



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
TROQUEL DE CORTE PARA LA FABRICACION
DE UN HERRAJE.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
AGUILAR CRUZ PONCIANO
AYALA NEIRA JOSE LUIS
SANCHEZ ALVAREZ JOSE ELEUTERIO

ASESOR: ING. MARCO ANTONIO HERNANDEZ RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
"Diseño y construcción de un troquel de corte para la fabricación de un herraje".

que presenta el pasante: Ponciano Aguilar Cruz
con número de cuentas: 3507335-2 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 22 de Agosto de 1996

PRESIDENTE	Ing. Soledad Alvarado Martínez	<i>[Firma]</i> 22-8-96
VOCAL	Ing. Daniel Bonilla Sapién	<i>[Firma]</i> 2/8/96
SECRETARIO	Ing. Marco Antonio Hernández Rodríguez	<i>[Firma]</i> 15-8-1996
PRIMER SUPLENTE	Ing. Enrique Cortés González	<i>[Firma]</i> 21/9/96
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Jesús García Lira	<i>[Firma]</i> 23/8/96



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'NI: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Diseño y construcción de un troquel de corte para la fabricación de un herraje".

que presenta el pasante: José Luis Ayala Nairn
con número de cuenta: 8035121-2 para obtener el TÍTULO de
Ingeniero Mecánico Electricista .

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 22 de Agosto de 1996

PRESIDENTE	Ing. Soledad Alvarado Martínez	<u>[Firma]</u> 22-8-96
VOCAL	Ing. Daniel Bonilla Sapién	<u>[Firma]</u> 2/08/96
SECRETARIO	Ing. Marco Antonio Hernández Rodríguez	<u>[Firma]</u> 24/08/96
PRIMER SUPLENTE	Ing. Enrique Cortés González	<u>[Firma]</u> 2/9/96
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Jesús García Lira	<u>[Firma]</u> 23/8/96



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Diseño y construcción de un troquel de corte para la fabricación de un herraje".

que presenta el pasante: José Eleuterio Sánchez Alvarez
con número de cuenta: 3807283-0 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 22 de Agosto de 1996

PRESIDENTE	<u>Ing. Soledad Alvarado Martínez</u>	<i>[Firma]</i> 22/8/96
VOCAL	<u>Ing. Daniel Bonilla Sapién</u>	<i>[Firma]</i> 22/8/96
SECRETARIO	<u>Ing. Marco Antonio Hernández Rodríguez</u>	<i>[Firma]</i> 22/8/96
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Enrique Cortés González</u>	<i>[Firma]</i> 21/9/96
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Jesús García Lira</u>	<i>[Firma]</i> 23/8/96

DEDICATORIAS:

A nuestros padres:

No porque el valor de este trabajo pueda compensar en algo sus sacrificios que hicieron posible la realización de nuestra carrera, sino únicamente como muestra de amor y agradecimiento.

A nuestros hermanos:

Por haber compartido cada momento de sus vidas y apoyo sin límite, y para que la unidad permanezca a través de las circunstancias y el tiempo.

A nuestros amigos y amigas:

Por haber compartido todos los amargos y bellos momentos, como una segunda familia durante esta etapa de nuestras vidas.

A los profesores:

Agradecemos de todo corazón a todos los profesores que directa e indirectamente se vieron involucrados en nuestra formación profesional; a todos ellos "gracias".

A nuestra escuela:

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan de la Universidad Autónoma de México, que nos dio la oportunidad de realizar y culminar nuestra carrera.

AGRADECIMIENTO

Gracias a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo, por que sin su valiosa ayuda no hubiera sido posible lograrlo.

A todos ellos les dedicamos esta tesis que con cariño y respeto presentamos:

Aguilar Cruz Ponciano.
Ayala Neira José Luis.
Sánchez Alvarez José Eleuterio.

CONTENIDO

Objetivo.	1
Introducción.	2
CAPITULO I	
Consideraciones teóricas para el diseño de máquinas y herramientas.	
I.1 Propiedades mecánicas de los materiales.	
I.2 Diagrama esfuerzo-deformación unitaria.	
I.3 Resistencia de materiales.	
I.4 Ajustes y tolerancias.	4
CAPITULO II	
Clasificación de los procesos productivos.	25
CAPITULO III	
Diseño del troquel de corte y punzonado.	
III.1 Prensas.	
III.2 Tipos de prensas para troquel.	
III.3 Partes del troquel.	
III.4 Cálculos para el diseño del troquel de corte.	32
CAPITULO IV	
Fabricación del troquel de corte y punzonado.	
IV.1 Selección del material.	
IV.2 Diagrama de procesos.	
CAPITULO V	
Pruebas y validación.	82
Conclusiones.	90
Apéndice	91
Bibliografía.	97

O B J E T I V O .

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

Ahora bien en la industria la utilización adecuada de esta herramienta, así como la 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 ésta.

I N T R O D U C C I O N .

La situación mundial en el aspecto económico tiene una gran influencia que repercute en los aspectos económicos y sociales de todos los países que sean potencias o no, pero es más marcada y afecta considerablemente a los países subdesarrollados que están en desventaja para competir con los países ricos o desarrollados tecnológicamente; es por esto que el país está pugnando por participar favorablemente en el campo internacional incrementado sus exportaciones de artículos manufacturados. Por esta razón y porque 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 lamina de acero sin tener que pagar altas sumas de dinero por patentes extranjeras.

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 estén interesadas en el tema que es bastante amplio para que los diseñadores puedan desarrollar e innovar en la existente variedad de troqueles de corte y punzonado, lo cual 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.

El diseño de troqueles o matrices, parte importante de la ingeniería de herramientas es un tema interesante. El diseñador de troqueles crea nuevos diseños para que sean empleados para conformar, estampar, punzonar, cortar, etc., piezas de lamina de acero y reunir las, para obtener así piezas determinadas de uso específico.

En la obtención de piezas con troqueles, se parte con la lámina de acero, aluminio, cobre, etc., miremos a nuestro alrededor, donde quiera que estemos ya sea en la calle, en la oficina en nuestra casa encontramos piezas trabajadas en frío o troqueladas como por ejemplo; las hebillas de los cinturones, las puertas de los automóviles, el clip de las plumas o lapiceros, los sartenes de cocinas, las cucharas, las terminales de luz, etc., lo cual nos da una idea del gran volumen e importancia de la industria de productos metálicos trabajados en frío o troquelados.

La palabra troquel es muy general y habrá que definir el significado con que se emplea en nuestro trabajo. En un sentido general significa una herramienta de prensa que sirve para doblar, embutir, cortar o punzonar, con todos sus componentes reunidos como son matriz, placa guía, punzones, base portapunzones, placa tope o zapata superior.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES TEÓRICAS PARA EL DISEÑO DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS.

Antes de iniciar prácticamente el tema del diseño de un troquel de corte, se ha preferido dedicar una parte de éste trabajo al conocimiento de las propiedades mecánicas de los metales y su comportamiento que al ser trabajados mediante herramientas los obligan a variar su forma, modificando su estructura e incluso su volumen. Considerando los conceptos generales de estas propiedades.

El motivo que nos ha inducido a tratar aquí las propiedades mecánicas, es la falta de relación que suele notarse entre tales propiedades como la elasticidad, plasticidad, resistencia de los materiales, resistencia a la fractura, su maleabilidad, su ductilidad, etc., y sus aplicaciones practicas que se tiene en el diseño de un dispositivo (máquina o herramienta), útil para la fabricación de pequeñas o grandes piezas.

No se pretende suplir esta relación mediante la exposición de datos y cálculos matemáticos, pero si esperamos que estos sirvan de indicios a los diseñadores y también a los investigadores, para demostrar en la práctica las operaciones del troquelado, y que puedan ser asentados sobre una base científica.

El estudio del corte y formado de materiales sin arranque de viruta se apoya íntegramente en las propiedades de elasticidad, plasticidad y resistencia de materiales, las cuales nos describe 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-deformación.

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

I.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES.

Las propiedades mecánicas son aquellas que indican como el material se comporta cuando el material esta sujeto a varias cargas o combinación de cargas. Dichas propiedades mecánicas son determinadas por pruebas estandarizadas delineadas por THE AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS (ASTM). El conocimiento de estas propiedades permite al diseñador determinar el tamaño, forma y método para la fabricación de la estructura y de los elementos de una máquina. Debido a que no se tienen dos especímenes de pruebas cuya "colada" haya sido igual, los resultados dados en las tablas son con frecuencia los valores mínimos, valores promedio o valores mínimos-máximos. Por tanto, se debe considerar con cuidado el valor asignado en la tabla para un material en particular antes de hacer una decisión. Esto

es de interés particular cuando se esta trabajando con relaciones altas de resistencia. También es conveniente verificar los valores de interés con un proveedor particular antes de proceder a la selección del material.

Empezaremos a generalizar los conceptos de las propiedades mecánicas que poseen los materiales.

DEFORMACIÓN.

La deformación esta definida como el cambio en las dimensiones de un cuerpo como resultado de un esfuerzo, pero también La deformación esta definida como el cambio en la longitud del espécimen dividido entre la longitud original o inicial. Todos los cuerpos sufren deformación cuando están sujetos a cambios de cargas. La deformación puede ser constante para una carga o puede ser progresiva y acumulativa, dependiendo de la magnitud de la carga y el tiempo que se aplica la carga al material mismo y tal vez de la manera en que la carga es aplicada.

ELASTICIDAD.

Todos los cuerpos se deforman cuando se someten a carga. Para la mayoría de los materiales un cambio en carga resulta en un correspondiente cambio en la deformación, aunque no necesariamente lineal. Mas aun, la mayoría de los materiales que nos conciernen, como metales, madera, o concreto, tienden a recuperar su forma original a temperatura original, si la carga

no es excesiva. Si, después de la supresión de la carga, un cuerpo regresa a su tamaño y forma originales, el cuerpo ha sufrido una deformación elástica. La capacidad de un cuerpo de recobrar su forma original es conocida como elasticidad.

Donde la elasticidad la podremos definir como la habilidad que tiene un cuerpo cuando esta sujeto a una carga externa, de recuperar su tamaño y forma originales, cuando se elimina la carga externa.

PLASTICIDAD.

Cuando en un material se le sujeta a una carga externa de tal magnitud que la deformación continua sin un aparente incremento en la carga, se dice que el material se esta volviendo plástico. En este estado, el material habrá experimentado una deformación permanente y no regresará a su tamaño y forma originales, cuando se elimina la carga que en el actúa. Por tanto, la plasticidad puede considerarse como lo opuesto a la elasticidad, esta definición es para un material teórico. En realidad, un material tal como un metal (excepto para aceros de muy bajo carbono) continuará deformándose con solo un pequeño aumento de la carga.

La deformación plástica de metales, bajo la acción de una fuerza aplicada, es de gran importancia en la fabricación y formado de metales. Debido al efecto de endurecimiento por deformación, hay un aumento considerable en la dureza, esfuerzo de cedencia y la resistencia de los metales trabajados en frío,

presentados también una marcada disminución en la ductilidad.

DUCTILIDAD.

La ductilidad se define como la propiedad que permite que un material sea deformado sin fractura. Por lo general, la ductilidad se expresa como un porcentaje de alargamiento en una longitud. Un material es dúctil si tiene un valor mayor al 5% y frágil si este es menor de 5%, debido a que el porcentaje de alargamiento no es una medición de la deformación real del espécimen.

A veces no se le da a la ductilidad la debida importancia, esta puede jugar un papel muy importante para decidir el material que se deba de seleccionar para un diseño en particular. Por ejemplo, es posible tener dos materiales de aproximadamente igual resistencia a tensión y dureza; no obstante, el que tenga mayor ductilidad será capaz de resistir una sobrecarga mayor que el que tenga menor ductilidad. En realidad, esta conclusión es obvia cuando alguno de los materiales es frágil y el otro es dúctil. Los materiales usados para fabricar tornillos con frecuencia se les aplican cargas de preesfuerzo además de las cargas normales. Se tienen otras circunstancias donde una buena ductilidad es una propiedad muy deseable, tal es el caso en que el material deba de ser trabajado en frío como en el estampado profundo, rotación estacionaria de ruedas, encabezamiento de tornillos en frío, flexión, etc.. Infortunadamente, los materiales que tienen alta dureza y alto esfuerzo de tensión, por lo general no son tan

dúctiles, como aquellos que tienen bajos valores de dureza y resistencia a la tensión.

MALEABILIDAD.

La maleabilidad puede definirse igual que la ductilidad, excepto que esta se aplica a compresión. Por tanto, se puede decir que los materiales maleables pueden tener deformaciones plásticas altas sin fractura. Un material puede ser deformado o rolado fácilmente sin precalentamiento. Algunos materiales representativos que son altamente maleables son el oro, aluminio, cobre y plomo.

TENACIDAD.

La tenacidad es la habilidad de un material para absorber energía y deformarse plásticamente antes de su fractura.

La tenacidad es generalmente asociada con la habilidad de un material para resistir la carga de impacto y choque. Se han inventado dos pruebas que son muy populares para determinar la resistencia al impacto de los materiales. Una de ellas es la llamada prueba de impacto Izod y la otra prueba de impacto es la Charpy.

El módulo de tenacidad se obtiene registrando la diferencia entre la energía potencial del peso del péndulo antes de la caída libre y después del choque con el espécimen. Esta diferencia de energía potencial del peso del péndulo es la energía del impacto absorbida por el espécimen probado. Generalmente un material

frágil se rompe, mientras que un material tenaz solo se dobla.

I.2 DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION UNITARIA.

El diagrama de esfuerzo contra deformación unitaria da una buena descripción gráfica de algunas propiedades mecánicas útiles de un material.

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

Las propiedades de un material nos determinan el uso que le podemos dar a ciertos elementos. Las propiedades que podemos obtener del material son las siguientes: el módulo de elasticidad, la resistencia a la cedencia o a la fluencia, resistencia máxima por resistencia límite y resistencia a la fractura o resistencia a la ruptura.

Estas propiedades se determinan más fácilmente apoyándonos en un ensayo de tensión. Este tipo de ensayos utiliza una probeta normalizada a la cual se le aplica una tensión por tracción, hasta llevarla a la fractura. Una vez fracturada la probeta, se toman las dimensiones finales y se comparan con las dimensiones iniciales obtenidas y así obteniendo las propiedades antes mencionadas.

Un ensayo de tensión nos da como resultado una gráfica de esfuerzo contra deformación en la cual es posible apreciar las propiedades del material. La gráfica de esfuerzo contra deformación no es igual para un material dúctil que para un material frágil.

La gráfica de esfuerzo contra deformación nos ilustra las siguientes propiedades del material (fig. I.1):

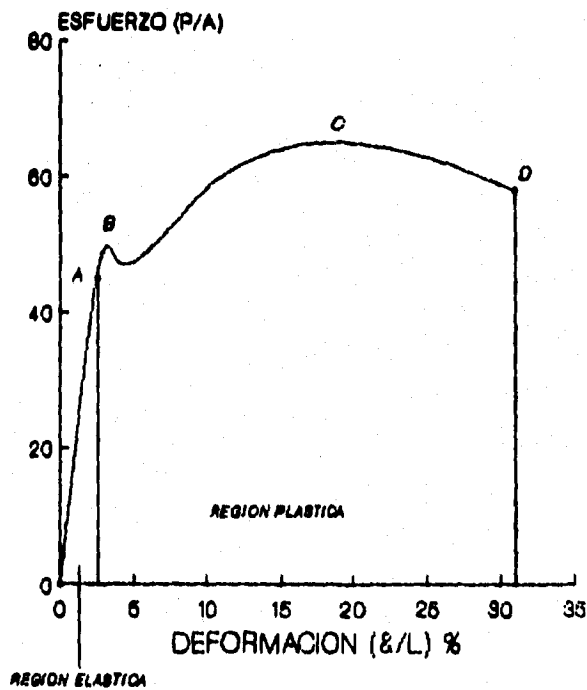


Fig. I.1 Diagrama esfuerzo-deformación

Límite proporcional o límite elástico (A): Este es el intervalo en el cual el esfuerzo y la deformación son proporcionales entre sí, esto quiere decir que a cualquier incremento de esfuerzo resultará una deformación proporcional. Casi todos los materiales elásticos, cuando son deformados hasta el valor de sus límites elásticos, regresan hasta su tamaño y forma originales al suspender la carga aplicada. Con mucha frecuencia a los límites elásticos y de proporcionalidad se les asigna igual valor.

El valor real del límite de proporcionalidad es difícil de establecer debido a que en gran parte depende de la sensibilidad y de la calidad de los instrumentos de medición usados. Por lo general, este valor no se usa en cálculos de ingeniería, excepto en aquellos casos en que sea necesario el conocimiento del mismo.

Punto de cedencia o punto de fluencia (B): El punto de cedencia es cuando se alcanza un esfuerzo en el cual el material continúa deformándose sin un incremento en la carga (esto solo ocurre en materiales dúctiles).

Resistencia a la cedencia o resistencia a la fluencia: En los materiales frágiles, no ferrosos y acero de alto contenido de carbono no es posible visualizar un punto de cedencia bien definido, para estos materiales la máxima resistencia útil corresponde a la resistencia a la cedencia, la cual es un esfuerzo y en el cual el material exhibe una desviación limitante especificada de la proporcionalidad entre el esfuerzo y la deformación.

Resistencia máxima o resistencia límite (O): La resistencia máxima será el esfuerzo máximo que resiste nuestro material, es el punto más alto que se tiene en la curva de esfuerzo contra deformación de un material, cuando este está sujeto a cargas de tensión. Ninguno de los materiales frágiles muestra la misma curva tanto para tensión como para compresión, por lo mismo, los materiales frágiles no tienen estas características de los materiales dúctiles.

Para materiales frágiles, el esfuerzo último y el esfuerzo de ruptura son representados por el mismo punto, pero para los materiales más dúctiles, la muestra empieza a hacerse más delgada en algún punto a lo largo de su longitud cuando se alcanza el esfuerzo último, dando por resultado un incremento en la deformación axial y un decremento en carga, por lo cual, notamos una declinación en la curva antes de la ruptura.

Resistencia a la fractura o ruptura (D): Para un material dúctil al momento de pasar la carga máxima se forma en ese instante un cuello, por lo tanto, el área empieza a disminuir y entonces la carga empieza a decrecer hasta llegar a fracturarse nuestro material.

Es importante recordar que para un material frágil, la resistencia a la fractura o ruptura es igual a la resistencia máxima de un dúctil.

Módulo de Young o de elasticidad: El módulo de Young o de elasticidad es la relación de esfuerzo a deformación medidas dentro del límite de proporcionalidad del material. El módulo de Young se calcula dividiendo el esfuerzo entre la deformación unitaria, la cual nos indica la rigidez de un material.

I.3 RESISTENCIA DE MATERIALES.

Resistencia se define como el movimiento interior (fuerza de cohesión) de las más pequeñas partículas (moléculas) ofrecida contra una sollicitación mecánica (tensión, compresión, esfuerzo cortante, torsión, etc.).

Resistencia a la tracción: 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. I.2a

Resistencia a la compresión: La fuerza de compresión juega un papel muy importante en el diseño de herramientas. Es la carga mayor que un metal, sujeto a compresión puede soportar sin ser fracturado. fig. I.2a

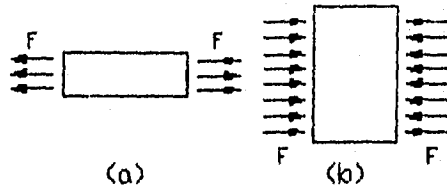


Fig. 1.2 Prueba de resistencia a la tracción (a), y resistencia a la compresión (b) en una probeta.

Esta prueba se utiliza en aceros para herramientas endurecidos, 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 este tipo de materiales, la resistencia a la compresión es similar a la resistencia a la tracción

T - Tensión de tracción o compresión (kg/mm^2).

$T = F/A$ F - Fuerza aplicada (kg).

A - Area de la sección (mm^2).

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 o a compresión. Puede definirse como el valor del esfuerzo necesario para causar rupturas 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 60% del límite de fluencia o límite de elasticidad; por lo que el límite de fluencia en tensión sirve como índice de la resistencia al corte.

Impacto: La tenacidad es la habilidad para resistir rupturas y 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 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 esto es, los que se doblan o deforman 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 mordazas 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 robotes del péndulo.

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

Fatiga. La fatiga es una importante propiedad física que debe de ser considerada en el diseño de herramientas. La fatiga puede definirse como la tendencia de un metal a romperse bajo condiciones de esfuerzos de repetición cíclico 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 otro punto localizado de concentración de esfuerzos. Bajo esfuerzos repetitivos en forma continua, comienza a formarse una grieta en este punto de esfuerzos localizados y continua hasta su falla final. En consecuencia, deberán mantenerse a un mínimo los esfuerzos localizados.

Dureza. La selección de un material que tenga buena resistencia al desgaste y a la erosión, es muy independiente de la dureza y condiciones de la superficie. Por ejemplo, un material que deba de ser resistente tanto para cargas dinámicas como para desgaste, deberá tener buena resistencia y tenacidad. Tal material puede ser usado en engranes, levas, correderas mecánicas, etc.. Generalmente, la definición más aceptada de dureza, es la habilidad de un material para resistir indentación plástica o dicho en otras palabras, la resistencia que opone un cuerpo a la penetración sin ser deformado plásticamente.

Se dispone de diferentes equipos para obtener con precisión la medición de la dureza de cualquier perfil de material forjado. Estos son los probadores de dureza Brinell, Rockwell, Vickers y el escleroscopio shore.

La prueba Brinell consiste en marcar con una bola de acero endurecido de 10 mm de diámetro sobre la superficie del material probado, aplicando una carga de 3000 kg durante 5 a 60 seg. Se aplica la carga menor cuando se prueba metales y aleaciones

suaves. Con un microscopio se mide el diámetro en milímetros, de la huella dejada por la bola y se calcula el área de la misma. El número de dureza Brinell se calcula dividiendo la carga entre el área indentada.

Uno de los tipos más utilizados para medir dureza es el probador de dureza Rockwell. Debido a que no se efectúan mediciones (esto en comparación con las mediciones en el microscopio que se hacen con el probador Brinell) y la dureza puede ser leída en una carátula, este aparato es adecuado en sistemas de producción o para usarse en el taller. El procedimiento consiste en marcar el material con una carga inicial de 10 kg, produciéndose de este modo una pequeña penetración. Después de esto se pone en cero el indicador de la carátula y por último se aplica una carga mayor. En seguida, se deja que el indicador de la carátula quede en reposo, con lo cual la penetración habrá terminado, se quita después la carga y la dureza se lee directamente en la escala de la carátula. Dependiendo del material que este siendo probado, los penetradores pueden ser de 1/16 o 1/8 plg. de diámetro de forma de bola de acero endurecido o un cono de diámetro llamado "Brale".

La prueba de dureza Vickers son en principio similares a las pruebas Brinell en el sentido de que la dureza se obtiene por la relación de la carga aplicada dividida entre el área indentada. Sin embargo, en vez de usar una bola de acero endurecido como en el caso de la prueba Brinell, el indentador tiene la forma de

pirámide cuadrada que termina en punto y es de diamante. Las líneas diagonales formadas por el diamante sobre la superficie del material son medidas por un micrómetro obteniéndose después su área. La carga aplicada dividida entre esta área, es una medida de la dureza del material. De todos los métodos usados para medir la dureza, se considera a la Vickers como la más confiable.

El último de los dispositivos para medición de dureza es el escleroscopio Shore. En este dispositivo se mide la altura del rebote por la caída libre de una pequeña masa de diamante, la cual es dejada caer desde una altura fija. El rebote es medido en la escala de una carátula graduada que indica el valor de la dureza. El material probado deberá tener una superficie relativamente lisa para tener resultados adecuados. El método es popular por ser de uso fácil y rápido. Sin embargo, los resultados obtenidos son los menos confiables de todos los métodos usados.

I.4 AJUSTES Y TOLERANCIAS.

Tolerancia es la cantidad máxima permitida en las dimensiones de las piezas que se van acoplar. La tolerancia es igual a la diferencia entre los límites máximos y mínimos de cualquier dimensión especificada. Por ejemplo, si el límite máximo para el diámetro de un árbol es de 50 mm y el mínimo es de 49.99 mm, la tolerancia para este diámetro es de 0.01 mm. Se

establece la extensión de estas tolerancias, señalando los juegos máximos y mínimos requeridos en las superficies de trabajo. Cuando se aplica el ajuste de piezas de maquina, 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 también puede definirse como la cantidad permisible que las piezas repetidas pueden variar en tamaño, a fin de asegurar una exactitud suficiente sin retoques innecesarios.

DIMENSIÓN NOMINAL. A la dimensión que se toma como referencia, se le llama DIMENSIÓN NOMINAL, ejemplo, si la dimensión como referencia es un diámetro de 53 -1 -1.5, el numero 53 nos indica la dimensión nominal y a partir de esta se indica que tanto puede aumentar o disminuir la dimensión efectiva.

La dimensión nominal no debe tener un valor arbitrario, conviene que sea un numero normal, como el ejemplo anterior. Estos números normales se designaran de acuerdo a la NORMA MEXICANA DGN R-51 1966.

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 o no pasa" para piezas de sección no circular y precisamente las dimensiones de los calibres comerciales, están de acuerdo con los números normales.

TOLERANCIA UNILATERALES Y BILATERALES. El termino tolerancias unilaterales significa que la tolerancia total, cuando se refiere a una dimensión básica, es en un solo sentido. Por ejemplo, Si la dimensión básica fuera 25 mm y la tolerancia viniera expresada como $25.00 + 0.02$ o $25.00 - 0.02$, están serian totalmente unilaterales, ya que la tolerancia total es una sola dirección. Por el contrario, si la tolerancia estuviera dividida, esto es, parcialmente mas y parcialmente menos, debería clasificarse como bilateral. Asi $25.00 + 0.01 - 0.01$, es un ejemplo de tolerancia bilateral, por que la tolerancia esta dividida en dos direcciones mas y menos.

Los ajuste deben especificarse para asegurar el montaje apropiado de miembros de maquina que se acoplan. Como es imposible fabricar partes de maquinas 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 le 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 permite las variaciones.

En lo sucesivo, los términos árbol y agujero se definen respectivamente, al espacio contenido y al espacio continente, entre dos caras (o planos tangentes) paralelos de una pieza cualquiera.

DIMENSION 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 o en árboles, y finalmente el número que indica la calidad o grado de precisión necesaria.

Estas designaciones se tomarán en base al sistema ISO de tolerancia y ajustes, y las normas DGN. Las tolerancias se indicarán en el despiece de los dibujos de cada pieza donde sean aplicadas. Se empleará 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 de 7.

La tabla II de las normas DGN para tolerancias principales indica valores en micras de desviaciones para agujeros y árboles usuales en mecánica general, ver la tabla II al final de este tema. Siguiendo la tabla II, a 40H7 corresponden las desviaciones +25, 0 por lo que $40H7 = +0.025, 0$. En la forma del lado derecho se indicaran en el despiece de las partes.

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

AJUSTES. El ensamble 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.- Asegura siempre un juego (la zona de tolerancia del agujero esta enteramente por encima de la zona de tolerancia del árbol). fig. 1.3aFIG.

Con incierto.- Ajuste que puede dar a veces juego, a veces apriete, (la zona de tolerancia del árbol y el agujero se traslapan) fig. 1.3b

Con apriete.- Asegura siempre un apriete (la zona de tolerancia del agujero esta enteramente por debajo de la zona de tolerancia del árbol) fig. 1.3c

DESIGNACIÓN DE AJUSTE. 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 árbol.

Ejemplo, sea 200 la dimensión nominal, H7 la tolerancia para el agujero y e7 la tolerancia para el árbol, el ajuste lo podemos indicar como: 200H7/e7: 200 H7/e7 y - 200 H7 - e7.

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

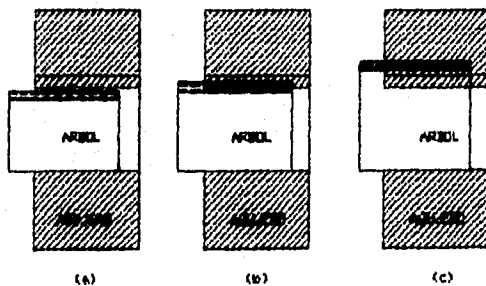


Fig. 1.3 Tipos de ajuste

AJUSTES PRINCIPALES UTILIZAR LA DE PREFERENCIA LA DE LOS CIRCULOS		ARBOLES (POSICION)	AGUJEROS Y CALIDAD DE LOS ARBOLES				
			H6	H7	H8	H9	H11
JUEGO AMPLIO	ENSAMBLES CUYO FUNCIONAMIENTO REQUIERE JUEGO AMPLIO POR DILATACIONES, MAL ALINEAMIENTO, COJINETES GRANDES, ETC.	o				9	11
		d				9	⑪
JUEGO MEDIANO	PIEZAS QUE DESLIZAN CON UNA BUENA LUBRICACION.	e		7	⑧	⑨	
		f	6	6-7	⑦		
JUEGO PEQUEÑO	PIEZAS CON GUIA PRECISA Y MOVIMIENTO DE PEQUEÑA AMPLITUD.	g	5	⑥			
AJUSTE EXACTO		h	⑤	⑥	⑦	⑧	
APRIETE DEBIL	EL ENSAMBLE SE PUEDE HACER A MANO. LA UNION NO PUEDE TRANSMITIR ESFUERZOS SE PUEDE MONTAR Y DESMONTAR.	ENSAMBLE A MANO	J _s	⑤	6		
			k	⑤			
APRIETE MEDIANO		ENSAMBLE A MANO AUXILIANDOSE DE UN MAZO	n		⑥		
			p		⑥		
APRIETE FUERTE	IMPOSIBLE DESMONTAR SIN DETERIORO. LA UNION PUEDE TRANSMI- TIR ESFUERZOS.	ENSAMBLE A PRENSA	s		7		
		ENSAMBLE A PRENSA O POR DILATACION (VERIFICAR LOS ESFUERZOS INTERNOS)	u		7		
			x		7		
			z		7		

TABLA I

TOLERANCIAS PRINCIPALES AGUJEROS NORMAL														
VALORES EN MICRAS (0.001 mm)												TEMPERATURA DE REFERENCIA 20°C		
DIAMETRO EN mm	(= 1)	> 3	> 6	> 10	> 18	> 30	> 50	> 80	> 120	> 180	> 250	> 315		
	A 6	A 10	A 18	A 30	A 50	A 80	A 120	A 180	A 250	A 315	A 400			
A	H6	+ 6	+ 8	+ 9	+ 11	+ 13	+ 16	+ 19	+ 22	+ 25	+ 29	+ 32	+ 36	
	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U	H7	+ 10	+ 12	+ 15	+ 18	+ 21	+ 25	+ 30	+ 35	+ 40	+ 46	+ 52	+ 57	
	J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
E	H8	+ 14	+ 18	+ 22	+ 27	+ 33	+ 39	+ 46	+ 54	+ 63	+ 72	+ 81	+ 89	
	R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D	H9	+ 25	+ 30	+ 36	+ 43	+ 52	+ 62	+ 74	+ 87	+ 100	+ 115	+ 130	+ 140	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A	H11	+ 60	+ 75	+ 90	+ 110	+ 130	+ 160	+ 190	+ 220	+ 250	+ 290	+ 320	+ 360	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R	H5	- 2	- 4	- 5	- 6	- 7	- 9	- 10	- 12	- 14	- 15	- 17	- 18	
	B	- 6	- 9	- 11	- 14	- 16	- 20	- 23	- 27	- 32	- 35	- 40	- 43	
D	H5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	D	- 4	- 5	- 6	- 8	- 9	- 11	- 13	- 15	- 18	- 20	- 23	- 25	

TABLA II
(VER APENDICE PARA TABLA COMPLETA)

C A P I T U L O I I

CLASIFICACION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Para la fabricación se requieren herramientas y máquinas que puedan producir tanto económicamente como con la precisión deseada. La economía depende en gran medida de la selección apropiada de la máquina o del proceso que generen un producto terminado satisfactoriamente. Esta selección se ve influida, en primer término, por la cantidad de piezas a producirse. Existe una máquina apropiada a un problema de fabricación dado. Para la producción de lotes pequeños las máquinas de propósitos generales (torno, fresadora, taladro, cepillo, rectificadora, etc.) se justifican como el tipo de máquinas más apropiado dado que son las más adaptables, representan un costo inicial bajo requieren menos mantenimiento y poseen la versatilidad para afrontar condiciones de cambio en el taller. Por otra parte, las máquinas de propósitos especiales deberán tomarse en cuenta para la fabricación de grandes lotes de un producto normalizado.

Para la selección de la mejor máquina o del método de fabricación para un problema dado se requiere un amplio conocimiento de todos los métodos de fabricación existentes. Los factores a considerarse son los volúmenes de producción, calidad del producto terminado y las ventajas y limitaciones de diversos tipos de equipos capaces de hacer el mismo trabajo. No puede hacer demasiado énfasis al hecho de que la pieza pueda generarse

por varios métodos si no que éste énfasis debe hacerse en el sentido de descubrir el o los métodos que nos ofrecen ventajas económicas.

Los métodos de fabricación para el trabajo de los metales pueden clasificarse de acuerdo a los procesos de manufactura, varios de los cuales, con ciertas modificaciones, pueden aplicarse a la mayoría de los materiales no metálicos, como son los siguientes:

Clasificaciones de los procesos de manufactura.

A.- Procesos que cambian la forma del material.

- 1.- Metalurgia extractiva
- 2.- Fundición
- 3.- Formado en frío y en caliente
- 4.- Metalurgia de polvos
- 5.- Moldeo de plástico

B.- Procesos que provocan un desprendimiento de viruta para obtener las piezas dentro de tolerancias indicadas.

- 1.- Maquinados convencionales con arranque de viruta
- 2.- Maquinados no convencionales

C.- Procesos para acabar las superficies.

- 1.- Por desprendimiento de viruta
- 2.- Por pulido
- 3.- Por recubrimiento

D.- Procesos para el ensamblado de los materiales.

E.- Procesos para cambiar las propiedades físicas.

La mayoría de los productos metálicos tienen su origen en un lingote fundido obtenido a su vez en algún proceso de reducción o de refinamiento del mineral. El metal líquido se vacía en moldes de grafito o moldes metálico que dan lugar a lingotes de tamaño de forma convenientes para su trabajo posterior.

Algunos de los métodos de procesos de producción mediante los cuales se modifican los materiales son los siguientes:

- | | |
|----------------|--------------------------------|
| 1.- Punsonado | 11.- Operaciones de compresión |
| 2.- Fundición | 12.- Fabricación de tubo |
| 3.- Forja | 13.- Punteado de tubo |
| 4.- Estruido | 14.- Formado por lámina |
| 5.- Laminado | 15.- Formado por explosivos |
| 6.- Embutido | 16.- Formado electrohidráulico |
| 7.- Triturado | 17.- Formado magnético |
| 8.- Doblado | 18.- Moldeo de plástico |
| 9.- Cisallado | 19.- Modelado por estiramiento |
| 10.- Rechazado | 20.- Modelado por cisalladura |

Por estos procesos, la forma original del material se pierde modificándose adecuadamente hasta alcanzar la forma geométrica deseada.

La característica del proceso del troquelado es la aplicación de grandes fuerzas por herramientas para prensas durante un corto intervalo de tiempo, lo cual resulta en el corte (cisallado) o deformación del material de trabajo.

Una operación de troquelado, completado de ordinario por la simple aplicación de presión, resulta con frecuencia en la producción de una parte terminada en menos de un segundo.

Las fuerzas de troquelar se producen, guían y controlan en una máquina referida como prensa troqueladora.

TIPOS DE PRENSAS TROQUELADORAS.

A) Una prensa troqueladora de montantes rectos de diseño convencional tiene columnas (montantes) a los extremos de la mesa y esta abierta en el frente y en el fondo.

B) Una prensa plegadora es esencialmente lo mismo que una prensa de escote excepto por su larga cama -20 pies o más (6 m o más). En ella se acomoda una serie de juegos de troqueles o uno solo para operaciones sobre hojas de metal largas.

C) Las prensas troqueladoras inclinables, de las cuales mencionaremos mas ampliamente en el siguiente capítulo.

OPERACIONES DE CORTE POR TROQUEL (ACCION DE CIZALLAMIENTO).

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

El metal es sometido a esfuerzos tanto de tensión como de compresión como se muestra en la fig II.1; se produce alargamiento más allá del límite elástico; a continuación la deformación plástica, reducción de área, y finalmente comienza la fractura a través de planos de desprendimiento en el área reducida y se vuelve completa.

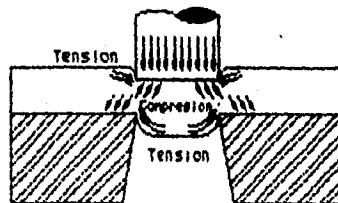


Fig. II.1
Esfuerzo de corte
en troquel.

Los pasos fundamentales en el cizallamiento o corte se muestran en la figura II.2. La presión aplicada por el punzón sobre el metal tiende a deformarlo dentro de la abertura de la matriz. Cuando el límite elástico es excedido por una carga posterior, una porción del metal será forzado dentro de la abertura de la matriz en la forma de un postizo en relieve sobre la cara inferior del material como se indica en la figura II.2 (A). Según sigue aumentando la carga, el punzón penetrará en el metal a cierta profundidad y forzará una porción del metal del mismo espesor dentro de la matriz, como se indica en la figura II.2 (B). Esta penetración ocurre antes de que comience la fractura y reduce el área transversal del metal, que a través se está haciendo el corte. Las fracturas comenzarán en el área reducida tanto en el borde cortante superior como en el inferior, según se indica en la figura II.2 (C).

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

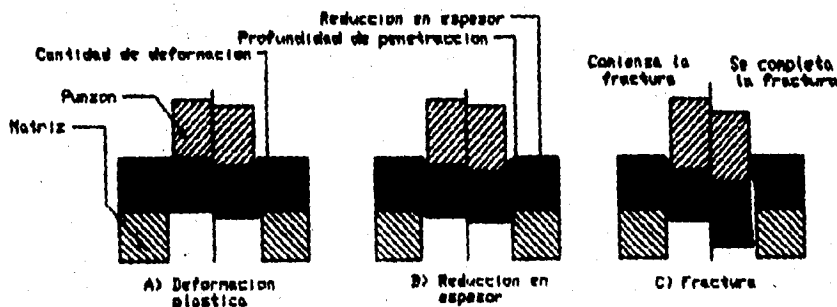


Fig. 11.2.- Pasos en el cisallamiento del metal.

OPERACION DEL TROQUELADO DE CORTE.

Las operaciones de corte en troquel (cizallado) de materiales se clasifican de la siguiente manera:

a.- Perforado (punzonado, fig. II.3 (A)).- Es la operación en la cual un punzón redondo (o de otro contorno) corta un agujero en el material de trabajo que es soportado por una matriz que tiene una abertura correspondiendo, exactamente, con el contorno del punzón. El material cortado del material de trabajo es con frecuencia, desperdicio.

b.- Corte de piezas (fig. II.3 (A)).- Difiere fundamentalmente del perforado, solo en que la parte cortada del material es la utilizable, convirtiéndose en una pieza para operaciones subsiguientes de troquelado u otros procesos.

c.- Lanceteado (fig. II.3 (B)).- Combina el corte y doblado a lo largo de una línea en el material de trabajo. Esta operación no produce una punzonadura separada y deja una parte doblada, sujeta al material de trabajo.

d.- Troceado (fig. II.3 (C)).- Es una operación que realiza la separación completa del material de trabajo cortándolo a lo largo de líneas curvas o rectas.

El recortado es una operación de cizallado o corte secundario en la cual la superficie de un borde cortado, previamente, a una pieza se termina o hace tersa. La holgura del troquel para un troquel de recortar es, considerablemente, menor que la de otros troqueles de cortar, permitiendo que se corte con limpieza una parte de tal superficie de la pieza.

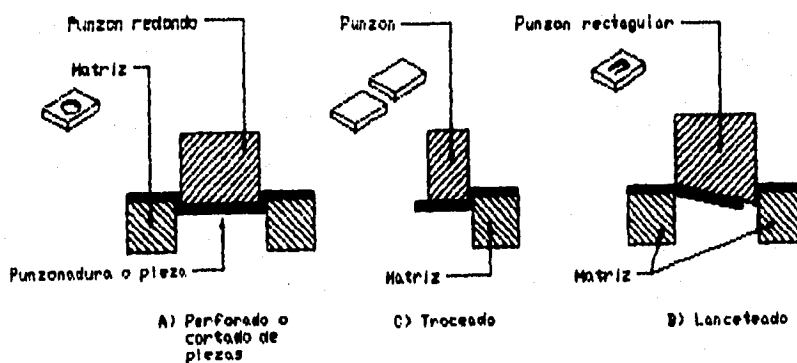


Fig. II.3.- Operación de corte por troquel (cizallado)

CAPITULO III

DISEÑO DEL TROQUEL.

III.1 PRENSAS

Con el nombre genérico de prensa se entiende que toda máquina es capaz de ejecutar un impacto seco e instantáneo aprovechando la energía cedida por la misma, para transformarla mediante una herramienta adecuada -matriz o 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 embutición, estirado o 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 principalmente en el siguiente principio: mediante un motor se imprime velocidad a un volante hasta que éste almacena una cantidad de energía cinética determinada, y mediante un disparo de trinquete, dicho volante ataca a 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, al hacer el actuar el disparo del trinquete, el volante cederá en un instante su energía cinética, que será en gran parte consumido por el trabajo realizado y el resto por un freno que actúa durante el retorno al punto de reposo y que evita un choque demasiado brusco contra el tope de retención en la parada. Esto en general es para todas las prensas llamadas de excéntricas, que funcionan en base de un volante que en un instante dado 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 montada en los extremos de un eje horizontal; en medio de dos platos hay un disco horizontal unido a un husillo de paso muy rápido, que en su extremo opuesto va unido al carro portapunzones. El disparo es como sigue, mediante una palanca se desplaza lateralmente, hasta que entra en contacto con el disco horizontal, los platos de gran velocidad, estos les comunican su energía y hacen descender el husillo; al llegar al final de la carrera el plato opuesto rozando ligeramente con el horizontal, hacen girar el husillo en sentido contrario, devolviéndolo al punto de alto o de reposo.

Estas prensas son muy indicadas para estampaciones y operaciones en los cuales es necesario un golpe muy enérgico sin límite de profundidad como es el caso de un remachado.

III.2 TIPOS DE PRENSAS PARA TROCUELES

Hay cinco tipos fundamentales de prensas para el estampado y matizado de metales:

1. Prensas de excéntrica.
2. Prensas de dos montantes.
3. Prensas de cuatro columnas.
4. Prensas con transmisión inferior.
5. Prensas de super alta velocidad.

A su vez, cada tipo comprende varios subtipos en una innumerable variedad de tamaños y formas.

Según su construcción, existen dos grupos de prensas: Prensas de fundición y prensas de acero soldado. Las prensas pequeñas suelen ser de fundición. Las prensas grandes pueden ser de fundición o de acero soldado.

Las prensas hidráulicas tienen su mejor aplicación en los casos que es necesario aplicar una gran potencia, sosteniendo la 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 carrocerías de automóviles y similares. Se diferencian de las prensas mecánicas, especialmente de las llamadas excéntricas, en que así como esta 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 está trabajando todo el tiempo que sea necesario; por otra parte su acción lenta favorece

la transformación elástica de los metales cuando estos están sometidos a transformaciones plásticas muy energéticas, y al mismo tiempo es posible desarrollar potencias elevadísimas como mecanismos bastante sencillos y de poco desgaste, exigiendo, por lo tanto, una atención relativamente escasa para su conservación.

Las prensas producen estampados de cualquier forma o tamaño deseado distorsionando hojas de metal para conformarlas en un 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 plástica.

Las piezas producidas se les denomina troquelados y su variedad es infinita según su tamaño, los troquelados van desde delgados y frágiles piezas para interruptores eléctricos hasta extremos acanalados para carros o vagones de ferrocarril, según su forma.

Los hay de sencillas arandelas planas como piezas complicadas con embuticiones profundas para automóviles o partes para su uso específico.

Las operaciones de prensas que se realizan comúnmente en una u otra de los 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 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 el metal sobre una matriz.

4.- EL ACUÑADO Y LA EXTRUSION.

Fuerza de metal para que fluya dentro de la cavidad de una matriz o a través de un orificio como resultante de una presión.

5.- EL RECORTADO.

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

Hay cuatro tipos de accionamiento en el funcionamiento de las prensas:

1. Manual: Estas prensas son realmente accionadas a mano o con el pie.

2. Mecánica: Son accionadas a motor y pueden tener un volante, un solo par de engranajes reductores o engranaje múltiple de reducción.

3. Hidráulica: Pueden ser accionadas por presión de aceite o de agua.

4. Neumáticas: Son accionadas por aire comprimido.

Las prensas de excéntrica son las más generalmente empleadas. Producen muchos millares de piezas diferentes, desde pequeñas piezas de instrumentos hasta grandes piezas de automóvil. Las operaciones que realizan comprenden recortado, desbarbado, doblado, conformado y embutido de vasijas. La característica distintiva de una prensa de excéntrica es la abertura frontal. El bastidor tiene forma de C para facilitar el acceso en las operaciones de carga y descarga. Se utilizan:

1.- Cuando las tiras o chapas son alimentadas de derecha a izquierda o de izquierda a derecha.

2.- Cuando las tiras o chapas son alimentadas de enfrente hacia atrás.

3.- Cuando hay que trabajar piezas aisladas en operaciones secundarias.

Se construyen para capacidades de 1 a 315 toneladas. Pueden ser: 1.- inclinables; 2.- no inclinables; 3.- simple efecto; 4.- de doble efecto; 5.- con engranes reductores.

El bastidor de una prensa de excéntrica puede ser inclinada hacia atrás hasta un ángulo de treinta grados. Esto permite que las piezas puedan deslizarse fácilmente hacia atrás.

Las prensas de simple efecto están provistas de un pistón sencillo. Se utilizan para recortado doblado conformado y otras operaciones. Las de doble efecto tienen un pistón interior que desliza dentro de un exterior. Se utilizan para operaciones difíciles de conformados y embutidos. Las prensas con engranaje

reductores están provistas de un sistema de engranajes para disminuir la velocidad y aumentar así el esfuerzo.

Para estudiar más detalladamente las prensas de excéntrica consideremos la fig. III.1 que reproduce esquemáticamente una prensa de éste tipo. Una revolución del volante hace que el pisón haga una carrera descendente y otra ascendente, completando así un ciclo de su desplazamiento. La fig. III.1 muestra una prensa con reductor de velocidad. La transmisión hace el esfuerzo de la prensa. Cada prensa se compone de las siguientes partes:

- A.- Bastidor.
- B.- Pisón.
- C.- Cigüeñal.
- D.- El reductor de velocidad (para las prensas con engranajes y reductores).
- E.- Puesta en marcha y paro.
- F.- Mecanismo de inclinación (para prensas inclinables).

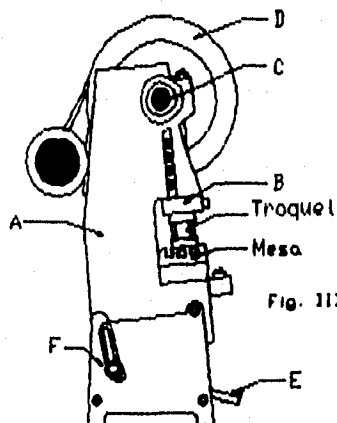


Fig. III.1.- Prensa de excéntrica inclinable.

III.3 PARTES DEL TROQUEL

Arbol o espiga.- Es el medio de unión entre la zapata superior y el carro de la prensa, como se muestra en la figura.

Zapata superior.- Sujeta a la placa portapunzones y sirve para fijar el troquel al carro de la prensa, mediante la espiga o árbol, con tornillos Allen.

Placa portapunzones.- Da alojamiento y sostiene a los punzones como se muestra en la figura.

Placa guía.- Tiene por objeto guiar a la tira progresiva durante su paso por el troquel, así como actuar como de prensachapas o retensor de la chapa cortada, esto se debe a que el punzón tiende a levantar la tira debido a la entalladura del recorte sobre el punzón. La placa guía tiene exactamente la misma figura que la placa matriz; a través de ella pasan los punzones, por lo cual su fabricación debe ser tan cuidadosa como la misma placa matriz; en virtud de que se genera gran cantidad de calor por la fricción entre el punzón y las paredes de los agujeros, las aristas superiores de estos últimos se achaflanar a 45°, de esta manera, al lubricar durante la operación se depositan pequeñas reservas de aceite en los biseles.

Punzones.- Son las partes móviles del troquel que se acoplan al carro de la prensa mediante el portapunzones y tienen la figura total o parcial de la pieza que se quiere obtener.

Su movimiento debe ser estrictamente perpendicular a la matriz, por lo cual, debe de haber un ligero juego entre sus paredes y los agujeros de la tapa guía en estas condiciones, aún cuando existan defectos en la prensa, tales como juego en el carro o falta de perpendicularidad entre éste y la tapa guía, no se producirá choque entre el punzón y las aristas superiores del agujero de la placa guía.

El diseño de punzones requiere de atención especial para evitar que resulten demasiado débiles y sufran continuas roturas. Los punzones con diámetro igual al espesor de la chapa, destinados al corte, están propensos a romperse, para reducir al mínimo esta falla se fabrican con otros perfiles o fundas porta punzones.

Punzón guía o piloto.- Permiten el centrado de la tira progresiva en las diferentes etapas del avance, con el propósito de que la operación de punzonado o doblado se efectúe en la posición justa de trabajo. Esto se logra diseñando los pilotos o punzones guías, con mayor longitud que los punzones de recorte.

Para conseguir éste centrado, los pilotos deben estar ubicados en pasos muertos para permitir que se alojen en los agujeros ya punzonados.

Cuando la tira progresiva pierde el paso por alguna falla en el alimentador o en el desenrollador, los pilotos actúan como punzones de recorte, por lo tanto, es necesario que el agujero en la matriz tenga ángulo de salida.

Matriz.- Conjuntamente con el punzón es una de las piezas esenciales del troquel, soporta grandes esfuerzos debido a los impactos. Sus características más importantes son:

A.- Ángulo de escape de la matriz.

B.- Juego entre punzón y matriz.

Las matrices se fabrican principalmente de dos formas: convencional (fresado, rectificado, etc.) por electroeroción con máquinas de alambre. El primer método implica el seccionamiento de la matriz y del portapunzón para facilitar su fabricación, mientras que el segundo permite obtener matriz y portapunzones de una sola pieza.

Las matrices para troqueles pequeños y láminas delgadas (hasta 0.75 mm de espesor) se puede sujetar por la simple presión de las tapas laterales del porta matriz.

El acero para herramientas más apropiado para la fabricación de punzones y matrices es el acero AISI D-2 y O-1.

Zapata inferior o base del troquel.- Tiene como función fijar la placa matriz a la mesa de la prensa, además de protegerla de flexiones durante la operación.

La base puede diseñarse para usarse en un solo troquel o bien, normalizar el tamaño para que pueda usarse en troqueles distintos. El primer caso se presenta cuando su empleo es continuo, y las matrices; el segundo caso es recomendable para troqueles que permanecen largos intervalos de tiempo sin usarse y que tienen dimensiones pequeñas.

Pernos guía o columnas guía.- Los pernos guías son pasadores rectificadas con precisión que entran con ajuste forzado en agujeros de la zapata inferior. Se introducen en las placas para alinear los componentes de punzón y la matriz con un alto grado de precisión.

Las partes principales del troquel se muestran en la fig. III.2

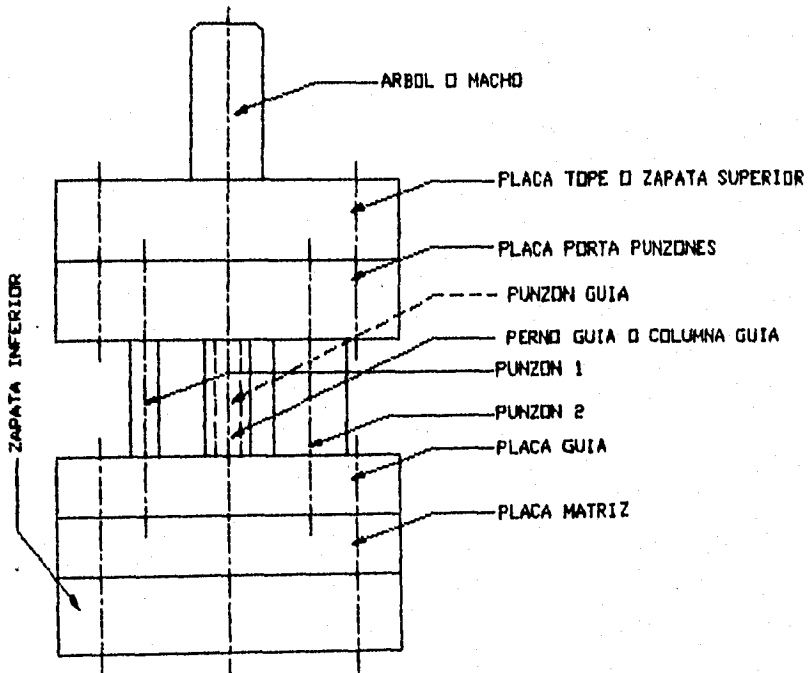


Fig. III.2.- Partes del troquel de corte

III.4 CALCULOS PARA EL DISEÑO DEL TROQUEL DE CORTE.

El factor de mayor importancia en el rendimiento de una pieza fabricada de acero fino es el diseño. El mejor acero, templado bajo las mejores practicas es completamente inútil si la pieza esta mal diseñada.

Las condiciones prevalectentes hoy en día exigen resultados y rendimientos máximos al mínimo de costos. Un buen diseño es el primer factor para obtener economía.

La rotura de una pieza ocurre generalmente en una región de concentración de esfuerzos. Entonces al diseñar una pieza se trata de evitar que los esfuerzos se concentren localmente. Algunos centros o regiones son el resultado del diseño, ejemplo: cuñeros, esquinas agudas, cambios repentinos de sección, insuficiente radio, aceiteras, cuerdas, etc., Mientrae que otros vienen del máquinado posterior, ejemplo: marcas de buriles, rajadas del rectificado o letras marcadas.

Es naturalmente imposible evitar que se concentren los esfuerzos en determinadas secciones pero no es imposible diseñar las piezas para que estas concentraciones no sean peligrosas y causen roturas prematuras.

Finalmente, cabe agregar que el mejor acabado que se le puede dar a una pieza aumenta la vida de la miema ya sea troquel o flecha de trasmisión.

Cada herramienta que es diseñada realiza una función específica, como es el caso de los diferentes tipos de troqueles existentes (punzonado, recortado, embutido, etc.), los cuales deben cubrir ciertas características de precisión mínimas; su costo debe ser lo más pequeño posible y debe reunir varios requisitos como seguridad, adaptabilidad a la máquina en que va hacer empleada y duración aceptable.

Para considerar una configuración óptima del troquel se deben de realizar con todo cuidado los preparativos para la construcción, considerando los siguientes puntos:

- 1.- La forma geométrica de la pieza.
- 2.- El material de la pieza (chapa).
- 3.- La determinación de la holgura entre punzón y matriz.
- 4.- Comprobación del diseño.

Punzonado y recortado.- Como se menciona en el capítulo anterior el punzonado y el recortado es la operación en la cual un punzón redondo o de otro contorno corta un agujero en el material de trabajo que es soportado por una matriz que tiene una abertura correspondiendo exactamente, con el contorno del punzón.

Aquí el cortado o perforado del material de trabajo es con frecuencia desperdicio. En cambio cuando es corte de piezas la parte cortada del material es la utilizable convirtiéndose en una pieza para operaciones subsecuentes.

La selección correcta de la capacidad de la prensa esta precedida del cálculo de la fuerza requerida por el corte.

Cálculo de la fuerza de corte y punzonado.

Para lámina calibre #16 (1.59 mm) acero suave 0.1% C, de la figura geométrica que en éste caso es una rondana (fig. III.3)

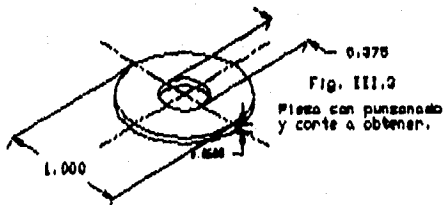
$$F_c = G * P * e \quad \text{--- (Ref. No. 1 y 2)}$$

Donde: F_c = Fuerza de corte

G = Esfuerzo cortante (de la tabla 1)

P = Perímetro del punzonado o corte

e = Espesor del material (chapa)



Por lo tanto para el punzonado de 3/8 in.

$$F_c = 25 \text{ kg/mm}^2 * 9.525 \text{ mm} * 3.1416 * 1.59 \text{ mm}$$

$$F_c = 1189.46 \text{ kg} = 1.190 \text{ Ton}$$

Para el recortado de 1 in

$$F_c = 25 \text{ kg/mm}^2 * 25.4 \text{ mm} * 3.1416 * 1.59 \text{ mm}$$

$$F_c = 3171.90 \text{ kg} = 3.172 \text{ Ton}$$

Sumando las fuerzas, es la fuerza total requerida para el troquelado.

$$F_t = F_c + F_q$$

$$F_c = 1.190 + 3.172$$

$$F_c = 4.362 \text{ Ton}$$

Material	Resistencia al corte (kg/mm ²)	
	Suave	Duro
Acero 0.1% C	25	32
Acero 0.2% C	32	42
Acero 0.3% C	36	48
Acero 0,6% C	56	72
Acero 1.1% C	80	105

Tabla 1

Holgura entre matriz y punzones.- La presión de las piezas fabricadas por punzonado depende, como es natural, de la exactitud con que se han construido las herramientas, la razón más poderosa para poder dejar una holgura entre el punzón y la matriz estriba en reducir, hasta donde sea posible, la presión requerida por el corte; esta holgura (fig. III.4) influye también significativamente en la uniformidad del perfil recortado el máximo valor de esta presión se presenta cuando el espesor de la placa es muy próxima al diámetro del punzón, sin embargo, esta presión puede alterarse por efecto de la holgura. Para cada material y espesor de placa existe una holgura óptima, la cual da el mayor rendimiento; piezas con bordes limpios y presión de corte razonable fuera de esta holgura, los bordes resultan defectuosos y la presión aumenta considerablemente.

Para efecto de la selección adecuada es recomendable seguir información o nomogramas proporcionados por los fabricantes del material o combinar con la información tabulada en manuales.

En general se acepta que la holgura este entre un 5 y 13% del espesor de la chapa metálica.

En algunos países Europeos se emplean los valores sig.:

- 1.- Para el latón $0.05 * e$
- 2.- Para el hierro dulce $0.07 * e$
- 3.- Para el acero dúctil $0.10 * e$

e = espesor del material.

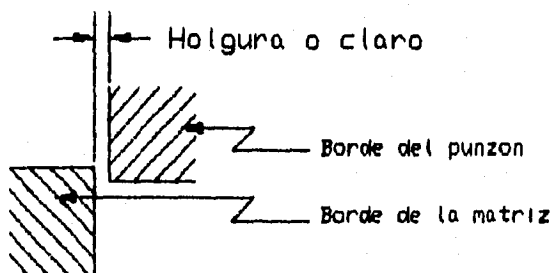


Fig. III.4 Holgura entre punzón y matriz

Cálculo de la holgura o claro y diámetro de los punzones.

$$C = (D - d) / 2 \quad \text{-----} \quad 1 \quad (\text{Ref. No. 1})$$

$$C = e / (2 * K) \quad \text{-----} \quad 2$$

Donde: C = Claro u holgura entre matriz y punzón (mm)

D = Diámetro de la matriz (mm)

d = Diámetro del punzón (mm)

e = Espesor del material (chapa) (mm)

K = Cte. que depende del material por cortar

(de tabla 2)

Determinación del claro entre matriz y punzones de la formula 2

$$C = 1.59 \text{ mm} / (2 * 17)$$

$$C = 4.6764 * 10^{-2} \text{ mm}$$

Para determinar el diámetro del punzón de perforado se utiliza la formula 1

$$C = (D - d) / 2$$

Donde: $d = D - (2 * C)$

$$d = 9.525 - (2 * 4.6764 * 10^{-2})$$

$$d = 9.4314 \text{ mm} = 0.3713 \text{ in}$$

Y el Punzón de recortado es:

$$d = D - (2 * C)$$

$$d = 25.4 - (2 * 4.6764 * 10^{-2})$$

$$d = 25.3064 \text{ mm} = 0.9963 \text{ in}$$

El tipo de acero para herramienta que se recomienda para los punzones es el D-2, S-1, S-5, Plata y O-1. (Ref. No. 7 y 13)

Ref. No. 1

Valores de K	
Material por cortar	Cte. K
Cobre	21
Latón	20
Acero suave ($e < 6 \text{ mm}$)	17
Acero semisuave ($e < 6 \text{ mm}$)	16
Bronce fosforoso	16
Acero duro	14
Aluminio ($e < 6 \text{ mm}$)	10

Tabla 2

Longitud de punzones.- La longitud máxima permisibles de un punzón puede calcularse con la siguiente formula:

$$L = \frac{3.1416 * d * (E * d)^{1/2}}{8 * (G * e)^{1/2}} \quad \text{--- (Ref. No. 2)}$$

Donde: L = Longitud máxima permisible (in)

G = Resistencia al corte (lb/in²)

e = Espesor del material (in)

E = Módulo de elasticidad del acero (lb/in²)

d = Diámetro del agujero perforado (in)

$$L = \frac{3.1416 * 0.371 * (30 * 10^4 * 0.371)^{1/2}}{8 * (35000 * 0.0625)^{1/2}}$$

$$L = 10.3928 \text{ in}$$

Determinación del espesor de la placa matriz.- El grosor o espesor de la matriz es regido por la resistencia necesaria para resistir las fuerzas de corte y dependerá del tipo y espesor del material a cortar. Para material muy delgados un espesor de 1/2 in será suficiente, pero excepto para herramientas temporales, el espesor de acabado muy pocas veces será menor de 7/8 de pulgada, lo que permite el empleo de agujeros ciegos para tornillos y permite también construir la herramienta a una clase de altura de disparo más angosta para conveniencia de la prensa.

Uno de los métodos para la selección del espesor de la matriz es:

Suponiendo una matriz de acero para herramientas su espesor deberá ser de 3/4 in mínimo para un perímetro del bloque de 3 in, o menos; 1 in para perímetros entre 3 y 10 in y 1 1/4 in de grosor para perímetros mayores. Deberá haber un margen mínimo de 1 1/4 in alrededor de la altura del bloque de la matriz.

Otro de los métodos es por una serie de pruebas, en las cuales las placas matriz se fueron adelgazando en forma progresiva hasta que la rotura se volvió excesiva, el grueso de la matriz se selecciona provisionalmente de la tabla 3.

Ref. No. 2

Grosor del material in	Grosor de la matriz en in*	Grosor del material in	Grosor de la matriz en in*
0.01	0.03	0.06	0.15
0.02	0.06	0.07	0.165
0.03	0.085	0.08	0.18
0.04	0.11	0.09	0.19
0.05	0.13	0.10	0.20

* Per cada tonelada por pulgada cuadrada de resistencia al corte.

Tabla 3.

El espesor de nuestra matriz se determinó en base a la tabla 3 tomando en consideración la fuerza de corte y el espesor del material (chapa):

$$F_c = 4.362 \text{ Ton} \quad e = 0.0625 \text{ in}$$

$$E = F_c * \text{grosor de la matriz (tabla 3)}$$

$$E = 4.362 * 0.165 = 0.71973 \text{ in}$$

Por lo tanto el espesor de la matriz es de 3/4 in, y el tipo de acero que se recomienda es el D-2, S-1 y O-1. (Ref. No. 7 y 13)

Angulo de salida de la matriz.- El ángulo que comienza después de una parte recta igual a 2 o 3 veces el espesor de la lámina o chapa que se quiere cortar como se muestra en la figura se utiliza para metales duros, como el hierro y el acero, los perfiles obtenidos con éste ángulo son exactos, fig. III.5.

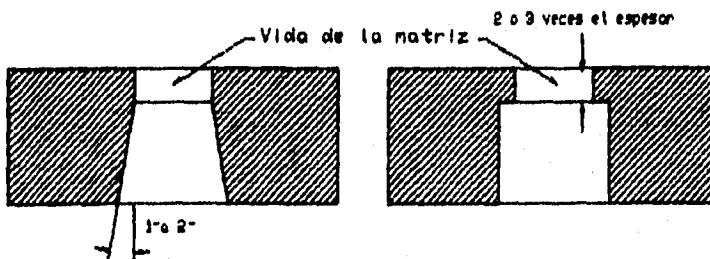


Fig. III.5 Angulo de escape en la matriz

Cuando se desean obtener contornos muy precisos el ángulo de escape referido anteriormente es el más conveniente, ya que después de cortar un gran número de piezas la arista de corte se desafilan y se puede afilar nuevamente sin alterar el contorno de la figura.

Ancho y paso de la tira.- Se considera como mínimo dos o tres veces el espesor (e) del material para que no se rompa por concentración de esfuerzos en el momento que el punzón penetra en la tira del material (diámetro exterior).

Ancho de la tira = Diámetro de la roldana + $(2 * B)$

Paso de la tira = Diámetro de la roldana + B

Donde: $B = 2 * e$ --- (Ref. No. 2)

Ancho de la tira = $1 \text{ in} + (2 * (2 * 0.0625 \text{ in}))$

Ancho de la tira = 1.250 in

Paso de la tira = $1 \text{ in} + (2 * 0.0625)$

Paso de la tira = 1.125 in

Como se muestra en la siguiente fig. III.6

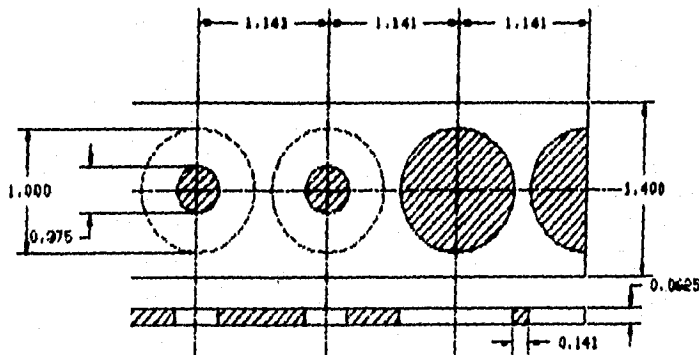
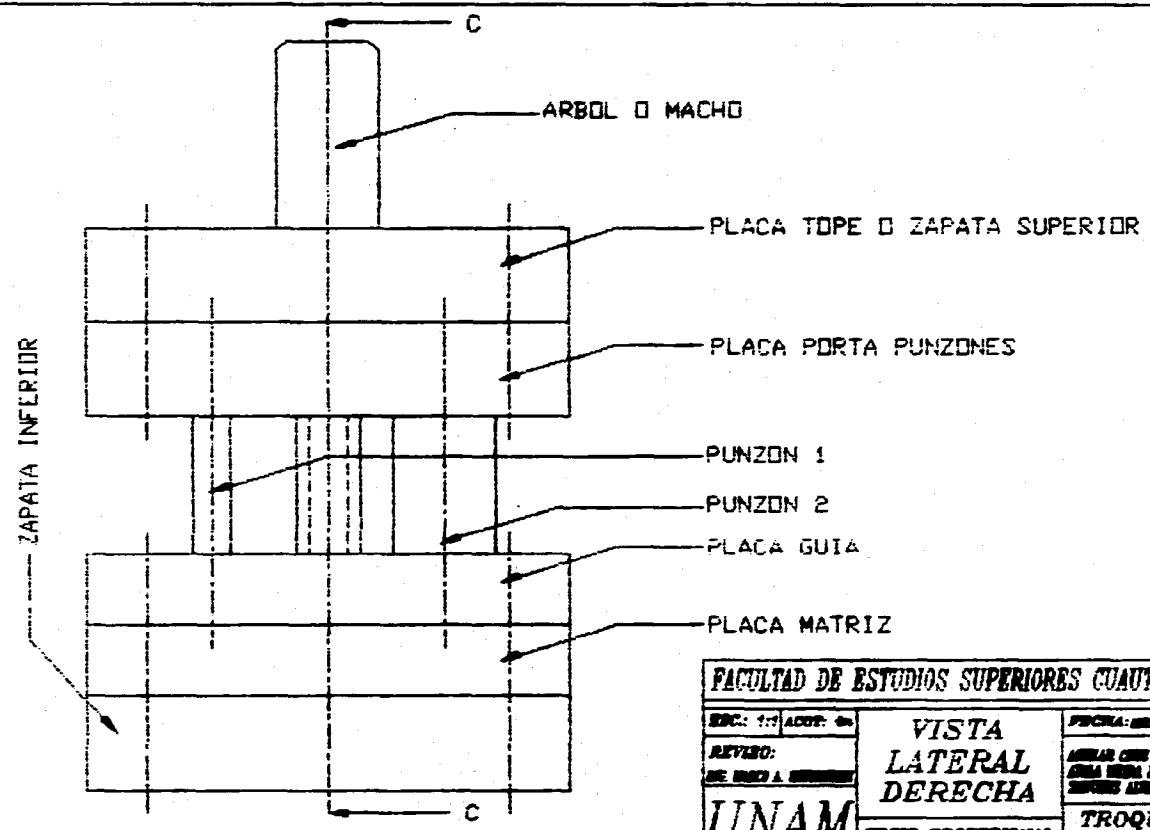
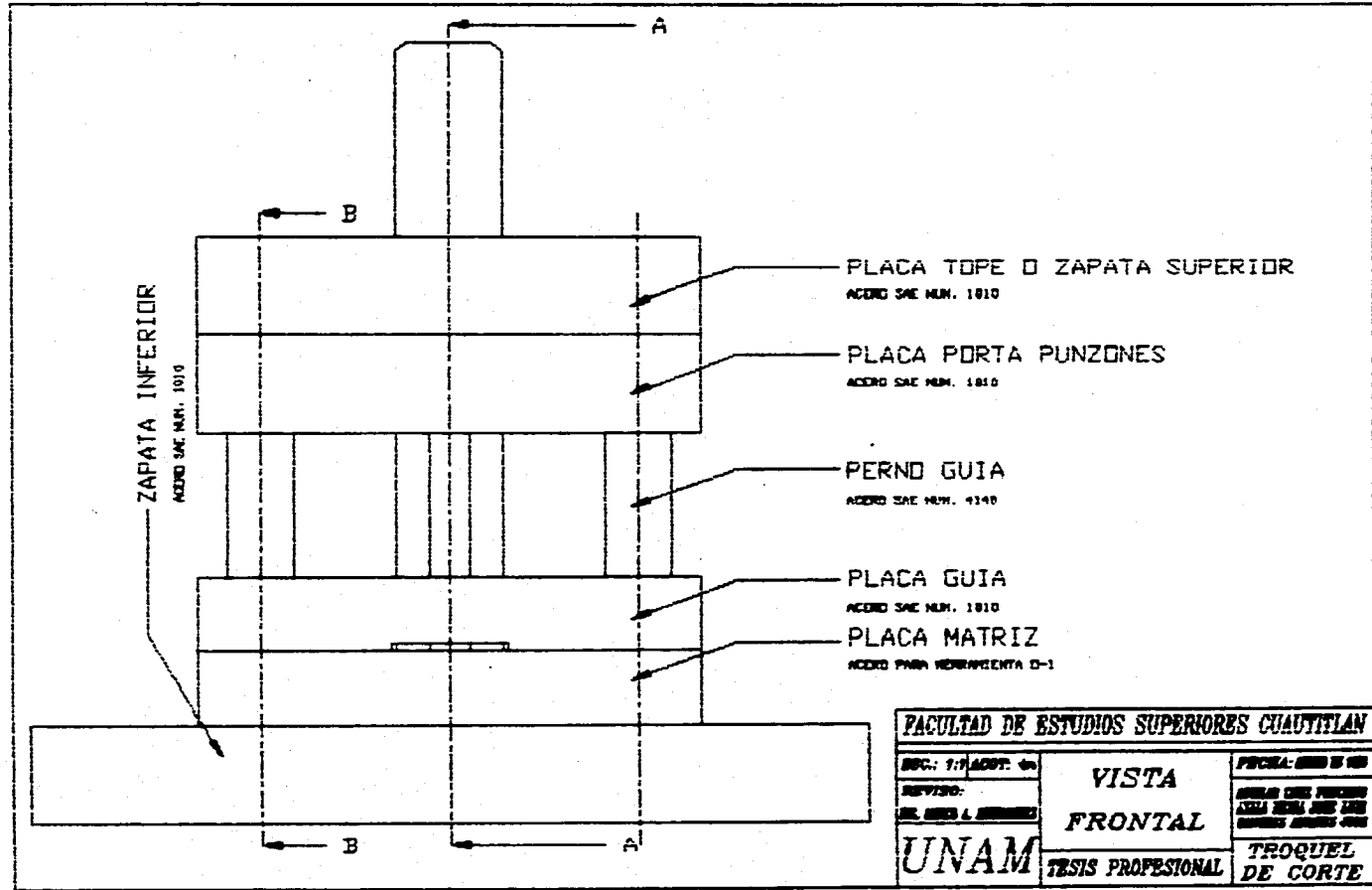


Fig. III.6.- Peso y ancho de la tira. Acot. : in

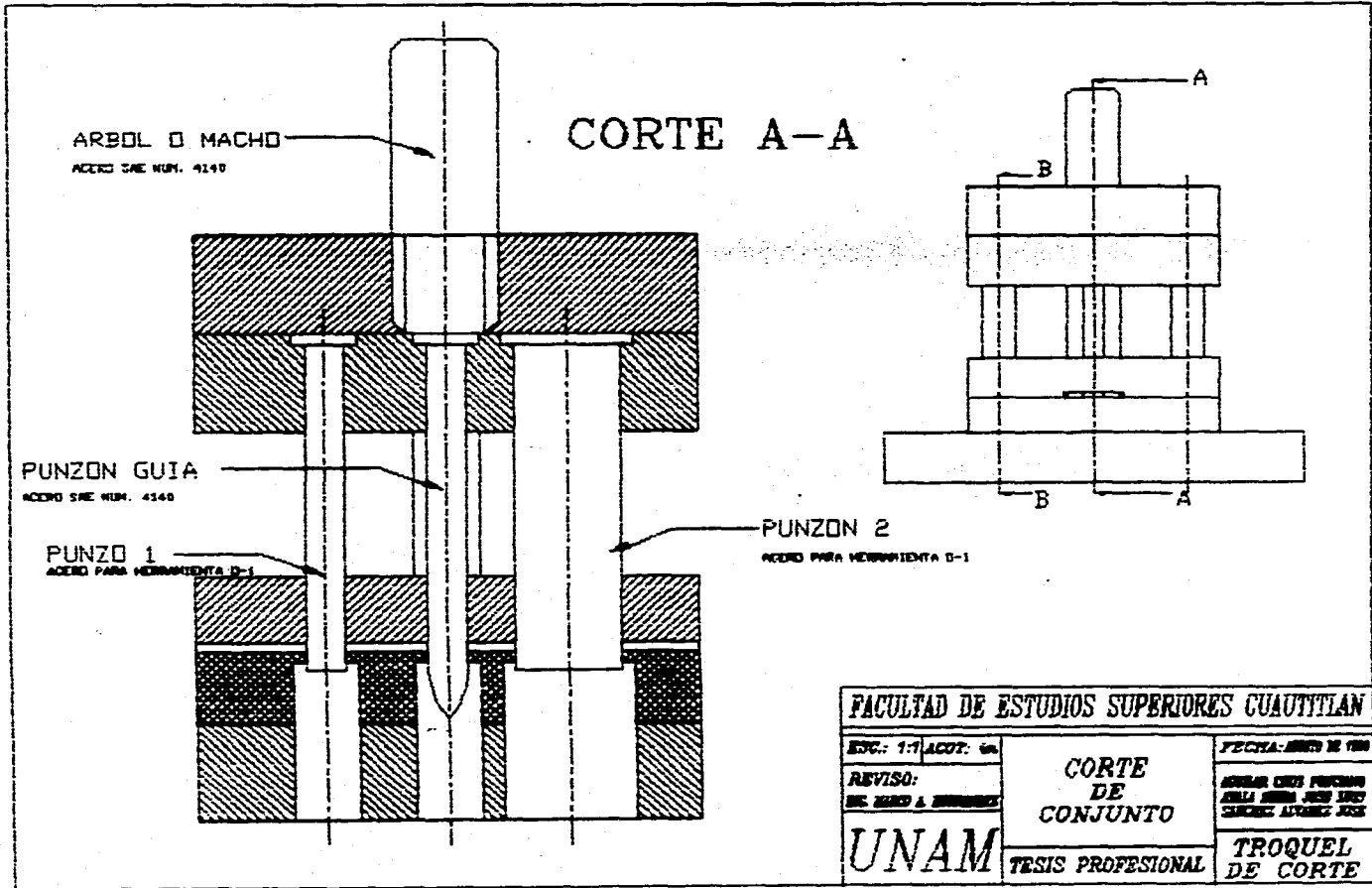
A continuación se muestran los planos de conjunto del diseño de la herramienta así como cada una de sus partes, que con los cálculos anteriores fue diseñado.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
ESC. 111 ACOT. 01	VISTA	FIGURA: DIEZ DE TON
REVERO:	LATERAL	ANULAR CON PUNZON
DE UNO A OCHO	DERECHA	DE UNO A OCHO
UNAM	TESIS PROFESIONAL	TROQUEL
		DE CORTE

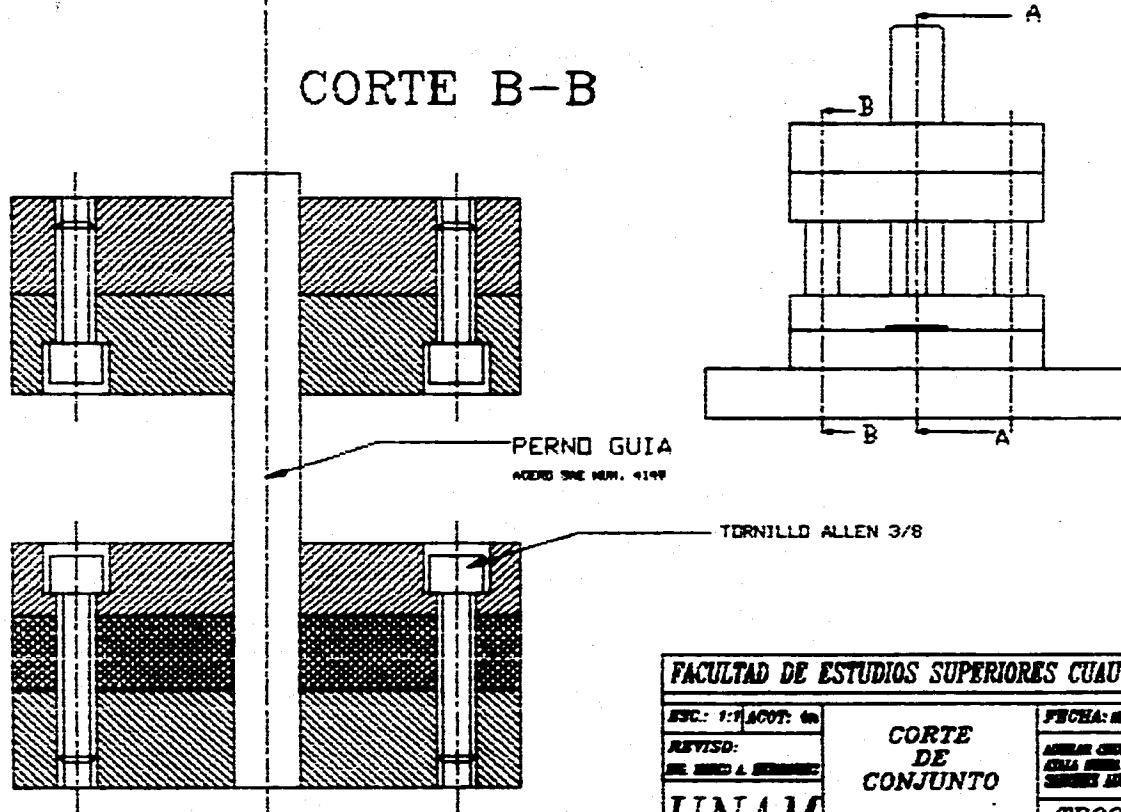


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
DISEÑO: [] REVISOR: [] ELABORADO POR: []	VISTA FRONTAL	FECHA: [] ANEXO CON FICHAS PARA SER ALISTADO EN EL ORDEN DE SERVICIO
UNAM	TESIS PROFESIONAL	TROQUEL DE CORTE



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
ESC.: 1/1 ACOT.: cm	CORTE DE CONJUNTO	FECHA: JUNIO DE 1980
REVISO: DR. HERRERA & HERRERA		AVANZAR CON SU PROPIO JUEGO DE HERRAMIENTAS CORTANDO ALGUNAS VECES
UNAM	TESIS PROFESIONAL	TROQUEL DE CORTE

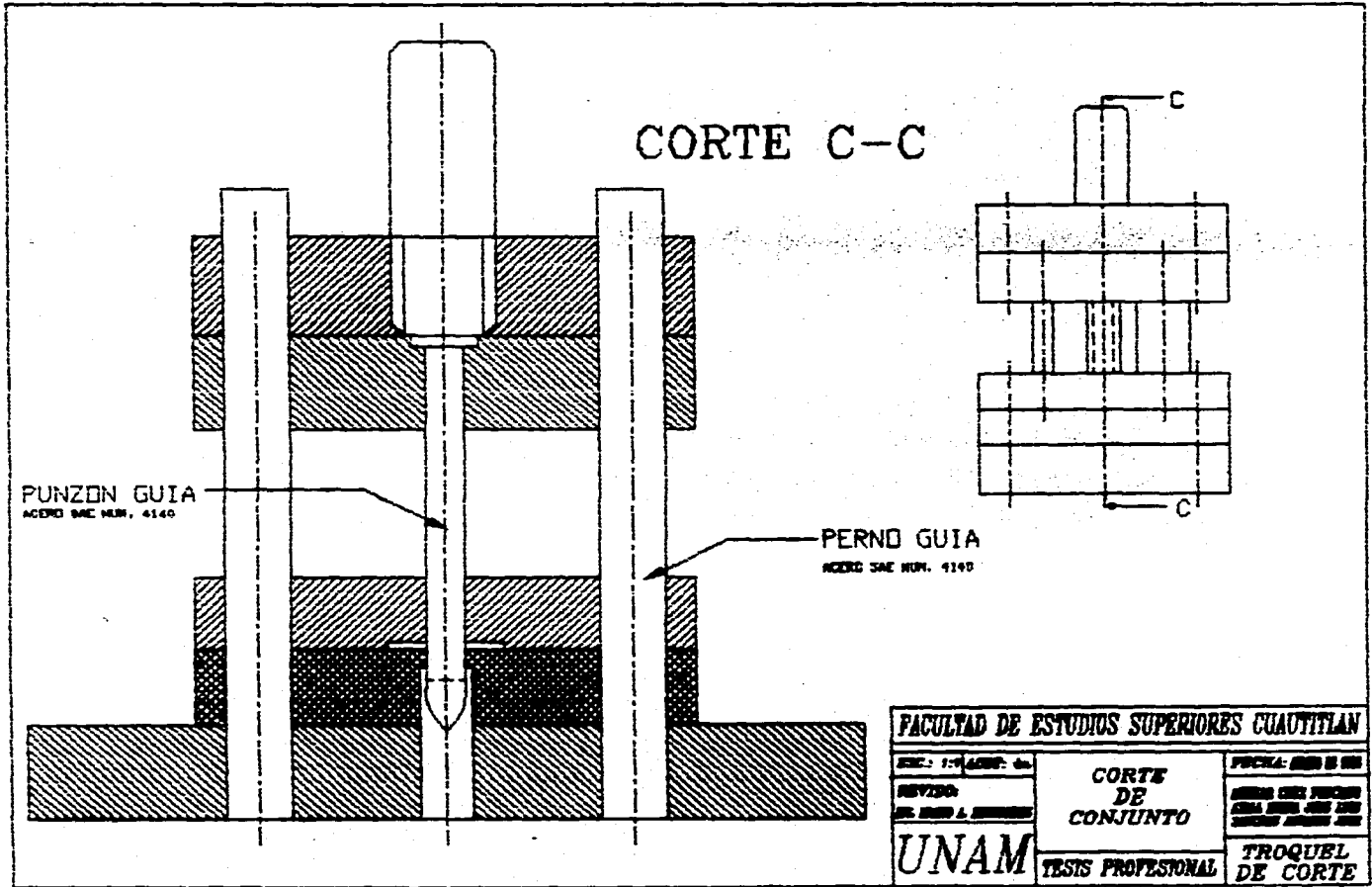
CORTE B-B

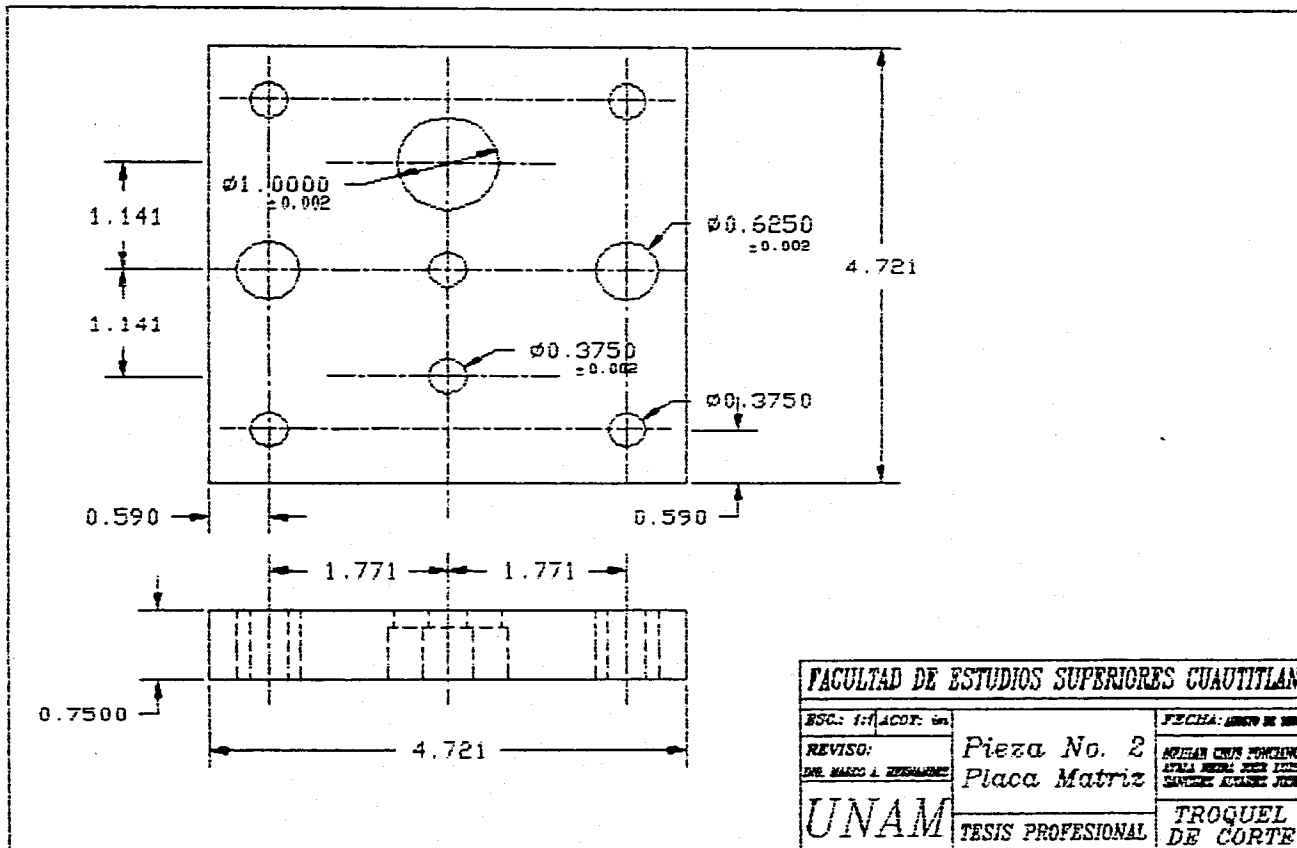


PERNO GUIA
ACERO SAE 4140

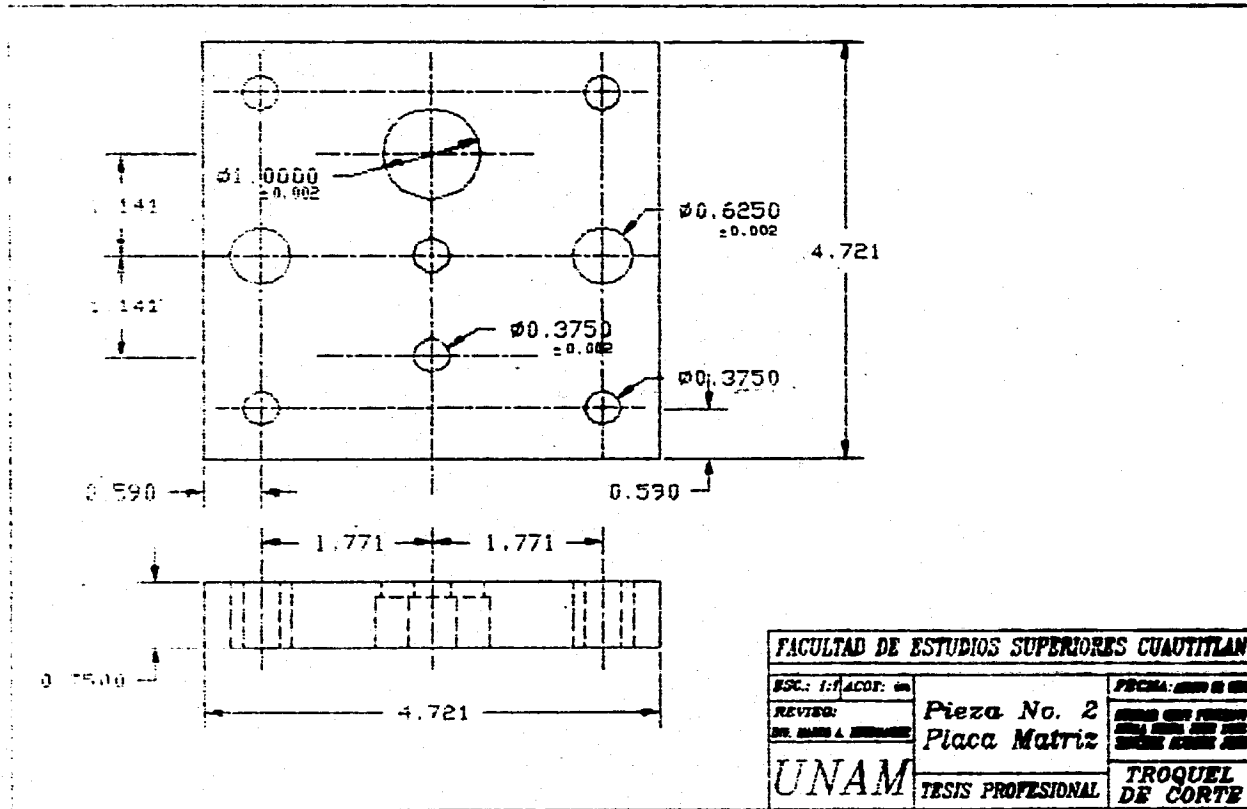
TORNILLO ALLEN 3/8

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
ESC.: 1:1	ACOT.: cm	FECHA: JUNIO DE 1988
REVISO: DEL DISEÑO A EJECUCION:	CORTE DE CONJUNTO	ANULAR CONE PUNTO DE LA LINEA DEL DISEÑO SERVICIO TECNICO 200
UNAM		TROQUEL DE CORTE
TESIS PROFESIONAL		





FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
ESC.: I-A	ACOF. 001	FECHA: JUNIO DE 1988
REVISO:	Pieza No. 2	ADRIAN CRUZ FORTINO
DR. MARCO A. ZEPEDA	Placa Matriz	AYALA HERRERA JESUS LUIS
UNAM	TESIS PROFESIONAL	SANCHEZ AGUIRRE JUAN
		TROQUEL DE CORTE



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ESC.: 1:1 ACOF. en

REVISO:

DE: NOMBRE A DISEÑAR:

UNAM

Pieza No. 2

Placa Matriz

TESIS PROFESIONAL

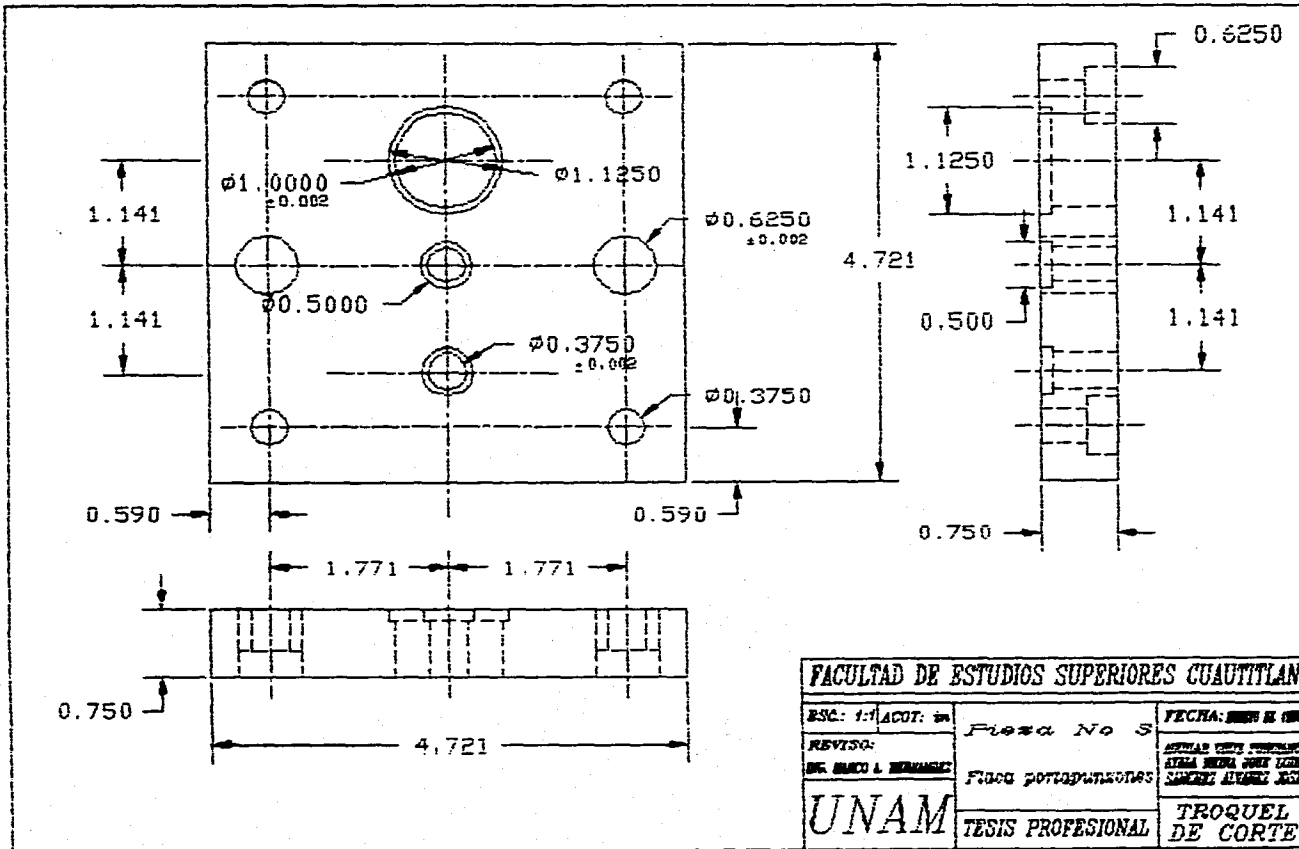
FECHA: 2000 02 02

ELABORADO POR: NOMBRE

REVISADO POR: NOMBRE

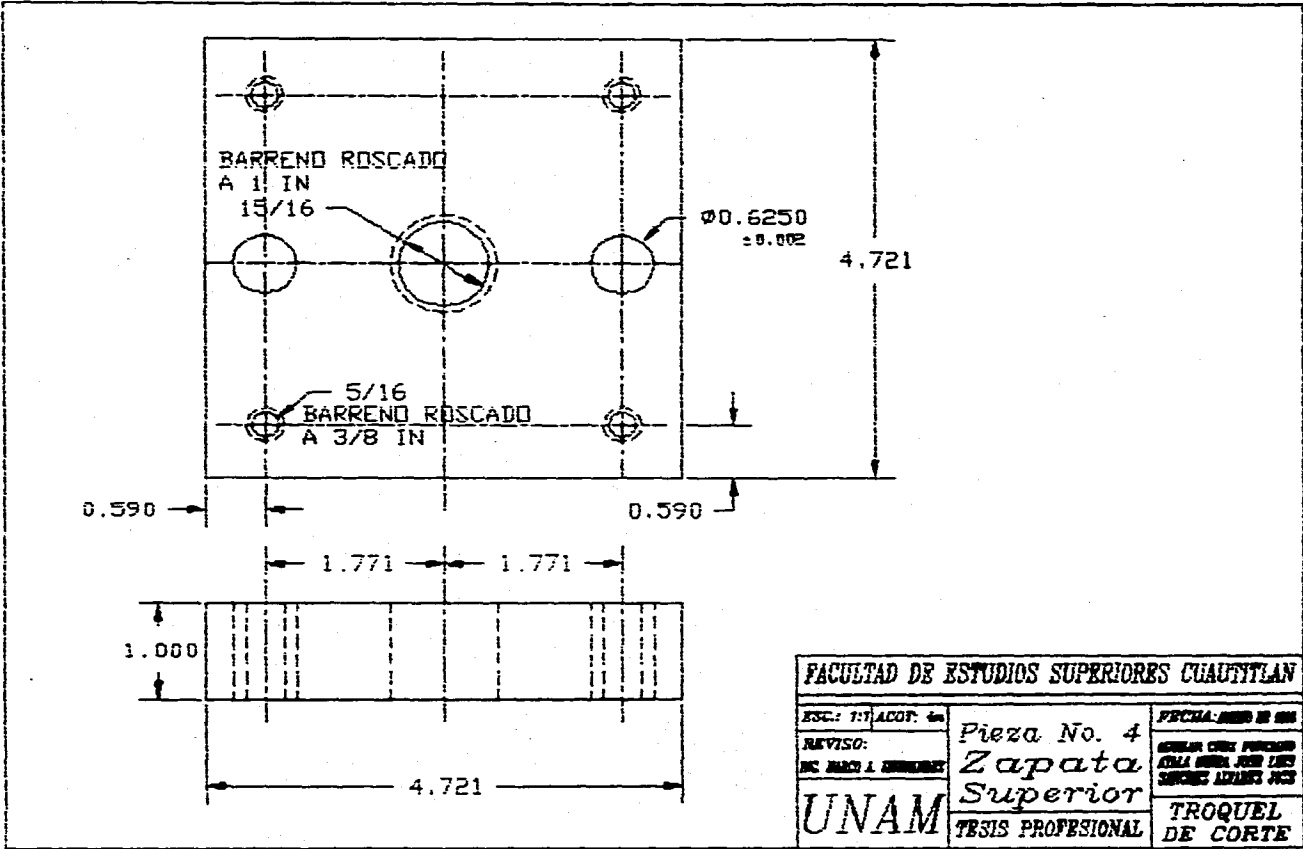
TROQUEL DE CORTE

09

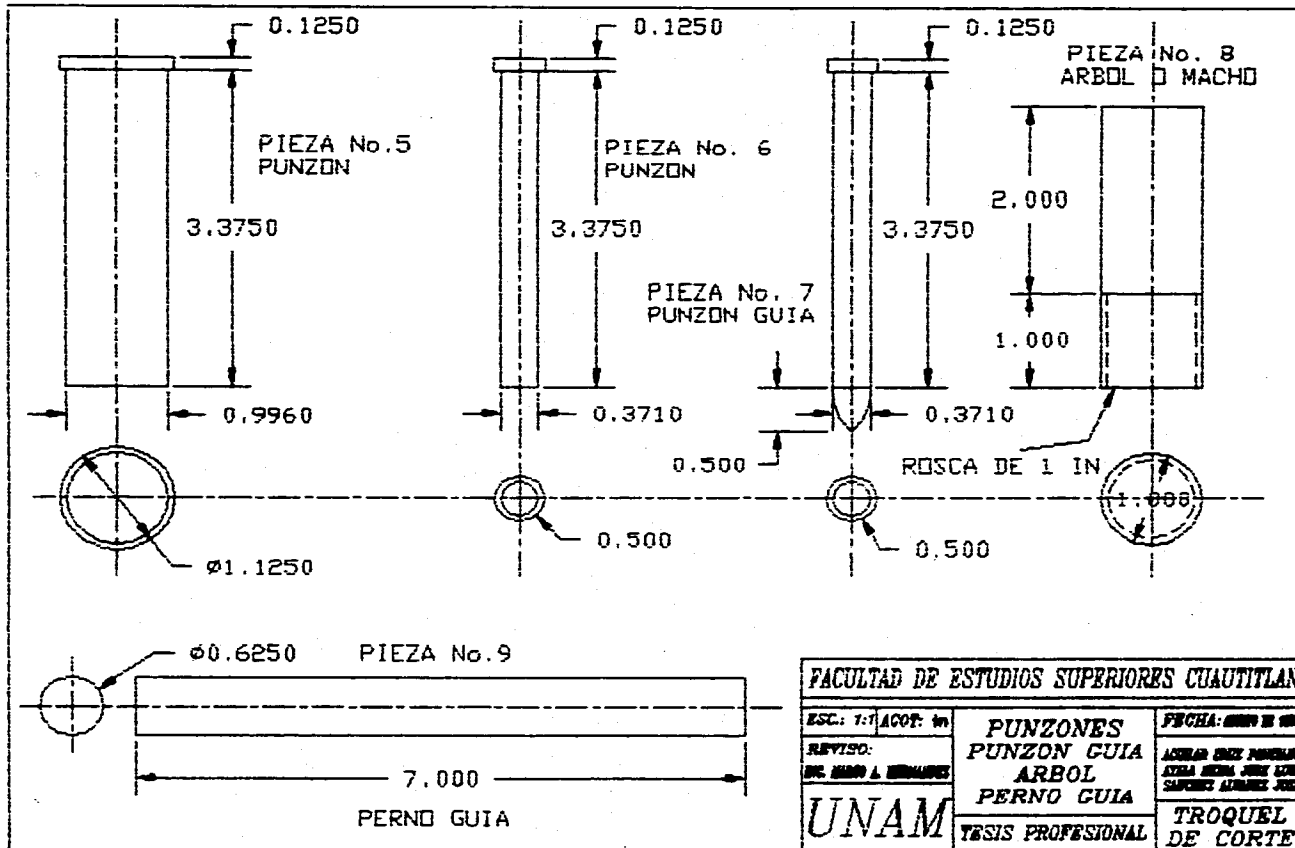


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ESC: 1:1	ACOT: en	Pieza No 5	FECHA: 2008/11/08
REVISO:	DR. MARCO A. HERNANDEZ	Pieza portapuntas	ASISTENTE TECNICO SUPERIOR AYALA ROSA JOSE LIZBETH SANCHEZ ALVARO JESUS
UNAM		TESIS PROFESIONAL	TROQUEL DE CORTE

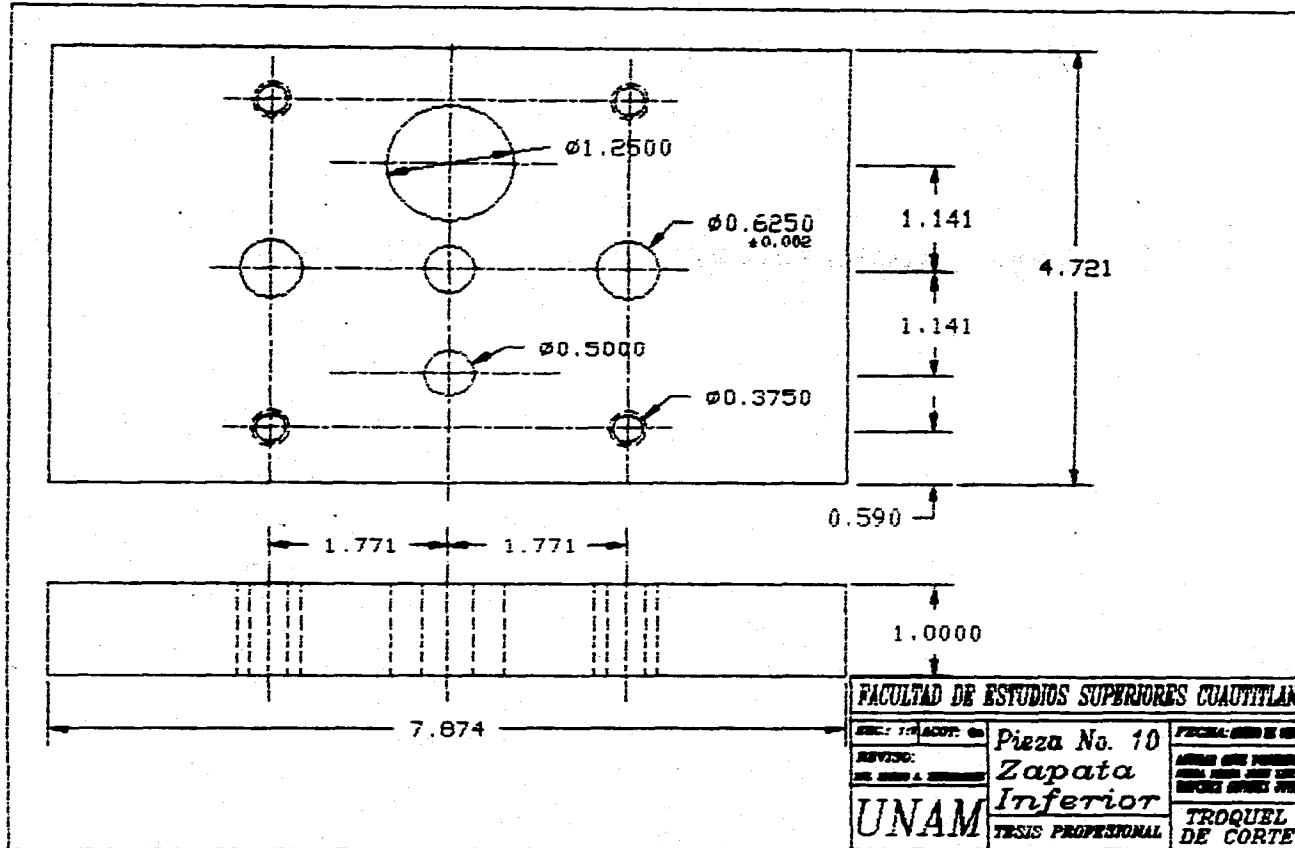


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTTLAN		
ESC.: 1:1 ACOF. de	Pieza No. 4 <i>Zapata</i> Superior	FECHA: MARZO DE 1968
REVISO: DR. MARCO A. GONZALEZ		ASISTENTE DE INVESTIGACION CARRILLO GARCIA, JOSE LUIS SERVICIO TECNICO DE ICS
UNAM	TESIS PROFESIONAL	TROQUEL DE CORTE



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		
ESC.: 1:1	ACOT.: N°	FECHA: 08/07/88
REVISO:	PUNZONES	ACERAR EN EL PUNZON
DR. HERRERA & HERRERA	PUNZON GUIA	ACERAR EN EL PERNO GUIA
UNAM	ARBOL	SAPORES ALMIRAL JERE
TESIS PROFESIONAL	PERNO GUIA	TROQUEL DE CORTE

SP



CAPITULO IV

FABRICACION DEL TROQUEL DE CORTE.

Una vez obtenida la aprobación del diseño y ver la funcionalidad de la herramienta, así como sus características principales a controlar, el siguiente paso a seguir es la fabricación del mismo, por medio de los diferentes procesos de fabricación de máquinas-herramientas.

IV.1 SELECCION DEL MATERIAL

Para elegir el acero apropiado, es necesario averiguar las características requeridas en la herramienta tales como: dureza, profundidad de temple, gama de temperatura de temple, susceptibilidad al sobrecalentamiento, tenacidad, resistencia a la abrasión, duración del filo cortante, deformación y estabilidad dimensional al templar, dureza a temperaturas elevadas, maquinabilidad y susceptibilidad a formación de grietas de rectificado. Las recomendaciones anteriores deben servir de guía general de que acero será el más correcto a utilizar. Los aceros para la construcción de troqueles siguen siendo los mismos a lo largo de los años por eso se utilizan los más conocidos y acreditados para trabajar, aunado a un exacto tratamiento térmico y método de elaboración, cumpliendo con los requerimientos tan exigentes para desempeñar la función de cada uno de los elementos que constituyen el troquel.

Aceros utilizados en el troquel de corte y punzonado.

Nombre de la pieza	Tipo de material	Dureza en Rc
Placa guía	Acero SAE 1010	11
Placa matriz	Acero SAE 0-1	58
Placa portapunzones	Acero SAE 1010	11
Zapata superior	Acero SAE 1010	11
Punzón 2	Acero SAE 0-1	58
Punzón 1	Acero SAE 0-1	58
Punzón guía	Acero SAE 4140	48
Arbol o macho	Acero SAE 4140	48
Perno guía	Acero SAE 4140	48
Zapata inferior	Acero SAE 1010	11

Tabla 4

Características de los aceros utilizados:

- 0-1 - Dimensionalmente estable de máximo rendimiento al corte y excelente resistencia al desgaste -de fácil maquinado- temple al aire o al aceite. Dureza por el fabricante es de 58-60 Rc.
- 4140 - Aceros para piezas y partes de maquinaria de uso general -de fácil maquinado- y temple al aceite. Dureza por el fabricante es de 45-50 Rc.
- 1010 - Acero de bajo contenido de carbono con superficie acabada en frío. Resistencia a la tracción estimada: 45 kg/mm². Después de cementarlo se puede templear al agua. Son aceros que no requieren propiedades físicas especiales, además de ser fáciles de maquinar.

IV.2 DIAGRAMA DE PROCESOS

El objetivo de este capítulo no es la presentación de técnicas, sino más bien se trata de mostrar en forma resumida los procesos básicos en la fabricación del troquel.

A continuación se presentan los diagramas de procesos correspondiente a cada una de las piezas del troquel.

DIAGRAMA DE PROCESOS

1-2

PRODUCTO: TRAZO DE CORTE Y FUNDOZADO.

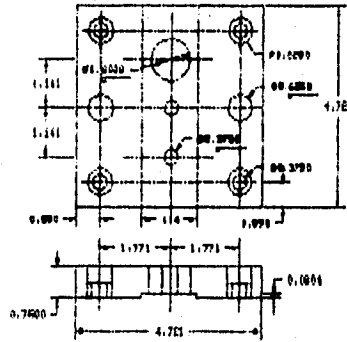
**PIEZA: No. 1
PLACA GUIA**

ENSAMBLABLE: PLACA GUIA Y ZAPATA INFERIOR.

TIEMPO TOTAL: 645 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO SAE 1010



0	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
1	TRAZADO Y CORTE DE SILUETA	EQUIPO OXIACTE-LENICO			30	
2	CEPILLADO DE PLACA	CEPILLO	PRENSA	BERNIE Y ESCUMBRA UNIVERSAL	300	POR LOS CUATRO LADOS CUADRANDO LADO POR LADO Y DANDO DIMENSIONES
3	CAREADO DE PLACAS	TORNO	CHUK DE CUATRO MORBAZAS	MICROMETRO	40	PLANEADAS A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS.
4	TRAZADO DE PLACA		MARCOL DE TRAZOS	BERNIE DE ALTURAS	15	UTILIZAR TINTA PARA TRAZOS.
5	BARRENAR A 3/8 in PARA TORNILLOS DE ENSAMBLE	FRESADORA	PRENSA		60	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4 in PARA DESPUES METER LA BROCA 3/8 in
6	CAJA DE TORNILLOS ALLEN	FRESADORA	PRENSA	MICROMETRO	30	CON BROCA 5/8 in PARA HACER CAJA DE TORNILLO ALLEN
7	BARRENAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (DERECHO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
8	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 17/32 in

DIAGRAMA DE PROCESOS

2-2

O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
9	BARREAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (IZQUIERDO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
10	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 17/32 in
11	BARREAR A 5/16 in PARA PUNZON 1	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS, BARREAR A 5/16 in, Y HACER CHAFLAN A 45°
12	RIMAR A 3/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 5/16 in
13	BARREAR A 5/16 in PARA PUNZON GUIA	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS, BARREAR A 5/16 in, Y HACER CHAFLAN A 45°
14	RIMAR A 3/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 5/16 in
15	BARREAR A 31/32 in PARA PUNZON 2	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS, BARREAR A 5/16, 1/2, 5/8, 7/8 Y 31/32 in PROGRESIVAMENTE Y HACER CHAFLAN A 45°
16	RIMAR A 1 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 31/32 in
17	FRESADO DE GUIA DE ALIMENTACION DE LA CHAPA	FRESADORA VERTICAL	PRENSA	MICROMETRO	30	VOLTEAR LA PIEZA PARA HACER EL FRESADO
18	DEMORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.

DIAGRAMA DE PROCESOS

1-2

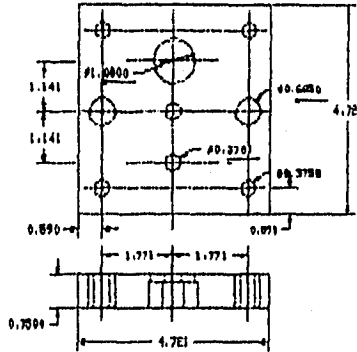
**PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE
Y PUNZADO.**

**PIEZA: No. 2
PLACA MATRIZ
SUSPENSIBLE: PLACA GUIA Y
ZAPATA INFERIOR.**

TIEMPO TOTAL: 878 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO SAE 0-1



O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
1	TRAZADO Y CORTE DE SILUETA	EQUIPO OXIACETILENICO			30	
2	CEPILLADO DE PLACA	CEPILLO	PRENSA	BERNIER Y ESCUADRA UNIVERSAL	200	FOR LOS CUATRO LADOS CUABRANDO LADO POR LADO Y DANDO DIMENSIONES
3	CAREADO DE PLACAS	TOMO	CHUK DE CUATRO MORBAZAS	MICROMETRO	40	PLANEADAS A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS.
4	TRAZADO DE PLACA		MARMO DE TRAZOS	BERNIER DE ALTURAS	15	UTILIZAR TINTA PARA TRAZOS.
5	BARRENAR A 3/8 in PARA TORNILLOS DE ENGAMBLE	FRESADORA	PRENSA		60	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4 in PARA DESPUES METER LA BROCA 3/8 in
6	BARRENAR A 17/32 in PARA FERRO GUIA (DERECHO)	FRESADORA	PRENSA		18	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
7	RINAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		18	EN BARRENO DE 17/32 in

DIAGRAMA DE PROCESOS

2-2

O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
9	BARRENAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (IZQUIERDO)	FRESADORA	PRENSA		18	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
11	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 17/32 in
12	BARRENAR A 5/16 in PARA PUNZON 1	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARRENAR A 5/16 in
13	RIMAR A 3/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 5/16 in
14	BARRENAR A 5/16 in PARA PUNZON GUIA	FRESADORA	PRENSA		18	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARRENAR A 5/16 in
15	RIMAR A 3/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 5/16 in
16	BARRENAR A 31/32 in PARA PUNZON 2	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARRENAR A 5/16, 1/2, 5/8, 7/8 Y 31/32 in PROGRESIVAMENTE
17	RIMAR A 1 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 31/32 in
18	TEMPLE DE LA PLACA (TRATAMIENTO TERMICO)				90	ENVIADA A ACEROS SISA PARA TRATAMIENTO TERMICO (TIEMPO DE ENTREGA 4320)
19	MEDIR DUREZA			DUROMETRO MICROMETRO	3	DUREZA OBTENIDA 50 Rc
20	RECTIFICADO DE CARAS DE LA PLACA	RECTIFICADORA	MESA IMANTADA	DE PROFUNDIDADES	100	DEJAR A DIMENSIONES
21	DEBORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.

DIAGRAMA DE PROCESOS

1-2

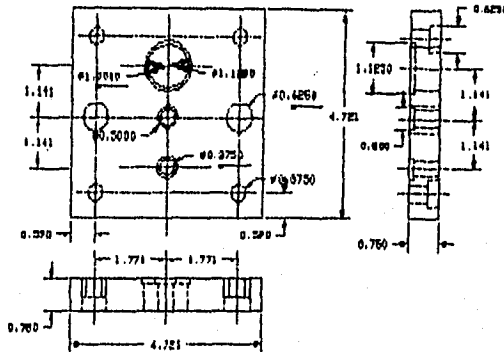
PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO.

PIEZA: No. 3
PLACA PORTAPUNZONES
SUBENSAMBLE: ZAPATA SUPERIOR Y PUNZONES

TIEMPO TOTAL: 635 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO 1010



O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
1	TRAZADO Y CORTE DE SILUETA	EQUIPO OXIACETILLENICO			30	
2	CEPILLADO DE PLACA	CEPILLO	PRENSA	BERNIER Y ESCUADRA UNIVERSAL	300	POR LOS CUATRO LADOS CUADRANDO LADO POR LADO Y DANDO DIMENSIONES
3	CAREADO DE PLACAS	TORNO	CHUK DE CUATRO MORDAZAS	MICROMETRO	40	PLANEADAS A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS.
4	TRAZADO DE PLACA		MARCADOR DE TRAZOS	BERNIER DE ALTURAS	15	UTILIZAR TINTA PARA TRAZOS.
5	BARRENAR A 3/8 PARA TORNILLOS DE ENSAMBLE	FRESADORA	PRENSA		60	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENDOS Y MEIER BROCA 1/4 PARA DESPUES MEIER LA BROCA 3/8
6	BARRENAR A 17/32 PARA PERNO GUIA (DERECHO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENDOS Y MEIER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 PROGRESIVAMENTE
7	FINAR A 5/8	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENDO DE 17/32

DIAGRAMA DE PROCESOS

2-2

O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
8	BARRENAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (IZQUIERDO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/O DE LOS BARRENDOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
9	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARREND DE 17/32 in
10	BARRENAR A 5/16 in PARA PUNZON 1	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARRENAR A 5/16 in
11	RIMAR A 3/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARREND DE 5/16 in
12	HACER CAJA PARA PUNZON 1	FRESADORA	PRENSA	MICROMETRO DE PROFUNDI- DADES	10	CAJA CON DIAMETRO DE 1/2 in Y 1/8 in DE ESPESOR
13	BARRENAR A 5/16 in PARA PUNZON GUIA	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARRENAR A 5/16 in
14	RIMAR A 3/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARREND DE 5/16 in
15	HACER CAJA PARA PUNZON GUIA	FRESADORA	PRENSA	MICROMETRO DE PROFUNDI- DADES	10	CAJA CON DIAMETRO DE 1/2 in Y 1/8 in DE ESPESOR
16	BARRENAR A 31/32 in PARA PUNZON 2	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARRENAR A 5/16, 1/2, 5/8, 7/8 Y 31/32 in PROGRESIVAMENTE
17	RIMAR A 1 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARREND DE 31/32 in
18	HACER CAJA PARA PUNZON 2	FRESADORA	PRENSA	MICROMETRO DE PROFUNDI- DADES MICROMETRO	10	CAJA CON DIAMETRO DE 1 1/8 in Y 1/8 in DE ESPESOR
19	BARRENAR CAJAS DE TORNILLOS ALLEN	FRESADORA	PRENSA	MICROMETRO DE PROFUNDI- DADES	20	VOLTAR LA PLACA Y CENTRAR CON BROCA DE 5/16 Y POSTERIORMENTE HACER LA CAJA DE 5/8 in POR 3/8 in DE PROFUNDIDAD.
20	OTRAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.

DIAGRAMA DE PROCESOS

1-2

PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO.

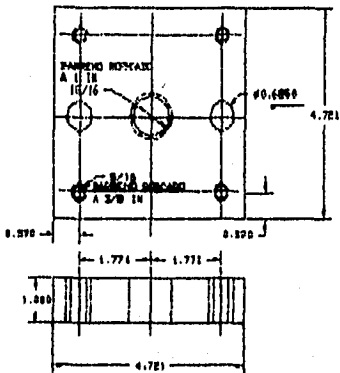
**PIEZA: No. 4
ZAPATA SUPERIOR**

**SUBENSAMBLE: MACHO O ARROL,
PLACA PORTAPUNZONES**

TIEMPO TOTAL: 505 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: acero 1010



O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
1	TRAZADO Y CORTE DE SILUETA	EQUIPO ORTACETILENICO			30	
2	CEPILLADO DE PLACA	CEPILLO	PRENSA	BERNIER Y ESCUADRA UNIVERSAL	300	POR LOS CUATRO LADOS CUADRANDO LABO POR LABO Y DANDO DIMENSIONES
3	CAREADO DE PLACAS	TOMO	CHUK DE CUATRO MORBAZAS	MICROMETRO	40	PLANEADAS A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS.
4	TRAZADO DE PLACA		MARROL DE TRAZOS	BERNIER DE ALTURAS	15	UTILIZAR TINTA PARA TRAZOS.
5	BARRENAR A 5/16 in PARA CUERDA DE 3/8 in STD	FRESADORA	PRENSA		90	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENDOS Y METER BROCA 1/4 in PARA DESPUES METER LA BROCA 5/16 in Y HACER CUERDA CON MACHUELO DE 3/8 in STD
6	BARRENAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (DERECHO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENDOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
7	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 17/32 in

DIAGRAMA DE PROCESOS

2-2

O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
8	BARRENAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (IZQUIERDO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y NETER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
9	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARRENO DE 17/32 in
10	BARRENAR A 15/16 in PARA CUERDA DE 1 in 14 HILOS	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y NETER CON BROCA DE 1/4, 5/16, 1/2, 7/8 Y 15/16 in Y HACER CUERDA CON MACHUELO DE 1 in 14 HILOS
11	DEMORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.

DIAGRAMA DE PROCESOS

PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE
Y PUNZONADO.

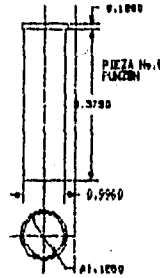
PIEZA: No. 5
PUNZON 2

SUBENSAMBLE: PLACA PORTA-
-PUNZONES Y ZAPATA SUP.

TIEMPO TOTAL: 282 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO O-1



O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
1	CORTAR LA BARRA DE ACERO DE 1 1/4 in	SIERRA MECANICA	PRENSA	FLEXOMETRO	7	
2	CAREADO O REFRENTADO Y HACER BARBENO CON BROCA DE CENTROS	TORNADO	CHUK		12	
3	CILINDRADO PARA DEJAR A DIMENSIONES	TORNADO	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	10	DEJAR 0.015 in MAS SOBRE MEDIDA PARA POSIBLES DEFORMACIONES AL TEMPLAR LA PIEZA Y PODER RECTIFICAR EL PUNZON.
4	TEMPLE DEL PUNZON, (TRATAMIENTO TECNICO)	MUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL ACEITE.
5	REVENIDO DEL PUNZON	MUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL MEDIO AMBIENTE.
6	MEDIR DUREZA			DUROMETRO	3	DUREZA OBTENIDA 58 Rc.
7	RECTIFICADO DE PUNZON	TORNADO Y RECTIFI- CADORA	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	90	SE DIERON LAS DIMENSIONES DE LA PIEZA CON UNA TOLERANCIA DE MAS MENOS 0.002 in.
8	DEMORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE POSICIONAMIENTO DE MAQUINAS, SUS HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

DIAGRAMA DE PROCESOS

PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO.

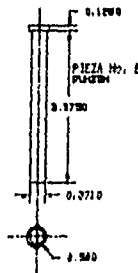
PIEZA: No. 6
PUNZON 1

SUBENSAMBLE: PLACA PORTA-PUNZONES Y ZAPATA SUP.

TIEMPO TOTAL: 282 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO O-1



0	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
1	CORTAR LA BARRA DE ACERO DE 3/4 in	SIERRA MECANICA	PRENSA	FLEXOMETRO	4	
2	CAREADO O REFRENTADO Y HACER BARRENO CON BROCA DE CENTROS	TORNADO	CHUK		10	
3	CILINDRADO PARA DEJAR A DIMENSIONES	TORNADO	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	15	DEJAR 0.015 in MAS SOBRE MEDIDA PARA POSIBLES DEFORMACIONES AL TEMPLAR LA PIEZA Y PODER RECTIFICAR EL PUNZON.
4	TEMPLE DEL PUNZON, (TRATAMIENTO TERMICO)	MUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL ACEITE.
5	REVENIDO DEL PUNZON	MUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL MEDIO AMBIENTE.
6	MEDIR DUREZA			DUROMETRO	3	DUREZA OBTENIDA 58 Rc.
7	RECTIFICADO DE PUNZON	TORNADO Y RECTIFICADORA	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	90	SE DIERON LAS DIMENSIONES DE LA PIEZA CON UNA TOLERANCIA DE MAS MENOS 0.002 in.
8	DEHORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE POSICIONAMIENTO DE MAQUINAS, SUS HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

DIAGRAMA DE PROCESOS

PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO.

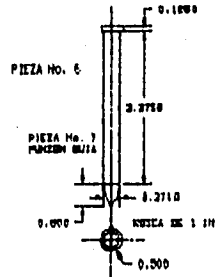
PIEZA: No. 7
PUNZON GUIA

SUBENSAMBLE: PLACA PORTA-PUNZONES Y ZAPATA SUP.

TIEMPO TOTAL: 327 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO 4140



Ø	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
1	CORTAR LA BARRA DE ACERO DE 1 1/8 in	SIERRA MECANICA	PRENSA	FLEXOMETRO	7	
2	CAREADO O REFRENTADO Y HACER BARRENO CON BROCA DE CENTROS	TORNIO	CHUK		12	
3	CILINDRADO PARA DEJAR A DIMENSIONES	TORNIO	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	25	DEJAR 0.015 in MAS SOBRE MEDIDA PARA POSIBLES DEFORMACIONES AL TEMPLAR LA PIEZA Y PODER RECTIFICAR EL PUNZON.
4	TEMPLE DEL PUNZON, (TRATAMIENTO TECNICO)	HUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL ACEITE.
5	REVENIDO DEL PUNZON	HUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL MEDIO AMBIENTE.
6	MEDIR DUREZA			DUROMETRO	3	DUREZA OBTENIDA 50 Rc.
7	RECTIFICADO DE PUNZON	TORNIO Y RECTIFICADORA	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	90	SE DIERON LAS DIMENSIONES DE LA PIEZA CON UNA TOLERANCIA DE MAS MENOS 0.002 in.
8	HACER BELLOTA	TORNIO			30	TERMINAR EN RUEDA ABRASIVA PARA HACER LA PUNTA CONCAVA.
9	DEPORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE POSICIONAMIENTO DE MAQUINAS, SUS HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

DIAGRAMA DE PROCESOS

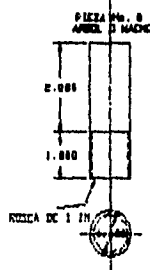
PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE Y PUNZONADO.

**PIEZA: No. 8
ARBOL O MACHO
SUBENSAMBLE: ZAPATA SUPERIOR**

TIEMPO TOTAL: 200 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO 4140



0	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
1	CORTAR LA BARRA DE ACERO DE 1 1/8 in	SIERRA MECANICA	PRESA	FLEXOMETRO	7	COM TOLERANCIA DE + 1/4 DE in
2	CAREADO O REFRENTADO Y HACER BARRENO CON BROCA DE CENTROS	TORNO	CHUK		10	
3	CILINDRADO PARA DEJAR A DIMENSIONES	TORNO	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	5	
4	HACER CUERDA DE 1 in 14 HILOS POR IN	TORNO	ENTRE CENTROS	CENTRAR CON TRUSQUIN	15	LONGITUD DE LA CUERDA 1 in
5	TEMPLE DEL PUNZON, (TRATAMIENTO TERMICO)	MUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL ACEITE.
6	REVENIDO DEL PUNZON	MUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL MEDIO AMBIENTE.
7	MEDIR DUREZA			DUREMETRO	3	DUREZA OBTENIDA 40 Rc.
8	DEMORAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE POSICIONAMIENTO DE MAQUINAS, SUS HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

DIAGRAMA DE PROCESOS

PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE
Y PUNZONADO.

PIEZA: No. 9
PERNO GUIA

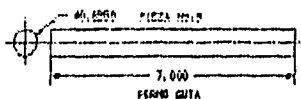
SUBENSAMBLE: ZAPATA SUPERIOR
HASTA ZAPATA INFERIOR.

TIEMPO TOTAL: 287 MINUTOS

CANTIDAD: 2 PIEZAS

MATERIAL: ACERO 4140

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



O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MINUT.)	OBSERVACIONES
1	CORTAR LA BARRA DE ACERO DE 1 1/8 in	SIERRA MECANICA	PRENSA	FLEXOMETRO	7	
2	CAREADO O REFRENTADO Y HACER BARRENO CON BROCA DE CENTROS	TORNO	CHUK		12	
3	CILINDRADO PARA DEJAR A DIMENSIONES	TORNO	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	15	DEJAR 0.015 in MAS SOBRE MEDIDA PARA POSIBLES DEFORMACIONES AL TEMPLAR LA PIEZA Y PODER RECTIFICAR EL PUNZON.
4	TEMPLE DEL PUNZON, (TRATAMIENTO TECNICO)	HUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL ACEITE.
5	REVENTO DEL PUNZON	HUFLA	PINZAS O TENAZAS		50	ENFRIADO AL MEDIO AMBIENTE.
6	MEDIR DUREZA			DUROMETRO	3	DUREZA OBTENIDA 48 Rc.
7	RECTIFICADO DE PERNO GUIA	TORNO Y RECTIFI- CADORA	ENTRE CENTROS	MICROMETRO	90	SE DIERON LAS DIMENSIONES DE LA PIEZA CON UNA TOLERANCIA DE MAS MENOS 0.002 in.
8	DENDRAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE POSICIONAMIENTO DE MAQUINAS, SUS HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

DIAGRAMA DE PROCESOS

1-2

PRODUCTO: TROQUEL DE CORTE Y PLANZONADO.

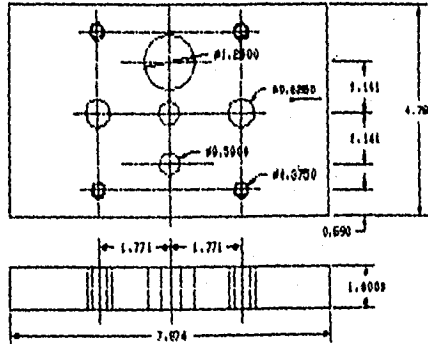
PIEZA: No. 10
ZAPATA INFERIOR

SUBENSAMBLE: PLACA GUIA Y PLACA MATRIZ.

TIEMPO TOTAL: 595 MINUTOS

CANTIDAD: 1 PIEZA

MATERIAL: ACERO 1010



O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
1	TRAZADO Y CORTE DE SILUETA	EQUIPO OXIACETILLENICO			30	
2	CEPILLADO DE PLACA	CEPILLO	PRESA	BERNIE Y ESCUADRA UNIVERSAL	300	FOR LOS CUATRO LADOS CUADRANDO LADO POR LADO Y BANDO DIMENSIONES
3	CAREADO DE PLACAS	TOCNO	CHUK DE CUATRO MORDAZAS	MICROMETRO	40	PLANEADAS A LAS DIMENSIONES REQUERIDAS.
4	TRAZADO DE PLACA		MARROW DE TRAZOS	BERNIE DE ALTURAS	15	UTILIZAR TINTA PARA TRAZOS.
5	BARRENAR A 5/16 in PARA CUERDA DE 3/8 in STD	FRESADORA	PRESA		90	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4 in PARA DESPUES METER LA BROCA 5/16 in Y HACER CUERDA CON MACHUELO DE 3/8 in STD
6	BARRENAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (DERECHO)	FRESADORA	PRESA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
7	RIMAR A 5/8 in	FRESADORA	PRESA		10	EN BARRENDO DE 17/32 in

DIAGRAMA DE PROCESOS

2-2

O	DESCRIPCION	MAQUINA	DISPOS.	INSTRUM.	TIEMPO APROX. (EN MIN.)	OBSERVACIONES
8	BARREAR A 17/32 in PARA PERNO GUIA (IZQUIERDO)	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS C/U DE LOS BARRENDOS Y METER BROCA 1/4, 1/2 Y 17/32 in PROGRESIVAMENTE
9	RINAR A 5/8 in	FRESADORA	PRENSA		10	EN BARREND DE 17/32 in
10	BARREAR A 1/2 in PARA PUNZON 1	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARREAR A 5/16, 1/2 in PROGRESIVAMENTE
11	BARREAR A 1/2 in PARA PUNZON GUIA	FRESADORA	PRENSA		10	CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARREAR A 5/16, 1/2 in PROGRESIVAMENTE
12	BARREAR A 1 1/4 in PARA PUNZON 2	FRESADORA	PRENSA			CENTRAR CON BROCA DE CENTROS Y BARREAR A 5/16, 1/2, 3/8, 7/8 Y 1 1/4 in PROGRESIVAMENTE
13	DETRAS (TIEMPO APROX.)				60	TIEMPO DE PREPARACION DE MAQUINA, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS.

CAPITULO V

PRUEBA Y VALIDACION.

El propósito básico de la fabricación consiste en la producción de materiales y productos de ingeniería conforme a los tamaños y acabados específicos. Estas especificación de forma, tamaño y acabados se encuentran en general en el dibujo o plano de la parte o en el plano de fabricación con frecuencia se hace referencia a ellas como las características de calidad.

La calidad de un producto puede declararse en términos de la medida del grado en el cual se adapte a las especificaciones y normas de la calidad de la mano de obra. Estas especificaciones y normas habrán de reflejar hasta que grado el producto satisface las necesidades con las cuales fue fabricado.

Se han desarrollado ciertas técnicas estadísticas que suministran medios económicos para mantener un análisis y control continuos de los procesos y del producto.

A estos términos se les conoce como términos estadísticos de control de la calidad, muchos de ellos se formulan sobre los siguientes conceptos estadísticos:

1.- Población o universo.- Es el conjunto completo de objetos o mediciones del tipo en el cual se esta interesando en un momento en particular. La población puede ser finita o infinita.

2.- Muestra.- Es un grupo o conjunto finitos de objetos tomados de una población.

3.- Promedio.- Es un punto de valor alrededor del cual tienden a agruparse las mediciones hechas de la población o de la muestra. Tendencia central de un grupo de mediciones.

4.- La variación.- Es la tendencia de las dimensiones u observaciones de una población o muestra a dispersarse alrededor del valor promedio.

5.- Prueba.- Es la acción mediante la cual se corrobora la calidad de un producto y consiste en encontrar los defectos o errores críticos en la fabricación de un producto.

Habiendo construido el troquel de corte, ahora se realizará la prueba para ver la funcionalidad del troquel, específicamente la matriz y los punzones, considerando una población de 5 roldanas, para las cuales se comprobarán las siguientes características:

1.- Dimensionales

2.- Atributos

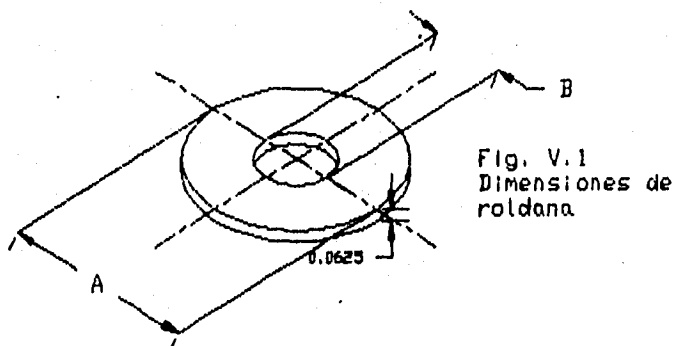


Tabla de registro dimensional					
No. Rolda	Leot	Dimensional			
		φ A plg	media	φ B plg	media
1	1	0.998	0.9996	0.376	0.37583
	2	1.001		0.3765	
	3	1.000		0.375	
2	1	1.002	1.0007	0.376	0.37516
	2	1.000		0.3745	
	3	1.000		0.375	
3	1	0.998	0.99983	0.375	0.375
	2	1.002		0.375	
	3	0.9995		0.375	
4	1	0.999	1.0000	0.374	0.3746
	2	1.000		0.375	
	3	1.001		0.375	
5	1	1.002	1.0010	0.375	0.375
	2	1.001		0.375	
	3	1.000		0.375	

Tabla 1

Cálculo de la media y la desviación estándar de la población, con datos de la tabla 1 del diámetro A, validación del porcentaje de confianza de las dimensiones.

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{n} \quad \text{---> Media de la población (Ref. No. 8 y 9)}$$

$$X = 1.000226 \text{ plg} \quad \mu = 1.000 \text{ plg}$$

$$Sx = \frac{\sum (X - \mu)}{\sqrt{n - 1}} \quad \text{---> Desviación estandar}$$

$$Sx = 5.335766 * 10^{-4} \text{ plg}$$

Considerando para un nivel de confianza del 90 % de aceptación
($\alpha = 10 \%$).

Prueba de hipótesis:

$$H_0: X \neq 1.000$$

Intervalos de confianza utilizando la prueba t, donde $n - 1$
grados de libertad es igual a 4, por lo tanto $t_{0.05} = 2.132$

$$\text{Limite de confianza} = LC = X \pm t_{0.05} * Sx / \sqrt{n} \quad (\text{Ref. No. 9})$$

$$LSC = 1.000226 + 2.132 * 5.335766 * 10^{-4} / \sqrt{5} = 1.000734744$$

$$LIC = 1.000226 - 2.132 * 5.335766 * 10^{-4} / \sqrt{5} = 0.999717256$$

El valor estadístico de prueba:

$$t_{\text{prueba}} = \frac{X - \mu}{Sx / \sqrt{n}} = \frac{1.000226 - 1.000}{5.335766 * 10^{-4} / \sqrt{5}} = 0.9471$$

La prueba posible y las conclusiones resultante se ilustran en
la figura V.2.

Cálculo de la media y la desviación estándar de la
población, con datos de la tabla 1 del diámetro B, validación del
porcentaje de confianza de las dimensiones.

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{n} \quad \text{---> Media de la población}$$

$$X = 0.375118 \text{ plg} \quad \mu = 0.375 \text{ plg}$$

$$Sx = \frac{\sum (X - \mu)}{\sqrt{n - 1}} \quad \text{---> Desviación estándar}$$

$$Sx = 4.01218 * 10^{-4} \text{ plg}$$

Considerando para un nivel de confianza del 90 % de aceptación ($\alpha = 10 \%$).

Prueba de hipótesis:

$$H_0: X \neq 0.375$$

Intervalos de confianza utilizando la prueba t, donde $n - 1$ grados de libertad es igual a 4, por lo tanto $t_{\alpha/2} = 2.132$

$$\text{Limite de confianza} = LC = X \pm t_{\alpha/2} * Sx / \sqrt{n}$$

$$LSC = 0.375118 + 2.132 * 4.01218 * 10^{-4} / \sqrt{5} = 0.37555 \text{ plg}$$

$$LIC = 0.375118 - 2.132 * 4.01218 * 10^{-4} / \sqrt{5} = 0.37475 \text{ plg}$$

El valor estadístico de prueba:

$$t_{\text{prueba}} = \frac{X - \mu}{Sx / \sqrt{n}} = \frac{0.375118 - 0.375}{4.01218 * 10^{-4} / \sqrt{5}} = 0.375000006$$

La prueba posible y la conclusión resultante se ilustran en la figura V.3

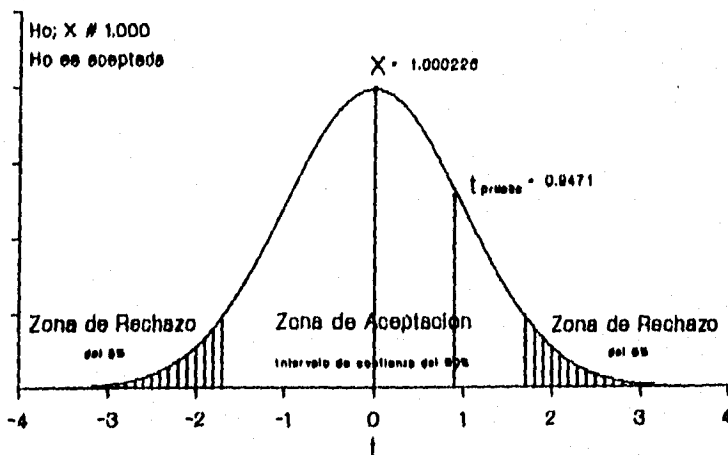


Fig. V.8 Prueba de hipótesis.

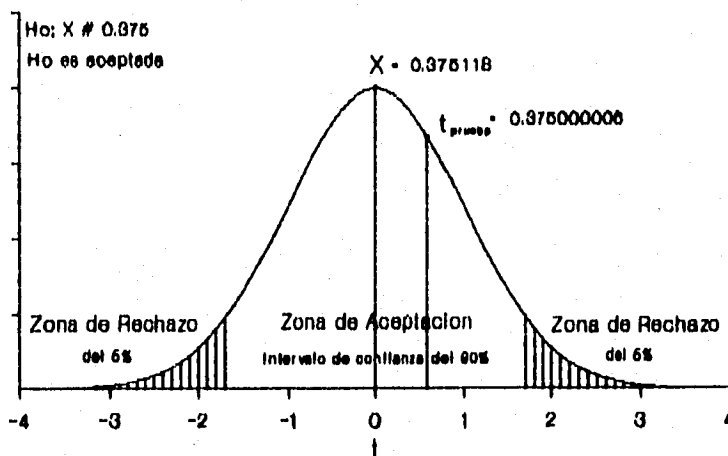


Fig. V.6 Prueba de hipótesis.

Como t_{prueba} está en zona de aceptación, se corrobora y se acepta la hipótesis nula que dice que la media muestral es igual a la media nominal. Lo cual se observa en las dos gráficas presentadas anteriormente.

La calificación de los atributos del producto y la funcionalidad del troquel se presentan en la tabla 2 y 3

Tabla de atributos			
Atributos	Aspectos		Observaciones
	Existe	No existe	
Pandeamiento	Si		Debido a la fuerza y espesor de la chapa.
Rebabas	Si		Minimas
Concentricidad	Si		Minimas
Fisuras		No	

Tabla 2

Funcionalidad del troquel	
Partes	Observaciones
Matriz	Las dimensiones obtenidas reflejan la funcionalidad al cortar la pieza.
Punzón 1	Resultó eficiente ya que no presentó fractura o grieta al momento de punzonar.
Punzón 2	Resultó eficiente ya que no presentó fractura o grieta al momento de cortar.
Punzón guía	Realizó la función esperada (centrado de pieza)
Perno guía 1 y 2	Realizó la función esperada (centrado de punzones), no sufrieron calentamiento

Tabla 3

CONCLUSIONES

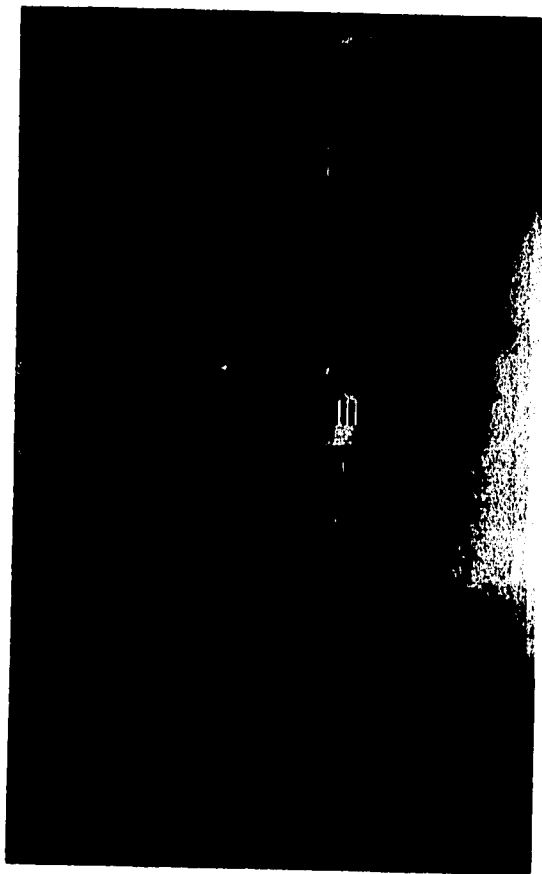
Al terminar la fabricación del troquel concluimos que el diseño y la construcción de cualquier tipo de herramienta esta basada principalmente en la función específica que debe realizar. Debiendo cumplir ciertos requisitos como son: precisión, propiedades mecánicas del material a seleccionar (dureza, tenacidad, resistencia a temperaturas elevadas, maquinabilidad, etc.), donde el conocimiento de las propiedades nos permite como diseñadores determinar los diferentes métodos y formas de fabricación, por ejemplo las maquinas y herramientas.

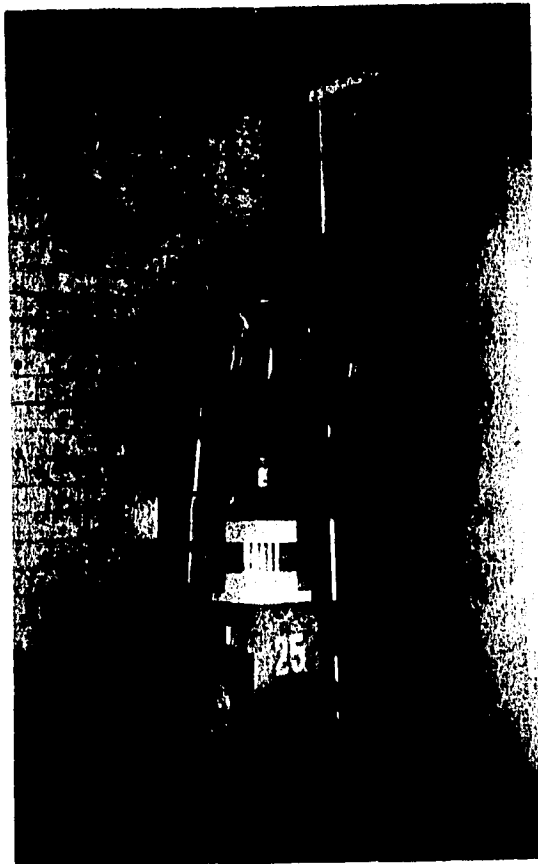
Las pruebas realizadas con el troquel nos demostraron que es eficiente en virtud de que el producto fabricado (roldana), es aceptable para su aprovechamiento; esto después de haber tomado las muestras necesarias para su análisis.

Esta tesis pretende ser un elemento que aporte un análisis en el diseño y construcción de un troquel de corte y punzonado, que nos permite obtener un conocimiento firme de como se fabrico dicha herramienta ya que los métodos de fabricación y control adecuado de cada una de las piezas, en ocasiones son desconocidas.

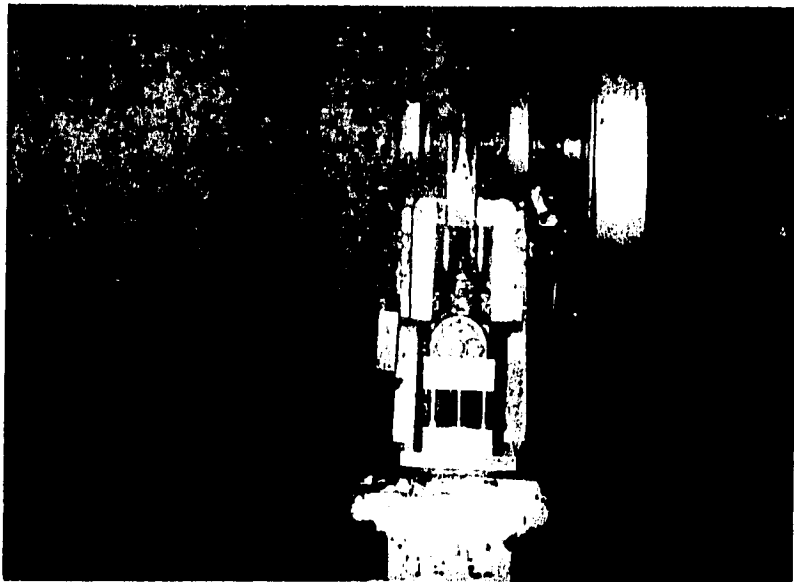
A P E N D I C E

TOLERANCIAS PRINCIPALES													
Valores en micras (0.001 mm)													
AGUILERO NORMAL													
Temperatura de referencia 20°C													
Diámetro en mm	> 3	> 6	> 10	> 15	> 20	> 30	> 50	> 80	> 120	> 180	> 250	> 315	> 315a
H	h 6	+ 6	+ 9	+ 11	+ 15	+ 19	+ 22	+ 25	+ 29	+ 32	+ 36	0	0
	h 7	+ 10	+ 13	+ 15	+ 18	+ 21	+ 25	+ 30	+ 35	+ 40	+ 46	+ 52	+ 57
	h 8	+ 14	+ 18	+ 22	+ 27	+ 33	+ 39	+ 46	+ 54	+ 63	+ 72	+ 81	+ 89
	h 9	+ 25	+ 30	+ 36	+ 43	+ 52	+ 62	+ 74	+ 87	+ 100	+ 115	+ 130	+ 140
	h 11	+ 60	+ 75	+ 90	+ 110	+ 130	+ 160	+ 190	+ 220	+ 250	+ 290	+ 320	+ 360
G	g 5	- 2	- 4	- 5	- 6	- 7	- 9	- 10	- 12	- 14	- 15	- 17	- 18
	g 6	- 6	- 9	- 11	- 14	- 16	- 20	- 23	- 27	- 32	- 35	- 40	- 43
	g 5	- 4	- 5	- 6	- 8	- 9	- 11	- 13	- 15	- 18	- 20	- 21	- 25
	J ₅	+ 2	+ 2.5	+ 3	+ 4	+ 4.5	+ 5.5	+ 6.5	+ 7.5	+ 9	+ 10	+ 11.5	+ 21.5
	K ₅	+ 4	+ 6	+ 7	+ 9	+ 11	+ 13	+ 15	+ 18	+ 21	+ 24	+ 27	+ 29
	f 6	- 12	- 19	- 22	- 27	- 33	- 41	- 49	- 58	- 68	- 79	- 83	- 98
	g 6	- 2	- 4	- 5	- 6	- 7	- 9	- 10	- 12	- 14	- 15	- 17	- 18
	h 6	- 6	- 9	- 11	- 14	- 16	- 20	- 23	- 27	- 32	- 35	- 40	- 43
	J ₆	+ 3	+ 4	+ 4.5	+ 5.5	+ 6.5	+ 8	+ 9.5	+ 11	+ 12.5	+ 14.5	+ 16	+ 18
	m 6	+ 8	+ 12	+ 13	+ 16	+ 21	+ 25	+ 30	+ 35	+ 40	+ 46	+ 52	+ 57
P	p 6	+ 12	+ 20	+ 24	+ 29	+ 35	+ 42	+ 51	+ 59	+ 68	+ 79	+ 89	+ 98
	e 7	- 14	- 25	- 25	- 33	- 40	- 49	- 60	- 72	- 85	- 100	- 110	- 125
	ε 7	- 6	- 10	- 13	- 16	- 20	- 25	- 30	- 36	- 43	- 50	- 56	- 62
R	h 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e 8	- 14	- 20	- 25	- 32	- 40	- 49	- 60	- 72	- 85	- 100	- 110	- 125
	ε 8	- 5	- 10	- 13	- 16	- 20	- 25	- 30	- 36	- 43	- 50	- 56	- 62
	h 8	- 14	- 20	- 25	- 32	- 40	- 49	- 60	- 72	- 85	- 100	- 110	- 125
D	d 9	- 24	- 30	- 40	- 50	- 65	- 80	- 100	- 120	- 145	- 170	- 190	- 210
	e 9	- 14	- 20	- 25	- 32	- 40	- 49	- 60	- 72	- 85	- 100	- 110	- 125
	d 11	- 20	- 30	- 40	- 50	- 65	- 80	- 100	- 120	- 145	- 170	- 190	- 210
J	h 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	j 11	+ 30	+ 35	+ 45	+ 55	+ 65	+ 80	+ 95	+ 110	+ 125	+ 145	+ 160	+ 180
	k 11	+ 10	+ 15	+ 19	+ 24	+ 30	+ 36	+ 43	+ 51	+ 60	+ 70	+ 81	+ 90









BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Diseño de matrices
J.R. Paquin
Edit. Montaner y Simón S.A.
- 2.- Principios fundamentales para el diseño de herramientas
Frank W. Wilson
Edit. Continental S.A.
- 3.- Materiales y procesos de manufactura para ingenieros
Lawrence E. Doyle
Edit. Prentice Hall
- 4.- Ingeniería de manufactura
Ulrich Scharer Sauberli
Edit. Continental S.A.
- 5.- Resistencia de materiales
John N. Cernica
Edit. CECSA
- 6.- Materiales de ingeniería y sus aplicaciones
Richard A. Flinn
Edit. McGraw-Hill
- 7.- Catálogo de aceros
Servicios industriales SISA S.A. o SISA norte
- 8.- Estadística para ciencias e ingeniería
John B. Kennedy
Edit. Harla