICO	56
2.19 MATERIALES PARA EMPUJIDO	59
2.20 RANIOS DE LA MATRIZ Y DEL PUNZON	59
2.21 DETERMINACION DE LOS DESARROLLOS	62
2.22 DIAMETROS DE REDUCCION	64
2.23 ESFUERZOS DE EMPUJACION	65
2.24 METODO DEL PESADO	67
2.25 HOLGUNA O JUEGO ENTRE PUNZON Y MATRIZ	67

CAPITULO III

3. MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE TROQUELES	71
3.1 CLASIFICACION DE LOS ACEROS	72
3.2 ACEROS PARA HERRAMIENTAS	73
3.3 CLASIFICACION DE ACEROS PARA HERRAMIENTAS	73
3.3.1 ACERO DE HERRAMIENTAS TEMPLADO EN AGUA	74
3.3.2 ACERO DE HERRAMIENTAS TEMPLADO EN ACEITE	75
3.3.3 ACERO DE HERRAMIENTAS EMPUJADO AL AIRE	75
3.3.4 ACERO DE HERRAMIENTAS CON ALTO CONTENIDO DE CROMO	75
3.3.5 ACERO RAPIDO	75
3.3.6 ACERO DE HERRAMIENTAS RESISTENTE AL CHOQUE	75
3.3.7 ACERO PARA ESTAMPAR EN CALIENTE	75
3.4. TRATAMIENTO TERMICO DE LOS MATERIALES	76

CAPITULO IV

CLASIFICACION DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE Y FORMADO	77
4. OPERACIONES DE PRENSA Y HERRAMIENTAS	77

4.1	CLASIFICACION DE LAS HERRAMIENTAS	77
4.2	TIPOS DE TROQUELES	78
CAPITULO V		
5.	SELECCION Y VIDA UTIL DE LOS TROQUELES DE CORTE Y EMBUTIDO	30
CAPITULO VI		
6.	APLICACION TECNICA	82
6.1	TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO	82
6.2	TROQUEL DE CORTE Y DOBLADO	89
6.3	TROQUEL DE EMBUTIDO	93
CAPITULO VII		
7.	PROCESOS DE MANUFACTURA DE TROQUELES	98
CAPITULO VIII		
8.	ANALISIS ECONOMICO	117
8.1	COSTO DE MATERIA PRIMA	118
8.2	COSTO DE MANO DE OBRA	121
8.3	COSTO DE DISEÑO	122
CAPITULO IX		
MAQUINARIA, ACCESORIOS Y EQUIPO DE SEGURIDAD UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE PIEZAS TROQUELADAS		123
9.	PRENSAS TROQUELADORAS Y SUS ACCESORIOS	123
9.1	TIPOS DE PRENSAS	125
9.2	TAMANOS Y CAPACIDADES DE LAS PRENSAS	138
9.3	LA SEGURIDAD	141
9.4	PARTES ESTANDAR	148
9.5	PARTES DE CATALOGO	162
CONCLUSIONES		163
BIBLIOGRAFIA		165

OBJETIVO

La finalidad que se pretende al presentar el siguiente trabajo es la de ofrecer un análisis sobre el diseño de una herramienta llamada trequel que en la industria metal-mecánica es una parte vital para la elaboración de diferentes partes que a su vez conformarán una diversa variedad de productos, y donde cada uno de sus elementos que lo componen será detallada posteriormente.

Así mismo al ofrecer la presente información se pretende proporcionarla de una manera fácil y objetiva para que cualquier persona interesada en adquirir ciertos conocimientos relacionados con el diseño y fabricación de trequeles los obtenga, - así como de sus aplicaciones que se le pueden dar en los diversos campos de la industria, y que sea benéfica para el desarrollo de nuevos productos.

Ahora bien en la industria la utilización adecuada de esta herramienta, así como de nuevos diseños permitirán que en la fabricación de varias partes inexistentes en nuestro país se puedan elaborar, y así eliminar las múltiples importaciones que se tienen que hacer para cubrir la falta de estas.

Cabe señalar que el tema expuesto es una parte fundamental en el diseño de herramientas y es un tema muy interesante para la industria metal-mecánica.

INTRODUCCION.

La situación mundial en el aspecto económico tiene una gran influencia que repercute en los aspectos políticos y sociales de todos los países sean potencias ó no, pero es más marcada y afecta considerablemente a países subdesarrollados que están en desventajas para competir con los países ricos: es por esto que el país está pugnando por participar favorablemente en el campo internacional incrementando sus exportaciones de artículos manufacturados. Por este razón y porqué se tiene suficiente infraestructura en el área metal-mecánica, se hace urgente utilizar la tecnología desarrollada por otros países para producir en México una extensa variedad de partes que son producidas a partir de láminas de acero plano sin tener que pagar altas sumas de dinero por patentes extranjeras.

El diseño de trequales, parte importante de la ingeniería de herramientas es un tema muy interesante.

El diseñador de trequales crea nuevos diseños para que sean empleados para conformar, estampar, punzener, cortar, etc., piezas de lámina de acero y reunirlos, para obtener así piezas determinadas de uso específicos.

En la obtención de piezas con trequales, se parte con la lámina de acero, miremos a nuestro alrededor, donde quiera que estemos encontraremos piezas metálicas. Muchas las usamos sobre nuestra propia persona; el anillo que llevamos en el dedo, se obtiene por estampación, la mayoría de las piezas de nuestros relojes de pulsera son estampadas, incluyendo la caja; la hebilla de nuestro cinturón, los objetos metálicos por los que pasan los cordones de nuestros zapatos, la armadura de las lentes, el clip de la pluma o lapicero, la mayoría de los aparatos de uso doméstico metálicos son trequelados, cada automóvil requiere de piezas estampadas algunas ocultas que no vemos, las máquinas de escribir tienen centenares de piezas metálicas estampadas, etc.

Lo anterior da una idea del gran volumen e importancia de la industria de productos metálicos prensados. La ingeniería en el ramo de los trequales se ha desarrollado en los últimos 30 años, en un campo lleno de oportunidades.

El trabajo aquí expuesto proporciona información de algunas aplicaciones del trequelado en la industria que son prácticamente bastantes, y como ha tenido gran auge a través de los años, la aplicación se ha desarrollado grandemente en su práctica, puesto que con él la fabricación de múltiples piezas que conforman determinados artículos, presentaba un verdadero problema, que en algunos casos se tenía que suplir con ingenio, la falta de información acerca de casos específicos.

El enfoque está dado de un modo sistemático de las distintas operaciones que pueden ser realizadas mediante el trequelado, formando con ellas los múltiples pasos y especificaciones de la maquinaria para la conformación de determinadas piezas, cada una de estas partes comprende un análisis lo más completo posible de cada proceso estudiado.

Se ha creído conveniente no solamente dedicarse al aspecto práctico del diseño de herramientas, indicando procedimientos para la fabricación, sino que también se tratan aspectos teóricos que en determinados momentos hacen que el lector se interese más en el tema y así eliminar aspectos de desconocimiento específicos.

El estudio de este tema es muy importante para el desarrollo de la industria en México; también como una herramienta de apoyo para las futuras generaciones que están interesadas en el tema que es bastante amplia para que los diseñadores puedan desarrollar e innovar en la existente variedad de troques todo lo que ellos requieran en su momento oportuno; esta también implica que desarrollen y aprovechen la experiencia adquirida a través de los años, así como la utilización de tecnología propia y recursos con que cuenta el país.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES TEORICAS EN EL PROCESO DE FABRICACION DE HERRAMIENTAS POR CORTE Y FORMADO SIN ARRANQUE DE VIRUTA. TROQUELADO.

1.- PROPIEDADES MECANICAS DE LOS METALES.

INTRODUCCION.

Antes de iniciar prácticamente los temas referentes a los procesos y operaciones del troquelado, se ha preferido dedicar una pequeña parte de éste trabajo al conocimiento de las propiedades mecánicas de los metales y a su comportamiento al ser trabajados mediante herramientas que les obligan a variar de forma, modificando su estructura, e incluso su volumen. Considerando solamente los conceptos generales de estas propiedades y de las más importantes.

El motivo que nos ha inducido a tratar aquí de las propiedades mecánicas, es la falta de relación que suele notarse entre tales propiedades como la elasticidad, plasticidad, resistencia de los materiales, etc., y sus aplicaciones prácticas que se tienen con los procesos y operaciones del troquelado.

No se pretende suplir ésta relación mediante la exposición de datos y cálculos matemáticos, pero si esperamos que éstos sirvan de indicio a los diseñadores y también a los investigadores, para demostrar que en la práctica las operaciones del troquelado puede ser asentada sobre una base científica.

El estudio del corte y formado de metal sin arranque de viruta, se apoya íntegramente en las propiedades de elasticidad y plasticidad, éstas describen la mecánica de la deformación de la mayoría de los sólidos en Ingeniería, estas propiedades aplicadas a metales y aleaciones están apoyadas en estudios experimentales que involucran las relaciones ESFUERZO-DEFORMACION.

Es un hecho que los problemas más difíciles que se presentan en Ingeniería son los que tienen que ver con el flujo plástico.

Con frecuencia se presentan casos en que parte del cuerpo está cediendo y otra parte del mismo se encuentra en la zona elástica, las ecuaciones de compatibilidad y las relaciones, Esfuerzo-Deformación son difíciles de manejar y consecuentemente

pocas soluciones completas se logran a este tipo de problemas.

En situaciones donde las deformaciones plásticas son grandes comparadas contra - las deformaciones elásticas, el cambio dimensional del cuerpo es de primordial im - portancia.

Para el caso del trequelado se permite despreciar las deformaciones elásticas, - lograndose hacer el estudio analizando solamente las deformaciones plásticas.

Empezaremos por generalizar los conceptos de Elasticidad, Platicidad y otros - importantes propiedades mecánicas que posee un metal.

1.1 ELASTICIDAD.

Se acepta que un material es perfectamente elástico cuando toda la deformación - producida por un esfuerzo desaparece al retirar la carga que la originó, dentro de - cierto rango en la escala de esfuerzos, es decir no se puede aplicar carga indefini - damente sino que su aplicación tiene un límite, ese límite es aquel en donde al cesar la carga aplicada, el material recupera su forma original, desapareciendo la de - formación que se produjo en él.

Consecuentemente si se aplica un esfuerzo mayor al material, éste superará a su - límite elástico y al retirar la carga la recuperación del material no será total - mente sino que parte de la totalidad de la deformación originada permanece constan - te, por lo tanto se puede asegurar que la región de zona plástica de un material se - inicia en el punto de su límite elástico y continua hasta el momento de ruptura del mismo, de lo que es lo mismo, hasta que la carga que se aplica supere a la resisten - cia del material; la cohesión granular es vencida y éste se rompe.

En consecuencia la deformación elástica es producida por los esfuerzos dentro de los límites de la elasticidad. Un cuerpo puede ser deformado por la acción de una - ó más cargas combinadas, estos esfuerzos pueden ser de tensión, tracción, flexión y compresión.

1.2. PLASTICIDAD.

En el párrafo anterior se indicó que la zona plástica se inicia en el punto de - su límite elástico, y se mantiene hasta el momento de ruptura. Sin embargo, (y se

aquí donde se tiene la mayoría de los problemas), no toda la región es perfectamente plástica sino que las zonas inmediatas al límite elástico y al momento de ruptura se considerarán menos plásticas comparadas contra el punto medio de la zona llena de la región plástica.

Se dice que un cuerpo es perfectamente plástica cuando conserva toda la deformación producida por la carga que se aplica, después de que ésta es retirada.

Una propiedad importante de un cuerpo perfectamente plástica es la de fluir bajo la acción de diversos esfuerzos aplicados en varias direcciones.

Por otra parte un aspecto notable de los metales es la propiedad que tienen estos de poder ser estirados en hilos muy delgados, a esto se le conoce como ductilidad. Cuando no se tiene ductilidad el material es más frágil. Un material se vuelve frágil cuando éste es sometido repetidamente a cargas de tensión con objeto de lograr una extensión dúctil ó también cuando por la aplicación de cargas se va rebasando la zona plástica y se acerca a su momento de ruptura.

1.3. DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA EN TENSION SIMPLE.

Como es lógico cuando se decide utilizar un material para construir una máquina elemento de máquina, etc., se da por supuesto que se conocen las propiedades de estos, así como su capacidad para soportar esfuerzos.

Las diversas propiedades mecánicas de un material se determinan mediante una serie de pruebas de laboratorio, para esto se requiere emplear una gran diversidad de equipos y/o máquinas, sin embargo para el presente estudio sólo se hace referencia en forma muy general a los resultados del diagrama, Esfuerzo-Deformación unitaria, obtenidos a partir de ensayos de tensión, porque explican algunas definiciones importantes y algunas propiedades de los materiales que son de extrema importancia en el análisis de las diferentes etapas que suceden dentro del proceso de trabajo.

Un ensayo de tensión para un material dado se describe sencillamente como sigue

Se coloca una probeta con dimensiones previamente normalizadas en una máquina universal de ensayo, ésta máquina ejerce una fuerza sobre la probeta lográndose en

dir esta fuerza en cualquier momento mientras dure el ensayo. Se puede adherir a la probeta un extensómetro para medir cambios de longitud con exactitud.

Posteriormente se aplica a la probeta una carga de tensión que se va incrementando lentamente hasta que se presente la fractura. Dentro de ciertos intervalos durante el ensayo se hacen medidas simultáneas de la carga y la deformación, a partir de estos datos se traza la gráfica de esfuerzo contra deformación unitaria.

Al construir esta gráfica se trazan los valores del esfuerzo unitario (P/A), como las ordenadas, y los valores correspondientes de las deformaciones unitarias (δ/L), como las abscisas. La fig. 1.3.1 representa la gráfica típica para un material de acero dulce. Acero SAE-AISI, entre 1010 y 1020.

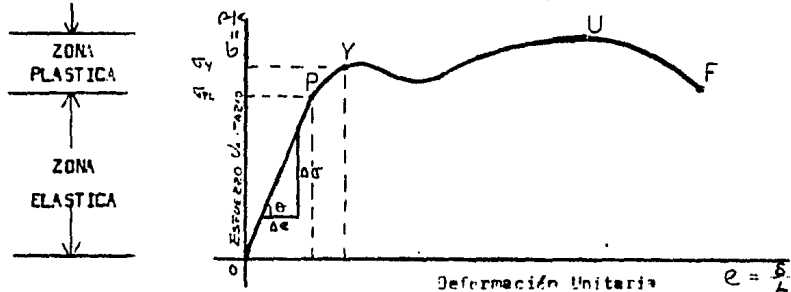


Fig. 1.3.1 Gráfica típica de esfuerzo-deformación unitaria para un material de acero dulce.

Un análisis de esta curva, ilustrará varias definiciones y propiedades que son de importancia, para entender el comportamiento del material cuando se somete al proceso de trequelado.

La curva empieza en el origen y continúa como una línea recta hasta que se llega a P. Siguiendo adelante se encuentra el punto "y", donde la curva disminuye se hace más horizontal e incluso puede bajar ligeramente; después de continuar aproximadamente horizontal una cierta distancia, la curva tiende otra vez a subir hasta U, alcanzando así el punto F, donde ocurre la fractura.

Cada uno de estos puntos o segmentos de curva, recibe un nombre: el punto P, -

es el de proporcionalidad del material.

Para un esfuerzo mayor el esfuerzo en el límite de proporcionalidad (σ_{PL}), comienza la deformación plástica es importante notar que en todos los casos sólo es lícito trabajar cuando el esfuerzo unitario, en el material; es menor que el esfuerzo en el límite de proporcionalidad.

En general para diseño, el esfuerzo en el material se limita a valores menores que el límite de proporcionalidad.

Si los esfuerzos exceden este valor, el esfuerzo ya no será proporcional a la deformación unitaria.

Inmediatamente después del límite de proporcionalidad (en σ_{Y}), la curva disminuye su pendiente y el material se deforma plásticamente en este punto.

El esfuerzo para el cual comienza esta fluencia, se le conoce como el esfuerzo en el punto de fluencia (σ_y).

Se puede observar que el límite de proporcionalidad y el punto de fluencia están muy próximas, siempre es difícil notar la diferencia entre los puntos, salvo el caso en que las mediciones y los dibujos se realicen con mucha exactitud.

Siguiendo la observación de la probeta sufre cambios de importancia, es claro que mientras se está alargando, su diámetro también se está reduciendo.

Para la descripción de esta prueba a los valores del esfuerzo en el diagrama Esfuerzo-Deformación unitaria se estuvieron utilizando el área original de la probeta y no el área real en los diversos tiempos a lo largo del ensayo.

Lo anterior es práctica usual y explica porque la curva desciende en lugar de elevarse a partir del esfuerzo último y precisamente antes de la fractura.

Por lo tanto el esfuerzo real en este punto es considerablemente mayor que el valor mostrado en la curva.

Es común que en la práctica se analicen los esfuerzos en el rango ELASTICO, o en el rango PLASTICO, con respecto a las diferentes aplicaciones que se tengan en el diseño.

El rango elástico de un material es el rango de esfuerzos dentro del cual el material permanece elástico; es sea su forma original, después de descargarlo. En el rango elástico, los esfuerzos son menores que en el punto de fluencia.

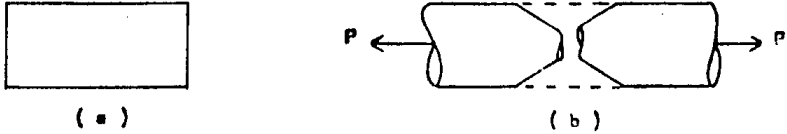


fig. 1.3.2. Ensayo de la probeta, (a) antes de la carga y (b) después de la carga.

Cuando los esfuerzos exceden el punto de fluencia, tiene lugar un flujo plástico, y el material jamás vuelve a recuperar su forma original. Este rango de esfuerzos se le conoce como rango Plástico.

El diagrama Esfuerzo-Deformación unitaria indica también la rigidez de un material. Si se analiza la porción recta de la curva (trama OP), se encuentra que la pendiente de la recta es igual a la variación en el esfuerzo unitario, dividido entre la variación en la deformación unitaria. La expresión para la pendiente se puede escribir como:

$$\text{Tang } \theta = \frac{\text{Variación de esfuerzo}}{\text{Variación en deformación}} = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$$

Lo anterior también se le conoce como la definición del módulo de elasticidad (ó rigidez relativa), ($E = \sigma/\epsilon$), una indicación del módulo de elasticidad del material puede obtenerse observando la pendiente de la porción inicial de la curva. Entre mayor es la pendiente de la curva, mayor es el módulo de elasticidad.

Si la probeta a tensión se le aplica carga hasta un esfuerzo menor que el límite de proporcionalidad y después se descarga, los puntos trazados sobre el diagrama durante la descarga quedarán sobre la recta original OP.

Sin embargo, si la probeta se carga por encima del límite de proporcionalidad, sobre el punto N, y después se descarga, los puntos trazados sobre el diagrama caerán sobre la recta MN, si el esfuerzo se reduce a cero se conservará una deformación permanente ON, en la probeta.

Para otros materiales que son diferentes al acero dulce, se pueden trazar otros diagramas esfuerzo-deformación unitaria, en la forma semejante a la descrita anteriormente, así cada material mostrará una forma típica de curva, por último, se deberá tener en cuenta las características del diagrama esfuerzo-deformación unitaria influyen sobre los esfuerzos usados en el diseño de partes fabricadas con el material correspondiente.

1.4. RESISTENCIA DE MATERIALES.

RESISTENCIA. Es el movimiento interior (fuerzas de cohesión) de las más pequeñas partículas (moléculas) ofrecida contra una sollicitación mecánica (tensión, compresión, esfuerzo cortante, torsión, etc.).

RESISTENCIA A LA TRACCION. Esta propiedad física de los materiales es el valor obtenido dividiendo la carga máxima observada durante la prueba de tensión por el área transversal del material antes de la prueba.

Si un acero se alarga ligeramente antes de romperse, podrá obtenerse una cifra razonablemente precisa de la tracción sin embargo, si el material de la herramienta es tan duro que se rompe antes de alargarse, la probeta se romperá en la prueba mucho antes que se obtenga su verdadera resistencia. Fig. 1.4.1. (a).

RESISTENCIA A LA COMPRESION. Las fuerzas de compresión juegan un papel muy importante en el diseño de herramientas. Es la carga mayor que un metal, sujeto a compresión puede soportar sin fractura, figura 1.4.1. (b).

Esta prueba se utiliza en aceros para herramientas endurecidas, en especial, a grandes niveles de dureza. En todos los materiales dúctiles, la probeta se aplasta, bajo carga, y no hay una fractura bien marcada. Para ese tipo de materiales, la resistencia a la compresión es similar a la resistencia a la tracción.



Fig. 1.4.1. Pruebas de resistencia a la tracción (a) y resistencia a la compresión (b), en una probeta.

$$T = \frac{F}{A}$$

T = Tensión de tracción y/o compresión
(Kg / mm²).

F = Fuerza aplicada (Kilogramos).

A = Area de la sección (mm²).

RESISTENCIA AL CORTE. La resistencia al corte de los materiales es de gran importancia, especialmente en el diseño de máquinas y piezas sometidas a torsión. Puede definirse como el valor del esfuerzo necesario para causar ruptura en la torsión.

Para la mayor parte de los aceros, excepto de herramientas y otros aceros muy aleados, la resistencia al corte queda entre el 50 y el 60% del límite de fluencia o límite de elasticidad; por lo que el límite de fluencia en tensión sirve bastante bien como índice de la resistencia al corte.

IMPACTO. La tenacidad o la habilidad para resistir ruptura se mide por la prueba de impacto.

Hay tres medios comunes de probar la resistencia al impacto de un material a un nivel específico de dureza: el ensayo de Izod, el de Charpy, y la prueba de torsión por impacto. Los dos primeros ensayos dan resultados útiles únicamente sobre aceros que posean alguna ductilidad, y este es, los que se debilen ó deformen antes de romperse.

La máquina para ensayar la tenacidad de Izod se construye sobre el principio del péndulo. La máquina consiste de una prensa de mordaza para sujetar la pieza a ensayar y un pesado péndulo que actúa como martillo. El péndulo se retira hacia atrás, a una distancia definida, y se deja caer por su propio peso sobre la pieza a ensayar. La tenacidad de la pieza se mide por la cantidad de rebote del péndulo.

El ensayo de la tenacidad de Charpy trabaja sobre el principio del péndulo, pero la pieza a ensayar se separa por ambos extremos y el borde de cuchillo del péndulo golpea en el centro de la pieza a ensayar.

FATIGA. La fatiga es una importante propiedad física que debe ser considerada en el diseño de herramientas. La fatiga puede definirse como la tendencia de un

metal a raspe se bajo condiciones de esfuerzos de repetición cíclica por debajo de su última resistencia a la tracción.

En el diseño de herramientas, especialmente punzones y otras herramientas de impacto, las fracturas comienzan desde un radio interior mal diseñado o desde un punto localizada de concentración de esfuerzos. Bajo esfuerzos repetidos en forma continua, comienza a formarse una grieta en este punto de esfuerzos localizados y continúa hasta su falla final. En consecuencia, deberán mantenerse a un mínimo los esfuerzos localizados.

DUREZA. La dureza es la habilidad para resistir penetración, ó la resistencia del metal a la deformación plástica generalmente por indentación, sin embargo, el término puede referirse también a rigidez ó temple ó a la resistencia al rayado, a la abrasión o al corte. Esta es una propiedad importante en la selección de materiales para herramientas. La dureza sola no determina la resistencia al desgaste o la resistencia a la abrasión de un material. La dureza o la indentación puede medirse por varias pruebas de dureza, como la Rockwell, Brinell ó microdureza.

ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL. Este es el método más ampliamente utilizado para medir la dureza del acero. La prueba se hace formando un penetrador dentro de la superficie del metal bajo prueba, con un peso actuando a través de una serie de palancas. Una carátula micrométrica indica la profundidad conseguida por el penetrador. Se usa regularmente en materiales duros.

ENSAYO DE DUREZA BRINELL. Este método para la medición de la dureza es mucho más antiguo que el Rockwell. Ensayo para determinar la dureza de un material haciendo una bola dura de carburo ó de acero de diámetro específico dentro del material mediante la aplicación de una carga dada. El resultado se expresa como el número Brinell de dureza, el cual es el valor que se obtiene al dividir la carga aplicada en kilogramos, entre el área de la superficie de la impresión resultante en milímetros cuadrados. La medición de la dureza Brinell es más útil en materiales blandos y semiduros.

1.5 AJUSTES Y TOLERANCIAS.

TOLERANCIAS. Tolerancia es la cantidad de variación máxima permitida en las dimensiones de las piezas que se van a acoplar. La tolerancia es igual a la diferencia entre los límites máxima y mínima de cualquier dimensión específica. Por ejemplo, si el límite máximo para el diámetro de un árbol es de 50 mm y el mínimo 49.99 mm, la tolerancia para este diámetro es de 0.01 mm. Se establece la extensión de estas tolerancias, señalando los juegos máxima y mínima requeridos en las superficies a trabajar. Cuando se aplica el ajuste de piezas de máquina, la palabra tolerancia significa la cantidad de variación permitida en tamaño a las piezas repetidas, en relación con las condiciones de fabricación y debidas a las inevitables imperfecciones de la mano de obra. La tolerancia puede también definirse como la cantidad permisible que las piezas repetidas pueden variar en tamaño, a fin de asegurar una exactitud suficiente sin retoques innecesarios.

DIMENSION NOMINAL. A la dimensión que se toma de referencia, se le llame DIMENSION NOMINAL, ejemplo si la dimensión como referencia es $\phi 53 \begin{smallmatrix} -1 \\ -1.5 \end{smallmatrix}$, el número 53 nos indica la dimensión nominal y a partir de ésta se indica que tanto puede aumentar o disminuir la dimensión efectiva.

La dimensión nominal no debe tener un valor arbitrario. Conviene que sea un número normal, como el ejemplo anterior. Estos números normales se designarán de acuerdo a la NORMA MEXICANA OGN.

Una buena razón para emplear estos números al designar la dimensión nominal, es que al hacer la verificación principalmente en producción en serie, es muy cómodo y rápido usar calibres. Por ejemplo, calibres "pasa-no pasa" para piezas de sección circular y precisamente las dimensiones de los calibres comerciales, están de acuerdo con los números normales.

TOLERANCIAS UNILATERALES Y BILATERALES. El término tolerancia unilateral significa que la tolerancia total, cuando se refiere a una dimensión básica, es en un sólo sentido. Por ejemplo, si la dimensión básica fuera 25 mm y la tolerancia viniera expresada como 25.00 ± 0.002 ó $25.00 - 0.002$, estas serían tolerancias unilaterales.

les, ya que la tolerancia total es en una sola dirección. Por el contrario, si la tolerancia estuviera dividida, este es, parcialmente más y parcialmente menos, debería clasificarse como bilateral. Así $25.00^{+0.001}_{-0.001}$ es un ejemplo de tolerancia bilateral, porque la tolerancia total está dividida en dos direcciones más y menos.

Los ajustes deben especificarse para asegurar el montaje apropiado de miembros de máquinas que se acoplan. Como es imposible fabricar partes de máquinas que tengan exactamente las mismas dimensiones, se han concebido sistemas que permiten tolerar variaciones pequeñas en las dimensiones de las partes que se acoplan sin sacrificar su funcionamiento adecuado.

El tamaño nominal es el tamaño aproximado decidido por el proyectista y al cual se aplican las discrepancias y las tolerancias para llegar al dimensionamiento de las partes que se acoplan. Las dimensiones básicas son las dimensiones con respecto a las cuales se permiten las variaciones.

En lo sucesivo, los términos árbol y agujero definen respectivamente el espacio centrado y el espacio centrado, entre dos caras (o planos tangentes) paralelas de una pieza cualquiera.

DESIGNACION DE LA TOLERANCIA. Al designar la tolerancia, primero se indica el valor de la dimensión nominal, después la letra que representa la posición de la tolerancia, ya sea en agujeros ó en árboles, y finalmente el número que indica la calidad ó grado de precisión necesario.

Estas designaciones se tomarán en base al SISTEMA ISO DE TOLERANCIAS Y AJUSTES, Y LAS NORMAS UGN. Las tolerancias se indicaran en el despiece de los dibujos de cada pieza donde sean aplicadas. Se empleara respectivamente el sistema métrico decimal.

Ejemplo 1) 40 H7, representa agujeros (letra mayúscula) cuya tolerancia tiene una posición H, con una dimensión nominal de 40 mm y una calidad 7.

La tabla II de las NORMAS UGN para TOLERANCIAS POSICIONES indica valores en micras de desviaciones para agujeros y árboles usuales en mecánica general. Ver la tabla II al final de éste tema.

Seguiente la tabla II, a 40H7 corresponden las desviaciones $\begin{matrix} +25 \\ 0 \end{matrix}$ por lo que $40H7 = 40 \begin{matrix} +0.025 \\ 0 \end{matrix}$. En la forma del lado derecho se indicarán en el despiece de las partes.

Ejemplo 2) 80 f6, representa árbel (letra minúscula) cuya tolerancia tiene una posición f, con una dimensión nominal de 80 mm y una calidad 6.

La tabla II da los valores $\begin{matrix} -30 \\ -49 \end{matrix}$, por lo que 80 f6 = 80 $\begin{matrix} -0.030 \\ -0.049 \end{matrix}$.

AJUSTES. El ensemble de dos piezas con la misma dimensión nominal, constituye un ajuste. Dependiendo de la posición de la tolerancia en cada una, el ajuste puede ser:

CON JUEGO. Asegure siempre un juego (la zona de tolerancia del agujero está enteramente por encima de la zona de tolerancia del árbel). Fig. 1.5.1.a.

INCIEITO. Ajuste que puede dar a veces juego, a veces apriete (las zonas de tolerancia del árbel y el agujero se traslapan). Fig. 1.5.1.b.

CON APRIETE. Asegure siempre un apriete (la zona de tolerancia del agujero está enteramente por debajo de la zona de tolerancia del árbel). Fig. 1.5.1.c.

DESIGNACION DE AJUSTES. Al designar un ajuste, se indica primero la dimensión nominal (común a las dos piezas), después la tolerancia para el agujero y finalmente la tolerancia para el árbel.

Ejemplo. Sea 200 la dimensión nominal, H7 la tolerancia para el agujero y e6 la tolerancia para el árbel, el ajuste se puede indicar como: 200 H7/e6; 200 $\frac{H7}{e6}$ y - 200 H7 - e6.

Desde el punto de vista económico es aconsejable utilizar la peor calidad posible, tanto en árbel como en agujero, que permitan su correcto funcionamiento.

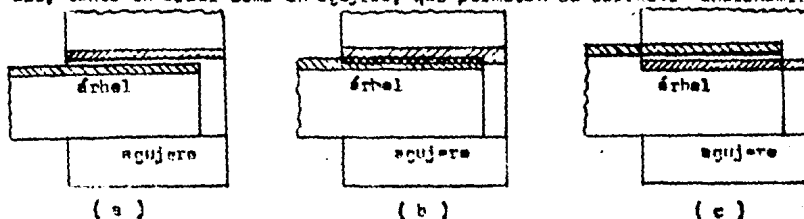


Fig. 1.5.1

HOLGURA ENTRE PUNZÓN Y MATRICES. Otro factor que debe ser tomado en cuenta en la aplicación de las dimensiones de la matriz es la magnitud del juego ó holgura entre el punzón y los miembros de la matriz. Para separar correctamente la pieza en la tira de material, debe haber estrictamente el espacio correcto entre el borde del punzón y el borde cortante de la matriz. Si la holgura es insuficiente, el consumo de potencia de la prensa será excesivo. Además cuando el punzón se introduce en la tira de material las fracturas que se originen a ambos lados del material -la de del punzón y lado de la matriz-, no coincidirán y se formará una rebaba en la pieza ó en el interior del agujero perforado.

Una holgura excesiva doblará la pieza recortada y producirá rebabas largas alrededor del borde. La aplicación de las holguras correctas proporcionará una pieza exenta de rebabas y con la porción pulida de su borde extendiéndose hasta la mayor profundidad posible. La holgura correcta a aplicar depende del material, de su grado de dureza y de su espesor.

SIGNIFICADO DE LA HOLGURA. Sobre este punto existen diferentes opiniones entre los distintos fabricantes de matrices. De 15 especialistas en la construcción de matrices, 10 definen la holgura como el espacio entre el punzón y la matriz en un sólo lado; a sea, la mitad de la diferencia de los tamaños de ambas piezas, y los otros 5 consideran la holgura como la diferencia total entre dichas tamaños por ejemplo, si la matriz es redonda, la holgura es igual al diámetro de la matriz menos el del punzón.

La ventaja de designar la holgura como el espacio en cada lado es particularmente evidente en el caso de matrices de forma irregular ó angular. En cambio, la práctica de la diferencia total, que puede ser satisfactoria en redondas, suele engendrar confusiones cuando las matrices son de formas especiales asimétricas.

EFFECTO DE LA HOLGURA EN LA PRESION NECESARIA. La holgura no sólo influye en la ligereza de la fractura, sino también en la presión indispensable para cortar ó perforar. La presión es mayor cuando el diámetro del punzón es pequeño, comparado con el grueso del material. Por ejemplo, en una prueba se necesitó una presión-

de punzonado de unas 14,525 Kg para perforar agujeros de 19 mm, de planche de acero suave, cuando la huelgura era de 10%. Con una huelgura de 4.5%, la presión se tuvo que aumentar a 14,900 Kg, y con el 2.75%, se aumentó a 15,663 Kg.

El metal dúctil y suave requiere más huelgura que otro duro, aunque la práctica corriente haya sido aumentar la huelgura para los materiales más duros. En el capítulo II se da la aplicación de las huelguras entre punzón y matriz.

TABLA II

AGUJERO NORMAL

Valores en micras (0.001 mm)

Troquelado, lubricado 20° C

Diametros en mm	AGUJEROS										ARRBOLLES			
	<3	>3 a 6	>6 a 10	>10 a 18	>18 a 30	>30 a 50	>50 a 80	>80 a 120	>120 a 180	>180 a 250	>250 a 315	>315 a 400	>400 a 500	>500 a 630
H 6	+ 6	+ 9	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630
H 7	+ 9	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800
H 8	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800	+ 1000
H 9	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800	+ 1000	+ 1250
H 11	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800	+ 1000	+ 1250	+ 1600
g 5	- 2	- 4	- 6	- 9	- 15	- 25	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400
h 5	0	- 4	- 6	- 9	- 15	- 25	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400
j 5	+ 2	+ 4	+ 6	+ 9	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400
k 5	+ 4	+ 6	+ 9	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500
f 6	- 6	- 10	- 15	- 25	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630
g 6	- 2	- 4	- 6	- 9	- 15	- 25	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400
h 6	0	- 4	- 6	- 9	- 15	- 25	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400
j 6	+ 3	+ 4	+ 6	+ 9	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400
m 0	+ 6	+ 12	+ 15	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630
p 6	+ 12	+ 20	+ 25	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800
r 7	- 14	- 25	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800
t 7	- 24	- 35	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800	- 1000
v 7	- 6	- 15	- 20	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630
h 7	0	- 10	- 15	- 20	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500
e 8	- 14	- 25	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800
f 8	- 20	- 35	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800	- 1000
h 8	0	- 10	- 20	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630
d 9	- 10	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800	- 1000
e 9	- 14	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800	- 1000
d 11	- 20	- 50	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630	- 800	- 1000	- 1250
b 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a 11	- 5	- 10	- 20	- 30	- 40	- 60	- 90	- 120	- 180	- 250	- 315	- 400	- 500	- 630
j 11	+ 5	+ 10	+ 20	+ 30	+ 40	+ 60	+ 90	+ 120	+ 180	+ 250	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630

2. DISEÑO DE TROQUELES

Se entiende por troquelado al conjunto de operaciones que es sometida una lámina hasta transformarla en un objeto determinado, más precisamente, en una serie de objetos idénticos, que es la forma de obtener una gran capacidad de producción, un precio de coste unitario poco elevado y una ligereza y solidez de las piezas obtenidas.

Las diferentes operaciones que deben de efectuar los troqueles pueden dividirse en dos grupos:

- 1.- Operaciones con corte.
- 2.- Operaciones para dar forma a la lámina.

En el primer grupo se clasifican todas las operaciones de: Cizallado, punzonado, perforado, recortado y repesado.

En el segundo grupo pueden incluir las operaciones de: Curvado, doblado, estampado y embutición.

Cualquier herramienta para una prensa, que consiste, de un par de miembros coincidentes para producir piezas idénticas, incluyendo todos los elementos de sujeción y de accionamiento de la herramienta, es un troquel.

2.1 TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO.

PUNZONADO.- El corte por punzonado de una lámina frecuentemente consiste en una operación mecánica mediante la cual, puede obtenerse una figura de carácter geométrica, en una superficie plana.

Esta operación se desarrolla en el curso de un fenómeno de transformación plástica, y en la práctica todas las operaciones de troquelado, se desarrollan alrededor de este fenómeno. Si seguimos el proceso de punzonado de una pieza observamos, que el punzón al descender ejerce sobre la lámina una presión continua a la cual se le opone la resistencia propia del material, hasta el instante en que el esfuerzo de compresión originado por el punzón es superior a la resistencia propia del material, siendo entonces separada la pieza metálica, obtenida por el lado opuesto al ataque del punzón. (Fig. 2.1.).

Come se observa en la figura anterior, el material, sufre antes de ser cortado una deformación elástica, ya que las fibras del material tienden a estirarse conforme el punzón va aumentando su acción; sin embargo, cuando se rebasa el límite de elasticidad, las fibras son cortadas, y cuando la pieza está libre se recupera elásticamente y queda perfectamente adaptada por sus bordes, al agujero de la matriz, donde queda encerrada hasta que es punzada la siguiente pieza y la obliga a salir.

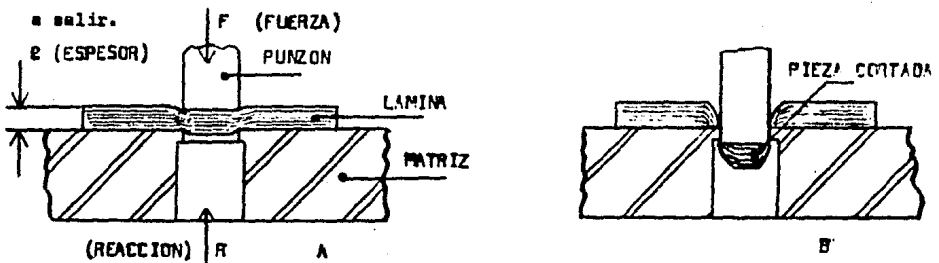


Fig. 2.1.1 Corte

CORTE.— Difiere del punzonado, solo en que la parte cortada del material es la utilizable, mientras que en el punzonado es el desperdicio. Por ejemplo, en el troquelado de una arandela; primero se efectúa el punzonado, en el diámetro interior y después el corte, que es el desprendimiento de la arandela del material de trabajo.

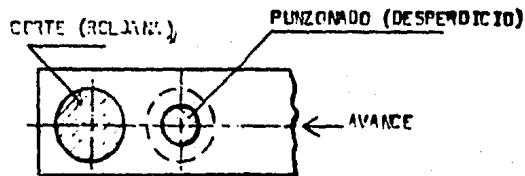


Fig. 2.1.2 Corte y punzonado

2.2 HOLGURA ENTRE FUNZON Y MATRIZ

La precisión de las piezas obtenidas en el proceso de troquelado, va a depender en gran escala de la exactitud con que ha sido construido el troquel. Para formas geométricas sencillas, la medición puede efectuarse fácilmente con instrumentos de precisión: micrómetros, comparadores etc.

Para la verificación de perfiles irregulares se utilizan proyectores ópticos de rayos paralelos.

La razón de determinar una holgura correcta, se debe a la necesidad de reducir la presión requerida para el corte, las fracturas en matrices, que en muchas cases se debe a tensiones internas producidas por el temple, obtener piezas con bordes muy limpios, es decir, sin rebabas.

El valor del juego entre punzón y la matriz es muy variable, desde el 5 al 13% del espesor de la lámina, según Reasi (ver referencia no. 8 de la bibliografía): e también se puede aceptar como norma general.

0.05 x e	para el latón
0.07 x e	para el hierro dulce
0.10 x e	para el acero dúctil

e = espesor del material.

TABLA I

Los valores obtenidos por esta tabla son aplicables en las holguras ó diámetros totales. Cuando se quiere buscar la holgura (en un lado), la misma que cuando que- haya que establecer matrices de conteras irregular para cortar porciones de una se la pieza, hay que dividir entre dos el resultado obtenido.

Por ejemplo, si hay que perforar en la matriz, acero dúctil de calibre 16 (1. - 58 mm.).

$$0.10 \times 1.58 = 0.158 \text{ mm, que es aplicable al punzón ó al agujero de la matriz,}$$

Como recomendación especial, es preferible obtener información de tablas ó manu gramas, proporcionadas por los fabricantes del material.

Para matrices de ferre irregular la holgura debe ser añadida a la dimensión en ciertas condiciones, mientras que otras veces debe ser restada de ella. (Según se explicará en las reglas posteriores).

La holgura se aplica al punzón ó a la matriz, pero nunca a ambas.

He aquí una regla a seguir: Cuando la pieza producida debe ser desprendida de la tira como deshecho, el punzón debe ser del tamaño nominal y la holgura se aplica a la matriz, cuando se produce una pieza que debe ser conservada, y la de la tira de la que se extrae se convertirá en tira de recorte, la abertura de la matriz debe ser del tamaño correspondiente a la medida y la holgura se aplica al punzón.

En la figura 2.2.1 está representado un punzón y el agujero de la matriz a las cuales se aplican las holguras. Se observan las siguientes reglas:

1.- Cuando la holgura es aplicada al punzón, se resta la holgura de los radios, si sus radios están en el interior del punzón, se suma la holgura a todos los radios si sus centros son exteriores.

Restar de todas las dimensiones entre líneas paralelas. Los ángulos y las dimensiones entre centros permanecen constantes.

2.- Cuando la holgura se aplica a la matriz, se suma la holgura a todos los radios con centros interiores a la matriz. Se resta la holgura de todos los radios con centros exteriores. Sumar todas las dimensiones entre líneas paralelas. Los ángulos y las dimensiones entre los centros permanecen constantes.

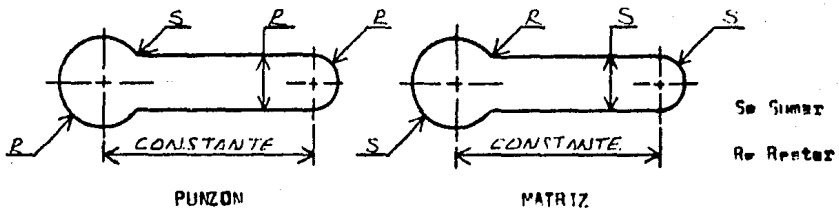


Fig. 2.2.1 Holgura

2.3 ANGULO DE SALIDA PARA MATRICES

Las piezas antes de ser cortadas, sufren una deformación, seguida, inmediatamente después del corte, de una recuperación elástica que las piezas quedan retenidas lateralmente dentro del contorno de la figura matriz. Una segunda pieza cortada presiona sobre la primera facilitando su expulsión de la matriz, sin embargo, el esfuerzo requerido en el segundo corte será superior al primero, ya que, se suma el esfuerzo

Estante, la resistencia lateral por fricción de la primera pieza cortada, si este se repitiera varias veces, se desarrolla un esfuerzo lateral en la placa matriz. - que puede originar atascamiento y rotura de la misma.

Para evitar esta posibilidad, se hace una salida al centerne de la placa matriz- bajo las siguientes condiciones:

- 1.- A partir de la misma arista de corte, se hace así en matrices destinadas al - corte de metales blandos como aluminio, latón, plomo, etc, figura 2.3.1
- 2.- Dejando una parte recta a partir de la arista de corte, con una profundidad de - des \dot{a} tres veces del espesor del material cortado. Se usa así en matrices para cor - te de metales duros como hierro, acero, etc, con perfiles muy exactos. figura 2.3.2
- 3.- A partir de la arista de corte de la matriz, en un equivalente de des \dot{a} tres - veces el espesor del material, el centerne es ligeramente cónico y, a partir del es - pesor indicado, la conicidad aumenta rápidamente en un número mayor de grados. Se aplica también este procedimiento en metales muy duros, que no requieren preciá - ón en su centerne. figura 2.3.3

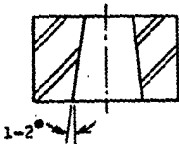


Fig. 2.3.1

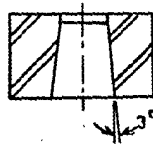


Fig. 2.3.2

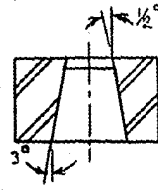


Fig. 2.3.3

2.4 TIRA DEL MATERIAL Y PASO

El primer paso en el troquelado es hacer el pedido de las láminas con la anchura longitud y espesor correctos. Luego éstas son cortadas en tiras. Las anchuras con que deben ser cortadas las tiras son determinadas por el diseñador de troqueles.

Las piezas pueden ser colocadas en el sentido de la anchura de la tira \dot{a} pueden ser colocadas en el sentido de la longitud, siempre y cuando obtengamos el mayor nú - mero de piezas.

La secuencia de las operaciones sobre una tira y los detalles de cada operación deben ser cuidadosamente desarrolladas. Deberá establecerse una secuencia tentativa de operaciones y tomar en consideración las siguientes pases:

- 1.- Agujeros punzonados de guía y muescas de guía en la primera estación. Pueden ser punzonados otros agujeros que no sean afectados en las siguientes operaciones.
- 2.- Distribuir las áreas punzonadas sobre varias estaciones si están juntas ó están cerca del borde de la abertura de la matriz.
- 3.- Emplear estaciones intermedias para reforzar las matrices, placas extractoras y retenedores de punzones, y para facilitar el movimiento de la tira.
- 4.- Determinar si la dirección del grano de la tira afectará en forma adversa ó facilitará una operación.

Un aspecto que hay que tomar en cuenta es la separación mínima que debe existir entre dos piezas consecutivas.

Se acepta una sobre medida que se aplica a las dimensiones de la pieza y según recomendaciones de la A.S.T.M. se toma como 2ϵ , esta cantidad es la cantidad mínima de material para que este no se rompa, por concentración de esfuerzos en el momento en que penetre el punzón de corte en la tira del material.

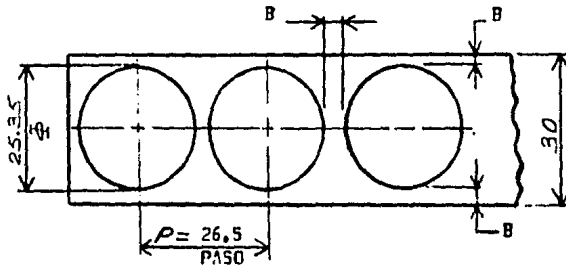


Fig. 2.4.1 El paso

Considerando lo antes descrito, las dimensiones para el ancho y el paso de la tira de material de la figura anterior serán:

$$\text{Ancho de tira} = d + 2B = d + (2\epsilon)2, \text{ se considera a ambas lados del producto:}$$

$$25.35 + 2 (2 (1.58)) = 31.67 \text{ mm.}$$

Por facilidad de corte se considera igual a 32 mm

Pase de la tira es: $2e + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + 2e$

$$= 25.35 + 3.16 = 28.51 \text{ mm}$$

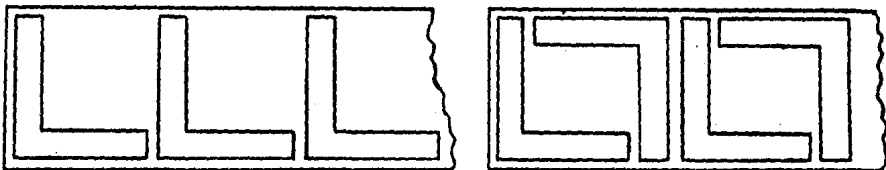
2.5 DISPOSICION DE FIGURA

En el proceso de trequalado, la fabricación de grandes cantidades de piezas, la economía del material y la reducción de los desperdicios es un factor muy importante que deben tomarse en cuenta.

Los factores determinantes de las dimensiones de la matriz y del propio trequal vienen determinadas por la posición de la pieza en la tira de corte, y esta es en consecuencia del tamaño y de la forma de la pieza que se desea obtener.

Las piezas irregulares pueden situarse a lo largo de la tira del material, como transversalmente ó longitudinalmente en su propio centro: estas disposiciones dependen de la necesidad de obtener el máximo rendimiento por una unidad de superficie de material empleado.

En estos casos es necesario estudiar detenidamente la disposición de las piezas de manera que la posición relativa en la sucesión de cortes permite un aprovechamiento máximo y menos desperdicio de material. Ejemplos:



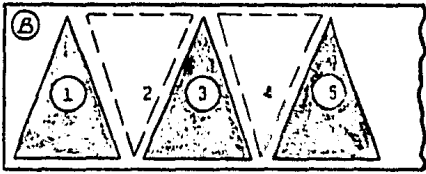
Incorrecto

Correcto

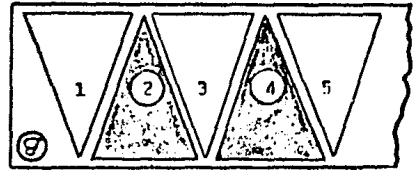
Fig. 2.5.1 Disposición de figuras

Algunas veces no es posible, debido a la simetría de la pieza, obtener una correlación numérica en el pase existente entre unas piezas y otras, y entonces en vez de avanzar la tira, según la serie 1,2,3,...,n, avanza 1,3,5,...,n, e sea, saltando un espacio de material en cada avance, espacio que corresponde a la superficie de una pieza. Cuando se hace así, la tira es introducida nuevamente en la

matriz, siendo cortada la serie 2,4,6,...n, y dejando el mínimo de desperdicio. -
 ejemplo:



1ª. serie.



2ª. serie.

Fig. 2.5.2 Por serie

También es recomendable, situar las piezas diagonalmente respecto a la tira, -
 procurando aprovechar su propio perfil para encajar una nueva pieza, Ejemplo:

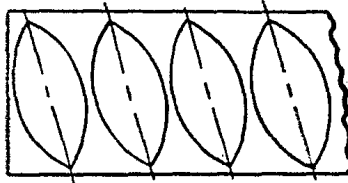


Fig. 2.5.3 Diagonal

2.6 PRESION DE CORTE

El punzón en el momento de hacer contacto con la lámina, inicia sobre el mate -
 rial una acción de compresión, seguida de la de corte,

En el contorno del punzón y de la matriz sobreviene una presión continua de par -
 te del punzón y una reacción por parte del material.

El punzón continuando con su descenso, presiona con su cabeza al material y lo -
 separa de la lámina, Este se debe a la acción cortante de los filos de la herra -
 miento, en este caso se ha vencido la resistencia del material, a pesar de la ac -
 ción que hay en todo el contorno.

Las presiones de corte necesarias dependen fundamentalmente del esfuerzo de cor -
 te del material (T_c).

La presión necesaria de corte se encuentra en función del perímetro de la pieza cortada y el espesor de la lámina:

$$P_c = p \cdot e \cdot T_c \text{ (Kg).}$$

Donde:

P_c = Presión de corte

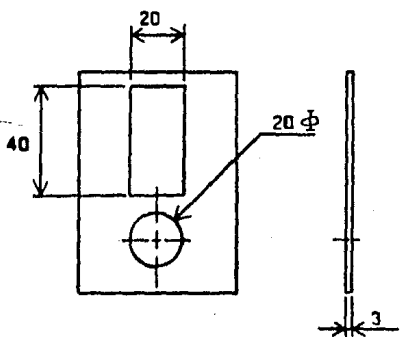
P = perímetro (mm).

e = Espesor del material (mm).

T_c = Esfuerzo de corte del material (Kg/mm^2). Se obtiene por tablas.

A = Área mm^2 .

Ejemplo:



$$T_c = 40 \text{ Kg}/\text{mm}^2.$$

$$P = 2(40 + 20) + 20 \pi = 182.83 \text{ mm}$$

$$A = p \cdot e = (182.83)3 = 548.49 \text{ mm}^2.$$

$$P_c = (548.49)40 = 21,939.82 \text{ Kg.} = 21.939 \text{ Ton.}$$

2.7 CENTRO DE PRESION.

Si el contorno del metal es de forma irregular, la suma de las fuerzas de corte sobre un lado del centro del ariste puede exceder en mucho las fuerzas del otro lado.

Esto da como resultado un momento de flexión en el ariste de la prensa y tendrían cortes irregulares, es decir en algunas partes del contorno no caería y en otras se excedería y podrían romperse los punzones.

Por eso es necesario encontrar un punto, donde todas las fuerzas cortantes sean simétricas, para tener una operación de corte uniforme en toda el contorno. Este punto se conoce como centro de presión. El troquel debe diseñarse para que el centro de presión quede sobre el eje del ariste de la prensa.

CALCULO MATEMATICO DEL CENTRO DE PRESION.

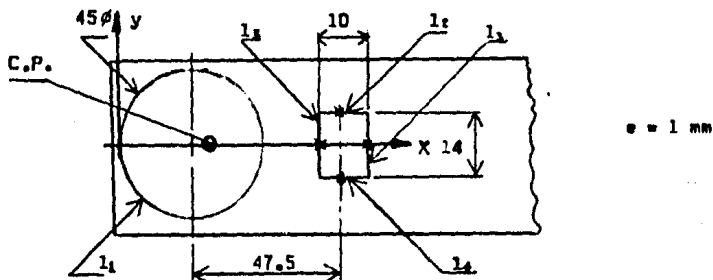


Fig. 2.7.1 Secuencia de la tira.

Procedimientos:

- 1.- Trazar la silueta de los bordes cortantes reales (ver fig. 2.21)
- 2.- Trazar los ejes XY en ángulos rectos y en una posición conveniente
- 3.- Dividir los bordes cortantes en elementos lineales conocidos y enumerarlos 1, 2, 3, ...
- 4.- Hallar las longitudes l_1, l_2, l_3, \dots

$$l_1 = \pi D = 45 \pi = 141.3 \text{ mm}$$

$$l_2 = 10 \text{ mm}$$

$$l_3 = 14 \text{ mm}$$

$$l_4 = 10 \text{ mm}$$

$$l_5 = 14 \text{ mm}$$

5.- Hallar el centro de presión de estos elementos *.

Ne confundir el centro de presión en las líneas con el centro de presión de las áreas encerradas por las mismas.

6.- Hallar la distancia x, del centro del primer elemento desde el eje y; x, del segundo elemento y así sucesivamente.

$$X_1 = 22.5 \text{ mm}$$

$$X_2 = 70 \text{ mm}$$

$$X_3 = 75 \text{ mm}$$

$$X_4 = 70 \text{ mm}$$

$$X_5 = 65 \text{ mm}$$

7.- Hallar la distancia y, del centro de gravedad del primer elemento desde el eje X; y del segundo elemento y así sucesivamente.

$$y_1 = 0 \text{ mm}$$

$$y_2 = 7 \text{ mm}$$

$$y_3 = 0 \text{ mm}$$

$$y_4 = -7 \text{ mm}$$

$$y_5 = 0 \text{ mm}$$

8.- Se calcúla la distancia X del centro de presión desde el eje Y por la siguiente fórmula:

$$X = \frac{l_1 X_1 + l_2 X_2 + l_3 X_3 + \dots}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots}$$

$$X = \frac{(141.3)(22.5) + (10)(70) + (14)(75) + (10)(70) + (14)(65)}{141.3 + 10 + 14 + 10 + 14} = 34.5 \text{ mm.}$$

9.- Se calcúla la distancia Y del centro de presión desde el eje X por la siguiente fórmula:

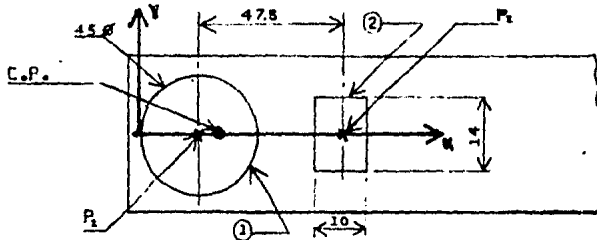
$$Y = \frac{l_1 y_1 + l_2 y_2 + l_3 y_3 + \dots}{l_1 + l_2 + l_3 + \dots}$$

$$Y = \frac{(141,3)(0) + (10)(7) + (14)(0) + (10)(7) + (14)(0)}{141,3 + 10 + 14 + 10 + 14} = 0 \text{ mm}$$

10.- Por último los valores X y Y se miden sobre sus ejes correspondientes, se traza una paralela a los ejes cartesianos con los valores encontrados y donde se cruzan es el centro de presión.

CENTRO DE PRESION POR ELEMENTOS.

1.- Trazar la silueta de los bordes cortantes reales, figura 2.7.2



$$e = 1 \text{ mm}$$

$$T_c = 33 \text{ Kg/mm}$$

2.7.2 Secuencia de la tira.

2.- Trazar los ejes X y Y en ángulos rectos y en una posición conveniente

3.- Dividir las figuras encerradas conocidas y numerarlas 1,2,3,

4.- Hallar los perímetros, áreas y fuerzas cortantes de cada silueta.

$$P_1 = \pi d = \pi \times 45 = 141,3 \text{ mm (figura redonda).}$$

$$P_2 = 2(10) + 2(14) = 48 \text{ mm (figura cuadrada).}$$

$$A_1 = 1 \times 141,3 = 141,3 \text{ mm}^2$$

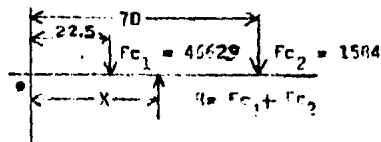
$$A_2 = 1 \times 48 = 48 \text{ mm}^2$$

$$F_c^1 = 141,3 \times 33 = 4662,9 \text{ Kg.}$$

$$F_c^2 = 48 \times 33 = 1584 \text{ Kg.}$$

5.- Hallar los centros de presión de cada figura *.

6.- Hallar la distancia X por momentos.



La suma de momentos será:

$$M = R_x = F_1 X_1 + F_2 X_2$$

Donde:

$$X = \frac{F_1 X_1 + F_2 X_2}{R}$$

$$X = \frac{(4,662,9)(22,3) + (1,584)(70)}{6,246,9} = 34,54 \text{ mm.}$$

7.- Hallar la distancia y por momentos.

La suma de momentos será:

$$M = R_y = F_1 y_1 + F_2 y_2$$

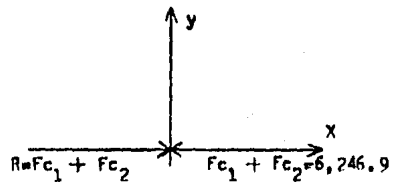
$$y = \frac{F_1 y_1 + F_2 y_2}{R}$$

$$y = \frac{(4,662,9)(0) + (1,584)(0)}{6,246,9} = 0 \text{ mm.}$$

Por lo tanto el centro de presión, se encuentra en la intersección:

$$X = 34,5 \text{ mm}$$

$$Y = 0 \text{ mm}$$



2.6 SELECCION DE LA MATRIZ Y DEL PUNZON

MATRIZ

Para el diseño de una placa matriz influyen cuatro factores:

- 1.- Dimensiones de la pieza.
- 2.- Espesor de la pieza.
- 3.- Forma del conterno de la pieza.
- 4.- Tipo de matriz.

En la placa matriz se encuentra maquinada con exactitud el conterno de la figura que se ha de obtener, y es el elemento, que más esfuerzo soporta de todo el trequel.

Las características fundamentales de la matriz son: El ángulo de salida, la holgura entre punzón y matriz y su tipo de temple.

Regularmente la placa matriz, se sitúa en la parte inferior del trequel, fijada en la zapata inferior por medio de tornillos y pasadores, formando justamente con las guías, un cuerpo sólido y compacto.

Sus superficies deben ser paralelas, lisas y excedentes de rebabas.

Las dimensiones de la matriz se determinarán por el espesor de la pared mínima requerida para resistencia, y por el espacio necesario para montar los tornillos y pasadores, las guías, el planchador y la placa extractora.

El espesor de la pared dependerá del espesor del material. Las esquinas agudas deben evitarse, ya que pueden sufrir roturas durante el tratamiento térmico, y se requiere por tanto, un espesor de pared más grande en esos puntos.

Únicamente dos pasadores deben colocarse por matriz, lo más separado que sea posible, ya que nos sirven como localizadores y evitan el movimiento de la matriz, cuando se aflojen los tornillos durante el trabajo. Se empleen dos ó más tornillos dependiendo del tamaño de la matriz

Recomendaciones para la selección de la matriz, según J. R. Paquin ref. No. 6.

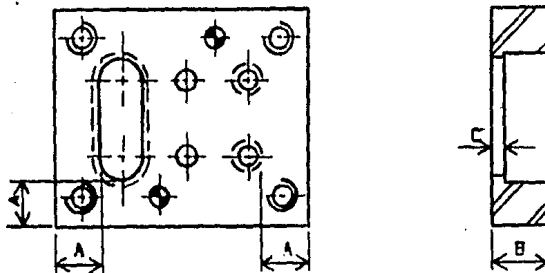


Fig. 2.8.1 Dimensiones de la matriz.

GRUESO DE LA LAMINA		B
0	- 1.5 mm.	23.8 mm
1.5	- 3.1 "	28.5 "
3.1	- 4.7 "	34.9 "
4.7	- 6.3 "	41.2 "
más de	6.3 "	47.6 "

TABLA II

La distancia mínima A, desde el agujero de la matriz el borde de la cara exterior de la placa matriz es normalmente de 1 o 1 1/8

el espesor de la placa matriz B, pero deberá ser aumentado hasta 3/2 el espesor de la placa matriz para matrices más grandes.

La abertura de la matriz C deberá ser recta con una distancia de 2 a 3 veces el espesor del material.

Materiales que se recomiendan para su fabricación son:

Acero para herramientas; Acero estable de máxima rendimiento al corte, muy resistente al desgaste, de fácil maquinado, temple al aire o al aceite. Ejm. Ac. - AISI O2 tratamiento termico 54-56 Rc.

PUNZON

Los punzones suelen ser, las partes móviles de corte en los troqueles estos se adaptan la figura total ó parcial de la pieza que se desea obtener, y van sujetos a la placa portapunzones, trabajando contra la placa sufridera, son fijados en la zapata superior que es conducida por el carro de la prensa.

Para el diseño del punzón debe tomarse en cuenta, la configuración del punzón, evitando partes débiles que lo pongan en peligro.

Para diseñar los punzones deben considerarse:

- Los punzones, deben ser lo suficientemente fuertes para soportar el choque constante en el trabajo sin que produzca fractura.
- Los punzones esbeltas deben estar suficientemente guiados y soportados para asegurar la alineación entre el punzón y los miembros de la matriz y evitar el pandeo.
- Prever la disposición adecuada para entrar y cambiar los punzones en caso de rotura.

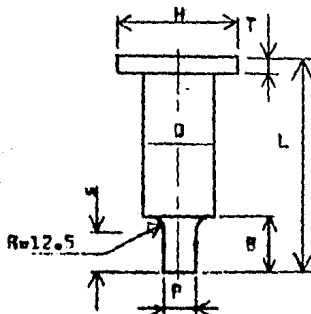
TAMÑO DE PUNZONES

$$D = \begin{cases} 0.65 \\ - 0.6 \end{cases}$$

$$L = \begin{cases} 0.0 \\ - 0.25 \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} 0.0 \\ - 0.25 \end{cases}$$

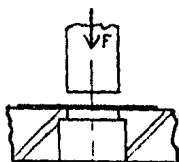
$$T = \begin{cases} 0.12 \\ - 0.0 \end{cases}$$



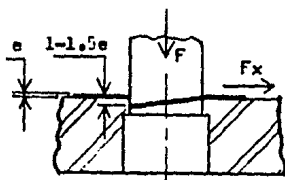
U	F	S	B	L	H	T
4.7	0.7- 4.7	4.3	11.1	38,45,51,57	6.3	3.1
6.3	1.5- 6.3	5.1	12.5	38,45,51,57,64	9.5	3.1
7.9	2.3- 7.9	6.3	14.2	38,45,51,57,64,70	11.1	3.1
9.5	3.1- 9.5	7.5	15.8	45,51,57,64,70,76	12.5	4.7
12.5	4.7-12.5	11.5	20.6	51,57,64,70,76,89	15.8	4.7
15.8	6.7-15.6	15.0	23.8	51,57,64,70	19.0	6.3
19.6	12.5-19.6	18.2	26.9	57,64,70,76,89,102	22.2	6.3
25.4	4.7-25.4	20.2	28.5	64,70,76,89,102	31.7	9.5

TABLA III

TIPOS DE PUNZONES

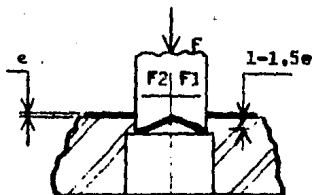


El punzón con aristas a 90° , tiene una capacidad de corte ideal para cortar láminas delgadas, por que no hay deformación en el borde de la figura.

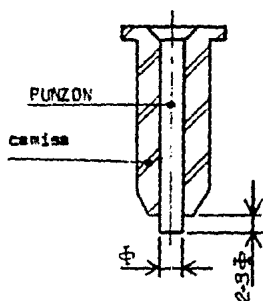


Se emplea para cortar láminas gruesas tiene las siguientes ventajas: Disminuye la fuerza de corte, cuando la prensa no tiene la capacidad de corte requerida. Existe una fuerza lateral F_x que se controla, encajando la matriz.

Solo sirve este punzón para perforar.



Sirve para cortar lámina muy gruesa, su fuerza de corte es pequeña y no hay fuerza lateral. Su desventaja es que su fabricación es muy costosa: su mantenimiento complicado y no sirve para punzonar.



Los punzones de diámetro muy pequeño tienden a romperse muy frecuentemente y para evitar esto, se protegen por medio de una camisa, que lo protege contra la flexión y es en caso de rotura su intercambio es fácil, ya que la camisa es reutilizable.

Los materiales usados para su fabricación recomendados son:

Ac AISI D1 -54 -56 Rc.

Ac AISI D2 -54 -56 Rc.

2.9 SECCIONAMIENTO DE LA MATRIZ.

En algunas cases va a ser necesario construir la placa matriz en piezas ensambladas entre sí. Esto es necesario cuando el perfil es difícil de maquinarse, cuando hay deformación durante el temple, cuando se desea corregir cualquier deformación rectificándola y cuando los elementos son reemplazables.

FIJACION DE LOS ACEROS

En la figura A, el método de fijación es por barras, se colocan en la parte superior en forma de grapas, para evitar que los elementos laterales, se separen debido al esfuerzo lateral ya que es mayor en esta parte.

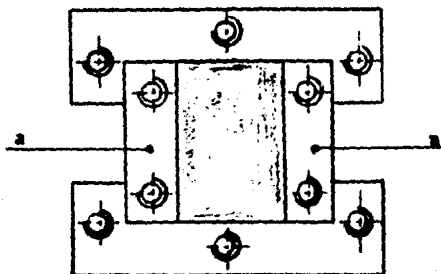


Fig. A

En la figura B se representa una matriz de secciones rectangulares que corte espesores más gruesos. Se compone de 4 barras como se indica, esta forma proporciona la abertura exacta que se necesita y no hay que maquinarse exactamente los miembros.

La figura C representa una matriz para perforar ranuras rectangulares ó cuadradas, esta se fabrica por elementos. Maquinando ranuras en los elementos D. Todo el conjunto se coloca en una caja que se maquina en la zapata inferior.

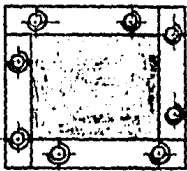


Fig. B

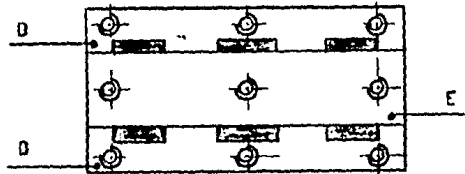


Fig. C

Cuando se va a fabricar una matriz con saliente muy delgada, Se recomienda seccionar en tres partes como se indica en la figura F, para facilitar la reparación en caso de rotura.

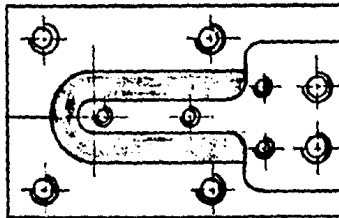


Fig. F

La figura G representa una matriz con una abertura de centros curvados, la línea de unión no se aplica nunca tangencialmente a un arco de círculo. Ya que los salientes agudos (*) son puntos débiles expuestos a roturas. Las líneas de unión deben de cruzar los centros de los arcos como en la figura H.

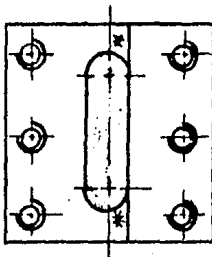


Fig. G

MAL

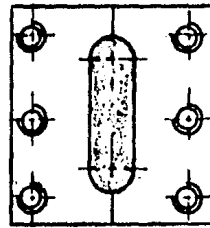


Fig. H

BIEN

2.10 PORTA PUNZONES

La función de esta placa, de cuya exactitud depende la precisión del corte de la matriz, es retener a los punzones, distribuidos convenientemente sobre la superficie, deben coincidir exactamente con la guía de punzones, planchador y la placa-matriz, formando conjuntamente con la zapata superior y el mamelón la estructura móvil del trequel.

El sistema de fijación de los punzones a la placa, varía notablemente y depende casi siempre de las características de la pieza que se ha de fabricar. En la fijación debe ser prevista la probable duración de los punzones y disponer la sujeción de aquellos que están expuestos a frecuentes roturas de manera que su cambio sea rápido y por el contrario, otros deben dispenerse de tal forma que su fijación reúna las máximas condiciones de estabilidad y seguridad así como su debida posición.

Una placa porta punzón para retener un solo punzón se hace de sección cuadrada y de suficiente espesor para que separe bien el punzón.

Se tornillos allen colocados en las esquinas y otros 2 pasadores en las otras esquinas. Su fabricación es de acero dulce.

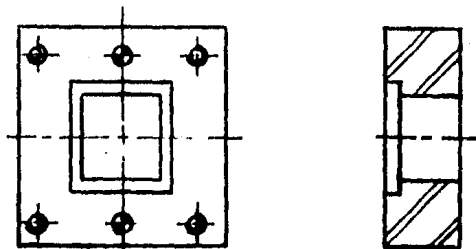


Fig. 2.10.1 Porta punzones

2.11 PLACA GUIA

El material generalmente debe ser conducido convenientemente en la matriz para poder efectuar un trabajo regular y eficiente, para ello se disponen sobre la placa matriz dos tiras de hierro dulce. Estas dos tiras laterales son las guías del material que se ha de cortar, la distancia entre ellas corresponde al ancho de la tira y su altura debe escogerse en relación al espesor de la misma.

Las guías laterales conviene hacerlas bastante largas un poco más que la matriz.

En ciertos casos las guías laterales pueden llevar dispositivos elásticos, que obligan al material a ser conducido fuertemente contra la guía opuesta, eliminando con ello el juego lateral.

Estas guías laterales se reforan por sus lados libres, con dos placas en forma de tunel que las une y que además tienen la misión de sostener la tira para evitar que se cuelgue, sobre todo en materiales blandos y delgados.

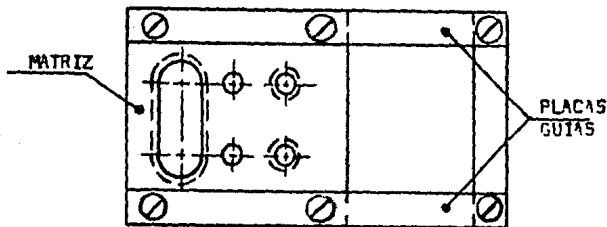


Fig. 2.11.1 Placa guía

2.12 EXTRACTORES O PLANCHADORES

La función de los extractores es despegar la tira de material, adherida alrededor de los punzones de recortar y perforar, la adhesión fuerte de la tira a los punzones es una característica del proceso de traquelado.

Los extractores son fijos y accionados por resortes.

Los extractores accionados por resortes se deben utilizar:

1.- Cuando se requiera una alta producción exacta de piezas y perfectamente planas, ya que estos aplanan la lámina antes del perforado ó corte.

2.- Cuando debe recortarse o perforarse lámina delgada.

Fórmula para el cálculo de la fuerza del extractor.

$$F_{ext} = 0.333 \times T_c \times W \times e$$

Donde:

T_c = Esfuerzo cortante Kg/mm²

W = Ancho de tira mm

e = Espesor del material mm

El extractor debe ser del mismo largo y ancho de la placa matriz, los extractores fijos suelen sujetarse con los mismos tornillos y pesadores, con que se sujeta la matriz con la zapata, también deben tener los mismos centros que la pieza que se va a obtener.

Los extractores accionados por resortes serán sujetados independientemente, por medio de tornillos guías, desde la zapata superior.

El espesor de los extractores debe ser suficiente, para soportar las fuerzas requeridas para separar el material del punzón. La altura de la canal para la tira del material deberá ser al menos de 1.5e. El ancho de la canal deberá ser el ancho de la tira de material, más la holgura.

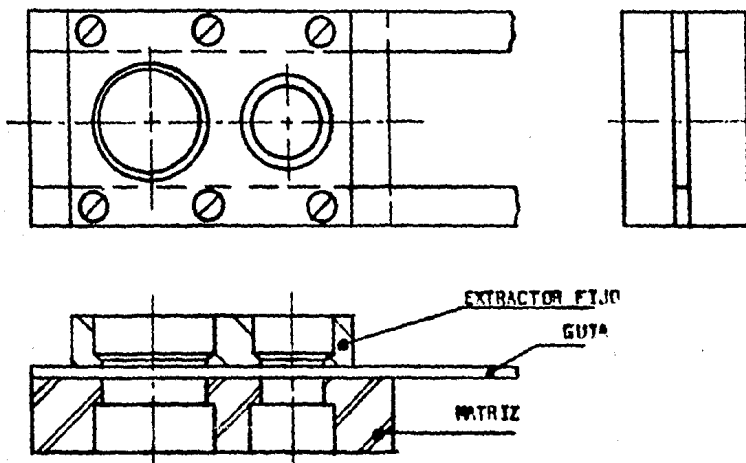


Fig. 212.1 Extractor fijo

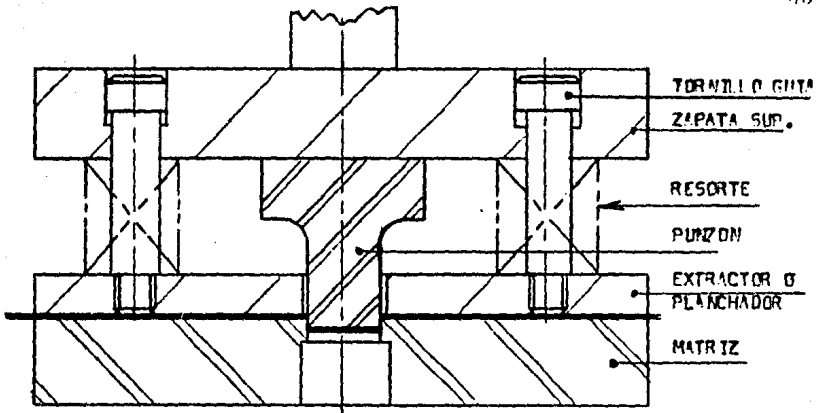
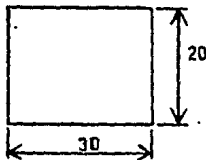


Fig. 2.12.2 Extractor accionado por resortes

Ejemplo:

Calcule del tipo y número de resortes para el extractor.



$$e = 1 \text{ mm}$$

$$W = 50.8 \text{ mm}$$

$$T_c = 25 \text{ Kg/mm}$$

Aplicando la fórmula:

$$F_{ext} = 0.333 \times T_c \times W \times e$$

$$F_{ext} = 0.333 \times 25 \times 50.8 \times 1 = 422.91 \text{ Kg}$$

El número de resortes se selecciona, al gusto del diseñador siempre y cuando -
queden dentro del área del extractor.

Se desean 4:

$$\frac{422.91}{4} = 105.7 \text{ c/u}$$

Cada resorte debe ejercer una fuerza mínima de 105.7 Kg.

En tablas de resortes se guía en la columna de carga al 50% de compresión (resorte carga media), se obtiene un resorte de 25.5 mm δ ext. y 13 mm δ int. y con una longitud de 50.8 mm.

Cuando el troquel está abierto, el extractor accionado por resortes deberá ser -
más largo que los punzones aproximadamente de 1.5 mm, esto es para que cuando en -

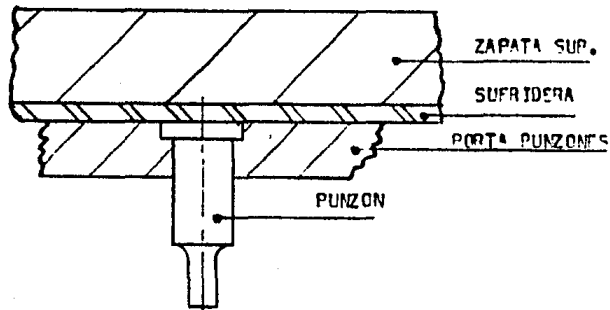
piece el punzón a cortar ó perforar, encuentre la lámina totalmente planchada.

Se fabrican generalmente de hierro dulce, los extractores e planchadores.

2.13 SUFRIDERA

Cuando se va a cortar ó perforar material grueso (más de 3.1 m.m.), la cabeza del punzón suele estar respaldada por una placa. Esta piece llamada sufridera, distribuye el empuje en una superficie más ancha, y evita que la cabeza del punzón se hunda en el material relativamente blando de las zapatas.

Las placas sufrideras suelen ser de acero templado.



2.13.1 Sufridera

2.14 PILOTOS

Los pilotos se usan solo para treques de baja velocidad y están sujetos en el portapunzones. Hay 2 tipos: El de bellote y el de punta plana.

Los pilotos deben ser muy fuertes para soportar los choques repetidos del proceso, deben estar suficientemente guiados.

El material con que se fabrican son de acero para herramientas, con una dureza de 57-60 Rc.

El diámetro del piloto que debe de ser de una dimensión exacta se calcula del siguiente modo:

$$d = \text{Diámetro del punzón perforado} - 3\% e$$

La función del piloto es colocar en una posición correcta la lámina antes que el punzón corte ó perforo, es decir debe ser 6.3 m.m. mayor que el punzón.

BELLOTA

CABEZA PLANA

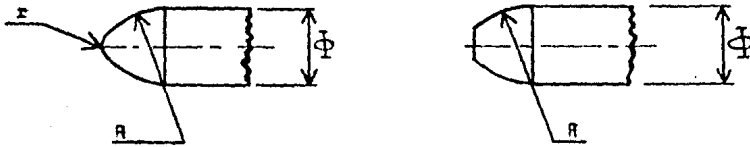


Fig. 2.14.1

2.15 TOPES

Una tira metálica sometida a la operación de punzonado debe encontrarse en el momento de actuar la prensa, en su justa posición de trabajo. La tira del material que se ha de cortar, debe también poder avanzar de manera regular, situándose intermitentemente bajo el punzón de cortar.

Para conseguir esto, debe proveerse a la matriz de un dispositivo adecuado, complejo ó sencillo, que pueda determinar el paso y regular el avance en cada golpe de prensa.

El sistema de tope empleado, viene determinado por la cantidad de piezas, por el espesor de la tira del material y por la superficie de la pieza cortada.

Topes de perno: Como se observa en la figura consiste en un perno de acero templado, ajustado con la placa matriz y cuya cabeza sirve de tope a la tira de material. Para poder afinar el peso con exactitud, es frecuente construir el perno ex céntrico, para afinarlo en su posición correcta. Ver figura 2.15.1

Topes de retroceso, figura 2.15.2 se hace avanzar la tira una vez troquelada la pieza, basta que el orificio de la tira metálica cargue en el tope, después se hace retroceder la tira hacia atrás hasta que haga tope, produciendo un nuevo proceso de troquelado.

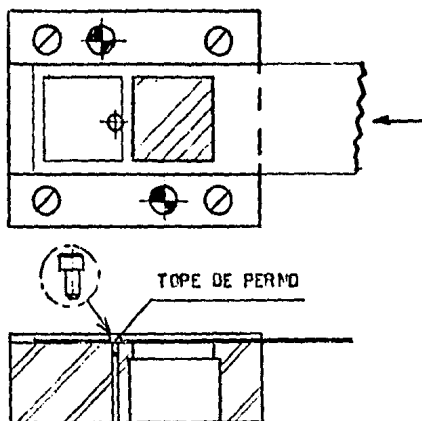


Fig. 2.15.1 De perno

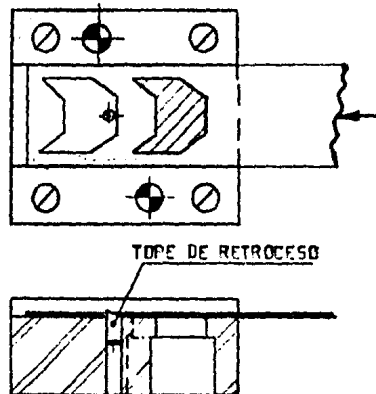


Fig. 2.15.2 De retroceso

Tape auxiliar ó cuchilla de paso. Los topos auxiliares, montados comunmente sobre las guías laterales de la tira de material, tiene como función dar el paso correcto y se aplica en los troqueles de alta producción.

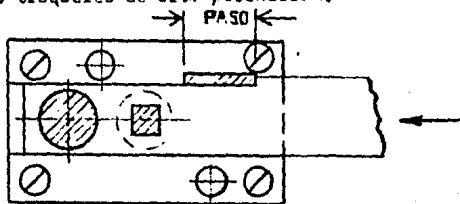
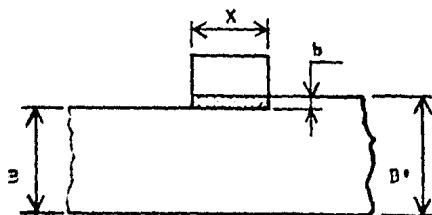


Fig. 2.15.3 Auxiliar

Proporciones.



B' = Ancho de tira primaria
 B = Ancho de tira secundaria
 b = Ancho de corte
 x = Paso

Fig. 2.15.4 Proporciones de la cuchilla de paso

Espesor del material mm	X hasta	X de	X de	X de
	50 mm b	50 - 100 mm b	100-150 mm b	160-250 mm b
0.5 - 1.3	1.5	2.0	3.0	3.5
Hasta 1.5	1.6	2.0	3.0	3.5
1.5 - 1.6	1.8	2.2	3.0	3.5
1.6 - 2.0	2.0	2.5	3.0	3.5
2.0 - 2.2	2.0	2.8	3.2	3.7
2.2 - 2.5	2.0	3.0	3.5	4.0
2.5 - 2.7	2.0	3.2	3.7	4.2
2.7 - 3.0	2.0	3.5	4.0	4.5
3.0 - 3.5	2.5	3.7	4.2	4.7

TABLA IV
 PROPORCIONES PARA LA CUCHILLA DE CASO

2.16 TROQUEL DE DOBLADO

TEORIA DEL DOBLADO

Doblado: Es la operación que consiste, en variar la forma de una lámina, sin modificar su espesor, de modo que todas sus secciones sean iguales.

Para adquirir un conocimiento completo, del proceso del desarrollo de la pieza doblada, será necesario aprender exactamente que ocurre cuando se dobla la lámina.

Las fuerzas aplicadas durante la operación de doblado, resulta puesta en su dirección, en forma similar al fenómeno que se producen en el centro de un material metálico cuando es cortado; Las fuerzas de doblado producen una deformación de la estructura física interna formandose 2 tipos de esfuerzos: Tensión y compresión, que están condicionados a partir de una línea (banda) muy fina llamada eje neutro ó línea neutra que aparece raras veces en el centro del material ó cambia de posición según la calidad del doblado, con respecto a su composición inicial.

En la figura 2.16.1 la sección ascendente es donde se concentran los esfuerzos de compresión (C), es la parte cuadrículada en donde se concentran los esfuerzos de tensión (T), y el punto (X) establece la frontera con los esfuerzos de tensión, estableciéndose el eje ó línea neutra durante el proceso de doblado.

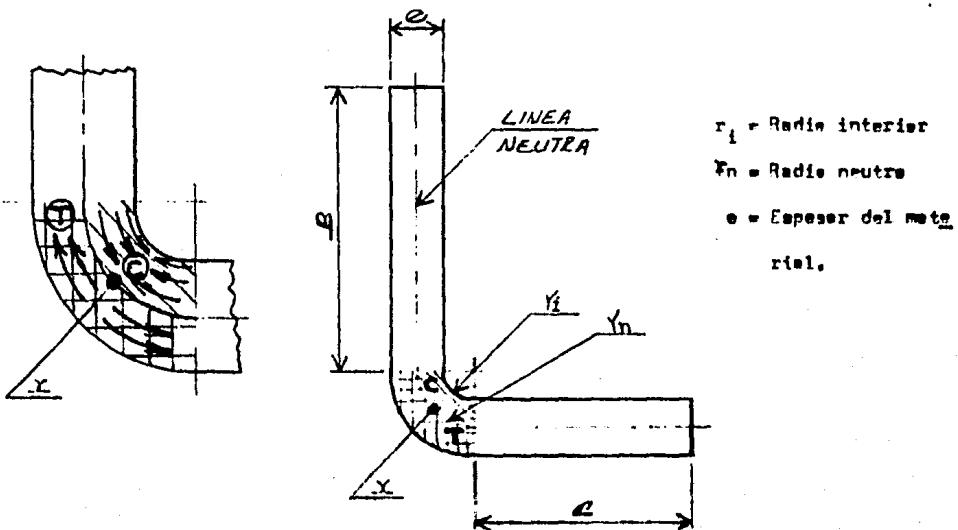


Fig. 2.16.1 Detalle de un doblado.

EJE NEUTRO O LINEA NEUTRA

Siempre que un metal es sometido a un esfuerzo de tensión por un lado de su superficie, y a esfuerzo de compresión por el otro lado del mismo. Entre el límite de estos 2, se produce el resorte o recuperación del material. Se ha demostrado que existe una línea o banda del material en la que los esfuerzos resultantes son iguales a cero, é sea que no hay deformación.

Tenemos compresión por dentro del material y tensión por fuera del material.

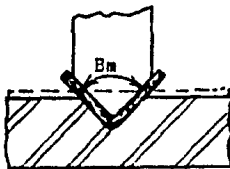
En los doblados sencillos, los 2 problemas más importantes son el radio mínimo de doblado y la recuperación elástica ó resorte. Por eso no es conveniente, dejar aristas muy pronunciadas en la pieza doblada, el radio mínimo de doblado será cuando menos igual al espesor de la lámina.

RECUPERACION DEL MATERIAL O RESORTEO

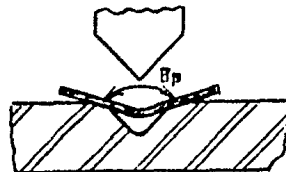
La recuperación elástica tiene lugar cuando se retira la carga que se había aplicado al material para doblarlo y así toma su forma definitiva.

Por eso es conveniente doblar la pieza más que el ángulo deseado para obtener el ángulo previsto. Los factores en los cuales depende el efecto de resorte son los siguientes:

- 1.- Límite superior de fluencia del material de la pieza.
- 2.- De la relación de radio interior de la pieza entre el espesor del material (r_d/s), el efecto de resorte es menor cuando r_d también lo es.
- 3.- Del tipo de traqueo de doblado, y del proceso de doblado.



B_m = Angulo de la matriz.



B_p = Angulo de doblado de la pieza.

Fig. 2.16.2 Resorteo del material.

Las siguientes datos son empíricos y nos permiten calcular el ángulo de la matriz aproximadamente. Datos exactos solo encontrados en los ensayos.

Acero

$r_1/e = 0.5 - 2$	$\beta_m = 0.98 \beta_p$
Cada de 90° y $r_1 \geq 8$	$\beta_m = 88^\circ - \frac{r_1}{5.5e}$

TABLA VI

2.17 DETERMINACION DE DESARROLLOS

Se llama desarrollo de una pieza doblada, a la forma que debe tener antes de ser sometida a la operación de doblado.

La determinación geométrica de un desarrollo se efectúa considerando independientemente las superficies dobladas y las planas que componen la pieza obtenida. Los desarrollos deben efectuarse sobre la línea neutra de dobléz del material.

Para la determinación del desarrollo, existen varios métodos, en este caso recomendamos solo uno, que es válido según la experiencia práctica y es el siguiente:

PASOS

- 1.- Dibujar a escala una vista lateral ó sección de la pieza a escala, o mayor si es necesario y aplicar las líneas de dimensión como se indica en la figura 2.17.1
- 2.- Con las dimensiones dadas en el dibujo, restar el radio interior, más el espesor del material y el resultado consignarlo en el dibujo, esta dimensión corresponde a la parte plana.
- 3.- Calcular la longitud de arco (a la fibra neutra) y anotarla en posición correcta.
- 4.- Note que la suma de todas las dimensiones anotadas da la longitud total de la pieza.

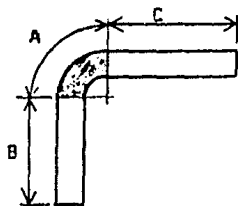
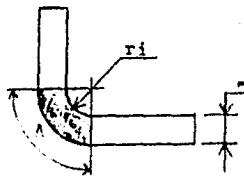
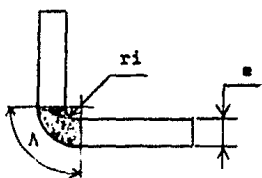


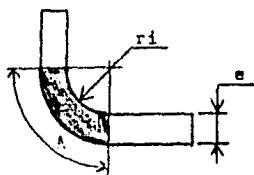
Fig. 2.17.1 Pieza doblada.

El siguiente cuadro proporciona todas las formas que se necesitarán para proyectar ángulos doblados.



Dobles a 90°	$r_i < e$
	$A = \frac{(\frac{e}{4} + r_i) \pi \times 90^\circ}{180^\circ}$
α = Cualquier ángulo.	$A = \frac{(\frac{e}{4} + r_i) \pi \times \alpha}{180^\circ}$

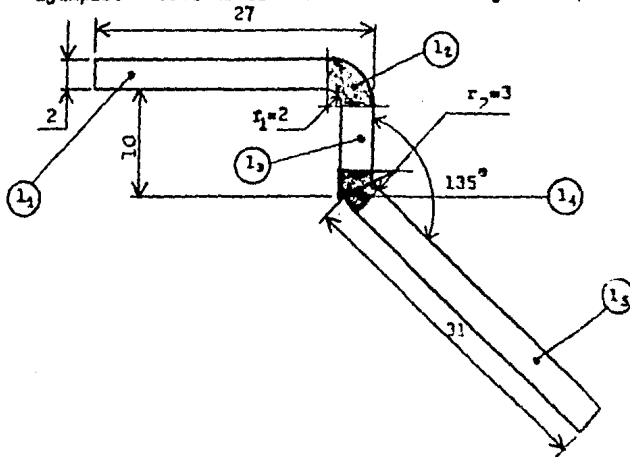
Dobles a 90°	$r_i = 1e - 2e$
	$A = \frac{(\frac{e}{4} + r_i) \pi \times 90^\circ}{180^\circ}$
α = Cualquier ángulo.	$A = \frac{(\frac{e}{4} + r_i) \pi \times \alpha}{180^\circ}$



Dobles a 90°	$r_i > 2e$
	$A = \frac{(\frac{e}{2} + r_i) \pi \times 90^\circ}{180^\circ}$
α = Cualquier ángulo.	$A = \frac{(\frac{e}{2} + r_i) \pi \times \alpha}{180^\circ}$

$\pi = 3.1416$

Ejemplo: Obtener el desarrollo de la siguiente pieza.



Encuentremos los números de elementos.

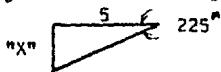
$$l_1 = 27 - r_1 = 27 - 2 = 25 \text{ mm}$$

l_2 : Como $r_1 = e$ por medio de la fórmula a 90°

$$A = \frac{\left(\frac{e}{3} + r_1\right) \pi \times 90^\circ}{180^\circ} \quad \text{Calculamos } l_2$$

$$l_2 = \frac{\left(\frac{2}{3} + 2\right) \pi \times 90^\circ}{180^\circ} = 4.16 \text{ mm}$$

l_3 : Para calcular l_3 determinemos el triángulo que se forma.



$$\text{Tan } 22.5^\circ = \frac{x}{5} \Rightarrow x = 5 \times \text{Tan } 22.5^\circ = 2.07 \text{ mm}$$

$$l_3 = 10 - r_1 - x = 10 - 2 - 2.07 = 5.93 \text{ mm}$$

l_4 : Por medio de la fórmula

$$A = \frac{\left(\frac{e}{2} + r_1\right) \pi \times \alpha}{180^\circ} \quad \text{ya que } r = e \text{ y } \alpha = 45^\circ$$

$$l_4 = \frac{\left(\frac{2}{2} + 3\right) \pi \times 45^\circ}{180^\circ} = 3.14 \text{ mm}$$

$$l_5 = 31 - x = 31 - 2.07 = 28.93 \text{ mm}$$

Por lo tanto la longitud total es $\Sigma l_i = 67.17 \text{ mm}$

plementaria del juego se tomará: sobre el punzón, si se han de respetar las medidas exteriores; sobre la matriz, si se han de respetar las medidas interiores.

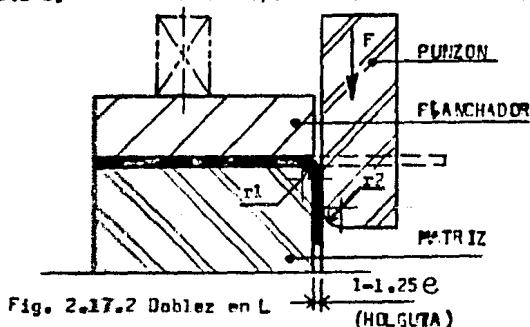


Fig. 2.17.2 Doble en L (HOLGURA)

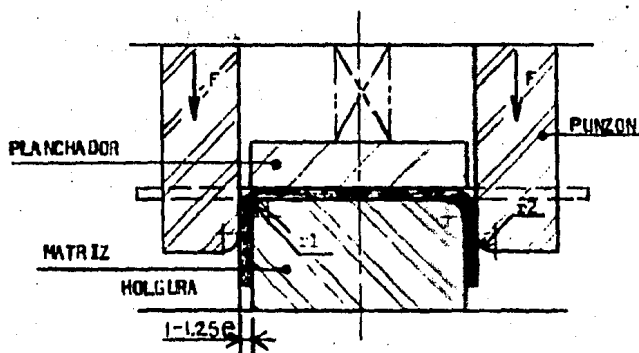
Doble en "U"

El doble en "U", se refiere a un doble con matriz en forma de canal, por lo que es lo mismo un doble en "L" en ambos lados de la pieza de trabajo.

Para dobles en "U" la fuerza necesaria se determina, utilizando la misma fórmula que se aplica para dobles en "L", pero multiplicándola por 2.

$$D_u = 2 \left(0.333 \frac{t w e^2}{L} \right) \text{ (Kg)}$$

El troquel doblador en "U" requiere de un planchador en cualquiera de las posiciones que se adopte el diseño de troquel doblador en "U".



Holgura entre punzón
y matriz $1 - 1.25 e$.

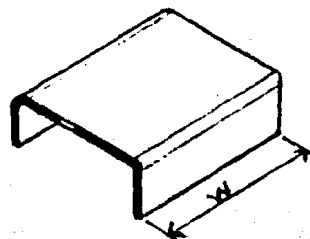


Fig. 2.17.3 Doble en U.

Todas las operaciones que se realizan para dar forma a los materiales, se ejecutan en las prensas troqueledoras, que son de características variables y, de fuerza de golpe de diferentes valores, las fuerzas aplicadas en las operaciones de doblar siempre son mayores que en el corte y el punzado, por lo que el material sufre una distorsión plástica, sin llegar a la fractura, esto se puede observar en las diferentes formas de dobles.

Doblez en "L"

Este doblar se caracteriza por el hecho de que hay que considerar, una tolerancia adecuada con un valor igual al espesor del material. Fuente que el punzón macho se desliza lateralmente en una matriz de acero.

La fuerza del doblar a 90° se calcula por la siguiente fórmula:

$$F_L = 0.333 \frac{T_c w e^2}{L} \text{ (Kg)}$$

Donde:

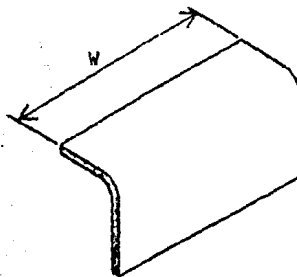
0.333 = Cte.

T_c = Esfuerzo al corte (Kg/mm^2).

W = Ancho del doblar (mm).

e = Espesor del material (mm).

$L = r_1 + r_2 + e$



Radio de la matriz. La arista de trabajo debe presentar una superficie bien pulida para facilitar el deslizamiento de la lámina. El radio deberá ser por lo menos dos veces el espesor del material que se pretende doblar.

Para las matrices de doblado en "L", se obtienen mejores resultados cuando la arista de trabajo está formada por un chafan a 45° de 2 a 3 veces el espesor del material a doblar y unido por pequeños radios.

Resque entre punzón y matriz. Hay que tener en cuenta, las tolerancias de espesor del material, teóricamente debe dejarse entre punzón y matriz un juego igual al espesor máximo. Prácticamente se adopta 1 a 1.25 X el espesor del material, como espacio entre punzón y matriz. Según las dimensiones a obtener, el valor su -

Doblez en "V"

Fuerza necesaria para el doblaz en "V"

$$D_v = \frac{2 X I_c X W X e^2}{L} \text{ (Kg)}$$

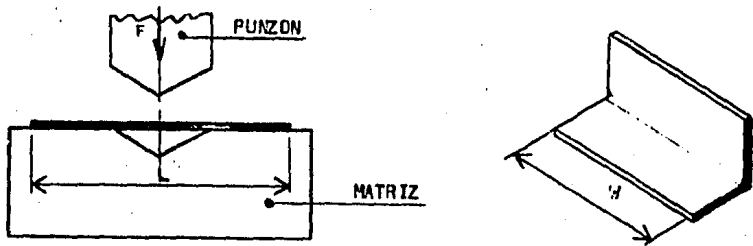


Fig. 2.17.4 Doblez en V.

Doblez en "Z"

Para doblaz en "Z" la fuerza necesaria se determina, utilizando la misma fórmula que se aplica para doblaz en "V", pero multiplicada por 2.

$$D_z = 2 \left(2 \frac{I_c X W X e^2}{L} \right) \text{ (Kg)}$$

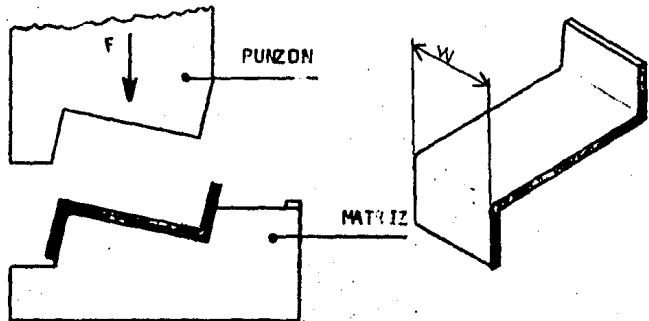


Fig. 2.17.5 Doblez en Z.

FUERZA DE PLANCHADOR

El planchador también se utiliza en los doblaz, su función es evitar el levantamiento de la lámina al iniciarse el doblaz, y al mismo tiempo obliga el material

que no se levante ni se arruge. La fuerza que desarrolla un planchador, se desarrolla por la siguiente fórmula:

$$F = 0,333 \times W \times e \times T_c \text{ (Kg)}$$

Donde:

0,333 = Cte.

W = Longitud del dobléz (mm).

e = Espesor en mm.

Tc = Esfuerzo al corte (Kg/mm²).

JABOS DE DOBLEZ Y FORMADO.

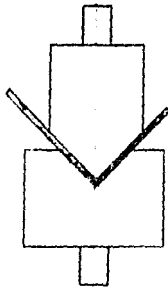
En el formado de láminas con ángulos de 90°: ángulos mayores de 90°, ángulos menores de 90°: ángulos combinados con radios; y acanalado se desarrollan dados formadores cuyo tamaño no permite realizarse en troqueles de tipo convencional. Este tipo de trabajo, requiere la prensa con características especiales, ya sean mecánicas ó hidráulicas, comúnmente llamadas prensas de cartina.

Una prensa de cartina inicia el dobléz ó formado de un perfil, en el centro mismo de la carrera cuando se halla en su punto máximo inferior; por lo tanto se recomienda que la profundidad de la "V" en la matriz sea la mitad del ancho de la abertura en "V" de la misma.

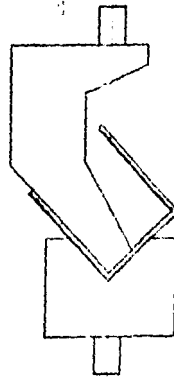
Un dobléz será más efectivo, cuando el radio interior tenga un valor mínimo, ó igual al espesor del material. En radios interiores de dobléz y formado se considera un radio de 1 mm.

Los perfiles que se doblan en herramientas en "V" aumentan la presión requerida según la forma e dobléz que se requiere, por lo que es absolutamente necesario seleccionar la capacidad correcta de la prensa, en cada caso.

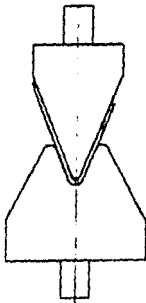
Ejemplo de dados formadores.



a) Datos para doblar a 90°



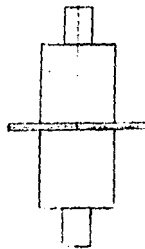
b) Datos para doblar a 90°
Tipo cuello de ganso.





c) Datos para doblar a 30°



d) Datos para bayoneta



e) Datos para planchado

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN			
	TESIS PROFESIONAL			
 	DADOS PARA DOBLES		FECHA 10-IV-86	
DISEÑO: A.R.M.	REVISO:	ESCALA: SIN	COTAS: SIN	TOL.
				No. A-02

2.18 TROQUEL DE EMBUTIDO CILINDRICO

EMBUTIDO

Es el proceso por medio del cual, se fabrican recipientes ó formas por medio de un troquel, partiendo de una superficie plana.

El embutido produce un cambio en la estructura cristalina del material (lámina) y un reacomodo de sus átomos, al recorrer el espacio entre el punzón y la matriz, de tal manera que la pieza ó recipiente queda templada en fría. También consiste en el alargamiento del plano neutro, que tiene como consecuencia la inmediata deformación del mismo.

En operaciones de embutido, la plantilla para un recipiente cilíndrico embutido debe ser circular, de tal forma que el diámetro (D) es calculable. El proceso de embutido produce deformaciones en el borde del recipiente y esto se debe considerar, diseñando un pase final de corte del sobrante, ya sea, por medio de una herramienta para el caso o por el método de desprendimiento por fricción.

En el proceso de embutido, además de las grandes fuerzas mecánicas de tensión y compresión que son producidas, también, existe un flujo plástico. Es interesante examinar en principio cómo se comportan las fibras del material, cuando se encuentra éste sometido al proceso de embutición. Si observamos la figura 2.18.1 se observa un disco de diámetro D ha sido sometido al proceso de embutición, para obtener un recipiente cilíndrico de diámetro d y altura h . Si en el patrón plano se traza el diámetro d , de la base del recipiente que se quiere obtener y determinamos una superficie s , en el cual se ha trazado, una serie de radios, que forman una serie de líneas convergentes-divergentes, y en estas condiciones el patrón s - la embutición, estos trazos formarán una serie de líneas paralelas tal como lo indica la figura: es decir, la superficie s , de forma trapecial, ha sufrido una variación durante el proceso, transformándose en el rectangular s_1 como consecuencia de tal fenómeno hemos de deducir que el elemento durante la embutición, ha sido solicitada por 2 esfuerzos, 1 radial de tracción, y otro tangencial de compresión. Debido a tal cambio, la dimensión h del elemento desarrollado se ha transformado -

en la H, debido al alargamiento producido en las fibras por el efecto tracción-compresión a que han estado sometidas.

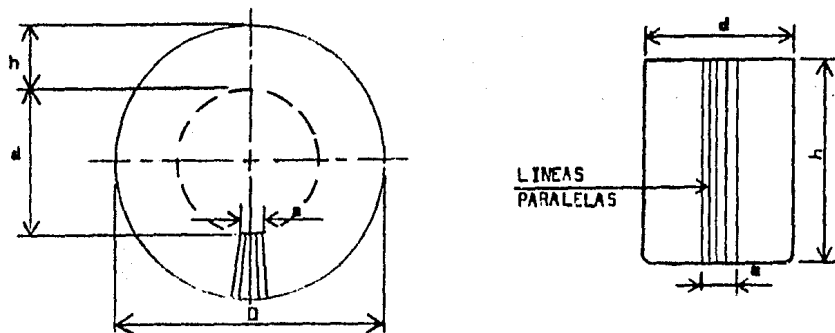


Fig. 2.18.1 Proceso de embutición.

La anterior demuestra que existe un flujo plástico, por efecto de forzar el material, dentro de un área circunstancial, entre el punzón y la matriz cuando se embute un recipiente. Sin embargo, en la parte inferior no existen modificaciones en el área, puesto que las líneas trazadas no alteran su apariencia; lo contrario sucede en las paredes verticales del recipiente. Por lo tanto, en la parte inferior (fondo del recipiente) continua el espesor original, pero en las paredes verticales se ha adelgazado.

Las returas, arrugas ó surcos en las paredes de un recipiente embutido no pueden ser eliminados fácilmente. Del embutido, se demuestra que, los esfuerzos se realizan en 2 direcciones, y estos son: en las paredes verticales (esfuerzos de tensión), causadas por el punzón cuando el material es embutido y pasa por la orilla redondeada de la matriz; los esfuerzos en la caja bajo la presión del planchador son necesariamente de compresión, causadas por el esfuerzo violento de someter un área grande de material y reducirlo a un área pequeña, sin aumento de grueso y sin producir arrugas en el material. Ver figura 2.18.2

Las partes oscurecidas de la figura 2.18.3, producirán arrugas en las paredes verticales del recipiente, al formarse éste dentro de la matriz pero esto se evita por un recorrido (alargamiento y recalcado) del material sobrante, producido por el anillo planchador.

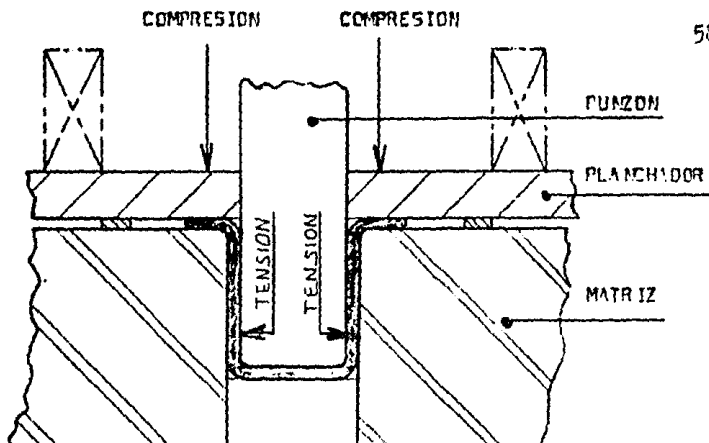


Fig. 2.18.2 Fuerzas en el proceso de embutido.

El planchador tiene que sujetar la lámina, con una fuerza exactamente regulada y ajustada para evitar que se formen arrugas y al mismo tiempo permitir el deslizamiento del material.

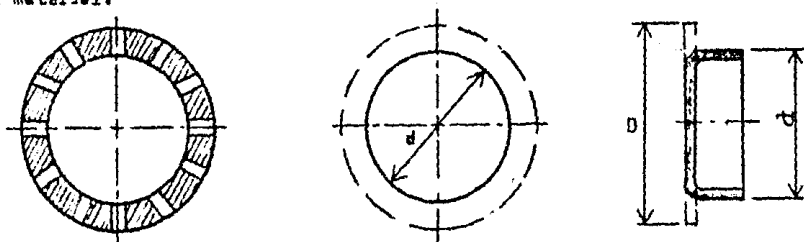


Fig. 2.18.3 Plantilla y recipiente.

Relación de embutido. Según la relación de embutido es el alargamiento del material. Cuando la presión de embutido es mayor que un cierto valor que depende del material (esfuerzo a la tensión), hay que embutir en varios pasos hasta formar el recipiente ó forma final. En este caso es necesario usar planchador. Cuando la relación de embutido se aproxima a 1 no es necesario usar planchador.

$$m = R_c = \frac{d}{D}$$

d = Diámetro de la plantilla

D = Diámetro final.

2.19 MATERIALES PARA EMBUTIDO

Se utilizan láminas de acero, latón, bronce, aluminio, de ductilidad muy alta y límite superior de fluencia de valor pequeño. La resistencia a la tracción debe ser grande (para transmitir fuerzas altas al punzón).

Existe 2 clases de temple de aceros laminados en frío y tiras:

Temple blando: Con este temple se doblara a 180° la tira de lámina, en la dirección del grano, o perpendicular a éste. Se utilizan para embutidos modernos. Su dureza Rockwell es RB 50 a 60.

Temple muy blando: Este temple del acero se utiliza cuando se debe hacer un embutido intenso. Su dureza Rockwell es RB 40 a 50.

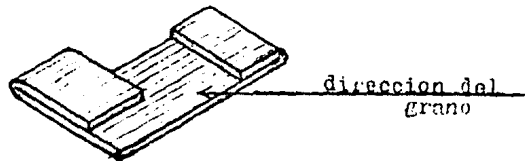


Fig. 2.19.1 Temple blando.

Láminas de acero para embuticiones profundas. Estas láminas son de acero de primera calidad, laminado en frío que tienen un bajo contenido de carbono. Las láminas son recocidas y sometidas a un proceso de acabado, para conferirles una superficie lisa y luego aceitadas. Se utilizan en embutidos profundos y conformados, tales como carrocerías de autos, salpicaderas, etc.

La lubricación depende del material del recipiente, del punzón y de la matriz. La experiencia ha demostrado, que la solución de agua y jabón tiene una mayor aptitud que el aceite para retener la lámina. Así pues, para grandes valores de la relación R_e son preferibles los aceites, mientras que para valores pequeños de esta relación son las aguas jabonosas.

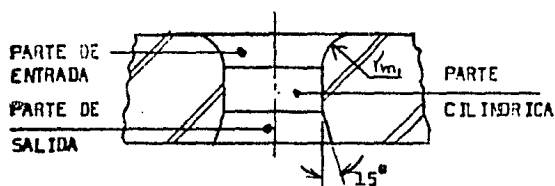
2.20 RADIOS DE LA MATRIZ Y DEL PUNZÓN

RADIO DE LA MATRIZ

Si los radios del borde de la matriz son demasiado pequeños, la pieza de trabajo

se rompe cerca de la superficie, ó cerca de las aristas ó borde del punzón. Todas estas fracturas son causadas por fricción excesiva, generada por el deslizamiento del material, que pasa por la superficie de los radios (Hacia el interior de la matriz receptora). Esto significa, que cuando los radios son insuficientes para éste proceso resultan causa y efecto de los problemas de fractura.

Cuando los radios son demasiados grandes, las partículas del material que se desprenden por fricción pasan a través del radio y se produce un surco del material, en las paredes de la matriz. Lo anterior significa que existe una relación entre el grueso del material y los radios del embutido.



PRIMERA OPERACION

Parte de entrada: solo para piezas embutidas de un solo paso se usa un radio m , el cual debe ser:

$$m_1 = 0,5 - 0,7 \sqrt{(D - d) e}$$

Donde:

D = Diámetro de desarrollo

d = Diámetro de la pieza embutida

e = Espesor de la lámina.

Parte cilíndrica: Esta parte en una matriz de embutición debe tener una dimensión mínima de 8 m.m.; es preferible que sea mayor.

Parte de salida: Como se indica en la figura 2.20.1 se puede construir de forma cilíndrica ó cónica, ya que el material embutido al pasar por el extremo de canto extractor aumenta su diámetro debido al efecto de resorte y el canto extractor detiene la pieza y c.e.

TIPOS DE CANTOS

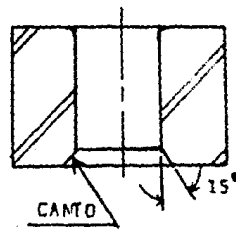
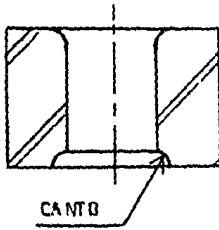
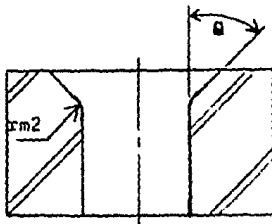


Fig. 2.20.1



SEGUNDA OPERACION

Fig. 2.20.2

$$\theta = 45^\circ - 60^\circ$$

$$r_{m2} = 0.8 \sqrt{(d_1 - d_2) \cdot e}$$

Dónde:

d_1 = Diámetro de la pieza embutida -
después del primer paso.

d_2 = Diámetro de la pieza embutida -
después del segundo paso.

RADIO DEL PUNZÓN

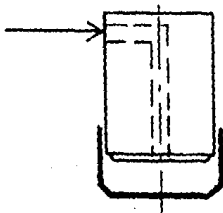
El radio del punzón depende del material de la pieza, del lubricante usado, del proceso de embutición, de la relación de embutido.

El radio del punzón mínimo debe tener de 5-10 e

La longitud de los punzones de embutido debe ser normalmente de 20 - 40 m.m., - más larga que la altura de la pieza, ya que normalmente es necesario dejar material sobrado para recortarla posteriormente.

También cuando se va a efectuar un embutido profundo generalmente el punzón debe llevar una salida de aire, esto, para evitar una deformación en el recipiente debido a la fuerza que ejerce la presión atmosférica.

ENTRADA Y
SALIDA DE
AIRE



SIN SALIDA DE AIRE

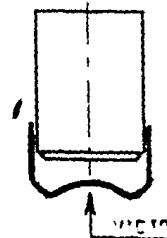


Fig. 2.20.3 Punzón con y sin salida de aire.

Materiales usados en la fabricación de matrices y punzones.

Ac.: Para herramienta templada, fundición gris (sobre todo para piezas de grandes dimensiones).

Bronce al aluminio especial: Para embutir acero inoxidable.

Aluminio especial: Para embutición con 4.5% de Fe, 7%, Ni, 2% Mn, 1.25% Si. Este material adquiere buenas características del deslizamiento, pero tiene baja resistencia por lo que hay que trabajar con contornos de acero.

2.21 DETERMINACION DE LOS DESARROLLOS

Una de los problemas más importantes en la embutición es el de determinar las dimensiones de la lámina 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, a secciones circulares. Sin embargo, aun así, la exactitud obtenida no es rigurosa, debido al estirado que sufren las paredes del recipiente. Es cierto que la embutición es una deformación plástica sin variaciones de espesor; pero, a pesar de admitir esto cómo rigurosamente exacto, en la práctica no sucede así, alterando, por tanto, el alargamiento experimentado por el material las dimensiones exactas de los desarrollos ó plantillas, que previamente deben ser cortadas antes de la operación de embutir.

En la tabla VII se proporcionan las fórmulas para determinar los desarrollos de una serie de figuras geométricas regulares circulares; en tales fórmulas se consideran estrictamente las condiciones geométricas del material, prescindiendo del alargamiento en tanto por ciento del mismo, ya que este factor depende exclusivamente de la clase y calidad de éste y su valor deberá determinarse experimentalmente.

Si se trata de recipientes profundos, es preferible efectuar la embutición de los mismos en varias operaciones, permitiendo que el material se vaya transformando paulatinamente, siguiendo su propio flujo de estirado. Una vez terminada por completo la embutición, el objeto acabado presenta unas paredes lisas y uniformes, sin

arrugas. El metal que se emplee debe poseer buenas condiciones de plasticidad, y deberá sufrir algunas operaciones de recocido durante el curso de las distintas operaciones de embutición.

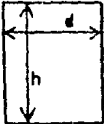

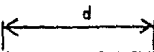
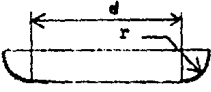
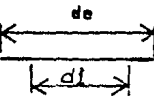
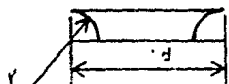
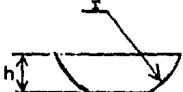

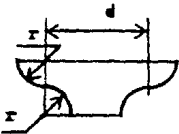
 <p>Cilindro</p> <p>$A = 3.1416 dh$</p>	 <p>Semi esfera</p> <p>$A = 6.28 r^2$</p>
 <p>Disco</p> <p>$A = 0.7854 d^2$</p>	 <p>Corona</p> <p>$A = 4.94 rd + 6.28 r^2$</p>
 <p>Anillo plano.</p> <p>$A = 0.7854 (d_2^2 - d_1^2)$</p>	 <p>Corona</p> <p>$A = 4.94 rd - 6.28 r^2$</p>
 <p>Anillo radial.</p>  <p>Plato.</p> <p>$A = 6.28 rh$</p>	 <p>Corona doble.</p> <p>$A = 9.87 rd.$</p>

TABLA VII

2.22 DIAMETROS DE REDUCCION

Las piezas de embutido de gran profundidad o de forma complicada no pueden ser ejecutadas en una sola operación. Debe ser destinada en varias operaciones, y matrices diferentes, acercándose así sucesivamente a la forma definitiva.

El grado de embutido profundo $m_x = 100 d/D$ (%) y el valor recíproco $\beta = D/d$; son cifras características del grado de deformación admisible, "m" o "B" varían con la clase del material. También el espesor de la lámina ejerce influencia en la relación de embutido admisible (tabla VIII). Si la relación de embutido $m \leq d/D$, fuera inferior al valor permitido, la operación se habrá de efectuar en distintas fases. Los valores indicados "m" son los correspondientes al primer embutido, los m_1 para las embuticiones sucesivas.

Cómo primer embutido se comprende la primera transformación del disco. Las siguientes fases de la operación son las embutidas sucesivas.

El diámetro de la primera embutición será; $d_1 = m \cdot D = D/\beta$

El diámetro de la segunda; $d_2 = m_1 \cdot d_1 = d_1/\beta_1$

El diámetro de la enésima; $d_n = m_1 \cdot d_{n-1} = d_{n-1}/\beta$

Material	Primer embutido			Embutidas sucesivas		
	m	B	m_x	m_1	β_1	m_2
Lámina de embutir	0,65	1,54	65 %	0,8	1,25	80 %
Lámina de embutido profundo	0,6	1,67	60 %	0,8	1,25	80 %
Lámina para carrocerías	0,55	1,82	55 %	0,75	1,34	75 %
Lámina de acero 55 Kg/m.m. ²	0,6	1,67	60 %			
Aceres { 12 a 14 % de cromo	0,58	1,73	58 %	0,8	1,25	80 %
Inoxi- { 17 a 25 % " "	0,62	1,62	62 %	0,78	1,28	78 %
dables { 18 % de cromo y 8 % de níquel.	0,53	1,69	53 %	0,83	1,2	83 %

2.23 ESFUERZOS DE EMBUTICIÓN.

El esfuerzo necesario para embutir piezas cilíndricas, depende de: los diámetros de reducción, el disco inicial, el espesor como calidad de la lámina, la presión del planchador, la resistencia de la tracción y otros factores.

La fuerza total desarrollada por la máquina es:

$$P_t = P_z + P_N$$

Donde $P_z = U \cdot e \cdot T_c \cdot X_p$ (Kg), se deduce la fuerza necesaria

en el punzón.

U (mm) = Perímetro de embutición.

e (mm) = Espesor de la lámina.

T_c = Resistencia a la tracción del material, (Kg/mm).

El factor X_p se da en la tabla X.

$$P_N = F \cdot p \quad (\text{Kg}), \text{ fuerza del planchador.}$$

F (cm²) = Superficie realmente prensada.

p (Kg/cm²) = Presión superficial específica distinta según el material y el espesor de la lámina. (tabla IX).

ALTURAS OBTENIDAS EN LOS DISTINTOS CASOS.

El cálculo de las sucesivas alturas es necesario porque permite proporcionar los troqueles. Las fórmulas que siguen dan las alturas para diferentes tipos de embuticiones.

a) Embutición cilíndrica ordinaria:

$$H = \frac{D - d_1}{4d_1}$$

b) Embutición cilíndrica con collar:

$$H = \frac{D^2 - d_1^2}{4d_2}$$

D = Diámetro del disco.

d_1 = Diámetro de la etapa.

d_2 = Diámetro de la etapa sig.

MATERIAL	p (Kg/cm ²)
Lámina de acero para embutido profundo	25
Hoja de lata	30
Argentán y metal Monel	18
Bronce laminado	25
Lámina de cobre	20
Lámina de latón, blando, 63.	20
Lámina de latón, duro	24
Lámina de zinc	15
Aluminio	12
Aleaciones de Al, cómo Al-Cu, Al-Cu-Mg, Al-Mg.	15
Aleaciones de Al, cómo Al-Si, Al-Mn	12

TABLA IV

m	x _p	x _A
0,5	1	0,8
0,55	0,9	0,77
0,6	0,8	0,74
0,65	0,7	0,7
0,7	0,6	0,67
0,75	0,5	0,64
0,8	0,4	0,64
0,85	0,3	0,64
0,9	0,2	0,64
0,95	0,1	0,64

TABLA X

Tablas IX y X, según Hütte referencia No. 12.

2.24 METODO DEL PESADO.

Este método regularmente se utiliza, para comprobar si el diámetro de la plantilla es la correcta.

Cómo primer paso se pesa la pieza con una máxima precisión. Ya teniendo el peso de la pieza en Kg. se realizan los siguientes pasos.

Peso total = Volumen X Pese específico de la pieza,

$$P_t = V \times P_e$$

Donde:

$$V = \frac{P_t}{P_e}$$

Para un cilindro

$$V = \frac{\pi D^2 h}{4}$$

Donde: $D^2 = \frac{4V}{\pi h}$

Por lo tanto el diámetro del disco será:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{h}}$$

Ejemplo para un cilindro

Peso total = 0.070 Kg.

Peso específico del acero = 7.86 Kg/dm³

Altura del cilindro = 100 mm = 0.1 m.

$$V = \frac{P_t}{P_e} = \frac{0.070}{7.86} = 0.00890 \text{ dm}^3 = 89 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$D = \sqrt{\frac{4 (89 \times 10^{-7})}{(0.1)}} = 0.0106451 \text{ m.} = 10.645 \text{ mm}$$

(0.1)

2.25 HOLGURA O JUEGO ENTRE PUNZÓN Y MATRIZ

Cuando desciende con una cierta velocidad el punzón, toca la lámina (ver fig. - 2.25.1) la parte "a" queda sometida a un esfuerzo de tensión, que es debido a la inercia de la lámina y al rozamiento de esta con el planchador y matriz, eso expli-

ce el adelgazamiento alrededor del fondo del recipiente.

En el momento en el que empieza el deslizamiento de la lámina, bajo el plancha - der se forman pliegues, de ahí derivan fuerzas de aplastamiento que ponen el material en estado plástico.

Las partículas metálicas se desplazan en el sentido radial de la lámina á des - rrollo, el juego que existe entre punzón y matriz; es teóricamente igual al espesor de la lámina.

Cuando se aumenta el juego entre punzón y matriz, vamos a tener un deslizamiento del punzón favorable, pero por otro lado tiene otros inconvenientes que son:

- 1.- El aumento provoca la deformación del perfil de la pared sobre todo en un material demasiado blando.
- 2.- Además si el juego es demasiado grande, puede desviar el punzón lo que provoca deformación en forma de ondulaciones en el borde de la pieza embutida.
- 3.- Puede producir pliegues en la pared de la pieza embutida.

Por otro lado si el juego es menor que el espesor de la lámina tiene lugar un alargamiento indeseable de la pared. Por consiguiente el valor del juego debe estar bien determinado.

No todas las operaciones mantienen la misma relación de holgura entre el punzón y la matriz, en la tabla siguiente se dan valores adecuados para los recipientes embutidos.

OPERACION	TOLERANCIA PUNZÓN	TOLERANCIA MATRIZ
Primera	\varnothing punzón + 2.2 e	\varnothing matriz - 2.2 e
Segunda	\varnothing punzón + 2.3 e	\varnothing matriz - 2.3 e
Tercera	\varnothing punzón + 2.4 e	\varnothing matriz - 2.4 e
Sucesión final	\varnothing punzón + 2.0 e	\varnothing matriz - 2.0 e

TABLA XI

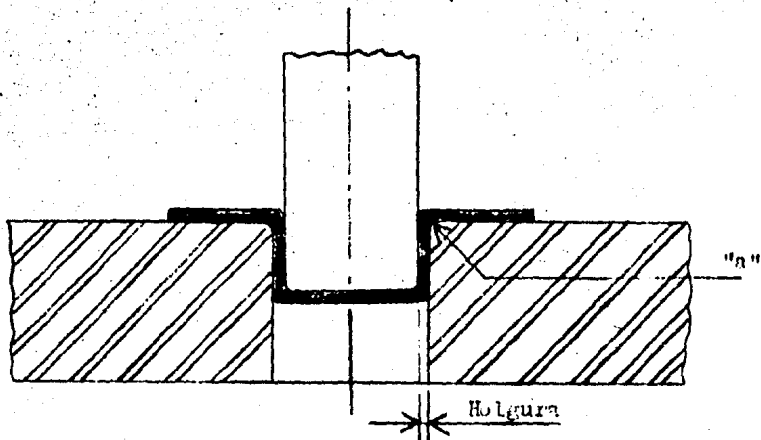
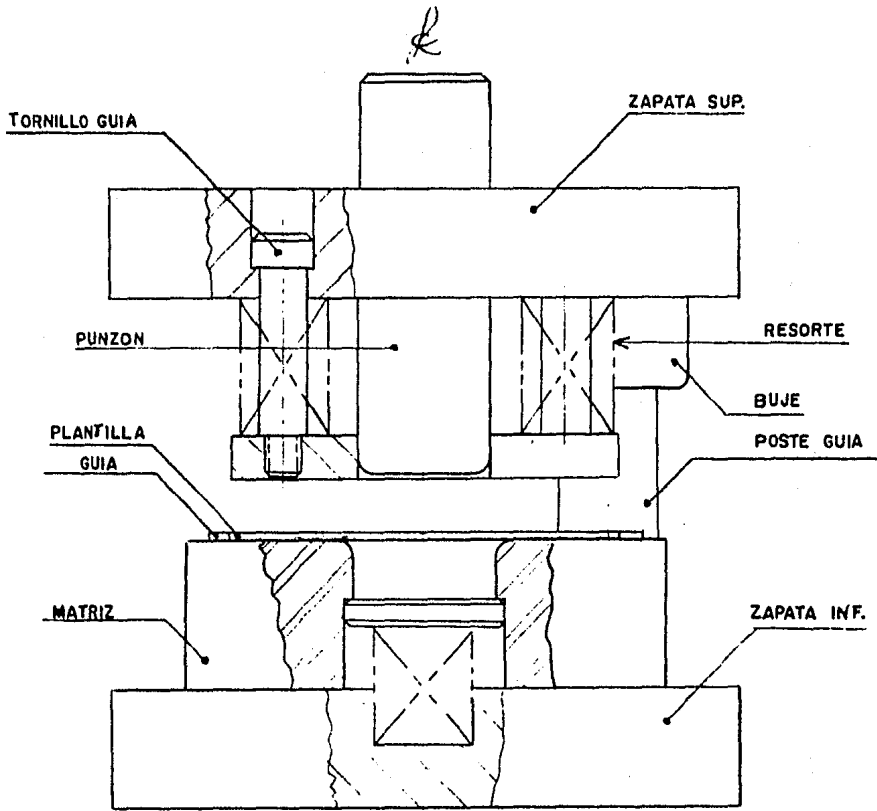


Fig. 2.25.1 Holgura.



UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
	TESIS PROFESIONAL		
 	TROQUEL DE EMBUTIDO		FECHA: 10-IV-86
DISEÑO: ARM.	REVISO:	ESCALA: SIN	COTAS: SIN TOL. No. A-03

CAPITULO III

3. MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE TROQUELES.

En este trabajo se dedicará al estudio principalmente con los aceros de diferentes clases para la fabricación de los diferentes elementos que componen un troquel. A continuación se darán algunos conceptos y características de estos materiales.

La palabra acero se aplica a muchas mezclas ó combinaciones que difieren mucho entre sí por sus cualidades químicas y físicas. El elemento que tal vez ejerce mayor influencia sobre el acero es el carbono. Estos aceros se dividen en dos grupos principales: uno de ellos está constituido por los aceros al carbono ó aceros no aleados, los cuales, además de carbono, solamente contienen pequeñas cantidades de manganeso y silicio; el otro grupo lo forman los aceros aleados que contienen, además de carbono, tungsteno, cromo, cobalto, níquel, molibdeno y vanadio.

Estos componentes influyen sobre las propiedades del acero, sin que ello signifique que en todos los casos el acero aleado sea superior al no aleado; para muchas finalidades, resultan precisamente mejores los no aleados.

Los aceros al carbono se producen en mayor cantidad y tienen más amplia utilización que cualquier otro metal, debido a su versatilidad y bajo costo.

Los aceros al bajo carbono (0.10 a 0.25 % de carbono) generalmente se someten a un proceso de recocido ó tratamientos de endurecimiento superficial. Como los aceros al bajo carbono tienen poca templabilidad y forman poca ó nada de martensita durante el temple, la mejora en propiedades mecánicas es tan pequeña que casi no justifica el costo, y este tratamiento térmico rara vez se aplica.

Los aceros al medio carbono (0.25 a 0.55 % de carbono), debido a su mayor contenido de carbono, generalmente se utilizan en la condición de endurecido y revenido. Si se varía el medio de temple y la temperatura de revenido, se puede producir una gran variedad de propiedades mecánicas.

Los aceros al alto carbono (superiores al 0.55 % de carbono) están más restringidos en sus aplicaciones, ya que es más alto el costo de fabricación y tienen una reducida maquinabilidad, la capacidad de formar y la capacidad de soldadura, en com-

paración con los aceros al medio carbono.

3.1 CLASIFICACION DE LOS ACEROS

Para simplificar las especificaciones de estos aceros, la Society of Automotive Engineers (SAE) y el American Iron and Steel Institute (AISI) emitirán una especificación conjunta de aceros SAE-AISI, en un programa de simplificación destinado a lograr mayor eficiencia para satisfacer las necesidades de acero de la industria de los Estados Unidos.

El primero de los cuatro ó cinco dígitos de la designación numérica indica el tipo que pertenece el acero. De este modo, 1 indica un acero al carbono; 2 un acero al níquel, 3 un acero al níquel-cromo, etc. En el caso de aceros de aleación simple, el segundo dígito indica el porcentaje aproximado del elemento predominante en la aleación. Los dos ó tres últimos dígitos generalmente indican el contenido de carbono medio dividido entre 100. Así, el símbolo 2520 indica un acero al níquel de aproximadamente 5% de níquel y 0.20% de carbono.

Además de los números, las especificaciones AISI pueden incluir un prefijo literal para indicar el proceso de manufactura empleado en la producción del acero. Las especificaciones SAE ahora emplean las mismas designaciones numéricas de cuatro dígitos que las AISI, pero eliminando todos los prefijos literales.

Los números básicos para la serie de cuatro dígitos de los diversos grados de aceros al carbono y de aleación con porcentajes aproximados de elementos de identificación son:

10XX Aceros al carbono: básicos de hogar abierto y bessemer ácidos.

11XX Aceros al carbono: básicos de hogar abierto y bessemer ácidos, azufre alto, fósforo bajo.

12XX Aceros al carbono: básicos de hogar abierto, azufre alto fósforo alto.

13XX Manganeso 1.75

23XX Níquel 3.50 (serie eliminada en 1959).

25XX Níquel 5.10 (serie eliminada en 1959).

31XX Níquel 1.25 y cromo 0.60 (serie eliminada en 1964).

33XX Níquel 3.50 y cromo 1.50 (serie eliminada en 1964).

40XX	Malibdeno 0.20 ó 0.25
43XX	Níquel 1.83, cromo 0.50 ó 0.80 y malibdeno 0.25
50XX	Cromo 0.40
51XX	Cromo 0.80, 0.88, 0.93, 0.95 ó 1.00
5XXX	Carbono 1.04 y cromo 1.03 ó 1.45
61XX	Cromo 0.60 ó 0.95 y vanadio 0.13
86XX	Níquel 0.55, cromo 0.50 y malibdeno 0.20
92XX	Silicio 2.00
94RXX	Níquel 0.45, cromo 0.40, malibdeno 0.12 y boro 0.0005.

"Serie eliminada" no significa que estos aceros ya no se fabriquen; simplemente significa que la cantidad de toneladas está por debajo de cierta mínima para incluirse en la lista de grados estándar.

3.2 ACEROS PARA HERRAMIENTAS

Cualquier acero utilizado como herramienta puede clasificarse técnicamente como acero para herramientas; sin embargo, el término suele limitarse a aceros especiales de alta calidad utilizados para corte ó formados.

3.3 CLASIFICACION DE ACEROS PARA HERRAMIENTAS.

Hay varios métodos para clasificar los aceros para herramientas. Uno es según los medios de temple que se usen, como aceros templados en agua, aceros templados en aceite y aceros templados en aire. El contenido de la especificación es otro medio de clasificación, como aceros al carbono para herramientas, aceros de baja aleación para herramientas. Un último método de agrupación es el basado en el empleo del acero para herramientas, como aceros para trabajo en caliente, aceros resistentes al impacto, aceros de alta velocidad y aceros para trabajo en frío.

El método de identificación y tipo de clasificación de los aceros para herramientas adoptado por la AISI, tiene en cuenta el método de temple, aplicaciones, características particulares y aceros para industrias específicas. Los aceros para herramientas que más se utilizan se han agrupado en siete grupos y a cada grupo ó subgrupo se le ha asignado una letra del alfabeto, como sigue:

GRUPO	SÍMBOLO Y TIPO
Templados en agua	W
Resistentes al impacto	S
Trabajo en frío	D Templable en aceite
	A Mediana aleación y templable en aire
	D Alto carbono, alto cromo
Trabaja en caliente	H (H1-H19, inclusive, base cromo H20-H39, inclusive, base tungsteno H40-H59, inclusive, base molibdeno)
Alta velocidad	T Base tungsteno
	M Base molibdeno
Moldes	P Aceros para moldes (P1-P19, inclusive, bajo carbono; P20-P39, inclusive; otros tipos).
Propósitos específicos	L Baja aleación
	F Carbono-Tungsteno.

TABLA XII

El acero de herramienta es adecuado para numerosas componentes de matriz y debemos analizar brevemente los tipos más comúnmente utilizados, y que son:

3.3.1.- ACERO DE HERRAMIENTAS TEMPLADO EN AGUA.

Como su nombre indica, el acero de herramientas templado en agua es endurecido por enfriamiento en agua después de calentado hasta la temperatura correcta de temple. Se emplea para elementos que pueden ser rectificadas después del temple. Este acero está sometido a distorsión en el proceso de temple y no debe ser especificado para elementos cuyos contornos internos deban permanecer exactos y que no puedan ser rectificadas después del temple.

3.3.2.-ACERO DE HERRAMIENTAS TEMPLADO EN ACEITE.

Este acero contiene cromo y es enfriado en aceite durante el proceso de temple. La deformación es mucho menor que la de aceros templados en agua de los grados correspondientes. Cuando no se pueden rectificar superficies exactas después del temple, y las velocidades de producción son medias, debe ser especificado el acero de herramientas templado en aceite.

3.3.3.-ACERO DE HERRAMIENTAS ENDURECIDO AL AIRE.

Este acero no necesita ser enfriado en aceite ni en agua para que se produzca el endurecimiento. Después de calentado más allá de la temperatura crítica, se le pone simplemente al aire hasta que se enfríe. Estos aceros tienen la mínima deformación y mayor tenacidad y resistencia al desgaste que los grados correspondientes de aceros templados en aceite o en agua.

3.3.4.-ACERO DE HERRAMIENTAS CON ALTO CONTENIDO DE CROMO.

Estos aceros tienen casi las mismas propiedades que los endurecidos excepto que poseen mayor grado de resistencia al desgaste. Se les emplea para elementos de matriz que deben destinarse a producciones elevadas.

3.3.5.-ACERO RAPIDO.

La propiedad más notable del acero rápido es su tenacidad, combinada con un alto grado de resistencia al desgaste. Se le debe emplear para elementos de matriz débiles tales como inserciones frágiles, punzones de pequeño diámetro y empujes. Otra excelente aplicación son las matrices para trabajo en frío, acufado y recalado de metal.

3.3.6.-ACERO DE HERRAMIENTAS RESISTENTE AL CHOQUE.

Contiene menor cantidad de carbono y por consiguiente es más tenaz que los otros tipos. Se le emplea para operaciones de conformado en que los aceros con mayor contenido de carbono estarían expuestos a rotura.

3.3.7.-ACERO PARA ESTAMPAR EN CALIENTE.

Se emplean estos aceros en matrices destinadas al moldeado de materiales calientes a causa de que poseen elevada resistencia al ablandamiento por el calor.

Resulta difícil seleccionar un acero para herramientas adecuada, destinada a una aplicación dada. Lo mejor es correlacionar las características metalúrgicas de los aceros para herramientas con los requisitos del acero en funcionamiento.

En la mayoría de los casos, la selección de un acero para herramientas no se limita a un sólo tipo ó a una serie particular para resolver en forma funcional un problema concreto de herramientas. Aunque muchas aceros para herramientas se utilizarán para cualquier trabajo, se considerarán según la productividad esperada, la facilidad de fabricación y el costo. El último análisis lo que determina la selección adecuada es el costo por pieza unitaria hecha por la herramienta.

3.4 TRATAMIENTO TERMICO DE LOS MATERIALES.

El propósito del tratamiento térmico es el de controlar las propiedades de un metal a elección a través de la alteración de la estructura del metal a elección, calentándole a temperaturas definidas y enfriándole a diversas velocidades. Esta combinación de calentamiento y enfriamiento controlados determina, no sólo la naturaleza y distribución de los microconstituyentes, lo cual, a su vez, determina las propiedades, sino también el tamaño del grano.

El tratamiento térmico deberá mejorar a la elección a el metal para el servicio intentado. Algunas de las diversas propósitos del tratamiento térmico son:

- 1.- Eliminar tensiones después del trabajo en frío.
- 2.- Eliminar tensiones internas, tales como las producidas por el embutido, doblado o soldadura.
- 3.- Incrementar la dureza del material.
- 4.- Mejorar la maquinabilidad.
- 5.- Mejorar las propiedades cortantes de las herramientas.
- 6.- Aumentar las propiedades de resistencia al desgaste.
- 7.- Ablandar el material, como en el recocido.
- 8.- Mejorar o cambiar las propiedades físicas de un material tales como la resistencia al calor, propiedades magnéticas u otras, según se requiera.

C A P I T U L O I V

CLASIFICACION DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE Y FORMADO .

4. OPERACIONES DE PRENSA Y HERRAMIENTAS.

Las herramientas para la mayoría de prensas vienen bajo la denominación general de punzones y treques. El punzón se refiere aquella parte del ensamble que está unida al ariete de la prensa y se impulsa hacia la cavidad del trequel; el trequel es generalmente estacionario y deseanse sobre la bancada o mesa de la prensa. Tiene una abertura para recibir al punzón, y ambas deben de estar perfectamente alineadas para una adecuada operación.

Los punzones y treques generalmente no son intercambiables, salvo cuando se fabrican seccionados para realizar operaciones de alta producción.

La característica del proceso de trequelado, es la aplicación de grandes fuerzas desarrolladas por las prensas, utilizando las herramientas de corte y formado adecuadas para la operación requerida, durante un corto intervalo de tiempo.

Una sola prensa puede hacer una gran variedad de operaciones y estas son función del tipo de treques utilizados.

4.1. CLASIFICACION DE LAS HERRAMIENTAS.

En este tema sólo se mencionará en forma general la clasificación de las herramientas de corte y formado que se conocen y en otros capítulos se dará la teoría y aplicación técnica de algunas operaciones.

Las herramientas pueden clasificarse de acuerdo con la clase de operación efectuada, si la herramienta efectúa varias operaciones, resulta conveniente enumerarlas siguiendo el mismo orden en que se realizan, de la forma siguiente:

- a) LAS HERRAMIENTAS PARA RECORTAR.
- b) LAS HERRAMIENTAS PARA DAR FORMA.
- c) LAS HERRAMIENTAS PARA LA ENRUTICION.

Además existen las herramientas que realizan más de una de estas operaciones, esas:

- d) LAS HERRAMIENTAS COMBINADAS.

a) HERRAMIENTAS PARA RECORTAR.

Estas herramientas pueden clasificarse, teniendo en cuenta su manera de trabajar de la forma siguientes:

- Herramienta de corte sencilla.
- Herramienta de corte progresiva.
- Herramienta de corte total.

b) HERRAMIENTAS PARA DAR FORMA.

La clasificación de estas herramientas sólo puede hacerse en función de la operación que realicen, a saber:

- Herramienta para el doblado en V, U, L o Z.
- Herramienta para rebordar.
- Herramienta para aplanar.
- Herramienta para estampar.

c) HERRAMIENTAS PARA LA EMBUTICIÓN.

Se clasifican considerando la forma de trabajo:

- Herramientas para embutición sin sujetador (para embutición de efecto simple).
- Herramienta para embutición con sujetador (para embutición de doble efecto) a usar en prensa sencilla o de doble efecto.

d) HERRAMIENTAS COMBINADAS.

Se presentan en formas diversas, tales como las:

- Herramienta combinada de varios pases ó progresiva.

4.2. TIPOS DE TROQUELES.

Se puede asegurar que según la operación que se realice será el nombre o tipo de troquel. Los siguientes son algunos de las mencionadas operaciones:

RECORTADO

MOLDEADO O CONFORMADO

DOBLADO

REBORDEADO O BORDADO

ESTAMPADO

DESBARBADO

PERFORADO

OPERACIONES DE REPASADO

PUNZONADO

ACURADO

EXTRUSION

DENTADO

EMBUTIDO

OPERACIONES CON TROQUELES DE ACCION LATERAL

OPERACIONES CON TROQUELES COMPLEJOS O COMPUESTOS

ABOMBADO

OPERACIONES PROGRESIVAS, ETC.

De los tipos de troqueles mencionados, sólo algunos serán discutidos, estos son: los que involucran el manejo con láminas de acero planas ó de recipientes cuya elaboración involucra la utilización de este material plano y estos, a la vez: tienen una tecnología que caracteriza a esas operaciones.

En este trabajo solamente se hará el estudio a los troqueles para las siguientes operaciones:

CORTE Y PUNZONADO

DOBLADO.

EMBUTIDO.

CAPITULO V

5. SELECCION Y VIDA UTIL DE LOS TROQUELES DE CORTE Y EMPUJIDO.

La elección del tipo de troqueles depende de varios factores:

Factores económicos

- Número de piezas.
- Precio de la herramienta.
- Amortización de la herramienta.
- Posibilidad de ejecución inmediata.
- Producción mensual.

Factores técnicos.

- Dimensiones de la pieza.
- Sentido de la rebaba.
- Tipo de material que hay que trabajar.
- Precisión exigida y seguridad de trabajo.
- Valor de la mano de obra, herramientas y máquinas disponibles en el departamento de troquelado o laminado.
- Tipo de prensa.

Puede admitirse que un troquel bien hecho puede recortar de 30,000 a 50,000 piezas sin necesidad de reafilarse.

Cada reafilado necesita, por término medio, eliminar 0.15 mm. de material de la matriz. Se habrá de recortar, por lo tanto, de 1,200,000 a 2,000,000 de piezas antes de haber rebajado en 6 mm. la matriz.

Para los troqueles de doblado, se obtienen mejores resultados cuando la arista del trabajo está formada por un chaflán a 45° de 2 a 3 veces el espesor de las láminas y unido por radios. Por este sistema disminuye la velocidad de doblado y la pieza tiene menos tendencia a figurarse en el punto de doblado.

Los troqueles de doblado se hacen, para su fabricación, en la precisión requeri-

da y el número de piezas a trabajar y el tipo del material.

En el embutido, el troquel se selecciona de acuerdo a la altura y geometría de la pieza, si se va hacer en un solo paso ó en varios pasos. Si es un solo troquel, la parte superior del punzón estará achuforada. Si son en varios troqueles el primero estará constituido por los mismos elementos que el anterior, La matriz estará provista de un encajonamiento para el centrado de las piezas anteriores y un radio correcto permite el deslizamiento normal y un alargamiento débil compensado por la compresión lateral.

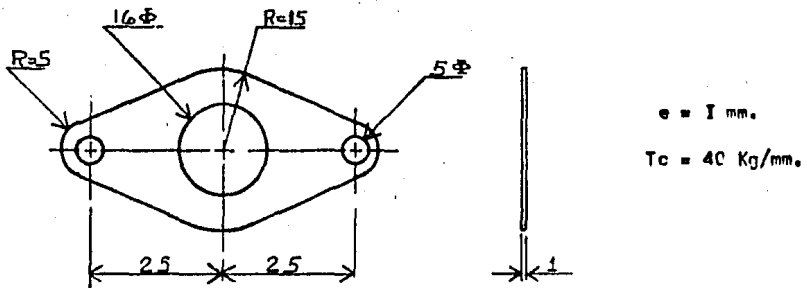
El planchador se selecciona de acuerdo a la altura para evitar pliegues.

La cantidad producida, por troqueles de doblado y embutido son similares aproximadamente 1,000,000 antes de reponer el troquel. Estos troqueles no se pueden reparar ya que al rectificar el punzón y la matriz, cambiará la carrera y la altura y esta traerá como consecuencia pliegues y menos altura que la requerida.

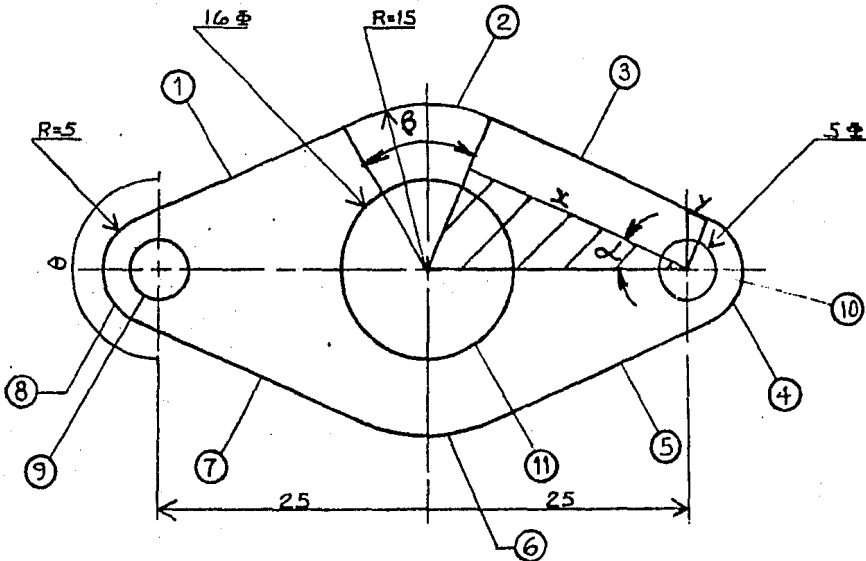
La vida de un troquel depende del modo en que fué fabricado y del trato que le da el operador de la prensa.

CAPITULO VI APLICACION TECNICA.

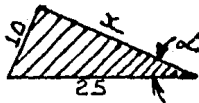
Ej. No 1. Diseñar el trequel de corte y punzonado de la siguiente pieza.



1.- Se dibuja a escala 2:1 y se enumeran los elementos de la pieza.



2.- Se calcula la fuerza de corte (F_c).



$$\text{Sen } \alpha = \frac{10}{25} = 0.4; \alpha = 23.57$$

$$x = \sqrt{(25)^2 - (10)^2} = 22.91 \text{ mm.}$$



$$\text{Tan } \alpha = \frac{y}{5} \Rightarrow y = 5 \text{ Tan } 23.57 = 2.18 \text{ mm.}$$

- Se calcula el perímetro de la pieza mastrada.

$$P_1 = X - y = 22.91 - 2.18 = 20.73 \text{ mm}$$

$$P_2 = \frac{\pi \cdot d \cdot B}{360} = \frac{\pi(30)(47.14^\circ)}{360} = 12.34 \text{ mm}$$

$$P_3 = 20.73 \text{ mm}$$

$$P_4 = \frac{\pi \cdot d \cdot B}{360} = \frac{\pi(10)(132.84^\circ)}{360} = 11.59 \text{ mm}$$

$$P_5 = 2.73 \text{ mm}$$

$$P_6 = 12.34 \text{ mm}$$

$$P_7 = 20.73 \text{ mm}$$

$$P_8 = 11.59 \text{ mm}$$

$$P_9 = \pi \cdot d = \pi(5) = 15.70 \text{ mm}$$

$$P_{10} = 15.7 \text{ mm}$$

$$P_{11} = \pi \cdot d = \pi(16) = 50.26 \text{ mm}$$

$$\sum P_n = P_t = 212.44 \text{ mm}$$

- Area de corte.

$$A_c = P \cdot e = (212.44)(1) = 212.44 \text{ mm}^2$$

- Fuerza de corte.

$$F_c = A_c \cdot T_c = (212.44)(40) = 8497.6 \text{ Kg.} = 8.497 \text{ Ton.}$$

se utilizará una prensa de 10 Toneladas.

3.- Tira del material.

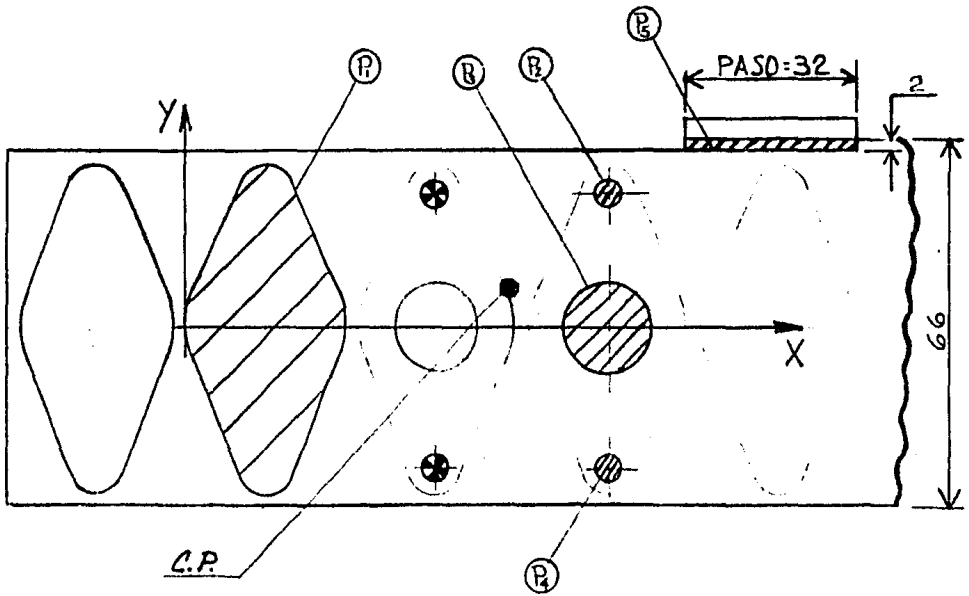
$$\text{- Paso} = 30 + 2e = 30 + 2(1) = 32 \text{ mm}$$

$$\text{- Ancho de tira} = 60 + 2(2e) + 1.5 \text{ (de la cuchilla de pasa)}$$

$$= 60 + 2(2 \times 1) + 1.5 = 65.5 \approx 66 \text{ mm}$$

4.- Centro de presión.

Se trazan los ejes de coordenadas X y Y. Calculamos las fuerzas de cortes individuales.



Secuencia de la tira.

$$F_{c_1} = \sum_{i=1}^n P_i = T_c = (130.78)(1)(40) = 5,231.2 \text{ Kg.}$$

$$F_{c_2} = \pi t d = T_c = \pi (5)(40) = 628.3 \text{ Kg.}$$

$$F_{c_3} = \pi t d = T_c = \pi (16)(40) = 2,010.6 \text{ Kg.}$$

$$F_{c_4} = 628.3 \text{ Kg.}$$

$$F_{c_5} = (32 \times 2) t = T_c = (64)(1)(40) = 2560 \text{ Kg.}$$

- Obtener las distancias x_1 y y_1 .

$$x_1 = 15 \text{ mm}$$

$$x_2 = 79 \text{ mm}$$

$$x_3 = 79 \text{ mm}$$

$$x_4 = 79 \text{ mm}$$

$$x_5 = 110 \text{ mm}$$

$$y_1 = 0 \text{ mm}$$

$$y_2 = 25 \text{ mm}$$

$$y_3 = 0 \text{ mm}$$

$$y_4 = -25 \text{ mm}$$

$$y_5 = 33 \text{ mm}$$

Eje "X"

$$\Sigma M = \Sigma F_c X = F_{c1} X_1 + \dots + F_{c5} X_5$$

dónde:

$$X = \frac{F_{c1} X_1 + \dots + F_{c5} X_5}{\Sigma F_c}$$

$$F_{c1} = \frac{(5231,2 \times 15) + (628,3 \times 79) + (2010,6 \times 79) + (628,3 \times 79) + (2560 \times 110)}{11058,4}$$

$$= \frac{618176,8}{11058,4} = 55,9 \text{ mm}$$

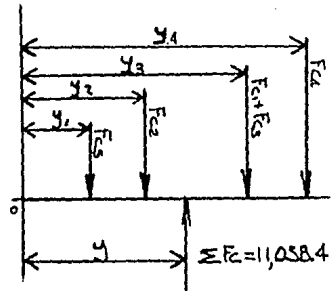
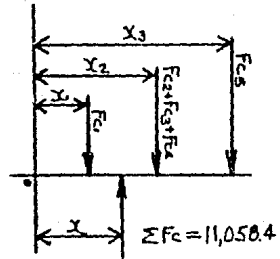
Eje "Y"

$$\Sigma M = \Sigma F_c Y = F_{c1} Y_1 + \dots + F_{c5} Y_5$$

dónde:

$$Y = \frac{F_{c1} Y_1 + \dots + F_{c5} Y_5}{\Sigma F_c}$$

$$= \frac{(2560 \times 33) + (628,3 \times 25) + (7241,8 \times 0) + (628,3 \times (-25))}{11058,4} = \frac{84480 - 7,63}{11058,4} \text{ mm}$$



El centro de presión está situado en:

$$X = 55,9 \text{ mm}$$

$$Y = 7,63 \text{ mm}$$

5.- Fuerza del planchador.

$$F_p = 0,333 T_c W = (0,333)(40)(66)(1) = 879,12 \text{ Kg.}$$

Para 8 resortes.

$$\frac{879,12}{8} = 109,8 \text{ Kg c/u}$$

8

En tablas de resortes de "servicio extra pesado", 25% deflexión, se encontrará -
con las siguientes dimensiones:

diámetro de cija = 19.5 mm

diámetro de la flecha = 9.5 mm

longitud = 50.8 mm

- La carrera de trabajo será:

La long. que sobresale el planchador del punzón (siempre) 1.5 mm

Lo que corta el punzón (un espesor del material) 1.0 mm

Lo que entra el punzón en la matriz (2 espesores) 2.0 mm

La carrera de trabajo será la suma de estas longitudes = 4.5 mm = Ctr.

El resorte tiene una deflexión máxima de (ver tabla):

$$100\% = 50.6$$

$$25\% = X$$

donde X = 12.7 mm (Esta long. no debe ser menor que la carrera total)

La deflexión inicial al que estará sometido el resorte en el troquel es (ver tabla de resortes):

$$2.54 \text{ mm} = 28.6 \text{ Kg.}$$

$$y = 109.6 \text{ Kg.}$$

donde y = 9.6 mm : a esta longitud le restamos, la que sobresale del punzón y será-

la deflexión inicial:

$$C_i = 9.6 - 1.5 = 8.1 \text{ mm}$$

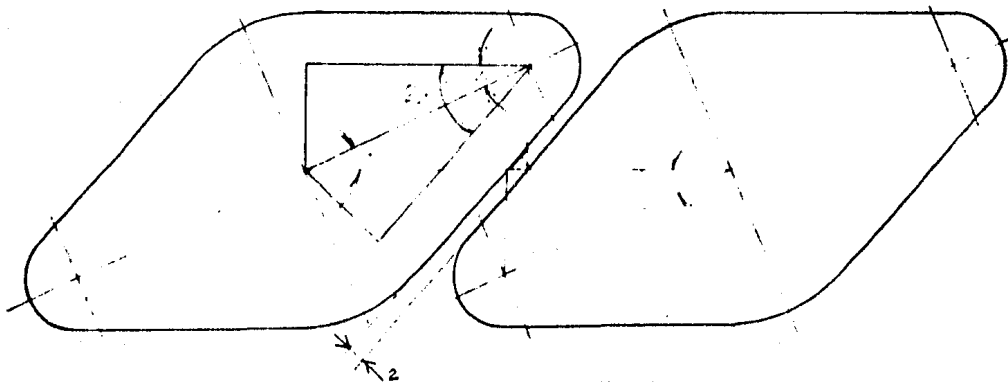
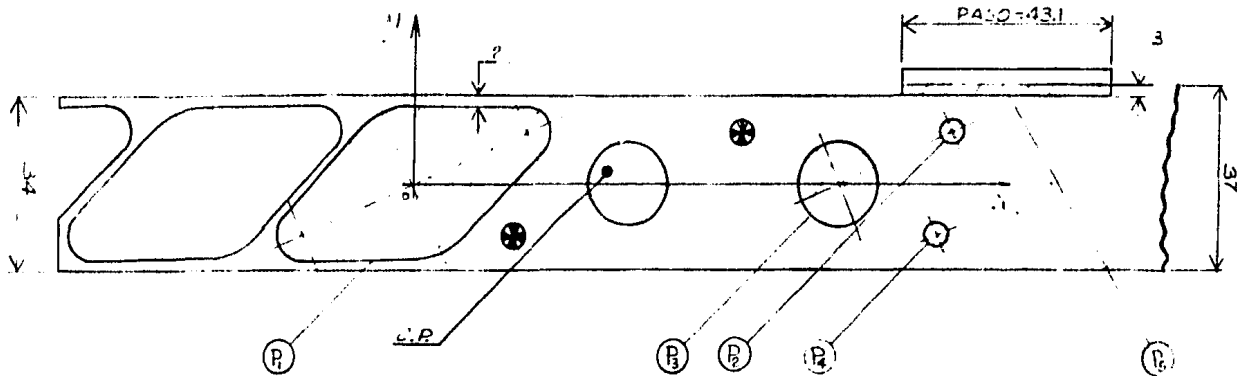
La carrera total será, la suma de la carrera de trabajo más la carrera inicial:

$$C_t = C_t + C_i = 4.5 + 8.1 = 12.6 \text{ mm}$$

por lo tanto, la carrera total es menor que la deflexión máxima del resorte.

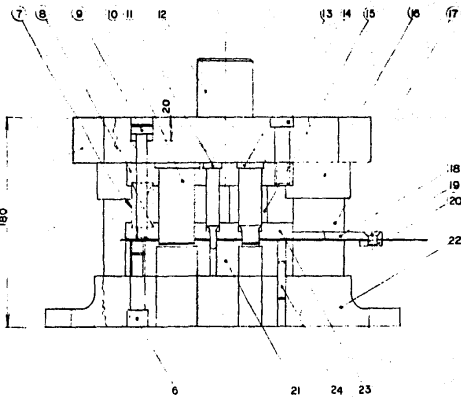
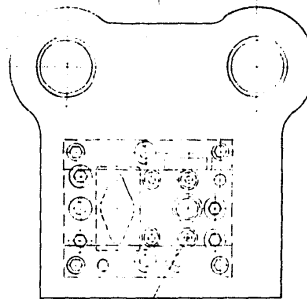
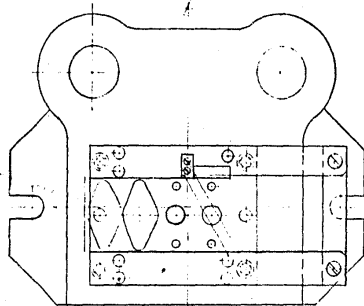
6.- Huelga entre punzón y matriz.

$$H = 0.07 \text{ e} = (0.07) (1) = 0.07 \text{ mm}$$



UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN				
	TESIS PROFESIONAL				
	SECUENCIA DE TIRA OPTIMA		FECHA 10-IV-86		
	DISEÑO: A.R.M.	REVISO:	ESCALA: SIN	COTAS: SIN	TOL.

87

**NOTA**

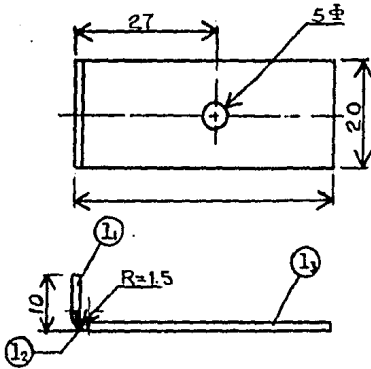
ANCHO DE TIRA 66 mm
TONELAJE 10 TON.

25	1	ZAPATA SUP	PORTA TROQUELES	S.A	45-APB
24	4	PERNO	STD	Ø 10 x 32	
23	1	BLANCHADOR	CAS	25 x 120 x 150	
22	1	ZAPATA INF	PORTA TROQUELES	S.A	45-APB
21	1	MATRIZ	AC AISI D2	30 x 120 x 150	
20	1	PLACA	CAS	3 x 20 x 120	
19	2	TORNILLO C/PLANA	STD	M8 - 1 x 20	
18	1	GUIA	CAS	8 x 28 x 120	
17	2	POSTE GUIA	PORTA TROQUELES	S.A	80-10
16	2	BUJE	PORTA TROQUELES	S.A	80-2
15	1	CUCHILLA	AC AISI D2	15 x 40 x 88	
14	4	TORNILLO ALLEN	STD	M10 - 125 x 50	
13	1	PUNZON	AC AISI D2	Ø 22 x 88	
12	1	MAMELON	CAS	Ø 50 x 80	
11	2	PILOTO	AC AISI D1	Ø 15 x 88	
10	1	PUNZON	AC AISI D2	Ø 22 x 88 x 12	
9	4	TORNILLO GUIA	STD	Ø 9 x 80	
8	1	PORTA PUNZON	CAS	20 x 120 x 150	
7	8	RESORTE (VERGE)	SERV EXTRA PES	Ø 18 x 110 x 80 x 208	
6	4	TORNILLO ALLEN	STD	M10 - 75 x 49	
5	2	PUNZON	AC AISI D2	Ø 18 x 88	
4	2	TORNILLO C/PLANA	STD	M3 - 8 x 10	
3	1	TOPE	AC AISI B840T	3 x 10 x 20	
2	1	GUIA	CAS	8 x 28 x 220	
1	7	TORNILLO C/PLANA	CAS	M8 - 1 x 10	

ITEM	QUANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES
UNAM FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUANTITLÁN				
ING. PROYECTOS				
TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO				
				FECHA: 3-DIC-85
DISÑO: ARM	REVISO:	ESCALA: 2:1	COTAS: mm	TOL. No. 03

Ejemplo No. 2

Diseñar el trequel de corte y doblado de la siguiente pieza:



$$\tau_c = 40 \text{ Kg/mm}^2$$

$$e = 1.5 \text{ mm}$$

1.- Se obtiene la plantilla.

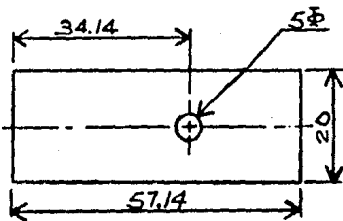
$$l_1 = 10 - 1.5 - 1.5 = 7 \text{ mm}$$

$$l_2 = 3.14 \text{ mm}; \quad l_2 = \frac{(e + r_i) \pi \times 90^\circ}{180^\circ} \quad \text{para } r_i = e$$

$$l_2 = \frac{(1.5 + 1.5) \pi \times 90^\circ}{180^\circ} = 3.14 \text{ mm}$$

$$l_3 = 50 - 1.5 - 1.5 = 47 \text{ mm}$$

$$\text{Por lo tanto } l_1 = 57.14 \text{ mm}$$



Plantilla.

2.- Fuerza de corte.

La fuerza de corte será la fuerza de corte del agujero, más la fuerza del doblado en "L", y la fuerza de corte de la separación.

$$F_{cT} = F_{cA} + F_{cD} + F_c$$

$$F_{cA} = \pi \cdot \phi \cdot e \cdot T_c = \pi \times 5 \times 1.5 \times 40 = 942.477 \text{ Kg.}$$

$$F_{cD} = 0.333 \frac{L_c \cdot w \cdot e^2}{L} ; \text{ donde } L = r_1 + r_2 + e ; r_1 = \text{Radio de la matriz.}$$

$$r_2 = \text{Radio del punzón}$$

$$L = 1.5 + 1.5 + 1.5 = 4.5 \text{ mm}$$

$$F_{cD} = 0.333 \frac{40 \times 20 \times (1.5)^2}{4.5} = 133.2 \text{ Kg.}$$

$$F_c = w \cdot e \cdot T_c = 20 \times 1.5 \times 40 = 1200 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto

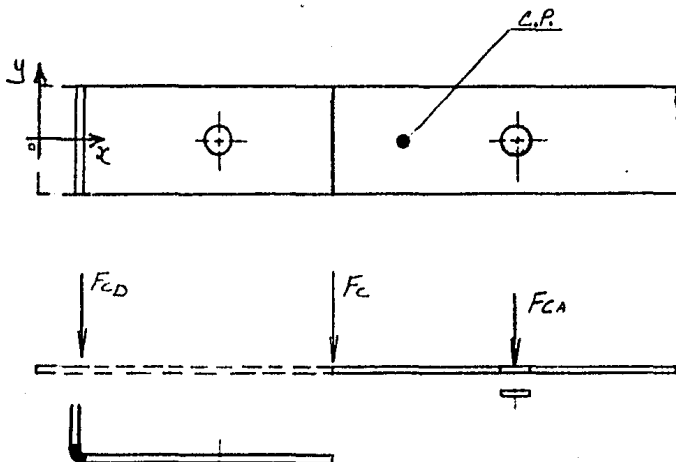
$$F_{cT} = 942.477 + 133.2 + 1200 = 2275.677 \text{ Kg.} = 2.275 \text{ Ton.}$$

Se puede utilizar el troquel en una prensa de 5 Toneladas.

3.- El ancho de tira será:

20 mm.

4.- Centro de presión.



Secuencia de la tira.

Se obtienen las distancias "X" y "Y".

$$X_1 = \frac{1}{2} + 1_1 = 8.57 \text{ mm} \quad y_1 = 0 \text{ mm}$$

$$X_2 = 57.14 \text{ mm} \quad y_2 = 0 \text{ mm}$$

$$X_3 = 91.28 \text{ mm} \quad y_3 = 0 \text{ mm}$$

en "X".

$$\Sigma M = Fc_T \cdot X = Fc_A X_3 + Fc_D X_1 + Fc X_2$$

Dando:

$$X = \frac{Fc_A X_3 + Fc_D X_1 + Fc X_2}{Fc_T}$$

$$X = \frac{(942.47)(91.28) + (133.2)(8.57) + (1200)(57.14)}{2275.67} = \frac{155,738.82}{2,275.67} = 68.43 \text{ mm}$$

En el eje "Y" es 0.

El centro de presión está situado en la intersección:

$$X = 68.43 \text{ mm}$$

$$Y = 0 \text{ mm}$$

5.- Fuerza del planchador del dobléz y del punzonado.

$$F_{PD} = 0.333 \cdot W \cdot e \cdot Tc = 0.333 \times 20 \times 1.5 \times 40 = 399.6 \text{ Kg.}$$

$$F_{PA} = 0.333 \cdot J \cdot e \cdot Tc = 399.6 \text{ Kg.}$$

Para el dobléz se utilizarán solo un resorte calor dorado de Φ

Ext. = 19.5, Φ Int. = 9.5 y Leng. = 50 mm

Para el punzonado se utilizarán 4 resortes de cuerda de piano de Φ 1.5 de Φ Ext. = 13 y Leng. = 50 mm

Para la selección de los resortes, no es necesario hacer cálculos ya que se requiere fuerzas de planchado mínimas y se seleccionan con fuerzas de deflexión muy pequeñas, empíricamente.

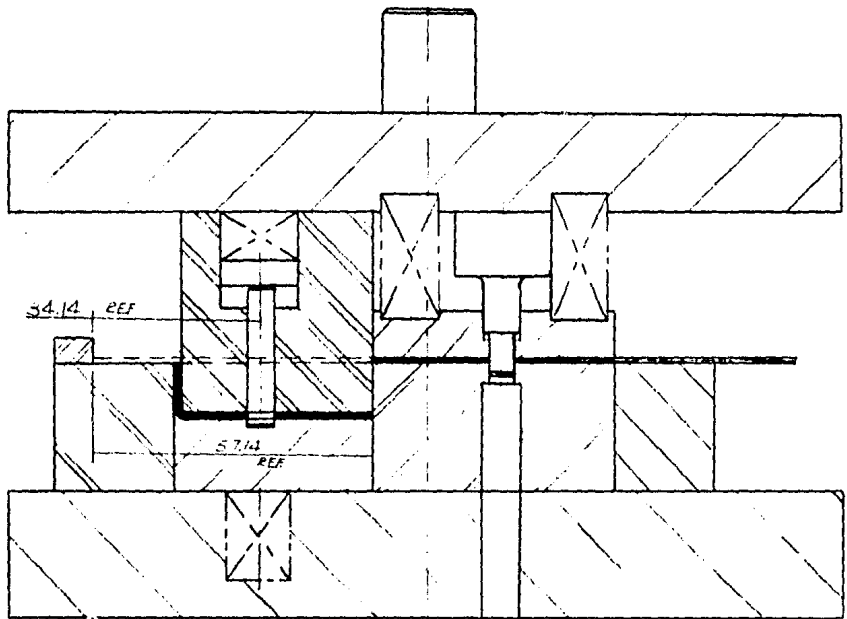
6.- Altura entre punzón y matriz.

En el:

Corte y punzonado

$$H = 0.67 \times e = 0.67 \times 1.5 = 0.1005 \text{ mm}$$

Doblado $H = 1.25 \times e = 1.25 \times 1.5 = 1.8 \text{ mm.}$

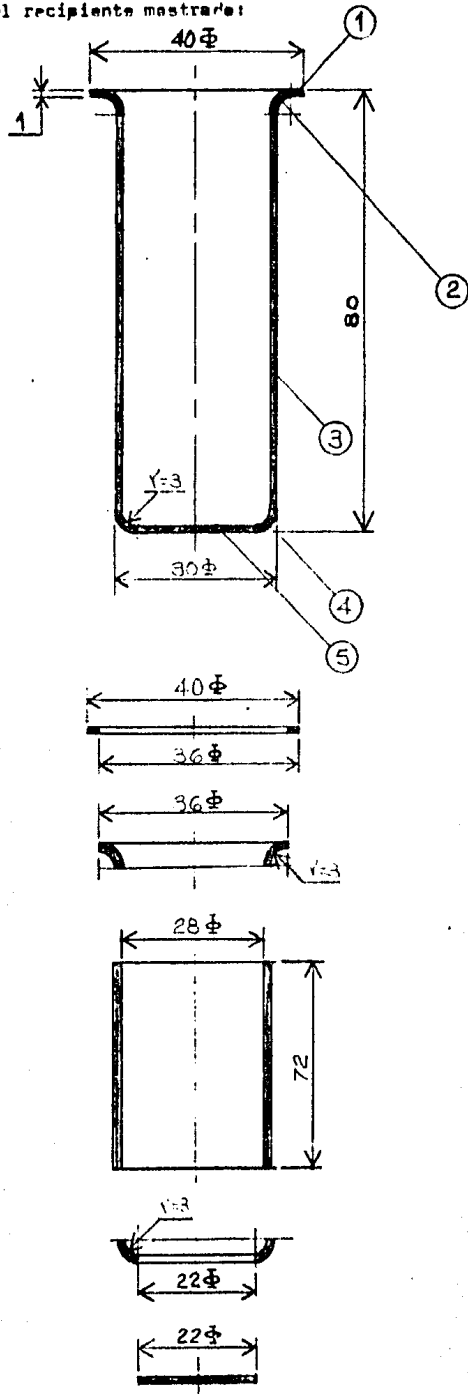


UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN				
	TESIS PROFESIONAL				
	TROQUEL DE CORTE Y DOBLEZ			FECHA: 10-IV-86	
	DISEÑO: A.R.M.	REVISO:	ESCALA: SIN	COTAS: SIN	TOL.

Ejemplo No. 3. Calcular del recipiente mostrado:

- a).- Diámetro del desarrollo.
- b).- Diámetro de embutición.
- c).- Alturas de embutición.
- d).- fuerza requerida para ca
ca paso.

Mat. C.R.S., Para embutido -
profundo.



Como primer paso, vamos a obtener el diámetro de la plantilla del recipiente.

Calculando el área de las cinco secciones circulares y a partir de las fórmulas de la tabla VII tenemos:

Elemento 1. Anillo plano

$$A_1 = 0.7854 (D^2 - d^2)$$

$$A_1 = 0.7854 (40)^2 - (36)^2 = 238.7 \text{ mm}^2$$

Elemento 2. Corona

$$A_2 = 4.94 r d - 6.28 r^2$$

$$A_2 = 4.94 (3)(36) - (6.28)(3)^2 = 477 \text{ mm}^2$$

Elemento 3. Cilindro

$$A_3 = 3.1416 dh$$

$$A_3 = 3.1416 (28)(72) = 6333.4 \text{ mm}^2$$

Elemento 4. Corona

$$A_4 = 4.94 rd + 6.28 r^2$$

$$A_4 = 4.94 (3)(22) + 6.28 (3)^2 = 382.5 \text{ mm}^2$$

Elemento 5. Disco

$$A_5 = 0.7854 d^2$$

$$A_5 = 0.7854 (22)^2 = 380.1 \text{ mm}^2$$

La suma total de todas las áreas es:

$$A_T = 238.7 + 477 + 6333.4 + 382.5 + 380.1 = 7811.7 \text{ cm}^2$$

Para obtener el diámetro de la plantilla aplicamos la fórmula siguiente:

$$D = 1.128 \sqrt{A_T}$$

$$D = 1.128 \sqrt{7811.7} = 99.69 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

Diámetro de la plantilla 100 mm.

Como segundo paso, se van a obtener los diámetros de reducción y el número posible de embutidos.

Para el primer embutido, el diámetro es:

$$d = m \cdot D$$

Donde: m , se obtiene de la tabla VIII para la lámina de embutido profunda. (Capítulo 2).

D es diámetro de la plantilla.

$$d_1 = 0.6 \times 100 = 60 \text{ mm}$$

Para el diámetro de la segunda embutición y las sucesivas:

Donde: m_1 se obtiene de la tabla VIII que es para las embutidas sucesivas.

$$d_2 = m_1 \cdot d_1$$

$$d_2 = 0.8 \times 60 = 48 \text{ mm}$$

Tercer embutido

$$d_3 = 0.8 \times 48 = 38.4 \text{ mm}$$

Cuarto embutido

$$d_4 = 0.8 \times 38.4 = 30.7 \text{ mm}$$

Quinta embutido

$$d_5 = 0.8 \times 30.7 = 24.5 \text{ mm}$$

El número de embutidas será 4, ya que el diámetro de esta operación es 30.7 mm, y es la que se aproxima al diámetro deseado, que es 30 mm.

Como tercer paso, seguira el calculo de las posibles alturas de las 4 embutidas.
Utilizando la fórmula:

$$h = \frac{D^2 - d_1^2}{4d_2}$$

Donde:

D = Diámetro de la plantilla

d_1 = Diámetro en la etapa

d_2 = Diámetro de la etapa siguiente

Primera altura (Etapa 1)

$$h_1 = \frac{(100)^2 - (60)^2}{4(48)} = 33.3 \text{ mm}$$

Segunda altura (Etapa 2)

$$h_2 = \frac{(100)^2 - (48)^2}{4(38.4)} = 50.1 \text{ mm}$$

Tercera altura (Etapa 3)

$$h_3 = \frac{(100)^2 - (38.4)^2}{4(30.7)} = 69.4 \text{ mm}$$

Cuarta altura (Etapa 4)

$$h_4 = \frac{(100)^2 - (30.7)^2}{4(24.5)} = 92.4 \text{ mm}$$

Con 4 operaciones (traqueles), se obtiene la altura deseada que son 80 mm.

Cómo pase número cinco, se calcularán las presiones requeridas para cada embutido. La presión para cada embutido se calcula por:

$$P_T = P_z + P_n$$

$$\text{;Dando: } P_z = UeT_c X_p$$

$$P_n = f_p$$

$$X_p = 0.8 \text{ (Tabla V)}$$

$$p = 25 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (Tabla IX)}$$

Presión para el primer embutido

$$P_{z1} = (188.5)(1)(40)(0.8) = 6032 \text{ Kg}$$

$$P_{n1} = (78.5)(25) = 1962.5 \text{ Kg}$$

$$P_1 = 6032 + 1962.5 = 7994.5 \text{ Kg}$$

Presión para el segundo embutido

$$P_{z2} = (150.8)(1)(40)(0.8) = 4825.6 \text{ Kg}$$

$$P_{n2} = (28.2)(25) = 705 \text{ Kg}$$

$$P_2 = 4825.6 + 705 = 5530.5 \text{ Kg}$$

Presión para el tercer embutido

$$P_{z3} = (120.6)(1)(40)(0.8) = 3859.2 \text{ Kg}$$

$$P_{n3} = (18.0)(25) = 450 \text{ Kg}$$

$$P_3 = 3859.2 + 450 = 4309.2 \text{ Kg}$$

Presión para el cuarto embutido

$$P_{z4} = (96.4)(1)(40)(0.8) = 3084.8 \text{ Kg}$$

$$P_{n4} = (11.5)(25) = 287.5 \text{ Kg}$$

$$P_4 = 3084.8 + 287.5 = 3372.3 \text{ Kg}$$

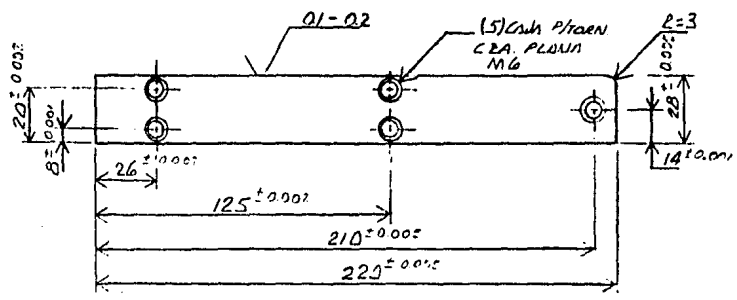
CAPITULO VII

7. PROCESOS DE MANUFACTURA DE TROQUELES.

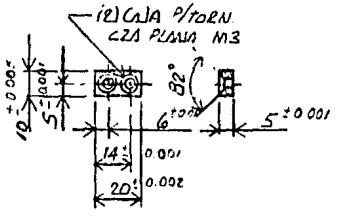
En este capítulo se indica el equipo que se requiere, para el proceso de fabricación; es decir, el tipo de maquinaria a utilizar para la secuencia de operaciones involucradas en la manufactura de los diferentes elementos que no son partes comerciales y por lo que no son encontradas en el mercado.

Los procesos y maquinaria se considerarán de acuerdo a que las partes en su totalidad son de acero.

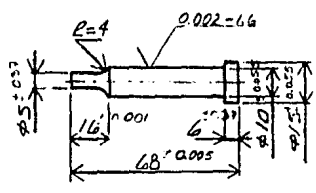
El equipo es el convencional y no se utilice equipo sofisticado ni ningún proceso electroquímico puesto que las partes no lo requerían.



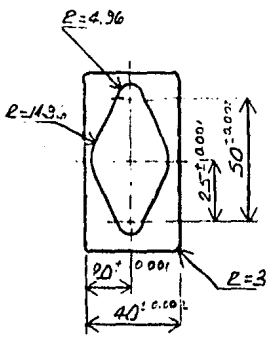
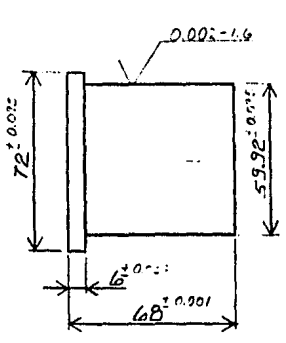
DETALLE No. 2



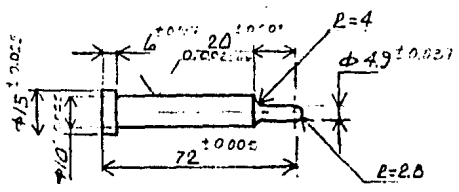
DETALLE No. 3



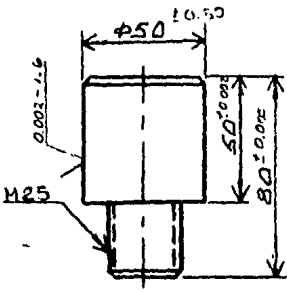
DETALLE No. 5



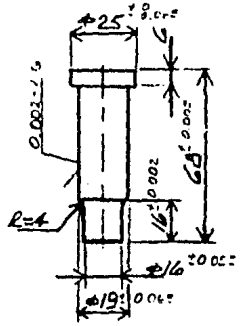
DETALLE No. 10



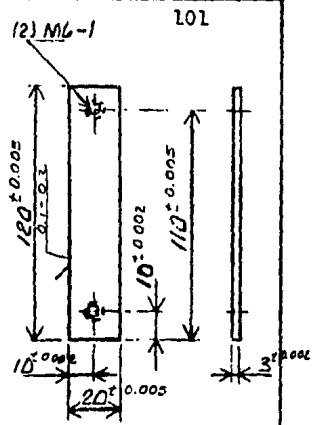
DETALLE No. 11



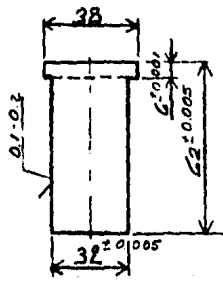
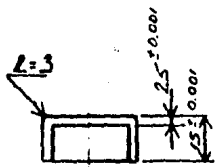
DETALLE No. 12



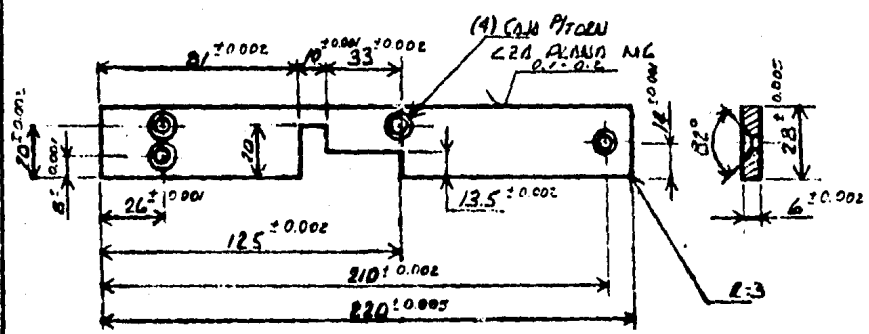
DETALLE No. 13



DETALLE No. 20

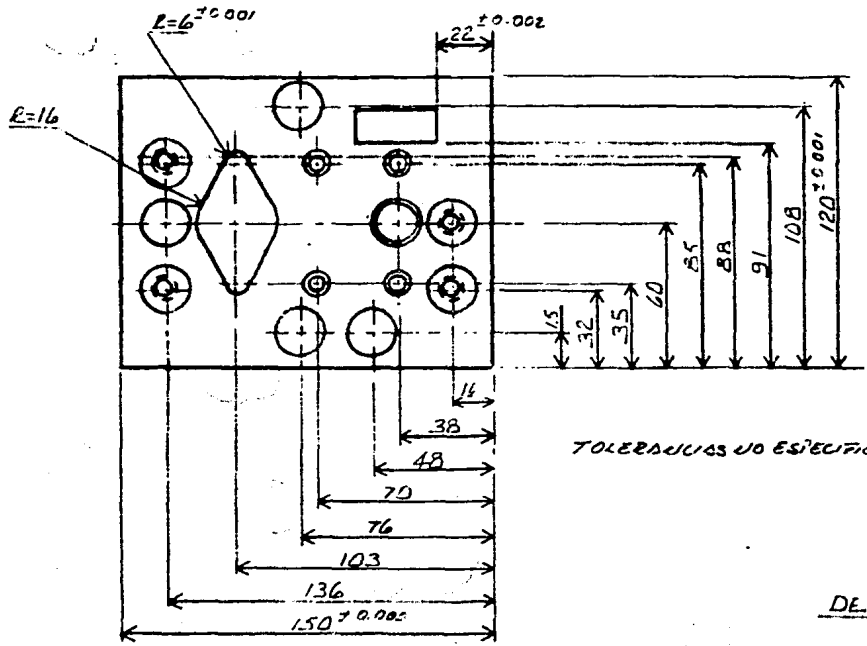


DETALLE No. 15

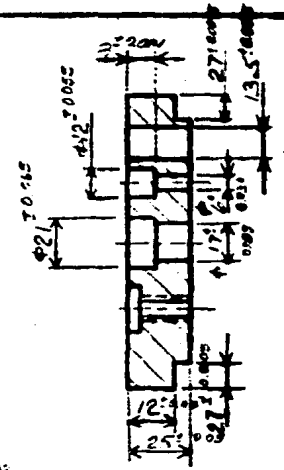


DETALLE No. 15

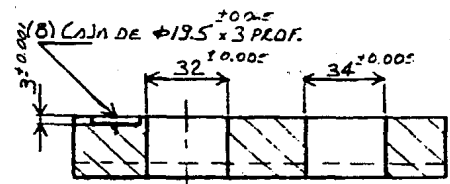
103





TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS: 0,10%

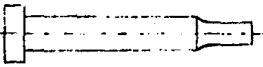


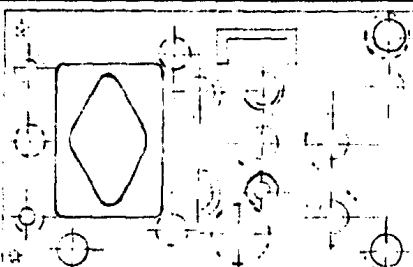
DETALLE N.º 23

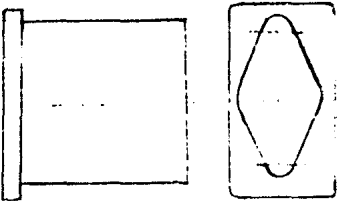


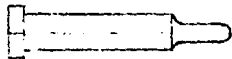
DIBUJO No 2		RESUMEN		
FABRICACION GUIA		ACTIVIDAD		
		OPERACION	10	
		TRANSPORTE		
		INSPECCION	10	
		DEMORA		
		ALMACENAMIENTO	10	
		TOTALES (HRS.)	120 min. 2hrs.	
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	OPERACION	TRANSPORTE	MAQUINARIA
CORTE	20			SIERRA
RAJO EXTERIOR	20			PRESA
BARRENADO	30			TALADRO
RECTIFICADO	30			RECTIFICADORA
INSPECCION	10			
ALMACENAMIENTO	10			


DIBUJO No 3		RESUMEN					
FABRICACION TOPE		ACTIVIDAD					
	OPERACION	○	35				
	TRANSPORTE	⇒	5				
	INSPECCION	□	5				
	DEFORA	D	-				
	ALMACENAMIENTO	▽	5				
	TOTALES (HRS.)			60 min = 1 hr.			
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	⇒	D	▽	MAQUINARIA.
CORTE	10						SIERRA
CAREADO Y CENTRO	10						TORNO
TORNEADO CILINDRICO	10						TORNO
INSPECCION CALIDAD DE TORNEADO	5						
RECTIFICAJO	5						RECTIFICADORA
TRANSPORTE	5						
ALMACENAMIENTO	5						

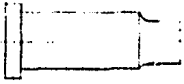
DIBUJO No 5		RESUMEN					
FABRICACION PUNZON		ACTIVIDAD					
	OPERACION	○	76				
	TRANSPORTE	→	10				
	INSPECCION	□	22				
	DEMORA	D	-				
	ALMACENAMIENTO	▽	12				
	TOTALES (HRS.)			120 min - 2 hrs.			
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	→	D	▽	MAQUINARIA
CORTE	12						SIERRA
UESGASTE Y CENTRO	12						TORNO
TORNEADO CILINDRICO	12						TORNO
RADIO EXTERIOR	12						TORNO
INSPECCION CALIDAD	10						
TRANSPORTE	10						
TRATAMIENTO TERMICO							HORNO INDUCCION
TEMPLE 58-60 Rc	14						
RECTIFICADO	14						RECTIFICADORA
INSPECCION	12						
ALMACENAJE	12						

DIBUJO No 8		RESUMEN					
Fabricación porta punzón		ACTIVIDAD					
	OPERACION	○	960				
	TRANSPORTE	→					
	INSPECCION	□	320				
	DEMORA	D					
	ALMACENAMIENTO	▽	160				
	TOTALES (HRS.)			1440min - 24hrs			
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	→	D	▽	MAQUINARIA
CORTE	160						SIERRA
RECTIFICADO SUPERFICIE	160						FRESA
MEJORA LARGO Y CENTRO	160						
BARREADO	160						TALADRO
INSPECCION CALIDAD	160						
ROSCAR	160						
RECTIFICADO	160						RECTIFICADORA
INSPECCION	160						
ALMACENAJE	160						

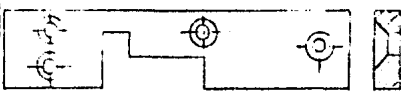
DIBUJO N° 10		RESUMEN					
FABRICACION PUNZON		ACTIVIDAD					
	OPERACION	○	638,4				
	TRANSPORTE	⇒	106,4				
	INSPECCION	□	106,4				
	GENERA	D					
	ALMACENAMIENTO	▽	106,4				
	TOTALES (HRS.)			957,6hr - 16hrs			
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	⇒	D	▽	MAQUINARIA
CORTE	106,4						SIERRA
DESBASTE Y CENTRO	106,4						TORNID
RADIO EXTERIOR	106,4						TORNID
INSPECCION CALIDAD	106,4						
TRANSPORTE	106,4						
TRATAMIENTO TERMICO							HORN INDUCCION
TEMPLE 58-60 Rc	106,4						
RECTIFICADO	106,4						RECTIFICADORA
INSPECCION	106,4						
ALMACENAJE	106,4						

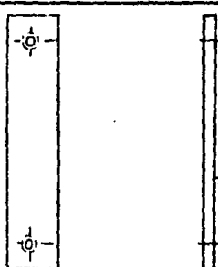
DISEÑO No 11		RESUMEN		
FABRICACION PILOTO		ACTIVIDADES		
		OPERACION	○	76
		TRANSPORTE	⇒	10
		INSPECCION	□	22
		DEMORA	∩	
		ALMACENAMIENTO	▽	12
		TOTALES (HRS.)		120min - 2hrs.
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○ □ ⇒ ∩ ▽	MAQUINARIA	
CORTE	12			SIERRA
DEBASTE Y CENTRO	12			TORNILLO
TORNILLO CILINDRICO	12			TORNILLO
RANCHO EXTERIOR	12			TORNILLO
INSPECCION CALIDAD	10			
TRANSPORTE	10			
TRATAMIENTO TERMICO				
TEMPLE 58-60 Rc	14			HORNOS INDUCCION
RECTIFICADO	14			RECTIFICADORA
INSPECCION	12			
ALMACENAJE	12			

DIBUJO No 12		RESUMEN					
FABRICACION MUELON		ACTIVIDAD					
	OPERACION	○	70				
	TRANSPORTE	⇒	10				
	INSPECCION	□	25				
	ARMADO	⊕					
	ALMACENAMIENTO	▽	15				
	TOTALS (HRS.)				130 min- Phrs.		
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	⇒	⊕	▽	MAQUINARIA
CORTE	15						SIERRA
DEBASTE Y CENTRO	15						TORNILLO
TORNADO CILINDRICO	20						TORNILLO
INSPECCION CALIDAD	10						TORNILLO
TRANSPORTE	10						
ROSCADO	20						TORNILLO
INSPECCION	15						
ALMACENAJE	15						

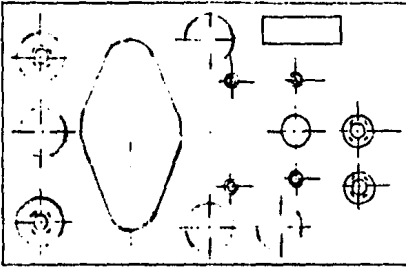
DIBUJO No 13		RESUMEN		
		ACTIVIDAD		
		OPERACION	○	76
		TRANSPORTE	⇒	10
		INSPECCION	□	22
		GENERA	D	
		ALCEMIAMIENTO	▽	12
TOTAL (HRS.)			120 min. - 2hrs.	
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○ □ ⇒ D ▽	INDUSTRIA	
CORTE	12		SIERRA	
DESBASTE Y CENTRO	12		TORNO	
TORNADO CILINDRICO	12		TORNO	
LAVIO EXTERIOR	12		TORNO	
INSPECCION CALIDAD	10			
TRANSPORTE	10			
TRATAMIENTO TERMICO				
TEMPLE 58-60 Rc	14		HORNO INDUCCION	
RECTIFICADO	14		RECTIFICADORA	
INSPECCION	12			
ALMACENAJE	12			

DIBUJO No 15		RESUMEN		
FABRICACION CUCHILLA		ACTIVIDAD		
		OPERACION	○	200
		TRANSPORTE	→	60
		INSPECCION	□	80
		MEMORIA	D	
		ALMACENAMIENTO	▽	20
		TOTALES (HRS.)		360min = 6hrs.
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○ □ → D ▽	MAQUINARIA	
CORTE	40		SIERRA	
DESABASTE SUPERFICIAL	50		FRESA	
INSPECCION CALIDAD	40			
TRANSPORTE	40			
PANALIZADO	50		TALADRO	
RECTIFICADO	60		RECTIFICADORA	
TRATAMIENTO TERMICO				
TEMPLE 48-50 Rc	40		HORNO TEMPERACION.	
INSPECCION	20			
ALMACENAJE	20			

DIBUJO No 18		RESUMEN					
FABRICACION GUIA		ACTIVIDAD					
		OPERACION	○	200			
		TRANSPORTE	➔				
		INSPECCION	□	100			
		MEMORIA	D				
		ALMACENAMIENTO	▽	50			
		TOTALES (HRS.)			350min - 6hrs.		
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	➔	D	▽	MAQUINARIA
CORTE	50						SIERRA
RECTIFICADO SUPERFICIAL	50						FRESA
BARRENADO	50						TALADRO
INSPECCION CALIDAD	50						
RECTIFICADO	50						RECTIFICADORA
INSPECCION FINAL	50						
ALMACENAJE	50						

DIBUJO No 20		RESUMEN			
FABRICACION PLACA		ACTIVIDAD			
	OPERACION	○	33.6		
	TRANSPORTE	➔	.66		
	INSPECCION	□	13.2		
	MEMORIA	D			
	ALMACENAMIENTO	▽	.66		
	TOTALES (HRS.)			.60 min - 1hrs.	
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○ □ ➔ D ▽	MAQUINARIA		
CORTE	66				SIERRA
RECTIFICADO SUPERFICIAL	66				FRESA
INSPECCION CALIBRAJ	66				
TRANSPORTE	66				
BARRENADO	66				TALADRO
ROSCADO	66				
RECTIFICADO	72				RECTIFICADORA
INSPECCION	66				
ALMACENAJE	66				

DIBUJO No 21		RESUMEN					
FABRICACION MATRIZ		ACTIVIDAD					
		OPERACION	○	840			
		TRANSPORTE	⇒	140			
		INSPECCION	□	300			
		QUENORA	D				
		ALMACENAMIENTO	▽	160			
		TOTALES (HRS.)			1440min - 24hrs.		
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○	□	⇒	D	▽	MAQUINARIA
CORTE	160						SIERRA
RECTIFICADO SUPERFICIAL	160						FRESA
INSPECCION CALIDAD	140						
TRANSPORTE	140						
ROSCADO	180						
RECTIFICADO	180						RECTIFICADORA
TRATAMIENTO TERMICO							
TEMPLE 48-56 Rc	160						HORNO INDUCCION
INSPECCION	160						
ALMACENAJE	160						

MUELO No 23		RESUMEN			
FABRICACION PLANCHAJOR		ACTIVIDAD			
		OPERACION	○	840	
		TRANSPORTE	⇒	140	
		INSPECCION	□	300	
		MEMORIA	D		
		ALMACENAMIENTO	▽	160	
		TOTALES (HRS.)			1440min = 24hrs
DESCRIPCION ACTIVIDADES	T	○ □ ⇒ D ▽	MAQUINARIA		
CORTE	160		SIERRA		
RECTIFICADO SUPERFICIAL	160		FRESA		
INSPECCION CALIBRO	140				
TRANSPORTE	140				
ROSCADO	180				
RECTIFICADO	180		RECTIFICADORA		
TRATAMIENTO TERMICO					
TEMPLE 48-50 Rc	160		HORNO INYECCION		
INSPECCION	160				
ALMACENAJE	160				

CAPITULO VIII

U. ANALISIS ECONOMICO.

Las funciones generales de los ingenieros y diseñadores de herramientas abarcan toda la extensión desde la participación en los comités de desarrollo del producto, a través de todos los planeamientos de los procesos, proyección de métodos y producción, hasta la inspección final.

A cada paso en la fabricación total, el ingeniero se enfrenta con el signo de pesos. Cada vez se demanda más y mejor producción a mayor velocidad y a menor costo. El diseño de la herramienta es sólo una función un tanto limitada en el complejo de fabricación para una función que puede, en muchos casos, hacer o romper el éxito económico de toda la operación. Esta lejos de ser la adecuada aceptar, simplemente, el presupuesto disponible para la herramienta y hacer un buen diseño dentro de los límites del presupuesto establecido.

En el diseño y fabricación de troqueles, la economía constituye un papel muy importante en estos momentos en que el país atraviesa por una fuerte crisis económica, en donde los precios de los materiales se han incrementado bastante, por lo que el tener que diseñar y fabricar un troquel se debe hacer con mucha cuidado, tratando de obtener las herramientas de la mejor calidad, de mayor durabilidad de el material de fabricación y el menor costo posible en cada proceso.

Es muy importante considerar cada uno de estos detalles, ya que de ella depende que el diseñador de herramientas se interese por diseñar en gran escala las herramientas para las prensas troqueladoras. Esto sería muy relevante para el país, que se encuentra en vías de desarrollo industrial y que debido a esta razón se obliga a pagar derechos de patentes extranjeras, utilizadas para incrementar la capacidad productiva del país.

En el área de la industria metal-mecánica dentro de ciertas especialidades, se tiene la infraestructura suficiente para tratar de independizarse tecnológicamente de los países desarrollados.

A continuación ofrecemos una evaluación cuantitativa sobre un troquel de corte y

punzonado, donde se podrán apreciar los costos reales para la realización de la herramienta.

Cabe señalar que los precios de los diferentes materiales se obtuvieron en el año de 1985.

La evaluación se hace con respecto al ejemplo No. 1 del Capítulo VI.

8.1 COSTO MATERIA PRIMA.

De acuerdo a los precios que rigen en el mercado, el costo de los accesorios utilizados así como los accesorios son:

ACERO AISI 9840 T	\$ 883.43	Kg
ACERO AISI D2	4,620.75	Kg
ACERO AISI O1	471.60	Kg
CRS (COLLED ROLLED)	776.25	Kg
JUEGO ZAPATAS	27,312.50	Pza
BUJES GUIAS	2,587.50	Pza
POSTES GUIAS	2,127.50	Pza
TORNILLOS GUIA	428.95	Pza
MANELON	1,380.00	Pza
RESORTE (VERDE)	1,667.50	Pza
TORNILLOS	180.40	Pza

Ahora bien para el análisis que se efectúa se requiere del siguiente material que a continuación se menciona:

NOMBRE	#PARTE	DIMENSIONES	MATERIAL	PZAS	KG/PZA	TOTAL/KG
TORNILLO C/PLANA	1	M6-1X10	CRS	7	-	-
GUIA	2	6X28X220	CRS	1	0.29	0.3
TOPE	3	5X10X20	9840 T	1	0.0157	0.02
TORNILLO C/PLAN	4	M3-.5X10	STD	2	-	-
PUNZON	5	∅ 15X68	D2	2	0.0943	0.2
TORNILLO ALLEN	6	M10-1.25X45	STD	4	-	-
RESORTE VERDE	7	∅ 19.5X∅9.5X50.8	STD	8	-	-
PORTA PUNZON	8	20X120X150	CRS	1	2.02	2.8
TORNILLO GUIA	9	∅ 9.5X80	STD	4	0.0445	0.2
PUNZON	10	42X68X72	D2	1	1.6142	1.6
PILOTO	11	∅ 15X68	D1	2	0.0943	0.2
MAMELON	12	∅ 50X80	CRS	1	1.2330	1.2
PUNZON	13	∅ 25X68	D2	1	0.2613	0.3
TORNILLO ALLEN	14	M10-1.25X50	STD	4	-	-
CUCHILLA	15	15X40X68	D2	1	0.3202	0.3
BUJE	16	BE - 2	COM.	2	-	-
POSTE GUIA	17	BA - 10	COM.	2	-	-
GUIA	18	6X28X120	CRS	1	0.158	0.2
TORNILLO C/PLANA	19	M6-1X20	STD	2	-	-
PLACA	20	3X20X120	CRS	1	0.0568	0.06
MATRIZ	21	30X120X150	D2	1	4.2389	4.2
ZAPATA INF.	22	45 - APB	COM.	1	-	-
PLANCHADOR	23	25X120X150	CRS	1	3.3324	3.3
PERNO	24	∅ 10X32	STD	4	0.0197	0.2
ZAPATA SUP.	25	45 - AFB	COM.	1	-	-

Con la tabla anterior podemos obtener el precio total de la materia prima utilizada para este traqueal y será:

PARTE	MATERIAL	KG	PRECIO/KG	PRECIO/PZA
1	CRS	-	-	\$ 95.79
2	CRS	0.3	776.25	232.87
3	AC. AISI 9840T	0.02	883.43	17.66
4	STD	-	-	49.79
5	AC. AISI D2	0.2	4,628.75	925.75
6	STD	-	-	110.40
7	SER. EXT. PES.	-	-	1,667.50
8	CRS	2.8	776.25	2,173.50
9	STD	0.2	-	428.95
10	AC. AISI D2	1.6	4,628.75	7,406.00
11	AC. AISI D1	0.2	471.60	94.32
12	CRS	1.2	776.25	931.50
13	AC. AISI D2	0.3	4,628.75	1,388.62
14	STD	-	-	110.40
15	AC. AISI D2	0.3	4,628.75	1,388.62
16	COMERCIAL	-	-	2,587.50
17	COMERCIAL	-	-	2,127.50
18	CRS	0.2	776.25	155.25
19	STD	-	-	95.79
20	CRS	0.05	776.25	38.81
21	AC. AISI D2	4.2	4,628.75	19,440.75
22	COMERCIAL	-	-	27,312.50
23	CRS	3.3	776.25	2,571.62
24	STD	0.019	-	-
25	COMERCIAL	-	-	27,312.50
SUB TOTAL				91,659.89

8.2 COSTO MANO DE OBRA.

# PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
1	TORNILLO C/PLANA	7	\$ 771.15
2	GUIA	1	5,750.00
3	TOPE	1	5,750.00
4	TORNILLO C/PLANA	2	114.53
5	PUNZON	2	8,625.00
6	TORNILLO ALLEN	4	507.84
7	RESORTE VERDE	8	15,741.00
8	PORTA PUNZON	1	5,750.00
9	TORNILLO GUIA	4	1,973.17
10	PUNZON	1	5,750.00
11	PILOTO	2	8,625.00
12	MAMELON	1	1,587.00
13	PUNZON	1	5,750.00
14	TORNILLO ALLEN	4	507.84
15	CUCHILLA	1	2,875.00
16	BUJE	2	5,175.00
17	POSTE GUIA	2	4,893.25
18	GUIA	1	5,750.00
19	TORNILLO C/PLANA	2	220.33
20	PLACA	1	5,750.00
21	MATRIZ	1	5,750.00
22	ZAPATA INF.	1	31,409.38
23	PLANCHADOR	1	5,750.00
24	PERNO	4	1,150.00
25	ZAPATA SUP.	1	<u>31,409.38</u>
	SUB TOTAL		166,974.87
	TRATAMIENTO TERMICO		<u>69,000.00</u>
			<u>235,974.87</u>

8.3 COSTO DE DISEÑO.

Se considera el costo de diseño el 15% del costo de fabricación de la herramienta

COSTO DISEÑO \$ 50,188.24

COSTO TOTAL \$ 384,776.55

=====

Toda vez hecho el análisis económico de un trequel de corte y punzonado, ahora - ofrecemos un panorama general del costo de un trequel de embutir.

A grandes rasgos ilustramos en porcentaje del costo y el costo de la realización de éste.

ELABORACION	PORCENTAJE DEL COSTO	COSTO
DISEÑO	10 %	\$ 75,000
BASES Y COLUMNAS	2 %	15,000
ACEROS Y HERRAMIENTAS	2.5 %	18,750
COMPONENTES	2 %	15,000
MAQUINADO	15 %	112,500
TEMPLADO	1.5 %	11,250
RECTIFICADO	33 %	247,500
ENSAMBLE Y MONTAJE	16 %	120,000
ADMINISTRACION	18 %	<u>135,000</u>
		\$ 750,000

C A P I T U L O IX

MAQUINARIA ACCESORIOS Y EQUIPO DE SEGURIDAD .

9. PRENSAS TROQUELADORAS Y SUS ACCESORIOS.

Con el nombre genérico de prensa se entiende toda máquina que es capaz de proporcionar un impacto seco e instantáneo, aprovechando la energía cedida por la misma, - para transferir, mediante un útil adecuado -matriz, troquel, estampa- una superficie metálica plana en una pieza de perfil previsto y definido, como el punzonado, u obtener un volumen metálico en forma de recipiente, como en el caso de la embutición estirado e extrusión.

Puede comprenderse que las circunstancias de trabajo son diversas, y que los metales se transformarán mejor si estas se adaptan a sus condiciones elásticas: por tal motivo hay una gran diversidad de máquinas, indicadas para determinados tipos de trabajo.

Las prensas se basan generalmente en el siguiente principio: mediante un motor se imprime velocidad a un volante, hasta que este almacena una cantidad de energía cinética determinada, y mediante un disparo de trinquete, dicha volante ataca un cigüeñal sobre el que actúa una biela que tiene como misión arrastrar un carro entre dos guías de patín. Este carro es el llamado carro portapunzones.

Fácilmente se puede comprender que, al hacer actuar el disparo del trinquete, el volante cederá en un instante su energía cinética, que será en gran parte consumida por el trabajo realizado y el resto por un freno que actúa durante el retorno el punto de reposo y que evita un choque demasiado brusco contra el tope de retención en la parada. Este es general para todas las prensas llamadas excéntricas, que funcionan a base de un volante que en un instante da a cede su energía cinética a un mecanismo de biela-manivela.

Otro modelo de prensa, que se basa en el almacenamiento de una gran cantidad de energía cinética, es la llamada de husillo, de la cual forman parte dos platos que giran a gran velocidad, montados en los extremos de un eje horizontal; en medio de los dos platos hay un disco horizontal unido a un husillo de paso muy rápido, que en

su extremo opuesto va unido al carro por espunzones. El di-pars es como sigue: medi ante una palanca se desplaza lateralmente, hasta que entran en contacto con el disco horizontal, las plates animadas de gran velocidad: éstas le comunican su energía y hacen descender el husillo; al llegar al final de la carrera, el plato opuesto, - rezando ligeramente con el horizontal, hace girar el husillo en sentido contrario, - devolviéndolo al punto alto de reposo. Estas prensas son muy indicadas para es - tampaciones y en operaciones en las cuales son necesario un golpe muy enérgico, sin límite de profundidad, como es el caso de un remachado.

Las prensas hidráulicas tienen su mejor aplicación en los casos en que es neces^{ario} aplicar una gran potencia, sosteniéndola misma durante el tiempo preciso para terminar correctamente el trabajo emprendido. Por tal motivo, su principal empleo es en embuticiones de grandes superficies, tales como la construcción de carroce - rías de automóviles y similares. Se diferencian de las prensas mecánicas, especial^{mente} de las llamadas excéntricas, en que así como éstas ceden en breve espacio de tiempo la energía cinética almacenada en el volante, las hidráulicas son capaces de sostener su potencia sobre el cuerpo que se está trabajando toda el tiempo que sea necesario; por otra parte, su acción lenta favorece la transformación elástica de - los metales cuando éstos están sometidos a transformaciones plásticas muy enérgi - cas, y al mismo tiempo es posible desarrollar con ellas potencias elevadísimas con mecanismos bastantes sencillos y de poca desgaste, exigiendo, por lo tanto, una - atención relativamente escasa para su conservación.

Las prensas producen estampados de cualquier forma o tamaño desde dimensiones de hojas de metal para conformarlas según la matriz.

El metal se trabaja en frío, y solamente en casos especiales, como en ciertas formas de forjado por prensas y extrusión, se calienta el metal hasta la forma plás^{tica}.

Las piezas producidas se les denominan troqueladas y su variedad es infinita. Según su tamaño, las troqueladas van desde delgadas y frágiles piezas pero - -

interruptores eléctricos hasta extremos acoplados para carras o vagones de ferrocarril. Según su forma.

Las hay desde sencillas brande-las planas hasta piezas complicadas con embuticiones profundas para automóviles o partes de precisión para su uso específico.

Las operaciones de prensa que se realizan comúnmente en una u otra de las diferentes tipos de estas son:

1.- EL TROQUELADO O CORTADO EN PRENSA Y EL PUNZONADO.

Producen formas planas partiendo de láminas o de tiras por medio de cizallado o punzonado, o de ambos.

2.- EL CONFORMADO Y EL DOBLADO.

Producen formas tridimensionales, sin alterar el espesor del material en bruto.

3.- EL EMBUTIDO.

Produce formas tridimensionales estirando realmente la hoja del metal sobre una matriz.

4.- EL ACUÑADO Y LA EXTRUSION.

Fuerzan el metal para que fluya dentro de las cavidades de una matriz o a través de un orificio como resultado de una presión.

5.- EL RECORTADO.

Es una operación secundaria parecida al punzonado por la que se quita el exceso de material dejado en las piezas previamente formadas o embutidas.

9.1 TIPOS DE PRENSAS.

Las prensas pueden ser divididas en dos amplias clasificaciones mecánicas e hidráulicas.

Las prensas mecánicas son generalmente más rápidas, de menor costo y más fáciles de mantener. Se les emplea también en mayor proporción sin embargo, las prensas hidráulicas tienen ciertas ventajas inherentes, tales como: carrera lenta y controlada y la habilidad para ejercer toda su presión en cualquier punto a lo largo de la carrera lo cual aconseja su empleo para ciertas operaciones de extrusión y embutición profunda.

PRENSAS MECANICAS.

Hay seis tipos fundamentales de prensas para el estampado y matrizado de metales.

- I.- PRENSAS DE EXCÉNTRICA
- II.- PRENSAS DE DOS MONTANTES
- III.- PRENSAS DE CUATRO COLUMNAS
- IV.- PRENSAS CON TRANSMISION INFERIOR
- V.- PRENSAS DE SUPER ALTA VELOCIDAD
- VI.- PRENSAS AUTOMATICAS.

Cabe señalar que su vez, cada tipo comprende varias subtipos en una innumerable variedad de tamaños y formas.

Ahora bien el accionamiento de las prensas se divide en cuatro tipos de accionamiento en el funcionamiento de las mismas y son:

- 1.- Manual: Estas prensas son realmente accionadas a mano o con el pie.
- 2.- Mecánicas: Son accionadas a motor y pueden tener un volante, un solo par de engranajes reductores o engranajes multiples de reducción.
- 3.- Hidráulicas: Pueden ser accionadas por presión de aceite o agua.
- 4.- Neumáticas: Son accionadas por aire comprimido.

I PRENSAS DE EXCÉNTRICA.

Las prensas de excéntricas son las más generalmente empleadas. Las operaciones que realizan comprenden recortado, desbordado, doblado conformado y embutido. La característica distintiva de una excéntrica es la abertura frontal. El bastidor tiene forma de C para facilitar el acceso en las operaciones de carga y descarga. Se construyen para capacidades de 1 a 315 toneladas y pueden ser:

- a).- Inclinables; b).- No inclinables; c).- de Simple Efecto; d).- De Doble Efecto; e).- Con Engranajes Reductores.

El bastidor de una prensa de excéntrica puede ser inclinada hacia atrás un ángulo de 30° . Esto permite que las piezas puedan deslizar fácilmente hacia atrás.

Las prensas de simple efecto están provistas de un piñón sencillo y utilizan para recortado, doblado, conformado, y otras operaciones. Las prensas de doble efecto

tienen un piñón interior que desliza dentro de uno exterior. Se utilizan para operaciones difíciles de conformado y embutido.

Las prensas de engranajes reductores están provistos de un sistema de engranajes para disminuir la velocidad y aumentar así el esfuerzo. Una revolución del volante hace que el piñón haga una carrera descendente y otra ascendente, completando así un ciclo de su desplazamiento.

Prensas de husillo.- Los trabajos de acuchado requieren máquinas que proporcionen un choque muy seco sin limitación de carrera, de modo que la misma pieza trabajada frene el choque. Estas son las llamadas prensas de husillo o de discos; esta prensa funciona de la siguiente manera, cuenta con dos discos-velantes moteros y un disco-movido con el husillo. La inversión de la marcha, tanto en el descenso como en el ascenso, se regula mediante el disparo de límite, situado a la derecha de la máquina, bien visible en el grabado, y la palanca de disparo, situada frontalmente y fácil de manipular. Esta prensa, monopolea, lleva el mecanismo montado a la izquierda del bastidor, en su parte superior.

Estas prensas disponen, al ser construidas por doble puente, de una gran superficie de mesa de trabajo, lo que permite colocar varias útiles y obtener un gran número de piezas por cada carrera; ella compensa en parte su lentitud.

La exigencia de aumentar el número de carreras ha dado origen a una modificación en las prensas de husillo con mecanismo de fricción. Así mismo se ha suprimido, mediante procedimientos adecuados, la oscilación del portáutil en los puntos límites de la carrera.

Prensa de Volante.- Este tipo de prensas tienen un mecanismo de transmisión directa y el embrague está acoplado directamente al volante por un embrague mecánico de enganche positivo y se le denomina prensa de volante.

Cada prensa se compone de las siguientes partes:

A. CONJUNTO DEL BASTIDOR.

Contienen todas las partes que realizan la presión sobre las piezas e igualmente también mantienen a las piezas de la prensa en un alineamiento apropiado.

B. CONJUNTO DEL PIÑÓN.

Efectúa un movimiento alternativo sobre guías construidas en el bastidor para ejercer presión sobre los troqueles.

La magnitud de la fuerza depende de la capacidad nominal de la prensa. Las capacidades se especifican en toneladas, y en la mayoría de las prensas que comúnmente se emplean es de 1 a 150 toneladas.

C. CONJUNTO DEL CIGÜEÑAL.

Gira en una posición fija, ocasionando el movimiento alternativo de la biela y de la corredera por medio de una sección excéntrica.

D. CONJUNTO DE GRAVAJES REDUCTORES.

Permite embragar o desembragar el volante del cigüeñal y permite al operador controlar el ciclo de la prensa sin necesidad de detener la rotación del volante y disminuir la energía cada vez que se detiene el movimiento de la prensa.

E. CONJUNTO DE PUESTA EN MARCHA Y PARO.

El freno evita el movimiento del cigüeñal y de la corredera después de que se ha desembragado, y proporciona una parada rápida y segura de la prensa en la posición deseada de su ciclo, usualmente en la parte superior de la carrera.

F. MECANISMO DE INCLINACIÓN.

Es el mismo miembro de sustentación de la prensa y proporciona un medio para inclinarse y sujetar el bastidor a cualquier ángulo deseado desde la horizontal a la vertical. Las prensas más grandes tienen que ser inclinadas por un mecanismo de sistema hidráulico.

PRENSAS DE PLATO REVOLVER.

Se llaman prensas de plato revolver a un tipo especial de prensas de excéntrica provista de un plato rotativo que facilita las operaciones de carga y descarga de las piezas. Estas prensas se emplean para operaciones secundarias tales como perforado, doblado, conformación y montaje o ensamblaje. Las piezas son cargadas e depositadas en la parte anterior de la prensa y son transportadas por el plato hasta la posición correcta debajo del pisón en que se realiza la operación. De este modo el operador no tiene que introducir las manos debajo del pisón. La prensa puede estar

prevista de un expulsor o mecanismo que extrae las piezas automáticamente del plato.

Además pueden estar previstas de una estación de comprobación. El elemento de comprobación determina si han sido colocadas las piezas correctamente antes de acudir a la posición debajo del pisón de la prensa.

PRENSAS CON ALIMENTADOR AUTOMÁTICO.

Se llaman prensas con alimentador automático a las prensas excéntricas equipadas con alimentación automática para poner las piezas en su posición debajo de la matriz. El alimentador realiza la misma función que el plato rotativo revolver de la prensa con el plato revolver, es decir aporta las mismas condiciones de seguridad en el trabajo, evitando que el operario tenga que poner las manos debajo del pisón.

PRENSAS CON SOPORTE DE MENSULA.

Las prensas de ménsula son prensas de excéntrica en las que se acopla una manivela para realizar operaciones especiales como engrapado y otras operaciones de castura, perforación, conformación en cilindros. En la base hay un agujero para insertar cilindros soportes verticales para perforar orificios en los fondos de cascas, bordenear etc.

PRENSAS CON TRANSMISION POSTERIOR.

Son prensas de excéntrica previstas de transmisión en ángulo recto en este tipo de prensas el volante y el engranaje están situados en la parte posterior y el cigüeñal se extiende transversalmente en lugar de longitudinalmente. Se puede utilizar pequeñas prensas de este tipo para trabajos de precisión en la producción de piezas de relojería e instrumental las grandes realizan operaciones de recortado, bordenear y otras operaciones corrientes de prensas.

PRENSAS HIDRAULICAS.

Las prensas hidráulicas tienen características por las cuales su acción es diferente a las prensas mecánicas. En funcionamiento, el pisón se desplaza rápidamente hasta la pieza de trabajo, tiene un intervalo de detención controlado y retorna rápidamente. Pueden regularse de modo que desarrollen una fuerza predeterminada al establecer contacto con la pieza. Cuando alcanza esta fuerza, el pisón retrocede, esta propiedad las hace de particular utilidad para operaciones de ensambladura en que la

altura de la pieza de trabajo puede variar. Las características siguientes de las prensas hidráulicas las hacen particularmente adaptables para ciertos trabajos.

- 1.- La máxima fuerza obtenible puede alcanzarse en toda la carrera del pistón.
- 2.- La fuerza ejercida durante una parte de la carrera de trabajo puede ser predeterminada y ajustada exactamente.
- 3.- La velocidad o ritmo de desplazamiento se puede ajustar de acuerdo con los requisitos de trabajo.
- 4.- La carrera de trabajo se ajusta automáticamente según las exigencias.

Las prensas hidráulicas son especialmente apropiadas para ensambladura, marcado, dentada, conformación en frío, enderezamiento y operaciones análogas. Las prensas hidráulicas grandes son de uso común para operaciones de conformación y embutido. Las prensas hidráulicas cuentan con una base en la cual es el depósito del fluido hidráulico. Un motor en la parte superior derecha e impulsa directamente a una bomba situada debajo de él para transferir el fluido a la cara superior izquierda. El émbolo es el pistón de la prensa. Cuando el líquido es impulsado el cuerpo de bomba superior el pistón baja, y cuando es impulsado a la parte inferior sube. El sentido de circulación del líquido y su presión son controlados por valvulas hidráulicas.

PRENSAS HIDRAULICAS CON PLATO REVOLVER.

Las prensas hidráulicas de pequeña y de mediana tamaño pueden estar provistas de un plato revólver accionado hidráulicamente. El disco de mando está en comunicación con el sistema hidráulico de la prensa para su giro. El número de estaciones del plato se puede ajustar mediante un botón de mando de 10 a 70 por minuto. Se emplean dos tipos de expulsión automática de las piezas. "expulsión por excéntrica y por punzón". En la primera existe una excéntrica dentro de la mesa que expulsa las piezas fuera. Cuando es por medio de punzones el plato tiene una abertura.

PRENSAS PNEUMATICAS.

Las prensas accionadas por aire comprimido se utilizan para operaciones de prensado, reblonado, corte, marcado, doblado y otras. Las hay de simple efecto para trabajos de percusión y de doble acción para trabajos de extrusión y separación.

PRENSAS ELECTRICAS.

También se utilizan prensas eléctricas para prensar, reblonar, marcar y otras operaciones análogas en piezas pequeñas y ensamblajes. El electropunzón es un percusor electromagnético que se compone de un solenoide y un núcleo, montados ambos en un soporte ajustable. Cuando se cierra el interruptor, se excita el electroimán y el núcleo transmite el impacto al carro portaherramientas. Cuando se abre el interruptor, el émbolo retrocede rápidamente por la acción de un muelle antagonista y queda dispuesto para la operación siguiente. Un accesorio llamado control automático de repetición hace que el electropunzón se dispare a una cadencia de repetición de tres golpes por segundo mientras el interruptor de pie o de mano este cerrado. Esta acción continua es apropiada para reblonado, reducción por prensa, martillado y operaciones análogas en que son apropiadas un cierto número de golpes rápidos repetidos.

II PRENSAS DE DOS MONTANTES.

Una prensa de dos montantes se compone de una base, dos montantes y un miembro superior llamada cercha. Esta construcción proporciona la resistencia conveniente para soportar cargas pesadas de trabajo sin deformación. Las prensas de dos montantes se emplean para todas las operaciones de estampado y embutición como corte, desbordado, doblado, conformado etc., con matrices grandes y para espesores grandes del material de trabajo. La alimentación de la tira de material se realiza de delante atrás. Al igual que las prensas de excéntrica la de dos montantes pueden ser del tipo de volante o del tipo con reducción de engranajes. Se construyen de simple efecto, de doble o triple.

LA BASE.- Es el miembro que soporta a la máquina y está prevista de fuertes nervaduras soldadas o fundidas que proporcionan un soporte rígido para los traqueles y otras partes de la máquina.

LOS MONTANTES.- Son realmente columnas que soportan el cuerpo de la prensa. También proporcionan las guías de precisión para las correderas en su movimiento alternativo. Los montantes contienen usualmente los elementos de control de la prensa y

los cilindros compensadores.

CUERPO SUPERIOR.— Une a las montantes en la parte superior para una rígida estructural, y se aloja el mecanismo impulsor de la prensa.

LOS TIRANTES.— Son partes que sirven para mantener firmemente sujetas la bancada con el cuerpo superior, resistiendo las fuerzas que tienden a separarla al cerrarse la corredera sobre la pieza los tirantes, colocados en cada una de las cuatro esquinas de la prensa, pasan completamente desde la parte superior hasta la inferior.

LAS BIELAS.— Conectan el cigüeñal con la corredera. En las prensas de dos montantes rectas se utilizan una, dos o cuatro de estas bielas para cubrir las necesidades según el tamaño, tonelaje, o requerimientos para trabajos específicos.

EL CIGÜEÑAL VOLANTE EMBRAGUE Y FRENO.— Realizan las funciones descritas anteriormente en relación con las prensas excéntricas debido a las grandes fuerzas y grandes velocidades del volante involucradas, las prensas de dos montantes están generalmente equipadas con embragues de fricción por aire.

Además las pesadas volantes empleadas van generalmente montados sobre ejes o manguitos huecos para relevar a los ejes y cojinetes del peso y eliminar la deflexión y desgaste acelerado que de otra manera sería inevitable.

PRENSAS DE DOS MONTANTES CON PLATO REVÓLVER.

También al igual que las prensas de excéntricas, las prensas de dos montantes pueden estar previstas de plato revólver. Las piezas se cargan por delante de la prensa y son transportadas por el plato revólver hasta la posición de trabajo bajo el péñón.

PRENSAS HIDRÁULICAS DE DOS MONTANTES.

Las prensas de dos montantes pueden ser accionadas hidráulicamente la prensa puede ser ajustada a la cedencia conveniente. Existe un modo para cada característica de funcionamiento a diferencia de las prensas mecánicas que desarrollan la máxima fuerza al final de la carrera, las prensas hidráulicas son capaces de aplicar su fuerza máxima en toda la longitud de la carrera.

III PRENSAS DE CUATRO COLUMNAS.

Las prensas de cuatro columnas están compuestas de una base sobre la cual están montados los pilares o columnas que soportan la corona. Las columnas facilitan la accesibilidad existente, además una superficie grande de trabajo.

Estas prensas pueden ser desde un tamaño medio y gran velocidad hasta prensas muy grandes para conformar y embutir las piezas más grandes que ahora se producen.

PRENSAS DE CUATRO COLUMNAS DE ACERO.

Las columnas de las prensas de cuatro columnas no son necesariamente redondas. Las prensas tienen su bastidor construido con acero soldado, las placas de acero laminado son cortadas para la forma conveniente, y soldadas en secciones rígidas. Dentro de los pilares de sección cuadrada hay rinstras de acero que aumentan la rigidez.

PRENSAS GRANDES DE CUATRO COLUMNAS.

Estas prensas se utilizan para conformar y embutir grandes piezas de aeroplanos y cohetes y para la producción de otros grandes embutidos.

PRENSAS TRANSFER.

Llegamos ahora a otro tipo interesante de prensa, las transfer. Estas prensas están provistas de varias estaciones y un mecanismo para desplazar las piezas de una a otra estación. En la primera estación se corta una pieza de la tira luego es desplazada esta pieza a otras estaciones en que se realizan operaciones tales como embutidos, perforado, dentado, desburrado etc. En la estación final la prensa entrega las piezas completamente terminadas cuando trabajan con herramientas apropiadas, las prensas transfer son rápidas y eficientes productoras de estampados.

Actualmente hay tendencias a la construcción y empleo de prensas transfer cada vez mayores. Las prensas se construyen con capacidades de 75 a 300 toneladas. Es posible disponer de hasta 16 estaciones en una misma prensa.

PRENSAS HIDROFORM.

La prensa hidroform produce piezas estampadas partiendo de piezas planas median

te un proceso hidráulico. Las herramientas son sencillas y se componen de un punzón y de un anillo. En la parte superior hay una cámara llena de aceite cubierta por un diafragma flexible. Hay prensas hidroform que moldean o conforman piezas con diámetros de 8 a 40 pulg. (20 - 110 cm). En estas prensas la chapa se calienta sobre un punzón y un anillo. La cámara superior desciende sobre la pieza luego es aplicada presión hidráulica haciendo que el anillo descienda cuando es moldeada la pieza sobre el punzón inferior. Después de haber sido completamente trabajada la pieza es suprimida la presión, la cámara moldeadora sube y la parte o pieza acabada es desprendida del punzón por el anillo.

IV PRENSAS CON TRANSMISION INFERIOR.

La clase de prensa que consideramos se llama prensa de transmisión inferior a causa de que el mecanismo impulsor está debajo de la placa de colera en lugar de encima del pisón como en las prensas corrientes. La parte superior de la prensa es una gruesa placa unida a unas columnas que tienen movimiento vertical alternativo.

PRENSAS DE CUATRO COLUMNAS CON TRANSMISION INFERIOR.

Esta prensa está provista de cuatro columnas para mover la base perimetrica. Es una máquina de 60 toneladas dotada de dispositivos auxiliares que incluyen radi-
les de alimentación, punzón de cizallado final y sistema de lubricación unificada.

Se construyen prensas de este tipo más grandes. Algunas tienen capacidades del orden de 200 a 310 toneladas y se emplean para producciones de piezas que requieren grandes espesores. Una de 310 toneladas, provista de ocho columnas, fue proyectada para matrices progresivas de hasta 12 1/2 pies de longitud (381 cm).

V PRENSAS DE RIMEN ALTA VELOCIDAD.

Consideramos esta exposición de las prensas considerando las que alcanzan velocidades extraordinariamente altas debido a que la tira no es detenida mientras se está realizando en ella el trabajo por la matriz. En lugar de esto se desplaza continuamente y el punzón y la matriz se mueve alternativamente para cortar las piezas mientras la tira se desplaza.

PRESA BLISS DE SUPERALTA VELOCIDAD.

Esta es otra prensa de alta velocidad, la Bliss Strip Feed Press los movimientos son controlados desde el cuadro ó panel situados a la derecha de la máquina.

ACCESORIOS DE PRESA.

El primer accesorio a considerar es el cojín neumático de la matriz utilizada para controlar el empuje desde la parte inferior de la prensa. Es importante que el diseñador de la matriz se de cuenta de su construcción y funcionamiento, ya que muchas matrices están dotadas de extractores que son accionados por él. El cojín se compone de un cilindro grande, un émbolo y cuatro barras de unión. El cilindro se conecta con el sistema de aire comprimido de la fábrica.

FUNCIONAMIENTO DEL COJIN DE MATRIZ.- El cojín neumático de matriz montado en su posición en la parte inferior de la prensa. El bastidor está roscado para que se acoplen en él las barras de unión, la superficie del cilindro está ordinariamente en contacto con la cara inferior de la placa de solera y por tanto al mismo nivel que la superficie de la mesa del bastidor. Los expulsores de matriz están provistos de espigas que se prolongan inferiormente hasta la superficie del cilindro. Cuando la matriz desciende, las espigas empujan el cilindro hacia abajo venciendo la presión del aire. Cuando el pistón sube, el cilindro empuja las espigas hacia arriba para accionar el extractor. El cojín de matriz puede ser ajustado para la máxima fuerza requerida, y se obtiene la fuerza máxima con la longitud completa de la carrera disponible.

ALIMENTACION CON ENGACHE.

El accesorio que consideramos en segundo lugar es la alimentación por enganche, que es un dispositivo para alimentar las tiras automáticamente en una matriz. Este dispositivo se fija directamente al armazón y es parte integrante del conjunto de la matriz. En funcionamiento, una pieza de perfil inclinado saliente a la parte superior hace contacto con un rodillo montado en una carretilla del aparato y los desplaza hacia la derecha; también desplaza hacia la derecha el elemento de sujeción. El elemento de sujeción es una uña metálica fijada por un tornillo pa

queño y presionado desde atrás por un pequeño muelle helicoidal.

Debajo de ella hay una placa de acero endurecida sobre la cual descansa la tira. Cuando el pisón sube, un muelle fuerte mueve ambas correderas hacia la izquierda. En esta dirección la uña tiende a enganchar la tira a causa del ángulo que forma con ella y la desplaza hacia la izquierda hasta que entra en contacto con el tope. Cuando las correderas se desplazan hacia la derecha retiene a la tira para impedir que retroceda.

ALIMENTADOR DE MATRICES.

El alimentador de matrices está también montado en el armazón y actúa de modo análogo. En lugar de por la uña, la tira es conducida por dos redillas apuestas montadas sobre la corredera y por otro juego de redillas opuestas montadas en el bastidor fijo de la alimentación. Dentro de las redillas hay incorporado un mecanismo que les permite girar en una dirección solamente. Cuando se intenta hacerlas girar en el otro sentido, se bloquean.

ALIMENTADOR DE RODILLOS.

Otro método de alimentar las tiras automáticamente en una matriz es por medio de un rodillo alimentador montado en la placa de selero de la prensa e impulsado por un disco solidario del eje del cigüeñal. Los rodillos de alimentación presionados por un muelle hacen que la tira avance una longitud previamente ajustada usualmente 0,016 pulg. (0,254 mm) después del registro. Cerca del final o extremo inferior de la carrera, un brazo montado en el pisón hace contacto con el rodillo alimentador para desenganchar los rodillos. Piletos incorporados en la matriz entran en agujeros previamente perforados en la tira para efectuar un registro perfecto.

VI PRENSAS AUTOMÁTICAS Y SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO.

Por último abordaremos un tipo de prensas avanzadas, el desarrollo de las máquinas para el deformado en frío de los metales ha tenido en nuestro país, en el transcurso de los últimos años, una evolución importante, situando las posibilidades de la construcción de objetos mediante el troquelado en una línea muy avanzada.

El diseño de las modernas prensas atiende ya no solamente a las necesidades de

accionamiento manual, sino también a las exigencias de concatenar procesos automáticos enlazando entre sí cadenas de prensas para llevar a cabo diversas operaciones sobre un mismo proceso de ejecución.

Fundamentalmente, en la prensa excéntrica, las modificaciones básicas atienden al mecanismo de disparo, habiéndose sido sustituido el sistema de claveta oscilante por un embrague automático que concede a la máquina una gran versatilidad de manejo. Estas mejoras hacen posible las siguientes operaciones.

- a).- Disparo con ambas manos (salvamano)
- b).- Disparo con la mano derecha dejando libre la izquierda
- c).- Disparo con la mano izquierda dejando libre la derecha
- d).- Disparo mediante pedal
- e).- Paro de emergencia en cualquier punto de la carrera de la máquina.
- f).- Avance voluntario del carro portahútiles de la máquina para la posición de ajuste de los útiles.

Cualquiera de las condiciones anteriores pueden combinarse con cada uno de los diferentes tipos de ciclos de trabajo que son:

- a-1).- Ciclo continuo, durante el cual, al ser accionada la máquina mediante cualquiera de los procedimientos a), b), c), d), la máquina estará funcionando constantemente hasta que los elementos de mando sean liberados.
- a-2).- Ciclo intermitente, durante el cual, al ser accionada la máquina y a pesar de que el operario que la manipula siga presionando los elementos de mando, tales como pulsadores ó palancas, la máquina solamente dará un ciclo único de trabajo, es decir un golpe, deteniéndose una vez finalizado éste.

Con la inclusión de embragues automáticos, se facilita la posibilidad de disponer en las máquinas de eficaces elementos de seguridad que permitan la detención automática de la misma cuando cualquiera de los elementos del útil sufre entrapamiento ó avería. En definitiva, la aplicación de embragues y frenos electromagnéticos ó neumáticos, en las máquinas de potencia ligera es necesaria por su seguridad y posibilidad de convertir a éstas en elementos más versátiles y adaptables a-

que se utilizan prensa de montantes rectos o de transmisión por el fondo de gran tamaño y de doble o de triple efecto.

Las capacidades de las prensa hidráulicas pueden llegar hasta tanto como 50,000 ton. El tamaño de la prensa se determina por el área de la mesa, o espacios disponibles para el montaje de los trequeles. En las prensas de costados rectos, esta área está limitada por la distancia entre las columnas de la prensa, pero en las prensas de tipo inclinable en "C", el área solamente está limitada por el tamaño de la placa para el montaje de los trequeles que puede ser soportada con rigidez. Otro factor limitador en el tamaño de la prensa es la distancia vertical desde el plano de soporte del trequel hasta la parte inferior de la corredera ó piñón en su posición inferior y ajustando a su máxima altura.

Debe darse una consideración detallada a muchas características individuales de diseño y construcción. En realidad, la verdadera capacidad en ton. de una prensa mecánica en particular varía a través de su carrera y está limitada finalmente por la resistencia de varias partes de su mecanismo.

La figura es una gráfica que indica las variaciones en la capacidad de tonelaje real de las prensas, debe notarse que el llamado tonelaje nominal completo se consigue únicamente en un punto de la carrera del piñón 12.7 cm (1/2") sobre la parte inferior de la misma. Si se hiciese contacto con el material más arriba de este punto, la fuerza de presión real disponible será menor que el tonelaje nominal. Por debajo de este punto, se dispone teóricamente de un tonelaje mayor pero su aplicación sobrecargaría el mecanismo y la estructura de la prensa podría ocasionar una seria deflexión e incluso rotura.

Por consiguiente, al considerar el tonelaje nominal de una prensa mecánica para determinar su adaptabilidad para una aplicación dada, debe conocerse la distancia sobre el punto inferior de la carrera a la que se obtienen del mencionado tonelaje nominal. Una prensa de 100 ton. que logra su máxima capacidad solamente a 6.35 cm (1/4") del fondo de su carrera se considera más ligera y menos rígida que una prensa del mismo tonelaje nominal que obtiene su máxima capacidad a 12.7 ó 19.5 cm -

la función que deben realizar en las prensas para potencia a partir de 45 ton, el empleo de tales sistemas es imprescindible.

EL EMBRIGUE FRENO ELECTROMAGNETICO.

Para comprender el modo de accionar que tiene un embrigue comandado eléctricamente nos referimos a está, la estructura es similar y está constituida por un embrigue-freno electromagnético en que el embrigue es accionado cuando se excita un electroiman, y el freno responde por la reacción de un grupo de cuellas.

LA PROBLEMA COORDENADA EN LINEAS DE MAQUINAS.

Es evidente que aunque tan sólo sea a título ilustrativo, se emplean tales conocimientos con las tendencias hacia el automatismo que hacen incrementar los rendimientos de los equipos.

Uno de los problemas interesantes que han sido satisfactoriamente resueltos ha sido la ejecución de segundas operaciones, mediante un sistema accionado electro-neumáticamente, que esencialmente consiste en lo siguiente: un brazo que tiene movimiento en sentido perpendicular y radial lleva en su extremo unas pinzas que pueden ser abiertas o cerradas de acuerdo con el programa prescrito. Ante la matriz que debe hacer la segunda operación hay situada una bandeja que contiene las piezas que deben ser troqueladas de segunda operación. El brazo automático, sincronizado con el movimiento de descenso de la prensa cierra la pinza cogiendo una pieza, describe un arco hasta alejar la pieza en el interior del negativo del troquel abre la pinza, asciende y gira describiendo una trayectoria inversa a la que en un principio describió al iniciar el ciclo, quedando finalmente en posición para recoger y trasladar una segunda pieza, y así sucesivamente.

Este nuevo campo es ilimitado y la descripción de sistemas sería prácticamente interminable; un resumen de movimientos básicos bastará para, combinándose poder producir cualesquiera procesos de transferencia entre prensas.

9.2 CAPACIDAD Y CARGAJES DE LAS PRENSAS.

La capacidad de las prensas se expresa en toneladas desde 5 ton. para las prensas inclinables más pequeñas hasta 400 ton y aún más en casos especiales en las -

(1/2" & 3/4") arriba de la parte inferior de la carrera. Por otra parte, las prensas hidráulicas proporcionan todo su tonelaje nominal a cualquier punto de la carrera del pistón.

También son de importante consideración tanto las características de la carrera como su longitud y velocidad, puesto que ellas determinan la velocidad lineal de la corredera en metros por minuto al hacer contacto con el material. Esta velocidad a su vez, es un factor crítico en el troquelado porque la velocidad a la cual se puede trabajar en fierro y otros metales es limitada y si se excede esta velocidad crítica de trabajo puede resultar en rajaduras o deformaciones de la pieza o dobles en el troquel.

La velocidad lineal de la corredera varía también a través de su carrera desde un máximo a la mitad de la misma hasta cero, tanto en la parte inferior como en la superior de la mencionada carrera por lo tanto, es necesario considerar el punto de la carrera en que el pistón hace contacto con el material, para poder determinar tanto el tonelaje disponible como la velocidad de trabajo.

Como una regla general al seleccionar prensas para operaciones de embutición, cuando la velocidad de la corredera es especialmente crítica, la carrera de la prensa mecánica deberá ser al menos tres veces mayor que la profundidad de embutición deseada. Y aún entonces el pistón hará contacto con el material en un punto de la carrera superior al inferior de la misma y la prensa, trabajará bajo considerable desventaja mecánica. Por lo anterior se podrá apreciar fácilmente las ventajas de las prensas hidráulicas para las operaciones de embuticiones profundas, total capacidad, y velocidad controlada en cualquier punto de la carrera. Para vencer el corto número de golpes por minuto que las limitaciones en la velocidad de trabajo imponen sobre las prensas mecánicas de carrera larga, se dispone de cierto número de mecanismos especiales para prensas. Estos mecanismos hacen el uso de embragues de velocidad variable o mecanismos de articulación para conseguir una disminución en la velocidad lineal de la corredera durante la parte activa de la carrera y permitir un gran aumento en el número de golpes sin exceder la velocidad

de embutición de seguridad.

Otros detalles importantes son las provisiones para la sujeción y guía de la corredera. La rigidez de la bancada es también un factor vital desde el punto de vista de lograr una vida máxima de el troquel y una precisión de operación de troquelado. Una deformación excesiva de la bancada bajo carga ocasionará, un desgaste excesivo de el troquel así como troquelados defectuosos.

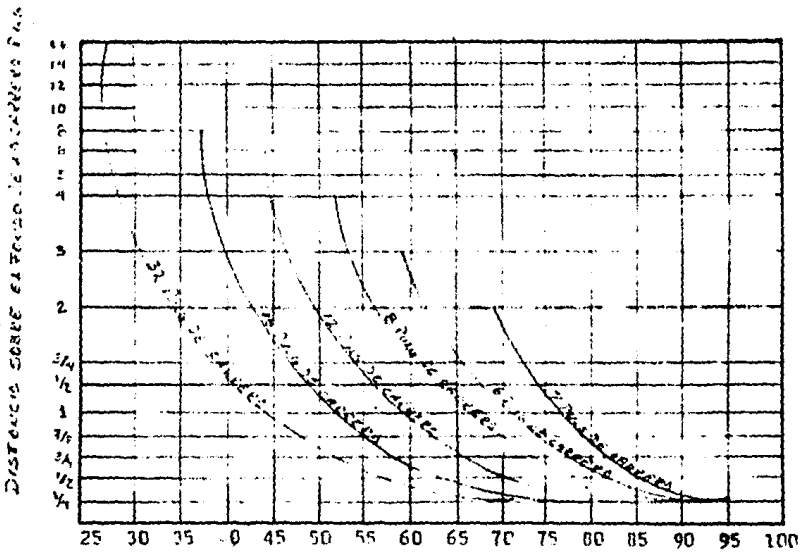
Con todas las consideraciones hechas la tabla siguiente nos indica el tamaño y capacidad general de varios tipos de prensas estándar. Pero debe recordarse que las características individuales de construcción y de operación de la prensa deben ser cuidadosamente analizadas en relación con las aplicaciones gráficas.

Ademas de las consideraciones sobre el tamaño y la capacidad que determinan la posibilidad de una prensa para realizar una operación de troquelado determinado, son también especialmente importantes en la evaluación de la prensa la seguridad, funcionalidad, mantenimiento, y versatilidad de la misma.

5.3 LA SEGURIDAD

La seguridad es de primordial importancia, y las prensas varían ampliamente en el grado de seguridad que proporcionan para los operarios, troqueles, y de la misma máquina. Merecen una cuidadosa atención las características especiales de seguridad que reducen o eliminan la repetición de golpes, el agorrotamiento en el fondo de la carrera, o las fallas en la lubricación. La funcionalidad de operación y la facilidad de mantenimiento son esenciales debido a que las prensas se emplean principalmente para producción continúa de gran velocidad donde son intolerables las paradas frecuentes y largas.

También es deseable la versatilidad, porque durante la vida de la prensa, las necesidades de troquelado cambian a menudo como resultado de mejoras y modernización de los productos. Cada cambio significa nuevos troqueles y nuevos materiales que deben estar dentro de las límites de las posibilidades de la prensa en términos de espacio para el troquel, velocidad de golpes, y capacidad en tabuladas.



PORCENTAJE DE LA CAPACIDAD

NOMINAL EN TONELADAS

TONELAJE DISPONIBLE A VARIOS PUNTOS DE LA CARRERA DE LA PRESA

NOTA: Las unidades se dejan en pulgadas para apreciar mejor la cantidad de tonelaje en varios puntos de la carrera.

TAMAÑOS Y CAPACIDADES NOMINALES DE LAS PRENSAS
DE TIPO ESTÁNDAR (J.I.C.)

	Tonelaje Nominal	Golpes X Min.	Long. de Ca- rrera (Pulg.)	Altura al Punto inf. de la carrera (pulg.)	Área de la Bancada (en pulg.)
INCLINABLES					
(CON ENRAMEJE)	25-200	55-32	2-1/2-12	6-1/2-30.3/4	10X6.1/4-58 X34
DE MONTANTES					
SIMPLE EFECTO	100-2500	50-18	4-32	18-46	24X30-228X 108
DOBLE EFECTO	250-2000	14-8	21-42	56-64	36X42-228X 108
MECANISMO POR LA PARTE INFERIOR					
SIMPLE EFECTO	400-1250	25-15	16-36	52-84	84X60-200X 100
DOBLE EFECTO	$\frac{500-1600}{300-700}$	15-10	$\frac{20-42}{16-32}$	$\frac{64-86}{54-76}$	84X60-144X 96
GRAN VELOCIDAD	25-800	600-30	1-8	11-32	14X7-86X32

JOINT INDUSTRIES CONFERENCE

NOTA: Las unidades se dejan en pulgadas para apreciar mejor los tamaños y capacidades nominales de las prensas de tipo estándar.

A continuación ilustramos algunas de las prensas mencionadas en este capítulo.

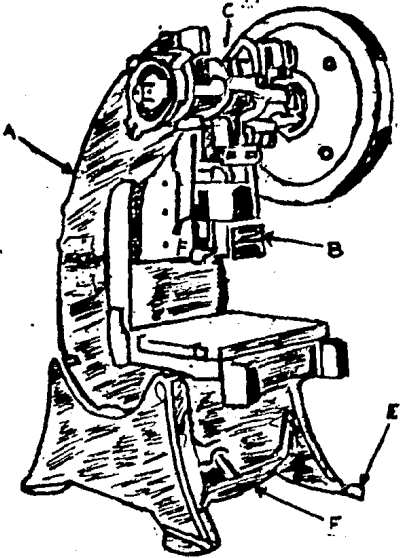


FIG. 9.1 PRENSA DE EXCENTRICA

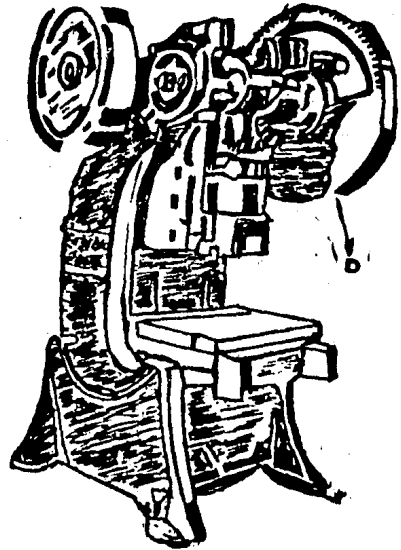


FIG. 9.2 PRENSA DE EXCENTRICA CON
REDUCCION POR ENGRANES

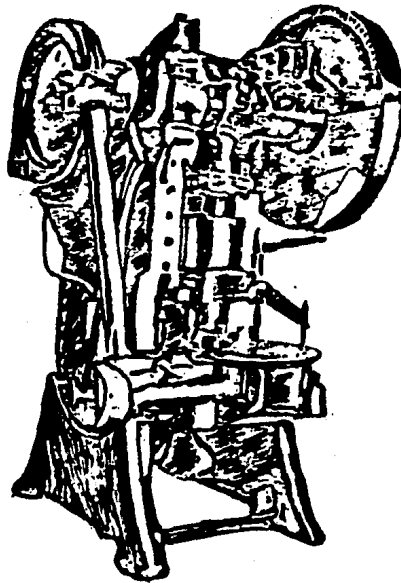


FIG. 9.3 PRENSA CON PLATO REVOLVER

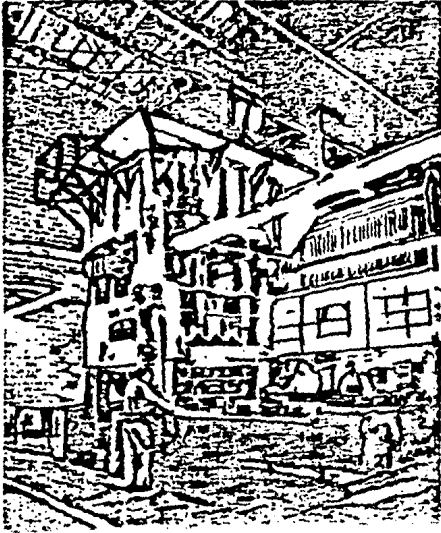


FIG. 9.4 PRENSA GRANDE DE CUATRO COLUMNAS.

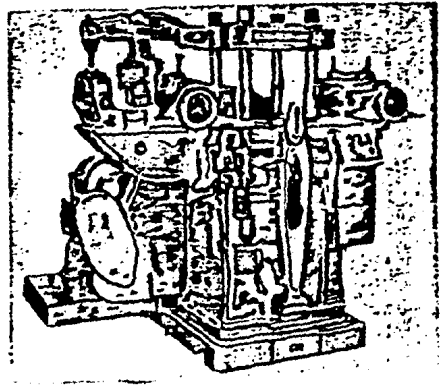


FIG.9.5 FRENSA DE CUATRO COLUMNAS CON TRANSMISION INFERIOR

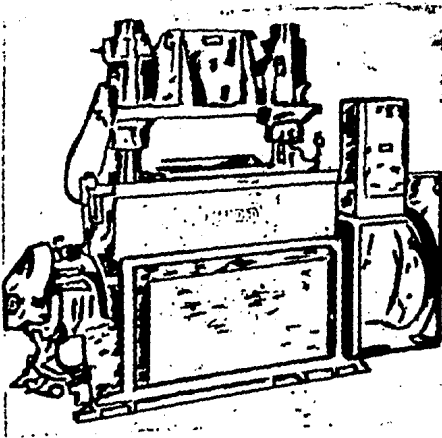


FIG. 9.6 PRENSA CON TRANSMISION INFERIOR

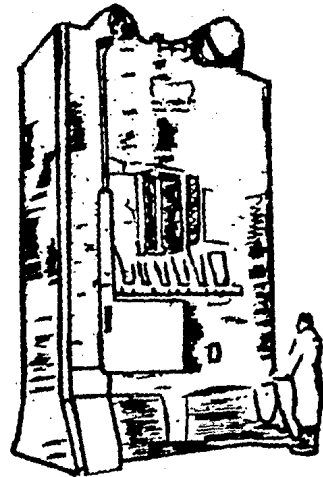


FIG. 9.10 PRENSA DE DOS MONTANTES

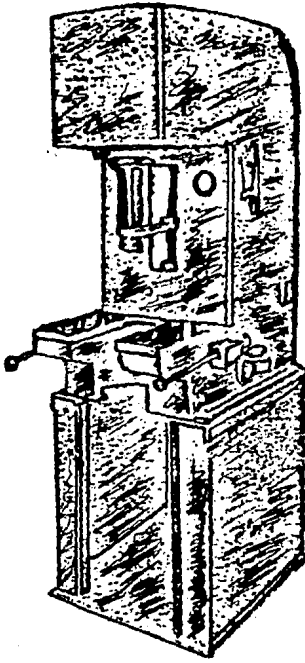


FIG. 9.7 PRENSA HIDRAULICA

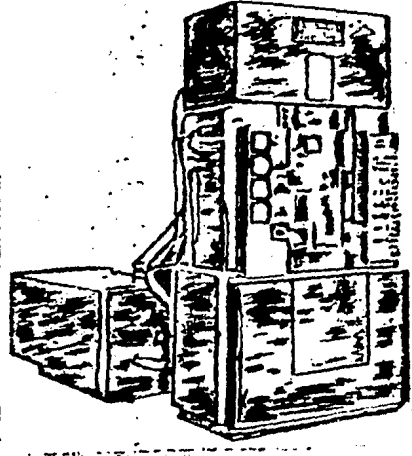


FIG. 9.8 PRENSA HIDROFORM

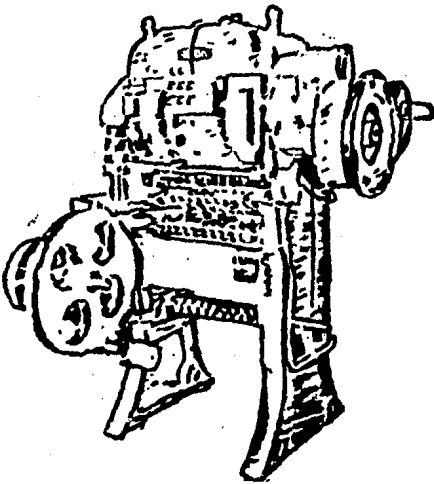
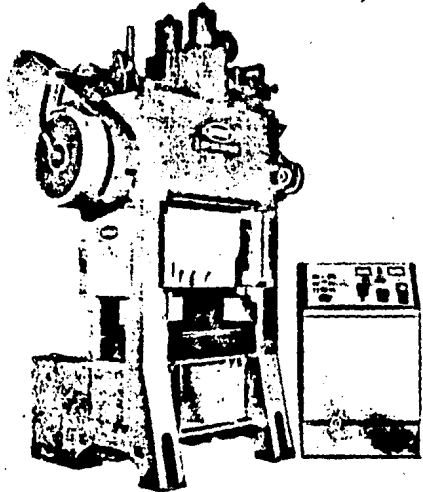


FIG. 9.9 PRENSA TRANSFER



9.14 PRENSA DE ULTRA ALTA VELOCIDAD

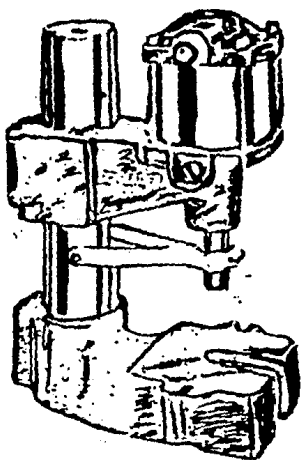


FIG. 9.11 PRENSA NEUMÁTICA

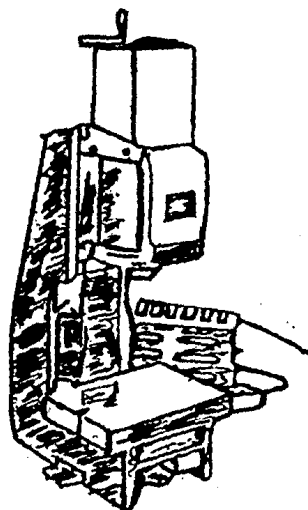


FIG. 9.12 PRENSA ELÉCTRICA

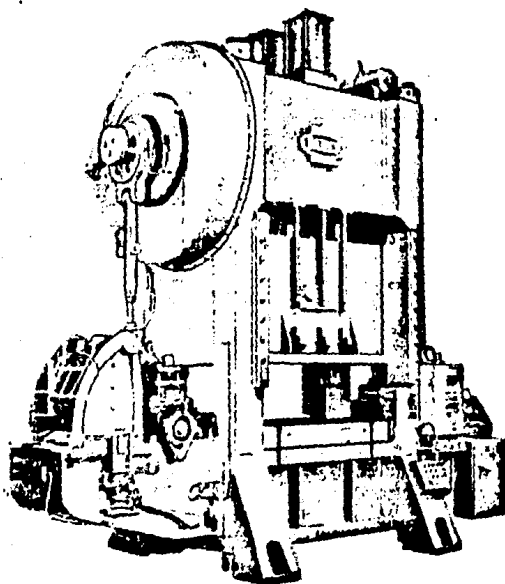


FIG. 9.13 PRENSA DE SUPER ALTA VELOCIDAD

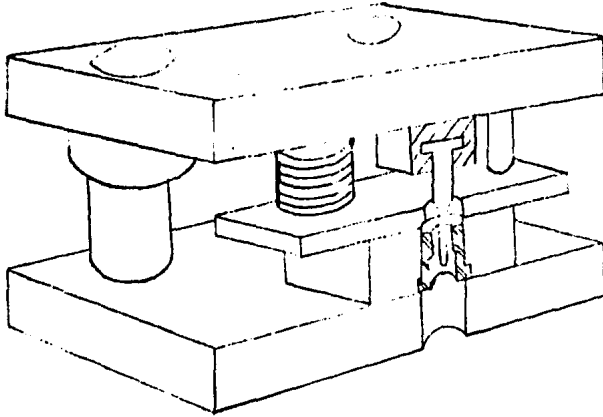
9.4 PARTES ESTÁNDAR.

Ahora bien vamos a introducirnos en aquellas partes que son normalizadas es decir los elementos que podemos adquirir de acuerdo a estándares y especificaciones bien definidas para la elaboración de un traquel, donde estos componentes son fabricados bajo una serie de normas técnicas cuyo fin es la de unificar y simplificar el uso de determinados productos y facilitar la fabricación de estos, por esto se menciona el punto siguiente que es partes de catálogo que es de gran ayuda por que es una guía para la adquisición de los elementos, por que contiene la información deseada sobre las diversas dimensiones que son estándar y son usadas por los diseñadores para la conformación de un traquel, donde cada una de sus partes son adquiridas toda vez que se a hecho el análisis del diseño de la herramienta.

Este punto ofrece una explicación de las partes que conforman el traquel, así como una descripción de los componentes que pueden ser adquiridos en el mercado de acuerdo a las especificaciones de el diseñador.

A continuación exponemos algunos componentes estándar para la elaboración de el traquel, y punto seguido nos referimos a estos para que se tenga un conocimiento adecuado de ellos.

- A.- ZAPATAS
- B.- BUES
- C.- PASTE GUIA
- D.- TORNILLOS ALLEN
- E.- PASADORES
- F.- MUELON
- G.- RESORTES
- H.- TORNILLOS GUIA



A. ZAPATAS O PORTA TROQUELES.

Después de haber sido diseñados todos los detalles, se selecciona un armazón de tamaño y forma apropiadas en un catálogo de un fabricante, hay que considerar en primer lugar las dimensiones desde la parte anterior a las columnas y de lado a lado. Esta es el área de la zapata ó espacio utilizable, al que deben estar sujetados todos los detalles.

Si guiando los criterios previos y eligiendo los elementos adecuados de base de troquel, se obtienen las siguientes ventajas:

- 1.- Las pastas se mantienen en alineación correcta durante el proceso de corte aunque exista alguna holgura en el pisón de la prensa. Así se mantiene el juego de los bordes de corte para producir piezas exentas de rebaba.
- 2.- Se aumenta la duración de la matriz.
- 3.- Las matrices se pueden instalar en las prensas en un tiempo mínimo a causa de que son unidades independientes.
- 4.- Se facilita el almacenamiento. No hay posibilidad de pérdida de partes sueltas.
- 5.- Las matrices correctamente diseñadas se pueden afilar sin desmontar los miembros de corte.

Los elementos de base de troquel normalizados, más frecuentes están incluidos en el margen de 76X76 mm a 1143X1529 mm. Los espesores de las zapatas están deter-

hades para seleccionarse desde un margen de 25 a 89 mm con incrementos de 6.37 mm. Las bases de traquel se fabrican de acuerdo a dos estándares de exactitud de precisión y comercial.

DE PRECISION.- Las tolerancias de ajuste entre las casquillas (bujes) y columnas guía varían de 0.0051 mm a 0.0101 mm. Por lo que garantiza una alineación precisa entre los punzones y los correpondientes agujeros de la placa matriz.

COMERCIAL.- Tienen huelgos mayores entre los bujes y columna guía de 0.0101 mm a 0.0228 mm esto es para matrices que realicen operaciones de doblado, conformado y otras en que implique el corte.

Los materiales para zapatas de traquel por lo regular son de:

- 1.- Semiacero
- 2.- Todo Acero
- 3.- Combinación, en la cual la base portapunzón es de semiacero y el portamatriz es todo acero.

El semiacero contiene solamente un 7% de acero y se considera como fundición. Las zapatas salen con su forma de fundición y luego son mecanizadas.

Se utiliza acero para situaciones de trabajos duros que impliquen la posibilidad de retorno de las matrices. Ocurre frecuentemente que un portamatriz de hierro fundido se rompe en dos a causa de la presión.

Para la compra de las zapatas se deberá considerar la siguiente información.

- 1.- Fabricante
- 2.- Tipo
- 3.- Tamaño
- 4.- Material
- 5.- Espesor de las zapatas
- 6.- Tipo y Longitudes de los Bujes
- 7.- Longitudes de las Columnas Guías
- 8.- Diámetro del Mamelón
- 9.- Grado de Precisión.

BASE PORTAPUNZONES (Zapata Superior).

El miembro superior de trabajo del juego de zapatas se denomina base portapunzones. El nombre es fácil de recordar a causa de su relación con los punzones, que normalmente son aplicados encima de la tira y están fijados a la parte inferior de la base portapunzones las superficies A están acabadas. Se les emplea por el diseñador para escuadrar y situar los componentes de punzón de el troquel. También las superficies B están acabadas. La superior descansa o se apoya en la parte inferior del pisón de la prensa. Los componentes de punzón están fijados en la superficie inferior acabada.

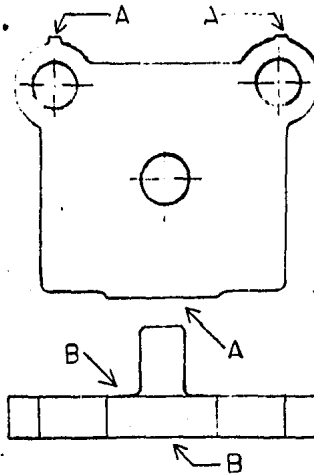


Fig. 9.4.1 Zapata Superior

PORTA MATRIZ (Zapata Inferior)

El portamatriz es el miembro inferior de trabajo del armazón. Su forma corresponde a la de la base portapunzones salvo que está provista de nervios de sujeción A que tienen ranuras para sujetar el portamatriz en la placa de solera de la prensa.

Se emplean superficies mecanizadas B para el escuadrado y el posicionado de los componentes de la matriz. También en la superficie C están acabadas. La inferior descansa sobre la placa de solera, y la placa matriz y otros componentes se fijan en la superficie superior.

Ordinariamente el portamatriz se hace más grueso que la base portapunzón para compensar el efecto debilitador de los agujeros de salida de la pieza y discos de metal, los cuales deben ser mecanizados en toda la altura. Las proporciones ordinarias para las matrices de pequeño y medio tamaño son:

Espesor de la base portapunzones - 31.75 mm.

Espesor del portamatriz - 38.1 mm.

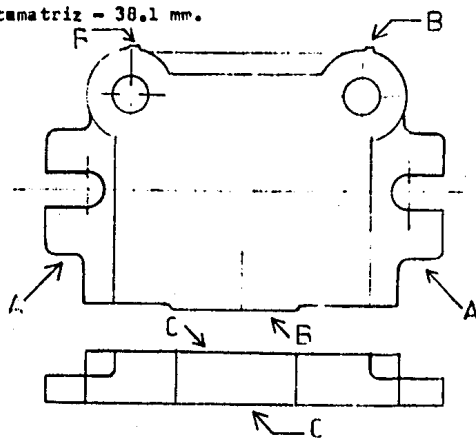


Fig. 9.4.2 Zapata Inferior con saliente de fijación (A) y superficies mecanizadas B y C.

B. BUJES O CASQUILLOS.

Bujes rectificadas exactamente, o bujes guía se acoplan con las columnas guía para alinear la base portapunzones con el portamatriz la mayoría de los bujes son de acero de herramientas aunque también se fabrican de bronce existen dos tipos:

1.- Bujes sencilla que son simples manguitos introducidos a presión en la base portapunzones.

2.- Bujes de resalte que están torneados en un extremo y que entran a presión en la base portapunzón contra el resalte así formado. Son recomendables para todas las matrices que realizan operaciones de corte.

En general se pueden reconocer dos longitudes diferentes para los bujes sencillos, normal y larga. Los bujes de resalte se suministran en tres longitudes: normal, larga y extrolarga. La longitud seleccionada dependerá de los requisitos de

precisión de la matriz. Cuanto más larga sea el buje más exacta será la alineación de los miembros de punzón y matriz. Esto es de particular importancia en las operaciones de corte, especialmente para materiales delgados cuando las separaciones u holguras entre los extremos cortantes son pequeñas.

Las columnas y los bujes se ensamblan con ajuste de contracción en agujeros tallados en la base portapunzón y en el portamatriz las columnas y los bujes son sometidos a un tratamiento de profundo enfriamiento, reduciendo por consiguiente sus diámetros. Luego se les inserta en la base portapunzón y en el portamatriz y se les calienta hasta temperatura ambiente, con lo que se expanden y se obtiene un ajuste forzoso entre los componentes.

Los bujes guía están provistos de ranurado para el engrase. Se mecanizan ranuras helicoidales en las superficies internas para la retención y la distribución del lubricante.

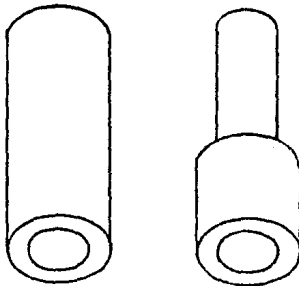


Fig. 9.4.3 Dos tipos comunes de casquillos guía.

Bujes Autoengrasables: se construyen de acero en polvo poroso, presenta cavidades internas las cuales se llenan de lubricante durante la fabricación. En el uso el aceite se introduce en las paredes porosas por capilaridad. El lubricante almacenado es suficiente para toda la vida del buje.

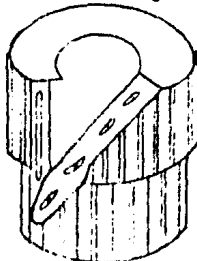


Fig. 9.4.4 Tipo comercial de casquillo guía autolubrificante construido con aleación de acero porosa.

Bujes Guía Desmontables: Son bujes de resalte provistos de grapas que se acoplan en una ranura anular mecanizada en la pared del buje o en el resalte. Luego se introducen tornillos de cabeza cilíndrica hueca en la base para su inmovilización. La parte torneada del buje no entra con ajuste a presión en la base de la matriz, sino que es rectificada para que el ajuste sea deslizante a fin de que sea fácil el desmontaje.

Estos bujes se fabrican de acero y también en bronce, y se suministran de dos grapas A o de tres grapas B, según sea el tamaño, los bujes guía desmontables se especifican para largos períodos de trabajo, cuando se prevé que los bujes y las columnas guía requerirán su sustitución.

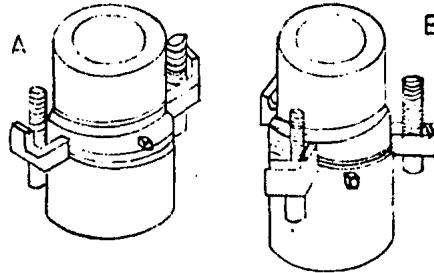


Fig. 9.4.5. Casquillos guía desmontables utilizados para grandes producciones.

Casquillos Con Rebordes: Se pueden emplear cubos desmontables con reborde como bujes guía en juegos de matrices grandes. Se utilizan para trabajos pesados cuando son previsibles largos períodos de funcionamiento. Estos cubos están torneados para la colocación en los agujeros del juego de matrices y se les fija con tornillos de cabeza cilíndrica hueca para que sea fácil su sustitución. Hay tres tipos de bujes con reborde:

- 1.- **Reborde montado.**- la mayor parte de la superficie de apoyo está dentro del juego de matrices.
- 2.- **Desmontables.**- empleado como casquillo y también como soporte de columna guía.
- 3.- **De gran apoyo.**- éstos tienen una superficie de apoyo separada por nervios.

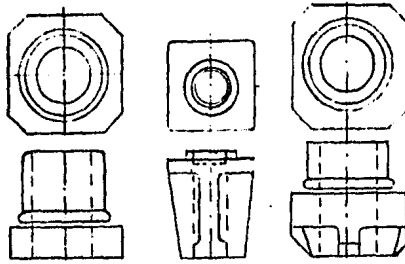


Fig. 9.4.6 Tres tipos de casquillas con reborde desmontables para trabajos pesados y grandes prod.

Armazones con Cojinetes de Bolas: Algunos armazones están provistos de cojinetes de bolas en lugar de bujes guía. Los paste guía están introducidos a presión en la base por apunzones y soportan cojinetes de bolas A, que a su vez están guiados en manguitos templados B introducidos a presión en el portamatriz. Los cojinetes son precargados para eliminar el juego lateral. La lubricación se efectúa por engrasador colocado en la instalación; éste suele ser suficiente para toda la vida del cojinete. El inconveniente es que ocupa más espacio que los bujes y reducen una pequeña extensión del espacio de la matriz.

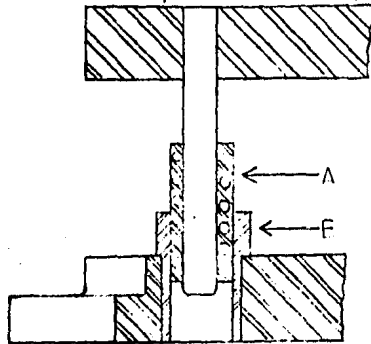


Fig. 9.4.7. Montaje en que se utilizan cojinetes de bolas en lugar de casquillas guía.

C. PASTE GUIA (Columna Guía).

Las columnas guía son pasadores rectificadas con precisión que entran con ajuste forzoso en agujeros taladrados exactamente en el portamatriz. Se introducen en

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

Existen seis tipos de columnas;

- 1.- Columna guía pequeñas ordinariamente templadas y rectificadas sin centro, particularmente para usos más comerciales.
- 2.- Columnas de mayor diámetro rectificadas entre centros después del temple.
- 3.- Las columnas con rebaje en lo que será la superficie de la matriz. Este rebaje suele ser aplicado a las columnas de precisión.
- 4.- Columnas guía con mecanizado para evitar agarramiento en un extremo proporcionar facilidad y rapidez en el montaje y desmontaje.
- 5.- Columnas guía con resalte que se emplean conjuntamente con bujes de columna guía que tienen el mismo diámetro de ajuste en la base partepunzones que el resalte citado.
- 6.- Columnas guía desmontables que pueden ser sacadas fácilmente de la matriz para elafilado de ésta. Se emplean en matrices grandes y en matrices que tienen más de dos columnas.

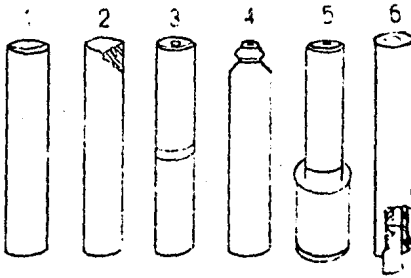


Fig. 9.4.8 Seis tipos de columnas guía.

Las columnas guía para elementos partetroqueles de precisión, tienen un revestimiento de cromo duro el cual provee una alta resistencia al desgaste, debido a que se reduce el rozamiento en más del 50%.

En los troqueles de operaciones secundarias, las columnas deben tener la suficiente longitud para que nunca dejen sus bujes en funcionamiento. Este como una me-

medida de seguridad para evitar el posible aplastamiento de los dedos introducidos accidentalmente entre las columnas y los bujes cuando trabaja la matriz.

En el diseño de las columnas guía se especifican por lo menos 6 mm más corto que la altura de cierre de la matriz (la distancia desde la superficie inferior del partamatriz a la superficie superior de la base partapunzón, excluyendo el mango, y medida cuando la base partapunzones está en la posición más baja de trabajo). Esto proporciona un margen de rectificado a fin de garantizar que la parte superior de las columnas no chocarán con la parte inferior del pisón de la prensa cuando la zapata superior queda en posición de trabajo más baja a consecuencia de ser afilados los punzones.

Columnas guía a prueba de Agarretamiento: El agarretamiento se produce en las fases iniciales de acoplamiento de la base partapunzón y del partamatriz han constituido durante mucho tiempo una dificultad debido a que existe un ajuste forzoso. Para evitar este efecto se construyen columnas con las siguientes características.

- 1.- Un rectificado cónico guía al buje sobre la columna.
- 2.- Una parte cilíndrica de poca altura del mismo diámetro que la columna que centra al buje. La parte cilíndrica es suficientemente estrecha y permite el balanceo sobre ella.
- 3.- En esta parte mecanizada se evita el agarretamiento. A causa de que ha sido suprimido el metal no se puede producir la adherencia.
- 4.- Guía rectificada del buje para acoplar con el diámetro máximo de la columna.

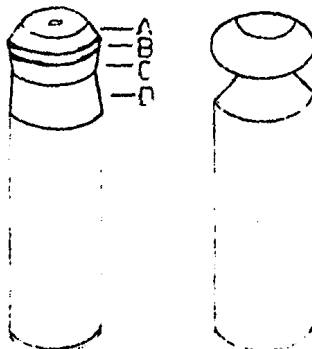


Fig. 9.4.9 Dos tipos de columnas adquiribles en el comercio y que evitan el agarretamiento al iniciarse el acoplamiento de las zapatas.

Extremos de Columnas Rebajadas: Es otro método de ensamble empleado por la JANY MACHINE SPECIALTIES INC., donde una de las columnas guía es más larga que la otra. El portapunzón se introduce primero en la columna más alta y es alineado antes de acoplear con la otra columna, la diferencia de altura en ambas es de 13 mm.

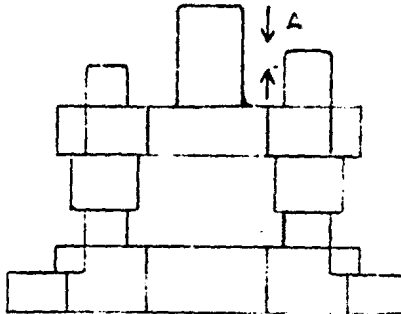


Fig. 9.4.10 Columnas guía de distinta longitud para facilitar la colocación de la zapata sup.

D. TORNILLOS ALLEN.

En este punto no solo nos referimos a los tornillos allen sino a una serie de sujetadores en donde estas realizan funciones importantes. En el diseño de herramientas y matrices los sujetadores son el eslabón más débil de la herramienta y si no son seleccionados y aplicados correctamente, pueden ser causa de fallas o averías de la herramienta o matriz.

Aquí mencionaremos los tipos de sujetadores más comunes utilizados para la construcción de matrices y son:

- 1.- Tornillos de cabeza cilíndrica hueca.
- 2.- Clavijas.
- 3.- Tornillos de cabeza semiesférica hueca.
- 4.- Tornillos de cabeza avellanada hueca.
- 5.- Tornillos de cabeza hueca con espiga.
- 6.- Prisioneros de cabeza hueca.
- 7.- Tuercas Allen.

Para ilustrar este punto recurriremos al punto siguiente donde se ilustran una serie de sujetadores por medio de un catálogo.

E. PASADORES.

Los pasadores mantienen los elementos perfectamente alineados por abstracción de presiones y empujes laterales. Facilitan también el rápido desmontaje de los componentes y el montaje en su forma primitiva. En la actualidad, los pasadores son componentes de herramientas de precisión y diseñadas y proyectadas cuidadosamente, se producen con gran precisión tanto en lo que se refiere a sus dimensiones como a sus características físicas.

Los pasadores se construyen de acero aleado, tratado térmicamente para producir una superficie exterior extremadamente dura con un núcleo algo más blando, para robustez para que resista a la cartadura y al aplastamiento, cuando se les introduce en agujeros con ajuste forzoso. La dureza de la superficie es 60 a 64 Rockwell C dureza del núcleo 50 a 54 C. La profundidad de la capa exterior dura se extiende de 10 a 20 milésimas de pulgada según el tamaño teniendo los tamaños más pequeñas una capa más delgada. Los pasadores se fabrican en un margen de tamaños que abarcan desde 3.2 mm de diámetro por 9.5 mm de longitud hasta 25 mm de diámetro por 152 mm de longitud.

Los pasadores se fabrican con dos magnitudes de sobredimensión o sobre tamaño:

- 1.- Pasadores regulares, empleados para todas las plantillas nuevas, separtes y matrices se hacen con un sobre tamaño de 0.01301 mm para proporcionar un ajuste forzado seguro.
- 2.- Pasadores de sobretamaño que se construyen con 0.0254 mm de más se les utilizan para trabajos de reparación cuando los agujeros de los pasadores han sido agrandados después de repetidos ajustes de los pasadores en ellos, y cuando los agujeros han sido accidentalmente mecanizados sobredimensionados.

Para ilustrar el tipo de pasadores en el punto siguiente se da una serie de ilustraciones por medio de un catálogo.

F. MANGA (Mango)

El mango del punzón sobresale de la base portapunzones y alinea el centro de la matriz con la línea central o eje geométrico de la prensa. En funcionamiento, el-

mango está fijado sólidamente al piñón de la prensa e impulsa a la periferia del punzón de la matriz elevándola y bajándola durante las operaciones de corte y extra.

Con zapatas de semiacero, el mango del punzón está fundido íntegramente con el cuerpo de la base portapunzones y luego es mecanizada. En zapatas de acero este es soldado eléctricamente a la base portapunzones y luego mecanizada. Los mangos de punzón también se pueden pedir separadamente. Estos están torneados en un extremo y rescados para acoplarlos en un agujero grande practicado en la base portapunzones. El diámetro del mango del punzón depende de la prensa elegida. Después de conocido el diámetro se puede encontrar la longitud en el catálogo de juegos de zapatas. El radio muerto A de la parte superior del mango del punzón y el resaca B en la parte inferior en que se efectúa la unión con la base portapunzones están dadas con un radio de 3.2 mm.

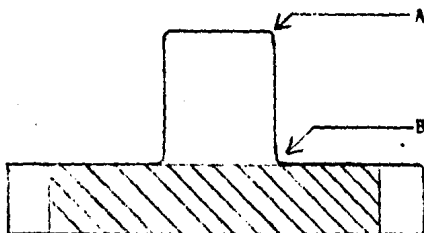


Fig. 9.4.11 Al margen de la zapata superior se le da un radio en A y B de $1/8''$.

6. RESORTES.

En lo que se refiere a resortes podemos decir que existe una codificación por medio de colores para las diferentes gamas de cargas y son:

Azul	Servicio medio
Rojo	Servicio pesado medio
Oro	Servicio pesado
Verde.....	Servicio pesado extra.

Aquí los gamas codificadas se han dispuesto técnicamente para proporcionar elementos de carga desde un grupo a otro, pero conservando las dimensiones físicas -

manga está fijado sólidamente al piñón de la prensa e impulsa a la porción del punzón de la matriz elevándola y bajándola durante las operaciones de corte y atrae.

Con zapatas de semiacero, el mango del punzón está fundido íntegramente con el cuerpo de la base portapunzones y luego es mecanizada. En zapatas de acero este es soldado eléctricamente a la base portapunzones y luego mecanizada. Los mangos de punzón también se pueden pedir separadamente. Estos están torneados en un extremo y roscados para acoplarlos en un agujero grande practicado en la base portapunzones. El diámetro del mango del punzón depende de la prensa elegida. Después de conocido el diámetro se puede encontrar la longitud en el catálogo de juegos de zapatas. El radio muerto A de la parte superior del mango del punzón y el radio B en la parte inferior en que se efectúa la unión con la base portapunzones están dados con un radio de 3.2 mm.

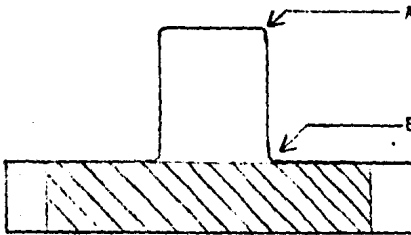


Fig. 9.4.11 Al mango de la zapata superior se le da un radio en A y B de $1/8''$.

G. RESORTES.

En lo que se refiere a resortes podemos decir que existe una codificación por medio de colores para las diferentes gamas de cargas y son:

Azul	Servicio medio
Naranja	Servicio pesado medio
Gris	Servicio pesado
Verde.....	Servicio pesado extra.

Aquí las gamas codificadas se han dispuesto técnicamente para proporcionar aumentos de carga desde un grupo a otro, pero conservando las dimensiones físicas -

constantes, tales como: medida del agujero, medida de la varilla y longitud en libertad. Para conseguir esto, la flexión máxima total para una longitud dada, se ofrece en cada tamaño de resorte a medida que la gama de cargas aumenta.

Para una selección adecuada de los resortes a utilizar empezaremos diciendo como primer punto el tipo de servicio que los resortes tendrán que soportar, carrera corta, carrera larga normal, alta velocidad o tensión extraordinaria. Otro punto consiste en que sabiendo la magnitud de las carreras de funcionamiento a que los resortes estarán sometidos, deben elegirse los resortes en la condición de servicio correcta. Conforme a la cual funcionarán eficazmente a la carrera indicada. El número de resortes necesarios se calcula tomando en consideración los kilogramos de presión para un solo resorte, otro punto es que se deben utilizar tantos resortes como la matriz pueda acomodar, siempre que produzcan la carga requerida con una flexión mínima. Esto incrementará la vida útil del resorte y reduce la posibilidad de rotura.

Los costos de los resortes son una pequeña parte del costo total de la matriz, es por este que una adecuada selección permite ahorrar una cantidad de dinero estimada como el tiempo invertido y la mano de obra para cada trabajo.

En el punto siguiente exponemos los tipos de resortes así como todas las referencias sobre ellos.

H. TORNILLOS GUIA.

El tornillo guía es el elemento donde va alojado el resorte, ahora bien cuando los resortes son cortos, no es necesario taladrar la placa expulsora. Los resortes son retenidos ya sea por agujeros en la placa portepunzones o por agujeros escafiados en la base portepunzones.

Para matrices de producción media se pueden aplicar los resortes alrededor de tornillos con espiga para este método no es recomendable para matrices de elevadas series a causa del desgaste de los tornillos con espiga y también de la necesidad de desmontar estos tornillos en el caso de que se rompan los resortes. Para trabajos duros es mejor utilizar tornillos con espiga con resortes de espiga confinados-

en agujeros ciertos practicados en la placa a fin de aumentar la resistencia.

Unidad de Muelle STRIPPIT: Las unidades de muelle Strippit son conjuntos que permiten la extracción de la placa expulsora sin desarmar los resortes, los tornillos de cabeza cilíndrica hueca o de cabeza avellanada hueca para placas delgadas retienen la placa expulsora a las unidades Strippit. A causa de que las presiones están centradas, se utilizan placas más delgadas y ya no se requieren tornillos con espiga.

9.5 PARTES DE CATALOGO.

En el mercado existen algunos fabricantes de partes para la conformación de un troquel, donde cada fabricante expone por medio de catálogos la variedad de partes fabricadas por ellos, donde todos los productos son fabricados bajo un estricto control de calidad estandarizada ya establecidas en nuestro país y que pueden ser utilizadas por los diseñadores para la selección de las partes necesarias para la elaboración de su trabajo de acuerdo a los requisitos que se le presenten para la conformación de los diversos tipos de troqueles.

En este punto por medio de catálogos damos una visión general de las partes que se pueden adquirir por medio de catálogos, ahora bien para la selección de estas partes podemos basarnos en las siguientes partes:

- 1.- Fabricante
- 2.- Tipo
- 3.- Tamaño (Previa Diseño del Troquel)
- 4.- Material
- 5.- Espesor de las Zepetas
- 6.- Tipos de Bujes
- 7.- Longitud de Columna Guía, así como el tipo
- 8.- Diámetro del Manelón
- 9.- Grado de precisión
- 10.- Precio.

Con una información adecuada y suficiente que se le brinde al diseñador ó diseñadores la selección por medio de catálogos de las partes que se requieren será de una manera fácil y rápida.

CONCLUSIONES .

La importancia que se tiene al realizar un estudio detallado sobre el diseño y fabricación de troqueles repercute fundamentalmente en el desarrollo de la industria metal-mecánica para crear y aumentar nuevos tipos de troqueles, que aumenten en mayor proporción la producción de uno ó varios objetos determinados, empleando las prensas troqueladoras de tipos diferentes que existen en la industria.

Las aplicaciones del troquelado son prácticamente infinitas, y en el curso de varios años y como consecuencia del auge industrial de nuestro país se ha desarrollado ampliamente, al iniciarse con él la construcción de una gran cantidad de artículos tales como aparatos eléctricos, material de radio, recambios y piezas de automovil, motocicletas, aparatos para uso domestico, pequeñas juguetes, piezas de máquinas de escribir, etc.

La característica del proceso de troquelado es la aplicación de grandes fuerzas que ejercen las prensas durante un cierto intervalo de tiempo, lo cual resulta en el corte ó deformación del material de trabajo.

El conjunto de operaciones a las que se somete la lámina plana hasta transformarla en una serie de objetos idénticos, es la forma más corriente que se tiene en la producción mecánica del troquelado.

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

- a). La gran capacidad de producción
- b). El precio de coste unitario poco elevado
- c). La intercambibilidad de las piezas
- d). La ligereza y solidez de las piezas obtenidas
- e). Amortización de la herramienta
- f). Obtención de piezas muy exactas

Otros factores adición les que han incrementado su importancia son:

- 1). El mejoramiento de las características:
 - a). Del material que se trabaja
 - b). Del material de las herramientas
- 2). El establecimiento de datos técnicos cada vez más precisos.

El diseño de troqueles es la parte importante de la ingeniería de herramientas, es una cuestión interesante y complicada. Por lo que es por mucho el más exacto de todos los trabajos de herramienta en general.

El diseñador de troqueles por lo tanto se encarga de crear diseños de los troqueles empleados para las diversas operaciones realizadas en los procesos troquelados en la conformación de piezas metálicas de lámina, al reunirlos y realizar otras diferentes operaciones.

Se puede asegurar que basándose en el amplio desarrollo de esta tecnología, el 95% de los procesos que involucran operaciones de troquelado, será realizado con éxito.

Con los criterios mencionados anteriormente se puede asegurar que muchas de las partes que actualmente requieren de trabajos hechos en máquina con arranque de viruta, seguramente podrán ser realizadas haciendo un estudio cuidadoso, en troqueles, con objeto de reducir su costo de fabricación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. S. T. M. E.
PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS.
Ed. CECSA, México 1969
- 2.- A. S. T. M. E. Frank W. Wilson.
DIE DESIGN HANDEOOK.
Ed. McGraw-Hill, 1965
- 3.- B. Wasslieff
EMBUTICION.
Ed. Hispano Europa
- 4.- CATALOGO ACEROS FORTUNA.
- 5.- E. Oberg, F. D. Jones
MANUAL UNIVERSAL DE LA TECNICA MECANICA.
Ed. Labor, México 1984
- 6.- J. R. Pequin
DISEÑO DE MATRICES.
Ed. Montaner y Simón, S.A.
- 7.- López Navarre
TROQUELADO Y ESTAMPACION.
Ed. Gustavo Gili
- 8.- Maria Reasi
ESTAMPADO EN FRIO DE LA CHAPA.
Ed. Dessad
- 9.- NORMAS ISO.
- 10.- Oehler - Kaiser
HERRAMIENTAS DE TROQUELAR, ESTAMPAR Y EMBUTIR .
Ed. Gustavo Gili, México 1981
- 11.- Richard A. Flinn y Paul K. Trojan
MATERIALES DE INGENIERIA Y SUS APLICACIONES .
Ed. McGraw-Hill, México 1982
- 12.- Sydney H. Avner
INTRODUCCION A LA METALURGIA FISICA .
Ed. McGraw-Hill, México 1983