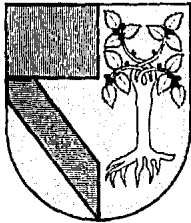


5
24 308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
ESCUELA DE INGENIERIA
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

**DISEÑO DE UN TROQUEL PROGRESIVO PARA CORTE DE LAMINACIONES
DE ROTOR Y ESTATOR.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA MECANICA.

P R E S E N T A N :

LUIS ALBERTO CASS RICO.
MARTIN LOPEZ CRUZ.

REVISORES:

DR. PIOTR MACIELI RUSEK PIELA.
ING. ARMANDO ORTIZ PRADO.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

Introducción	10
1. Teoría general para el diseño de troqueles	13
1.1 Diseño de troqueles	14
1.2 Operación de troquelado	14
1.2.1 Acción del punzonado o cizallado en operaciones de corte por troquel	16
1.3 Tipos de troqueles	17
1.4 Partes principales de un troquel	19
1.5 Materiales para troquelar	35
1.5.1 Importancia de los materiales	35
1.5.2 Materiales troquelables	35
1.5.2.1 Materiales metálicos	36
1.5.2.2 Materiales comúnmente empleados	36
1.5.2.2.A Aleaciones ferrosas	36
1.5.2.2.B Aleaciones metálicas no ferrosas	43
1.5.2.2.C Revestimiento de Chapas	46
1.5.2.3 Materiales no metálicos	46
1.6 Tipos de prensas troqueladoras	49
2. Determinación del tipo de troquel progresivo para el corte de laminaciones de rotor y estator	51
2.1 El uso de troqueles progresivos en comparación con troqueles separados de operación simple	52
2.2 Características que determinan la conveniencia de diseño y construcción de los troqueles de mayor uso en la industria	53
2.3 Ventajas y desventajas de los troqueles progresivos comparados con troqueles de simple operación	55
2.4 Selección del troquel progresivo	56
2.5 Estudio económico comparativo para la selección de un troquel progresivo o troqueles simples para la producción de laminaciones de rotor y estator	57
3. Diseño del troquel progresivo para corte de laminaciones de rotor y estator	72
3.1 Planos de fabricación	73
3.2 Desarrollo de la tira	73

3.2.1 Sobremedidas de las tiras para cortar en troquel	74
3.3 Descripción de la tira	77
3.4 Centro de presión	79
3.5 Características de la prensa hidráulica seleccionada para el troquel progresivo	82
3.6 Características de las prensas mecánicas seleccionadas para los troqueles simples	86
3.7 Materiales empleados para el diseño del troquel progresivo	88
3.8 Diseño de los elementos del troquel progresivo para corte de laminaciones de rotor y estator	91
3.8.1 Reglas generales para el diseño de troqueles	91
3.8.2 Diseño de los elementos	92
Parte # 1. Zapata inferior	92
Parte # 2. Zapata superior	93
Parte # 3. Bujes	94
Parte # 4. Postes	94
Parte # 5. Bujes de acoplamiento	95
Parte # 6. Bujes embalados	95
Parte # 7. Rondanas	95
Parte # 8. Tornillo Allen	96
Parte # 9. Grapas	96
Parte # 10. Tornillo de cabeza plana	97
Parte # 11. Limitadores	97
Parte # 12. Pernos	99
Parte # 13. Tornillo Allen	100
Parte # 14. Resortes	100
Parte # 15. Tope dedo	102
Parte # 16. Resorte	103
Parte # 17. Limitadores	103
Parte # 18. Punzones	105
Parte # 19. Opresor Allen	106
Parte # 20. Resortes	106
Parte # 21. Pilotos	106
Parte # 22. Tornillo Allen	107
Parte # 23. Bujes	107
Parte # 24. Rondana brida	108
Parte # 25. Postes	108
Parte # 26. Guías	108
Parte # 27. Tornillo de cabeza plana	110
Parte # 28. Pernos	110
Parte # 29. Bujes	111
Parte # 30. Boquillas	111
Parte # 31. Boquillas	111
Parte # 32. Bujes	107
Parte # 33. Punzones	112
Parte # 34. Placa choque	112
Parte # 35. Planchador	114
Parte # 36. Portapunzones	115
Parte # 37. Sufridera	116
Parte # 38. Placa ensamble	116

Parte # 39. Tornillo Allen	118
Parte # 40. Pasadores	118
Parte # 41. Tornillo Allen	118
Parte # 42. Rondana seguro	119
Parte # 43. Guías	119
Parte # 44. Pasadores	120
Parte # 45. Pasadores	120
Parte # 46. Punzón	121
Parte # 47. Tornillo Allen	121
Parte # 48. Punzón	122
Parte # 49. Tornillo Allen	122
Parte # 50. Inserto	123
Parte # 51 y 52. Punzones	123
Parte # 53. Punzones	124
Parte # 54. Punzón	124
Parte # 56. Punzón de recorte	125
Parte # 57. Tornillo Allen	126
Parte # 58. Placa ensamble	127
Parte # 59. Sufridera	127
Parte # 60. Portapunzones	128
Parte # 61. Planchador	129
Parte # 62. Punzón de recorte	125
Parte # 63. Pasadores	130
Parte # 64. Placa choque	130
Parte # 65. Punzón de recorte final	131
Parte # 66. Portamatriz	133
Parte # 67. Tornillo Allen	134
Parte # 68. Placa sufridera	135
Parte # 69. Boquilla	136
Parte # 70. Boquilla	136
Parte # 71. Boquillas	137
Parte # 73. Tornillo Allen	137
Parte # 74. Portamatriz	137
Parte # 75. Inserto rifón	138
Parte # 76. Placa sufridera	140
Parte # 77. Boquilla	140
Parte # 78. Botador	141
Parte # 79. Tapa galleta	142
Parte # 80. Resorte	142
Parte # 81. Insertos	143
Parte # 82. Insertos	143
Parte # 83. Inserto	144
3.8.3 Lista de materiales	146
Conclusiones	150
Bibliografía	153
Apéndice	156
A. Tratamiento térmico de los materiales empleados	157
B. Tolerancias para el diseño de los elementos del troquel ...	158
C. Normas empleadas para el diseño de los elementos del troquel	159
D. Tablas	160
E. Planos de los elementos del troquel	171

INTRODUCCION.

La competencia a nivel industrial y comercial hace necesario tener los elementos e ingenio creativo para diseñar herramienta que facilite y economice el trabajo en prensa de muchos materiales industriales.

De las pocas industrias relacionadas con el diseño de herramientas, están aquellas especializadas en el diseño y construcción de troqueles para piezas específicas.

Entre estas piezas encontramos las laminaciones de rotor y estator para motores de aparatos electrodomésticos de cocina. Al existir actualmente una creciente demanda de este tipo de aparatos, la solución más factible para producir las piezas antes mencionadas, es por medio de un troquel de corte que reúna las características técnicas y económicas suficientes para la producción masiva de dichas piezas (se entiende por producción masiva la manufactura de 400,000 pzas. en adelante).

Ante tal necesidad, el diseño del troquel de corte para la producción de piezas de rotor y estator pretende:

- * Mostrar al principio de este trabajo una visión general sobre los elementos que conforman un troquel, su diversidad, funcionamiento y características técnicas más importantes.
- * Valorar la importancia y necesidad de la intervención de ingenieros y técnicos en diseño, constructores de herramientas, ingenieros mecánicos, metalúrgicos e industriales, en el diseño y manufactura de troqueles.
- * Establecer las ventajas técnicas y económicas al seleccionar un troquel de operaciones múltiples en un solo golpe (troquel progresivo) en relación a varios troqueles de una sola operación en un golpe (troqueles simples) para la producción de partes de rotor y estator.
- * Diseñar el troquel progresivo para su posterior manufactura y la subsecuente producción de piezas de rotor y estator.
- * Mostrar que el éxito del uso de troqueles progresivos radica en su larga vida, velocidad de producción y alta eficiencia en la utilización del material, obteniéndose por consiguiente bajos costos de la parte o pieza troquelada.
- * Mostrar la flexibilidad y seguridad en la operación del troquel progresivo.
- * Fomentar el interés en el diseño y uso de troqueles en industrias donde las características de las partes a producir permitan el uso de tales herramientas.
- * La producción masiva a corto plazo de partes troqueladas de mayor calidad y bajo costo.

Esta tesis está dirigida principalmente a los estudiantes de ingeniería mecánica, cuyo interés se centra en el Diseño de Herramental, y demás personas interesadas en este tema, por lo que los participantes en este trabajo de tesis esperamos que a los primeros les sirva como una guía en el diseño de troqueles, y a los segundos para aclarar algunas dudas al respecto.

CAPITULO 1
TEORIA GENERAL PARA EL DISEÑO
DE TROQUELES.

1.1 DISEÑO DE TROQUELES.

El diseño de troqueles es una división grande de la ingeniería de Diseño de Herramientas, es la materia más exacta en todas las áreas del campo general en el diseño de herramientas.

En el Diseño de Troqueles intervienen las investigaciones y cooperación de ingenieros y técnicos en diseño, constructores de herramientas, ingenieros de manufactura, ingenieros industriales e ingenieros metalúrgicos.

El diseño de troqueles representa el primer paso en el desarrollo de una herramienta eficiente y económica empleada en la manufactura de elementos útiles, partiendo de hoja metálica. El desarrollo de un troquel incluye desde la planeación de la secuencia de operaciones, el diseño en sí del mismo, con la correspondiente elaboración de planos de fabricación, ensamble y prueba.

La máquina herramienta, su capacidad, operaciones y uso son básicos para la construcción de troqueles. Estas bases de las máquinas herramientas incluyen el conocimiento de algunas herramientas estándar y accesorios usados sobre las máquinas herramientas.

La máquina herramienta con las pequeñas herramientas de corte cuidadosamente diseñadas, no son suficientes en la mayoría de los casos para la producción en serie de piezas. Además de los troqueles bien planeados y cuidadosamente diseñados, construidos con gran precisión, se debe considerar el número de piezas a producir, pues de esto depende la clase de troquel a seleccionar (CLASE I- menor a 1000 pzas., CLASE II- 1000 a 20000 pzas., CLASE III- 20000 a 400000 pzas., CLASE IV- más de 400000 pzas.). De la clase de troquel elegida se podrá hacer una adecuada elección del material más apto para la construcción económica de este. En la vida del mismo influye de manera importante el mantenimiento que le sea dado.

1.2 OPERACION DE TROQUELADO.

El término troquelado está definido como el conjunto de operaciones con las cuales sin producir viruta, se somete una chapa plana a una o más transformaciones con el fin de obtener una pieza poseyendo una forma geométrica propia, sea ésta plana o hueca. Durante el proceso la chapa es sometida a una transformación plástica.

Chapa o plantilla es la terminología técnica que se le da a cualquier tipo de láminas delgadas tanto en hojas, tiras o cintas.

La realización práctica del troquelado se logra mediante dispositivos especiales llamados troqueles, aplicados según sus fines, y máquinas denominadas comúnmente prensas.

Las operaciones de troquelado de la chapa en términos generales se dividen en:

- a) Punzonado
- b) Doblado
- c) Embutido.

Las operaciones de punzonado y doblado se realizan generalmente en frío y la operación de embutido se puede hacer en frío o en caliente según sea requerida.

El ciclo de troquelado, que consiste en una sucesión ordenada de operaciones que transforman parte de una chapa plana en una pieza de forma definida, depende de diversos factores:

- 1.- De la forma de la pieza a obtener.
- 2.- De sus dimensiones.
- 3.- De la calidad del material que constituye la chapa.

De la forma de la pieza a obtener.- El número de operaciones es directamente proporcional a la complejidad de la forma; o sea cuanto más simple es una pieza, más pequeño es el número de operaciones necesarias para obtenerla.

De las dimensiones de la pieza.- Influye en la determinación del número de operaciones necesarias; ya que para producir por ejemplo un embutido muy profundo en relación a su diámetro, se necesitan además de la operación de cortar la chapa dos o más operaciones de embutir.

De la calidad del material que constituye la chapa.- Es un factor determinante para obtener el número de operaciones necesarias para producir una pieza y además su selección es de especial cuidado, ya que dentro del proceso de troquelado existe un gran número de formas y materiales usados. Así mismo es conveniente mencionar que el material en muchas ocasiones estará determinado por las características de la pieza a producir.

1.2. ACCION DEL PUNZONADO O CIZALLADO EN OPERACIONES DE CORTE POR TROQUEL.

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

En cualquier operación que involucre cizallamiento el metal es sometido a esfuerzos tanto de tracción como de compresión, se produce alargamiento más allá del límite elástico; a continuación deformación plástica, reducción en área, y, finalmente, comienza la fractura a través de planos de desprendimiento en el área reducida y se vuelve completa la separación de la pieza.

Los pasos fundamentales en el cizallamiento o corte se muestran en la figura #1. 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 forzada dentro de la abertura de la matriz en la forma de un postizo en relieve sobre la cara inferior del material, como se indica en A. Según sigue aumentando la carga, el punzón penetrará en el metal a cierta profundidad y forzará una porción de metal del mismo espesor dentro de la matriz, como se indica en B. Esta penetración ocurre antes de que comience la fractura y reduce el área transversal del metal a través del cual se está haciendo el corte. Las fracturas comenzarán en el área reducida tanto en el borde cortante superior como en el inferior, según se indica en C. Si la holgura es adecuada para el material que está siendo cortado, estas fracturas se extenderán unas hacia las otras y eventualmente se juntarán, causando la separación completa. La continuación en el recorrido del punzón llevará la porción cortada a través del material y dentro de la matriz.

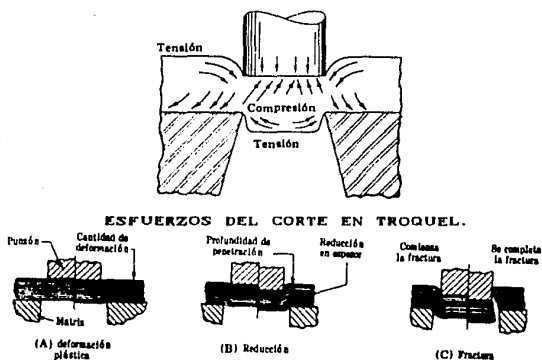


FIG. # 1. PASOS EN EL CIZALLAMIENTO DEL METAL.

Es conveniente mencionar que existe el troquelado de precisión en el cual no hay fractura en los planos de desprendimiento en el área reducida de la pieza; este proceso consiste esencialmente en troqueles rígidamente contruidos y guiados de manera precisa, esto con el objeto de que las tolerancias que se manejan son reducidas; para ello es necesario que la chapa sea sujeta con un planchador de borde anular evitando el movimiento de la misma. Además se requiere de un contrapuzón que haga las veces de eyector y de componentes cortantes correctamente afiladas con superficies de excelente planicidad, lográndose así un corte por cizallamiento total. Ver fig. # 2.

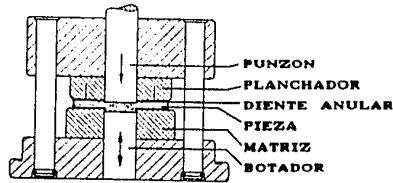


FIG. # 2. TROQUELADO DE PRECISION.

1.3 TIPOS DE TROQUELES.

Por la forma de actuar, los troqueles se pueden dividir en :

- 1.- Troquel simple.
- 2.- Troquel progresivo.
- 3.- Otros tipos de troqueles.

Troquel simple.- Es aquel que solamente lleva a efecto una sola operación con su matriz correspondiente. Ver fig. #3. Existen troqueles simples más elaborados con varios juegos de punzón y matriz, donde las posiciones relativas entre estos corresponden exactamente a la disposición que los barrenos correspondientes llevan en la pieza. Son troqueles de un solo paso, la operación que realizan termina en un solo golpe.

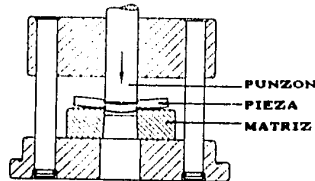


FIG. # 3. TROQUEL SIMPLE.

Troquel progresivo.- Es aquel en que las distintas operaciones hechas en una pieza son realizadas en varios golpes de la prensa. Ver fig. #4.

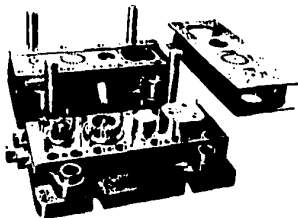


FIG. # 4. MATRIZ PROGRESIVA PARA LA OBTENCION DE CHAPAS DE ROTOR Y DE ESTATOR.

La materia prima que es trabajada por el troquel, generalmente consiste en láminas cortadas en tiras, las cuales pasan en forma continua por el troquel.

Aquí una pieza necesita para terminarse de troquelar tantos golpes como pasos tenga el troquel. Como cada golpe realiza simultáneamente todos los pasos, (en lugares distintos de la tira), en cada golpe se termina el troquelado de una pieza.

Otros tipos de troqueles.- La mayoría de los troqueles existentes son del tipo simple o progresivos; sin embargo en la práctica se han desarrollado combinaciones variadas, así como troqueles especiales para operaciones particulares. Ver fig. # 4 A.

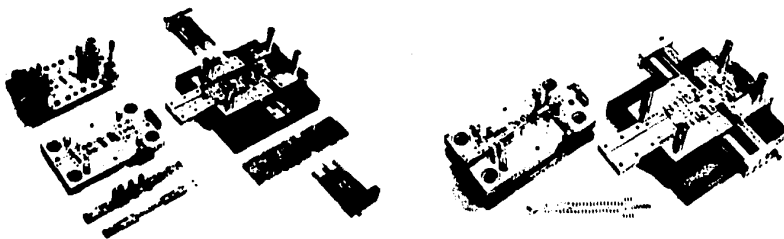


FIG. # 4 A. MATRIZ PROGRESIVA Y COMBINADA VISTA EN DESPIECE (IZQUIERDA) Y MONTADA (DERECHA).

El estudio de este tipo de troqueles es ajeno al trabajo de esta tesis refiriéndose la misma a troqueles progresivos.

1.4 PARTES PRINCIPALES DE UN TROQUEL.

Para el estudio de los troqueles, es necesario hacer una breve descripción de sus partes principales para posteriormente explicar las operaciones en el troquelado.

Las partes principales de un troquel en general son :

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1.- Placa matriz. | 7.- Pilotos. |
| 2.- Portamatrices. | 8.- Portatroquel. |
| 3.- Punzones. | 9.- Placa sufridera. |
| 4.- Planchador. | 10.- Expulsores. |
| 5.- Cuadro portapunzones. | 11.- Sujetadores. |
| 6.- Guías laterales. | |

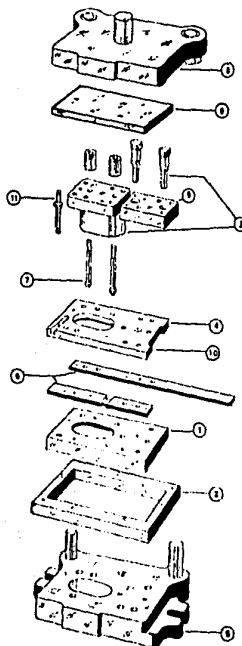


FIG. # 5. EXPLOSIVO DE PARTES DE UN TROQUEL.

Placa matriz.- Este elemento en conjunto con el punzón forman las partes principales del troquel. En ella se tiene la forma de las piezas a cortar, embutir, doblar, etc. Es la parte hembra del troquel la cual va fija a la bancada de la prensa, parte inferior y no móvil de ella.

La matriz se elabora con acero para herramientas templado, cabe mencionar que toda perforación, sean éstas para admitir los punzones, para fijar la matriz al portamatriz o para fijar alguna otra parte del troquel fueron maquinadas antes de temprar la pieza.

Las matrices pequeñas normalmente tienen una placa matriz única mientras que una matriz mayor suele estar compuesta de dos o más partes para contornos de piezas a troquelar complejas, esto se hace con el fin de facilitar el mecanizado, el temple y el rectificado.

Hay matrices que suelen también llevar algún inserto de otro material más resistente al desgaste o al impacto, esto con el fin de alargar la vida de la matriz o acelerar la producción del troquel sin desgastar mucho la matriz; estos materiales para inserto suelen ser muy caros por ello solo se utilizan en las partes donde se efectuarán los cortes, dobleces, etc. Cabe mencionar que esta pieza se encuentra sometida a grandes esfuerzos.

Cuando los bloques hembra o matriz tienen que usarse con cavidades de forma irregular, y no se cuenta con electroerosión, será necesario diseñarlas seccionadas en dos o más partes para facilitar el maquinado de la matriz. Una vez maquinadas éstas podrán ser ensambladas dentro de la zapata en una caja con ajuste a presión, fija con tornillos y pasadores, o en un bloque portamatriz con ajuste a presión simulando una sola pieza. Ver fig. # 6.

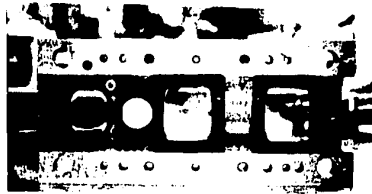


FIG. # 6. PLACA MATRIZ.

Portamatrices.- En algunos troqueles se requieren portamatrices, principalmente para la sujeción de las placas matrices, normalmente suelen ser de materiales más blandos que las matrices. Ver fig. # 7.

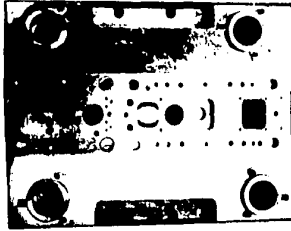


FIG. # 7. PORTAMATRICES.

Punzones.— Los punzones son los órganos móviles de trabajo en los troqueles.

Están sujetos por medio del cuadro portapunzones y trabajan contra la placa sufridera si son delgados, y si son grandes contra el portatroquel superior.

El punto principal que se debe observar en la fabricación de un troquel es la perpendicularidad del punzón, ya que si no es correcta, puede haber desgaste o fractura. Para lograr esta condición en algunos casos se deja a los punzones un pequeño juego con respecto al cuadro portapunzones, con lo cual el punzón se ajusta al planchador. Cuando el punzón es muy delgado se puede evitar el peligro de ruptura mediante el encamisado de los mismos. Ver fig. # 8.

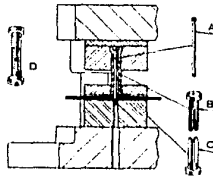


FIG. # 8. FUNZON ENCAMISADO. EL FUNZON A ES GUIADO Y SOPORTADO EN TODA SU LONGITUD POR DOS CAMISAS ESLABONADAS B Y C.

Generalmente para dimensionar los punzones el mejor método es la práctica, ya que la experiencia nos indicará cuales son las mejores dimensiones para cada caso.

La medida de la plantilla que va a ser producida determina el tipo de punzón a usar. Las consideraciones de diseño incluyen:

- 1.- Estabilidad para prevenir la deflexión.
- 2.- Tornillos adecuados para resistir la fuerza de extracción.
- 3.- Buena sujeción del punzón para una ubicación precisa en la matriz.
- 4.- El correcto seccionado del punzón, si éste lo requiere, para su apropiado tratamiento térmico.

Tipos de punzones.— Los punzones para cortar plantillas varían considerablemente en cuanto a sus formas y dimensiones, encontrándose diversos tipos de ellos entre los cuales están:

- a) Punzones con escalón.
- b) Punzones con hombro.
- c) Punzones irregulares.
- d) Punzones con cabeza cónica.

Punzones con escalón.— Este tipo de punzón cortador es el más comúnmente usado en la producción de plantillas. Los escalones son para sujetar el punzón, con tornillos y pasadores, a la zapata superior o inferior dependiendo del tipo de troquel. Cuando el espacio es limitado una porción del escalón puede ser removida para dar espacio a otros componentes del troquel y además facilitar el maquinado del punzón. Ver fig. # 9.

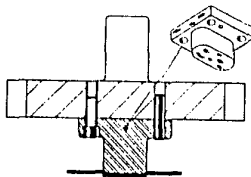


FIG. # 9. PUNZON CON ESCALON.

Punzones con hombro.— Este tipo de punzones son fabricados con acero para herramientas endurecidos y rectificadas totalmente. Ver fig. # 10.

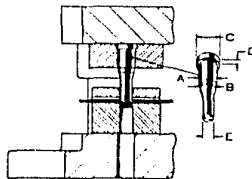


FIG. # 10. PUNZON CON HOMBRO.

El diámetro A es medido a presión en el portapunzón. El diámetro B es un escalón para un buen alineamiento mientras se está presionando. El hombro D es usualmente hecho de una longitud de 3 a 5 mm. El diámetro C del hombro es usualmente 3 mm. más grande que el diámetro A. El diámetro E es siempre conectado con el diámetro B con un radio R tan grande como sea posible.

Punzones irregulares.- El método para fijar el punzón irregular, para prevenirlo así del giro, es diseñar un plano en la cabeza del punzón para descansar contra una orilla de una ranura en el portapunzón. Un ajuste a presión es requerido para el ensamble del mismo. Ver fig. # 11.

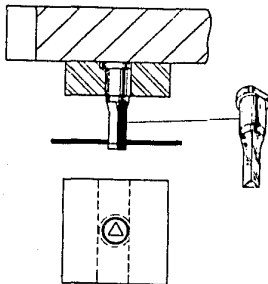


FIG. # 11. PUNZON IRREGULAR.

Otro método es fijar con una cuña en una ranura con los extremos redondos en el portapunzón y el plano en la cabeza del punzón. Ver fig. # 12.

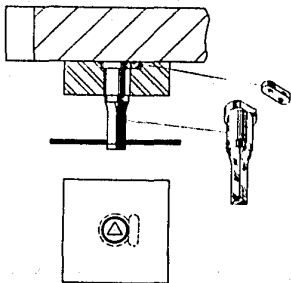


FIG. # 12. PUNZON IRREGULAR FIJADO POR MEDIO DE UNA CUÑA.

Cuando dos punzones irregulares están muy cerca, el mejor método de evitar el giro, es diseñar planos en las cabezas de los punzones. Estas superficies planas descansan una con otra con un buen ajuste a presión, conservando los punzones dentro del alineamiento. Ver fig. # 13.

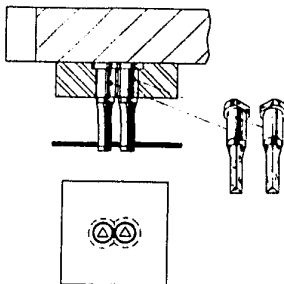


FIG. # 13. PUNZONES IRREGULARES CON SUPERFICIES PLANAS.

El diseño más práctico y económico para evitar el giro y conservar la posición del punzón irregular es colocar un pasador a presión a través de ambos, para que la mitad del pasador sujete al punzón y la otra mitad sujete al portapunzón. Ver fig. # 14.

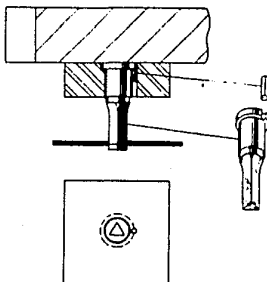


FIG. # 14. PUNZON IRREGULAR CON PASADOR.

Punzones con cabeza cónica. - En punzones de diámetro pequeño es difícil maquinar los hombros así como antieconómico. Por esta razón son hechos de material a la medida del diámetro y cortado a la longitud diseñada. En un extremo es amartillado para formar la cabeza y ésta es terminada a un ángulo de 82 grados para un ajuste estándar de agujeros para cabeza embutida. También deben de ir perfectamente guiados en el extractor. Cuando están propiamente soportados de esta manera, punzonarán agujeros tan pequeños de diámetro como el doble del espesor del material. Ver fig. # 15.

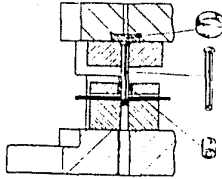


FIG. # 15. PUNZON CON CABEZA CONICA.

Otro método puede ser que el casquillo que soporta el punzón con cabeza cónica es guiado en un buje endurecido metido a presión en el extractor. De esta manera el punzón sobresale del casquillo una distancia muy corta para máxima rigidez. Ver fig. # 16.

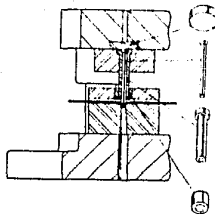


FIG. # 16. PUNZON CON CABEZA CONICA GUIADO POR MEDIO DE UN BUJE.

Planchador.- En cualquier operación de troquelado, se requiere sujetar con más o menos presión el material que se va a trabajar, antes de iniciarse la operación de que se trate, con el fin de evitar deslizamientos del material, que ocasionarían roturas en los componentes del troquel, así como fallas en las piezas troqueladas.

Existen dos tipos de planchador: el fijo y el móvil; el planchador fijo (ver fig. # 17) se usa cuando se tengan que trabajar materiales metálicos gruesos y materiales no metálicos, ya que para tiras metálicas delgadas, existe el inconveniente de que la tira de material se flexione al extraer el punzón.

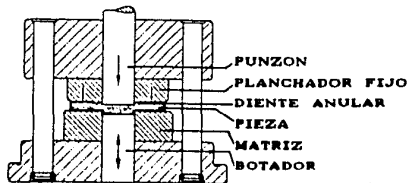


FIG. # 17. PLANCHADOR FIJO.

Para evitar el problema que se presenta en las tiras metálicas delgadas, se usan planchadores móviles; su presión es regulable por medio de resortes adecuados (ver fig. # 18). En la posición A se muestra el planchador móvil en su forma abierta, mientras que en la posición B se le muestra cerrado.

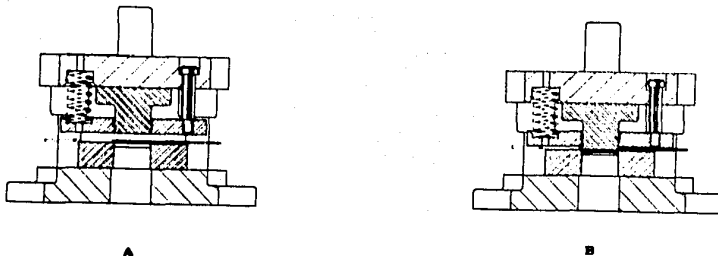


FIG. # 18. PLANCHADOR MOVIL.

Cuadro Portapunzones.- Es un bloque de acero que tiene la función de alojar a los punzones manteniendo sus cabezas contra el portatroquel superior o sufridera.

Gran parte de la exactitud del troquel, depende de la correcta fijación y diseño del cuadro portapunzones.

Como la matriz, el planchador y el cuadro portapunzones deben coincidir; es conveniente maquinaslos juntos dentro de lo posible con el objeto de que el funcionamiento del troquel esté seguro. Para sujetar los punzones a la placa existen varios métodos, teniendo presente al diseñar la posibilidad de la rotura de algún punzón.

Para saber la forma de sujetar los punzones hay que hacer un estudio meticulouso y vigilar los siguientes puntos: número de piezas requeridas, dimensión y forma del punzón y espesor del material.

El material más usado para los cuadros portapunzones es la placa de acero de bajo carbón (cold rolled), existen casos muy especiales en que pueden usarse materiales más resistentes, entonces conviene hacer un análisis cuidadoso y seleccionar el acero que más convenga para resistir los esfuerzos a que se somete la placa. Ver fig. # 19.



FIG. # 19. CUADRO PORTAPUNZONES.

Guías laterales.- El material debe ser convenientemente conducido en la matriz, para ello se disponen sobre la placa matriz a ambos lados, dos tiras de acero. Estas dos tiras laterales son guías del material a troquelar; la distancia entre ellas corresponde a la anchura de la cinta (con tolerancia de ± 0.003 mm.) y su altura debe ser mínimo dos veces el espesor del material a troquelar.

Las guías laterales conviene fabricarlas preferentemente a todo lo largo de la matriz, hasta donde los demás elementos del troquel lo permitan, de ésta manera la tira es mucho mejor conducida y disminuye el juego lateral. Ver fig. # 20.



FIG. # 20. GUIAS LATERALES.

Pilotos.- La punta de estos pilotos o centradores es más larga que los punzones en unas 3 a 4 veces el espesor del material a troquelar; son de forma redondeada y entran en los barrenos previamente perforados en la tira del material. Debido a su forma corrigen el registro desplazando la tira antes que se produzca la operación en la pieza. Ver fig. # 21.

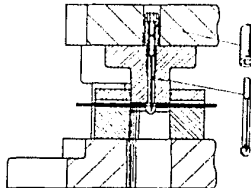


FIG. # 21. PILOTO.

1.- El portatroquel inferior es el elemento mediante el cual se logra una fijación adecuada de la matriz. Descansa sobre la mesa de la prensa y se sujeta a ésta por medio de " clamps o sujetadores ". Esta placa es más gruesa que el portatroquel superior debido a que generalmente tiene salidas para desperdicio de material o pieza terminada.

2.- El portatroquel superior tiene dos funciones: sujetar a la espiga, y la otra es sujetar los punzones y/o los cuadros portapunzones.

3.- Las columnas son pernos rectificadas con precisión que entran con ajuste forzado en el portatroquel inferior. Se introducen en los casquillos de guía para alinear los componentes del punzón y la matriz con alto grado de exactitud.

Las columnas guía tienen un revestimiento de cromo duro que provee un alto grado de resistencia al desgaste. Este revestimiento reduce el rozamiento en más de 50 % .

4.- Los bujes o casquillos se acoplan con las columnas guías para alinear el portatroquel superior con el inferior. La mayoría de los bujes son de acero, aunque también se fabrican de bronce. Existen varios tipos:

* Sencillos, que son simples cilindros introducidos en el portatroquel superior.

* Con resalto, que están torneados en un extremo y que entran a presión en el portatroquel superior contra el resalto así formado.

* Embalados, que son cilindros con balines en el interior de éstos. Se usan para troqueles de alta producción. Ver fig. # 23.



FIG. # 23. BUJE EMBALADO MONTADO EN SU POSTE GUIA.

Las longitudes de los bujes varían, dependiendo del fabricante, pero en general, hay dos tipos: normal y largo. La longitud requerida depende de los requisitos de precisión de la pieza. Cuanto más buje largo sea el buje, más exacta resulta la alineación. Los bujes están provistos de una ranura para un correcto lubricado.

5.- La espiga tiene como objeto unir el troquel a la prensa, generalmente es una pieza de forma cilíndrica. El sistema de fijación con respecto a la prensa se hace por medio de un prisionero el cual se inserta a través del carro de la misma. La parte inferior de la espiga puede ir roscada, fijándose por este medio al portatroquel superior. Ver fig. # 24.

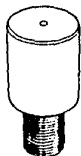


FIG. # 24. ESPIGA ROSCADA.

Cuando han sido diseñadas todas las partes del troquel, hay que seleccionar el portatroquel en donde se sujetarán todos los elementos. Dichos portatroqueles son construidos en una gran variedad de formas y tamaños como se muestran en la fig. # 25. Donde:

- (A) Con 2 postes guía regular traseros.
- (B) Con 2 postes guía inversos.
- (C) Angosto, con 2 postes guía largos
- (D) Tipo zapata progresivo, con 2 postes guía traseros.
- (E) Con 2 postes guía combinados en diagonal.
- (F) Redondo, con 2 postes guía traseros.
- (G) Con 2 postes guía en diagonal.
- (H) Multideslizable con 2 postes guía.
- (I) Especial, con 4 postes guía.

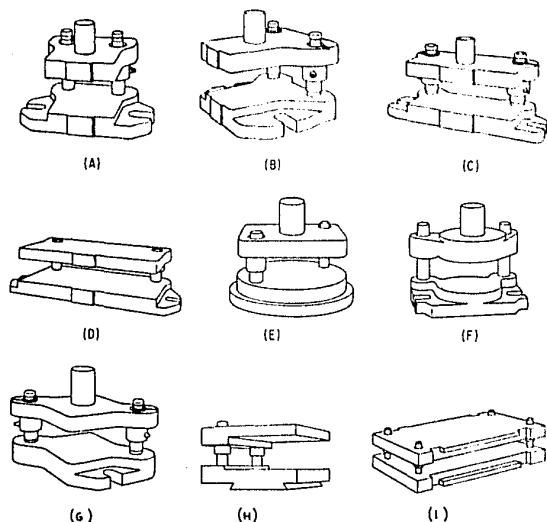


FIG. # 25. DISTINTOS TIPOS DE PORTATROQUELES.

Placa sufridera.- Se encuentra localizada entre el portatroquel superior y el cuadro portapunzones, se usa comúnmente en troqueles con punzones delgados, con el objeto de evitar la penetración de los mismos en el portatroquel superior al efectuarse el impacto, el cual por ser de material suave no resistiría.

Para su fabricación se usa acero para herramientas, templado a una dureza entre 56 a 59 °Rc. con lo que puede resistir el choque del punzón sobre ella.

Expulsores.- No siempre es posible dejar caer las piezas elaboradas a través de la parte inferior de la matriz y pasando por una abertura de la mesa hacia una caja colectora situada debajo. En estos casos, las soluciones que se presentan a continuación muestran algunas posibilidades de extraer la pieza de la matriz por medio de un expulsor.

Los expulsores sólidos son los más frecuentemente usados cuando se usa material en tira, esto es debido a su bajo costo.

El más común de los expulsores sólidos es una placa maquinada A, para recibir los punzones para punzonar, pilotear y cortar la plantilla; es sujetado sobre la matriz con cuatro tornillos y localizado con dos pasadores mínimo. La ranura B es maquinada en el extremo derecho del expulsor para dar facilidad de alimentación de una nueva tira a través del troquel. Ver fig. # 26.

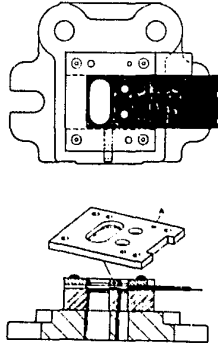


FIG. # 26. EXPULSOR SOLIDO.

Los expulsores con resorte, aunque más complejos, pueden ser usados cuando se presentan las siguientes condiciones:

- 1.- Cuando las plantillas son requeridas perfectamente planas y precisas, esto es porque los expulsores aplanan o planchan la lámina antes de que se empiece a cortar.
- 2.- Cuando el material a punzonar es delgado, de esta manera se previenen de fracturas desiguales en orillas desiguales de las plantillas.
- 3.- Cuando las partes que van a ser troqueladas son de material de desperdicio dejado de otras operaciones, los expulsores con resorte permiten una buena visibilidad al operador para los propósitos del correcto centrado del material y así permitir un incremento en la carga de trabajo aumentándose de esta manera la producción.
- 4.- Cuando los punzones son pequeños, el expulsor hace su operación inmediatamente y de esta manera los punzones no están expuestos a romperse.

Los resortes usados para expulsores precisan de una compresión previa relativamente baja. La fuerza que obra en sentido opuesto que ha de contrarrestar el resorte del expulsor se calcula partiendo del peso propio de la pieza a levantar y de la fuerza de retención de la misma.

Sujetadores.- Son los encargados de sujetar las diversas partes que conforman un troquel. La aplicación de los sujetadores es de suma importancia porque éstos son empleados comúnmente en cantidades considerables, pues ejecutan funciones importantes, impidiendo fallas en el troquel.

A continuación se muestran los más comúnmente usados.
Ver fig. # 27.

- | | |
|--|-------------------------|
| (1) Tornillo Allen. | (6) Prisionero Allen. |
| (2) Perno. | (7) Hembra Allen. |
| (3) Tornillo Allen de cabeza fijadora. | |
| (4) Tornillo Allen de cabeza plana. | |
| (5) Tornillo guía. | |

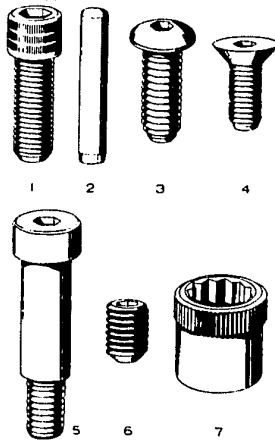


FIG. # 27. TIPOS DE SUJETADORES.

La correcta selección de sujetadores permitirá reducir fallas tales como: grietas por endurecimiento, roturas, roscas dañadas, distorsión por acción de esfuerzos internos y falla de alineamiento de agujeros.

1.5 MATERIALES PARA TROQUELAR.

1.5.1 IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES.- Antes de iniciar la fabricación de una pieza, han de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Si las características de la pieza son tales que es posible un troquelado en caliente o en frío, aunque es conveniente recordar que en la generalidad de los casos se efectúa a temperatura ambiente.
- b) Si el número de piezas requerido es suficiente para que la fabricación sea rentable.
- c) Elegir el material de acuerdo al uso que se le dará a la pieza. El material ha de ser tal, que la pieza terminada ofrezca las características de uso necesarias. En general, el uso de la pieza es decisivo para el tipo de material a elegir.

1.5.2 MATERIALES TROQUELABLES.- En este punto se tratará de recopilar materiales aptos para el troquelado, así como normas y especificaciones, además del comportamiento de cada uno de ellos; para que en caso de ser necesario sirva como una guía o manual para la correcta selección de un cierto tipo de material. Dentro de los materiales se puede hacer la siguiente clasificación general.

CUADRO No. 1. MATERIALES TROQUELABLES.

MATERIALES A TRABAJAR	METALICOS	A) FERROSOS	ACEROS AL CARBONO ACEROS INOXIDABLES ACEROS AL SILICIO COBRE LATON ALPACAS ALUMINIO
	NO METALICOS	A) PLASTICOS B) MADERAS C) CUERO D) GOMAS E) CARTONES	

1.5.2.1 MATERIALES METALICOS.- Para las operaciones de troquelado es común utilizar como material de partida a los siguientes:

- a) Chapas de dimensiones normales (hojas).
- b) Tiras obtenidas mediante corte en cizalla de hojas de dimensiones normales.
- c) Tiras o bandas de ancho fijo (según medidas, requerimientos y tolerancias normalizadas) y largo de 2 a 4 m.
- d) Cintas en rollos de ancho fijo.

Las hojas admiten únicamente el troquelado individual. Las tiras permiten un avance a mano exclusivamente de un paso bajo la estampa después de cada golpe o carrera de la prensa. La cinta además de avance a mano permite el avance automático, lo que promueve la alta producción; la cinta se enrolla en bobinas o rollos.

1.5.2.2. MATERIALES COMUNMENTE EMPLEADOS.

1.5.2.2.A ALEACIONES FERROSAS.

Chapas de acero al carbono.- Entre los materiales susceptibles de troquelado, la chapa de acero al carbono ocupa un lugar de privilegio, ya que su precio accesible, aunado a sus propiedades le han asegurado un empleo muy extenso en numerosas industrias.

La chapa puede ser presentada en láminas, tiras o rollos. El acabado superficial puede ser suministrado de acuerdo con su uso final: En acabado mate, semibrillante y brillante.

Composición Química.- En México la composición química está normalizada por DGN-B-266-1982 como se muestra en la Tabla # 1.

Tabla 1. Composición química y tolerancias en porcentaje de aceros al carbono según DGN-266-1982.

Elemento	Más de	Hasta	Intervalo	A partir de
Carbono		0.15	0.05	0.08
	0.15	0.30	0.06	
	0.30	0.40	0.07	
	0.40	0.60	0.08	
	0.60	0.80	0.11	
	0.80	1.35	0.14	
Manganeso		0.50	0.20	0.40
	0.50	1.15	0.30	
	1.15	1.65	0.35	
Fósforo		0.08	0.03	0.04
	0.08	0.15	0.05	
Azufre		0.08	0.03	0.05
	0.08	0.15	0.05	
	0.15	0.23	0.07	
	0.23	0.33	0.10	
Silicio		0.15	0.08	0.10
	0.15	0.30	0.15	
	0.30	0.60	0.30	
Cobre	Cuando se requiere cobre, comúnmente se especifica 0.20 mínimo.			

Clasificación.- Las chapas de acero (láminas, tiras y rollos) según la norma DGN-B-266-1982, se clasifican según sus dimensiones como se muestra en la Tabla # 2.

Tabla 2.A Dimensiones en [mm.] de lámina de acero al carbono laminada en frío. DGN-B-266-1982.

Ancho		Espesor	
Más de	Hasta	Más de	Hasta
559	1524	0.305	3.42

Tabla 2.B Dimensiones de lámina de acero de baja aleación y alta resistencia. DGN-B-266-1982.

Ancho		Espesor	
Más de	Hasta	De	Hasta
305	1524	0.72	3.42

Tabla 2.C Tolerancias en ancho para lámina laminada en frío de acero al carbono y acero de baja aleación y alta resistencia. Dimensiones en [mm.].

		Tolerancias en el ancho en +/-		
Espesor		De 50 Hasta 150	Más de 150 Hasta 230	Más de 230 Hasta 300
De 0.36	Hasta 1.73	0.20	0.41	0.81
Más de 1.73	Hasta 2.09	0.30	0.41	0.81

Tabla 2.D Tolerancias en espesor de láminas laminadas en frío (acero al carbono y acero de baja aleación y alta resistencia). Dimensiones en [mm.].

Ancho		Tolerancias en espesor		
Mayor de	Hasta	Espesor		
		De 0.305 Hasta 0.49	Más de 0.49 Hasta 0.98	Más de 0.98 Hasta 1.43
300	380	0.051	0.076	0.102
380	1524	0.051	0.076	0.102
Ancho		Tolerancias en espesor		
Mayor de	Hasta	Espesor		
		Más de 1.43 Hasta 1.79	Más de 1.79 Hasta 2.46	Más de 2.46 Hasta 3.42
300	380	0.127	0.127	0.127
380	1524	0.127	0.127	0.152

Tabla 2.E Tolerancias en largo de lámina laminada en frío (acero al carbono y acero de baja aleación y alta resistencia). Dimensiones en [mm.].

Longitud		Tolerancias en más del largo (no hay tolerancias en menos).
Más de	Hasta	
508	760	3.2
760	1520	6.4
1520	2440	12.7
2440	3050	19.0
3050	3960	25.0
3960	4880	31.0
4880	6100	38.0
6100	----	44.0

Tabla 2.F Tolerancias en espesor para lámina laminada en frío de acero al carbono y de acero de baja aleación y alta resistencia. Dimensiones en [mm.].

Tolerancias en espesor en +/-				
Ancho	Espesor			
	De 0.36 Hasta 0.49	Más de 0.49 Hasta 0.98	Más de 0.98 Hasta 1.43	Más de 1.43 Hasta 2.09
De 50 Hasta 507	0.051	0.076	0.102	0.127

Presentación.- Las láminas de acero han sido clasificadas, de acuerdo a su espesor, en números de calibres como se muestra en el apéndice, tabla # 3.

Los elementos de aleación se añaden a los aceros para muchos propósitos, entre los cuales los más importantes son:

- 1.- Aumentar la templabilidad.
- 2.- Mejorar la resistencia a temperaturas comunes.
- 3.- Mejorar las propiedades mecánicas tanto a altas como a bajas temperaturas.
- 4.- Mejorar la tenacidad a cualquier dureza o resistencia mínima.
- 5.- Aumentar la resistencia al desgaste.
- 6.- Aumentar la resistencia a la corrosión.
- 7.- Mejorar las propiedades magnéticas.

A continuación se mencionarán características, aplicaciones y problemas de manufactura que presentan algunas aleaciones ferrosas en la operación de troquelado.

Aceros al Molibdeno.- El molibdeno aumenta la dureza y resistencia a alta temperatura de los aceros, mejora la resistencia al desgaste y la tenacidad. Los aceros al cromo molibdeno son relativamente baratos y poseen buenas características de endurecimiento profundo, de ductilidad y de capacidad para soldarse. Se emplean ampliamente para la fabricación de recipientes sujetos a presión, partes estructurales del ensamble de las alas, fuselaje y tren de aterrizaje en aviones, estas partes suelen ser conformadas en prensas de gran tonelaje.

Aceros al Silicio.- El silicio es un desoxidador barato, aumenta la resistencia y la tenacidad. El acero Hadfield al silicio, con menos del 0.01 % de carbono y 3 % de silicio tiene excelentes propiedades magnéticas para emplearlas en chapas magnéticas, núcleos y polos de maquinaria eléctrica. La fabricación de las chapas magnéticas se hace en forma de bandas laminadas sobre trenes especiales de laminación. El espesor obtenido es uniforme con un mínimo de variaciones en toda la longitud de la banda. La variación del espesor en la anchura de la banda (conicidad) también se mantiene dentro de los estrechos límites por medio de este método de laminación.

El recocido de chapas magnéticas laminadas en frío se hace en hornos continuos.

Estas chapas se fabrican en forma de bandas hasta 1250 mm. de ancho y espesores comprendidos entre 0.20 mm. y 1.0 mm. En el caso de pedirse chapas cortadas, estas últimas se obtienen por fraccionamiento de la banda en las longitudes deseadas.

Aceros Inoxidables.- El costo elevado de este material ha limitado su empleo a campos donde son verdaderamente indispensables.

Se distinguen tres clases de aceros inoxidables:

- a) Aceros Austeníticos.
- b) Aceros Ferríticos.
- c) Aceros Martensíticos.

Su dureza puede llegar de 90 a 95°Rb para los tipos ferríticos y hasta 44°Rc en los austeníticos.

Aceros Austeníticos.- Son aceros al cromo-níquel (tipo 3xx) y el cromo-níquel-manganeso (tipo 2xx), resistentes al impacto, a altas temperaturas, a la corrosión y resistencia a la formación de escamas. Son esencialmente no magnéticos, su maleabilidad es muy grande por eso se emplean en embutición; el inconveniente que se presenta en estos aceros es la aparición de lo que se denomina vulgarmente " cáscara de naranja " que dificulta las operaciones de pulido.

Entre estos aceros encontramos el tipo 304 que tiene un contenido aproximado de 18 % Cr y 8 % Ni combinado con 0.08 % de C, que por ser altamente anticorrosivo se aplica en la fabricación de fregaderos, cafeteras, cubiertas para mesas, utensilios de cocina como ollas, cacerolas, cubetas, cucharas y recipientes para la industria alimenticia. Este acero debido a su gran variedad de aplicaciones representa aproximadamente el 50 % del tonelaje vendido a las industrias. Ver apéndice, tabla # 4.

Aceros Ferríticos.— Este grupo de aceros con sólo cromo contienen aproximadamente de 14 a 27 % de este elemento e incluye los tipos 405, 430 y 446. Son magnéticos y pueden trabajarse en frío o en caliente, pero alcanzan su máxima suavidad, ductilidad y resistencia a la corrosión en la condición de recocido. Pueden formarse fácilmente en frío, se utilizan mucho para profundos estampados de piezas, como recipientes para industrias químicas y alimenticias, así como adornos arquitectónicos y automotrices.

Ciertos tratamientos térmicos, como el de enfriamiento en horno para lograr máxima ductilidad, deben controlarse para evitar la fragilización.

La aleación básica para este grupo es del tipo 430. Es menos resistente a la corrosión que el tipo 304, a pesar de esto resiste con efectividad alimentos, agua fresca, corrosión de atmósferas no salinas y de ácido nítrico. Ver apéndice, tabla # 5.

Aceros Martensíticos.— Son aceros con contenidos de 11.5 a 18 % de cromo, son magnéticos, pueden ser trabajados en frío y ser maquinados, tienen buena tenacidad y gran resistencia a la corrosión atmosférica y algunos agentes químicos.

El revenido de los aceros de este grupo debe hacerse por arriba de los 595 °C, pues el hacerlo a temperaturas inferiores provoca la caída de las propiedades al impacto.

Los tipos 410 y 416 se consideran las aleaciones típicas para este grupo, pero debido a su poco o casi nulo empleo en el estampado de la chapa (principalmente usados para piezas de fundición), sólo se menciona el tipo 420.

El tipo 420 tiene mayor dureza, por la simple adición de carbón, y es más resistente al desgaste; se usa para cuchillería, accesorios de bombas, navajas de afeitar y bisturios. Ver apéndice, tabla # 6.

La conformación y embutición de los aceros martensíticos y ferríticos se realiza en las mismas condiciones que con los aceros ordinarios de embutición profunda, teniendo en cuenta que la potencia de las máquinas deberá ser del doble.

Los aceros austeníticos son los que presentan mayor facilidad para el doblado y embutido, pero como adquieren gran dureza por acritud, deberá tenerse cuidado al elegir el tipo de acero. En el caso del acero tipo 304 su embutición se mejora aumentando el contenido de níquel.

1.5.2.2.ª ALEACIONES METALICAS NO FERROSAS.

Cobre y sus aleaciones.- En la fabricación del cobre se distinguen principalmente chapas (productos planos laminados en formato normal de 1000 mm. x 2000 mm. y cuyo espesor es menor de 5 mm.), además se fabrican placas (chapas gruesas de diversos formatos). Las bandas son productos planos laminados y estirados de gran longitud y ancho generalmente inferior a 500 mm.

Las propiedades del cobre más importantes son la alta conductividad eléctrica y térmica, buena resistencia a la corrosión, maquinabilidad; es no magnético, tiene un color atractivo, puede ser soldado y fácilmente se termina por revestimiento metálico (galvanizado) o barnizado.

Tiene aplicaciones en la industria eléctrica: barras de contacto, chapas de motores; industria térmica: secciones de cuerpo de calderas; industria química: caperuzas de burbujeo; de uso arquitectónico como revestimientos decorativos; y de ornamentación como baterías de cocina y placas para fotograbado. Ver apéndice, tabla # 7.

Las composiciones más comunes de los cobres son:

CUADRO No. 2. COBRE Y SUS ALEACIONES.

ALEACION	COMPOSICION
Cobre Cadmio	0.2 a 1.2 Cd
Cobre Cadmio Estaño	0.5 a 1.0 Cd y 0.2 a 6.0 Sn
Cobre Berilio	1.7 a 2.0 Be y 0.2 Co
Cobre Cromo	0.5 a 1.2 Cr
Cobre Cobalto Berilio	2.0 Co y 0.4 a 0.8 Be
Cobre Niquel Silicio	2.0 Ni y 1.0 Si
Cobre Silicio Manganeso	3.0 Si y 1.0 Mn

Las características y aplicaciones de tales composiciones se listan a continuación.

Cobre-Cadmio.- El efecto del cadmio en el cobre se traduce en el aumento de temperatura de reblandecimiento y del límite de fluencia, además de una resistencia mecánica excepcional después de la forja por estirado (hasta 65 Kg /mm² de resistencia a la tracción.), resiste el desgaste y las cargas eléctricas lo que justifica su empleo para las delgas de colectores.

Cobre-Cadmio-Estaño.- Este tipo de aleación tiene características similares a las de la aleación anterior, pero su resistencia a la tracción es mayor, su efecto desoxidante es favorable, lo que facilita la soldadura, justificando su uso en la fabricación de jaulas de ardilla para motores y mordazas para máquinas de soldar por resistencia, las cuales son estampadas.

Cobre-Berilio.- Poseen características mecánicas muy elevadas, similares a las de los aceros de alta resistencia. Presentan además buena conductividad eléctrica y térmica, excelente resistencia a la corrosión y aptitud para el moldeo; tiene propiedades antichispa, por lo cual son usadas para la fabricación de herramientas antichispa de seguridad, muchas de las cuales se fabrican por medios de estampación, piezas diversas de contactos y aparatos eléctricos diversos, así como piezas de relojería.

Cobre-Cromo.- Por la excelente resistencia al reblandecimiento a temperaturas relativamente altas, ésta aleación es utilizada en todas las aplicaciones que requieran simultáneamente alta resistencia mecánica y buena conductividad eléctrica. Sus aplicaciones típicas son los electrodos y roldanas para máquinas de soldar por resistencia.

Cobre-Berilio-Cobalto.- Sus propiedades son similares a las de las aleaciones cobre-berilio, pero su conductividad eléctrica y térmica es mayor que estas. Sus aplicaciones son similares a las aleaciones cobre-berilio.

Cobre-Níquel-Silicio.- El endurecimiento estructural confiere a ésta aleación una excelente resistencia mecánica después del tratamiento térmico, es absolutamente insensible a la corrosión bajo tensión y posee buena conductividad. Por esos motivos, encuentra numerosas aplicaciones en electrotecnia, para la construcción de piezas para tracción eléctrica obtenidas por corte de perfiles.

Cobre-Silicio-Manganeso.- Esta aleación posee alta resistencia mecánica, excelente resistencia a la corrosión y buena soldabilidad; sus aplicaciones en el troquelado son escasas.

En el apéndice, tabla # B, se muestran las propiedades mecánicas a temperatura ambiente y aplicaciones de las aleaciones de cobre antes mencionadas.

Latones.- Son aleaciones a base de cobre y zinc, contienen de 5 a 46 % de este metal y eventualmente, otros elementos en pequeñas proporciones. Son utilizadas en forma de chapas, bandas planas o enrolladas, presentan excelente formabilidad en los procesos de estampado y embutido. Dentro de estos procesos encontramos la fabricación de escudos y elementos de fijación para muebles, comúnmente conocidos como herrajes, casquillos y piezas de portalamparas, tapas para bocinas, utensilios de cocina, etc. Ver apéndice, tabla # 9.

Alpacas.- Son esencialmente aleaciones de cobre, níquel y zinc, en diversas proporciones; se encuentran disponibles en forma de bandas y chapas.

De manera general, para contenido de cobre constante, el níquel aumenta la densidad y disminuye las conductividades eléctrica y térmica de las alpacas, además aumenta su resistencia mecánica. Las alpacas presentan buena resistencia a los agentes corrosivos suaves y medianamente agresivos; se aplican en decoración y arquitectura, instrumentos de precisión, relojería y para industrias químicas y alimenticias. Ver apéndice, tabla # 10.

Aluminio.- Se dividen en dos grupos: Aleaciones endurecibles por envejecimiento (SAE 6063, 6463, 5052, 5009) y aleaciones sin endurecimiento (SAE 3003, 3004, 5050, etc.).

La nomenclatura está formada por 4 cifras: en donde la primera indica el grupo al cual pertenece la aleación, la segunda cifra indica las modificaciones que se han efectuado en las aleaciones ya establecidas, las dos últimas cifras son una identificación de la pureza del aluminio. A continuación podemos ver los componentes principales para identificar la primera cifra:

CUADRO No. 3. ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.

COMPONENTE PRINCIPAL	NO. DE GRUPO DE ALEACION
Aluminio sin alear.....	1XXX
Al-Cu.....	2XXX
Al-Mn.....	3XXX
Al-Si.....	4XXX
Al-Mg.....	5XXX
Al-Mg-Si.....	6XXX
Al-Zn.....	7XXX
Al-Otros.....	8XXX

La característica más conocida del aluminio es su bajo peso, y su densidad es aproximadamente una tercera parte de la del acero de las aleaciones al cobre. Tiene buena maleabilidad y formabilidad, alta resistencia a la corrosión y gran conductividad eléctrica y térmica, no es tóxico, ni magnético y no produce chispa. La característica no magnética hace al aluminio útil para diversos fines de protección eléctrica, como cajas para barras conductoras o cubiertas para equipo eléctrico. Se usa ampliamente en componentes arquitectónicos, equipo de manejo y almacenamiento de alimentos y agentes químicos, así como en ensamblajes soldados.

1.5.2.2. REVESTIMIENTO DE CHAPAS.- Además de los materiales inoxidables, el problema de la resistencia a la corrosión puede tener múltiples soluciones con un costo menos elevado. Consiste en proteger la superficie de la chapa mediante capas menos sensibles a los agentes corrosivos.

En los revestimientos metálicos, los recubrimientos se pueden hacer por inmersión de la chapa o por electrólisis. Los metales que se usan para este tipo de recubrimiento son: estaño, plomo, zinc.

Chapas estañadas en caliente.- El revestimiento es de aspecto brillante, un ejemplo de esto puede ser la hoja de lata que se emplea en fabricación de latas para productos alimenticios, tapas, juguetes, etc.

Chapas emplomadas.- Es un revestimiento de plomo-estaño. Se emplea en la fabricación de piezas en las que su aspecto tiene poca importancia como por ejemplo depósitos de combustible.

Revestimiento de Zinc en Caliente (galvanizado).- En la superficie de la chapa se adhiere una capa de zinc de un espesor de unas 20μ . La dureza obtenida es de aproximadamente 52 a 60^{Rb} .

1.5.2.3 MATERIALES NO METALICOS.

Laminados plásticos.- Son productos termoestables, fabricados a alta presión con materiales fibrosos tales como: Papeles, lonas, popelinas, nylons, asbestos, telas de vidrio y fibras de vidrio, para darle resistencia a la lámina. El acabado superficial depende de las resinas empleadas, estas pueden ser fenólicas, polyester, epoxy, etc.

Las hojas impregnadas son tratadas a altas presiones y temperaturas para formar productos sólidos y compactos con alta resistencia mecánica, alta dureza, resistencia a la humedad y excelentes propiedades dieléctricas.

El troquelado de estos materiales puede efectuarse en frío hasta un espesor de 1.5 mm., para espesores mayores el material deberá calentarse a una temperatura entre 100 y 120°C aproximadamente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante para cada material. En el diseño del troquel se debe de tomar en cuenta que las dimensiones del material en caliente, cambian al enfriarse.

Las resinas epóxicas son resistentes, duraderas, flexibles y fuertes. Proporcionan excelentes recubrimientos protectores para latas, tambores, tuberías, recipientes y camiones tanque. Los laminados de resinas epóxicas y productos de fibra de vidrio se aplican en circuitos eléctricos impresos, conductos, cajas para equipos, tanques y herramientas.

Las resinas fenólicas poseen rigidez, solidez y buena resistencia a la temperatura.

Las resinas poliéster son excelentes aisladores eléctricos, resistentes a la humedad y al calor. Reforzadas con fibra de vidrio, fibras sintéticas y otros materiales, pueden moldearse para dar diversos productos que poseen notables características eléctricas, livianos y fuertes, y capaces de soportar golpes. Estos materiales reforzados se emplean en la fabricación de tableros, piezas de equipo eléctrico, etc.

Maderas.- Material de alta relación resistencia-peso y fácil procesado. Se presenta en forma de triplay, madera impregnada o celulosa. Uno de los tipos de madera con mayor aplicación en el troquelado es la madera de balsa, con la cual se obtienen juguetes y elementos decorativos para acabado de interiores.

Cuero.- En este tipo de material la principal operación de troquelado es la de corte para dar la forma final de la pieza a producir. Por lo general varias capas de material pueden ser cortadas al mismo tiempo, debido a la baja resistencia a la cizalladura del material (0.7 Kg / mm².) y la eficiente operación del borde cortante del troquel. Entre los usos de la tira de cuero cizallada están: la fabricación de calzado, tapizado de muebles, correas, arneses, maletas, ropas, encuadernaciones, guantes, bolsos, empaques, etc.

Gomas.- Las gomas sintéticas tienen innumerables aplicaciones en el hogar, industrias, hospitales, granjas y zonas de esparcimiento. Tales aplicaciones son la aislación y revestimiento de acoplamientos, empaques, etc.

Cartones.- En el troquelado estas láminas son comprimidas, decoradas y cortadas para ser usadas como cubiertas impermeables de paredes de edificios o cielo raso que pueden pintarse rápidamente para fines decorativos de interiores.

Existen troquelados cuya función principal es la de semicorte, en el caso de la fabricación de cajas, y cizallado usado para producir plantillas, rompecabezas, juntas para automóvil, etc.

A continuación se muestra la resistencia a la cizalladura de algunos materiales.

CUADRO No. 4. RESISTENCIA A LA CIZALLADURA DE ALGUNOS MATERIALES.

MATERIALES	RESISTENCIA A LA CIZALLADURA (Kg /mm. ²)
Acero con 0.1% de C	24-30
Acero con 0.2% de C	32-40
Acero con 0.3% de C	36-48
Acero con 0.4% de C	45-56
Acero con 0.6% de C	55-70
Acero con 0.8% de C	70-90
Acero al silicio	45-55
Estaño	3-4
Plomo	2-3
Papel y Cartón	2-5
Cartón duro	7-9
Cartulinas y resinas sintéticas	10-14
Madera	1-3
Celuloide	4-6
Cuero	0.7
Goma blanda	0.7
Goma dura	2-7

1.6 TIPOS DE PRENSAS TROQUELADORAS.

Debido a que no es objeto de ésta tesis hacer un análisis extenso sobre prensas troqueladoras, sólo se hará una breve mención de los tipos más comunes de ellas.

La prensa es una máquina de uso universal que tiene aplicaciones en todos los ramos de la industria. Una prensa consta generalmente de una bancada o plato fijo, en la cual se pone la materia que se ha de estampar, y de otro móvil (estampa, platina, ariete o corredera) el cual ejerce la fuerza sobre el material de trabajo por medio de herramientas especiales, denominadas troqueles, montadas sobre la bancada o mesa y la mencionada corredera.

La energía almacenada en el volante giratorio de una prensa mecánica o provista con un sistema hidráulico en una prensa hidráulica, es transferida al ariete o corredera para su movimiento lineal ascendente-descendente. Por la forma de transmitir esa energía en forma de fuerza se distinguen las siguientes clases de prensas.

- * Prensa de palanca. Este tipo de prensas son las más sencillas existentes en el mercado, en ellas la estampa es apretada manualmente con una palanca.
- * Prensa de husillo o de rosca. Con su estampa o platina fijada en el extremo inferior de un tornillo vertical que, accionado por un balancín o por un volante, la hace bajar al enroscarse en el bastidor de la prensa.
- * Prensa excéntrica. El mecanismo que opera en este tipo de prensas es un excéntrico el cual hace subir y bajar la estampa.
- * Prensa troqueladora de montantes rectos. Las máquinas de este tipo de diseño convencional tienen columnas (montantes) a los extremos de la mesa y está abierta en el frente y en el fondo.
- * Prensas plegadoras. Son similares a las prensas con bastidor en forma de C pero con la diferencia que cuenta con una mesa o cama de 6 metros o más donde se acomodan una serie de juegos de troqueles o uno solo para operaciones sobre hojas de metal largas.
- * Prensa inclinable de fondo abierto y bastidor en C (OBI en inglés). Son las máquinas de uso más extenso, tienen un bastidor con la forma de C que permite el acceso al espacio de trabajo (entre la mesa y la corredera o ariete). El bastidor puede ser inclinado a un ángulo con la base, permitiendo la disposición por gravedad de la partes terminadas. El fondo abierto permite la alimentación y descarga del material en bruto, piezas de trabajo y partes terminadas a través del mismo.

En la selección y diseño de prensas para los troqueles simples estudiados en los capítulos II y III de ésta tesis se hace un análisis más completo sobre este tipo de prensas.

• Prensas hidráulicas. Son las de mayor potencia y su funcionamiento se funda en el principio de Pascal. Esencialmente la prensa hidráulica consta de dos cilindros, uno de gran diámetro, cuyo émbolo arrastra al plato móvil, y otro de diámetro pequeño en cuyo émbolo se aplica la fuerza. En la selección y diseño de la prensa para troquel progresivo estudiados en el capítulo II y III de esta tesis se hace un análisis más completo sobre este tipo de prensas.

CAPITULO 2
DETERMINACION DEL TIPO DE TROQUEL
PROGRESIVO PARA EL CORTE DE
LAMINACIONES DE ROTOR Y ESTATOR.

2.1 EL USO DE TROQUELES PROGRESIVOS EN RELACION CON TROQUELES SEPARADOS DE OPERACION SIMPLE.

La industria usa partes troqueladas en máquinas, aparatos eléctricos para el hogar, vehículos de transporte, juguetes, aparatos electrónicos y utensilios de cocina, siendo exitosas por las siguientes ventajas:

1. Diferente clase de lámina de metal y aleaciones disponibles en el mercado.
2. Las partes troqueladas de lámina son ligeras y fuertes, peso contra resistencia, relación que es mejor y económica.
3. La precisión de la parte es alta, resultando intercambiabilidad dentro de las partes.
4. Los costos son bajos para los procesos de fabricación.

Al seleccionar entre un troquel progresivo y dos o más troqueles separados (de simple operación o compuestos) que será(n) construido(n) para producir laminaciones de rotor y estator, varias consideraciones pueden influenciar la decisión, donde generalmente la más importante es la medida del orden de producción. Otras consideraciones son la dificultad de manufactura del producto, la proporción a la cual el costo de la herramienta debe ser amortizada, larga vida del troquel y la alta técnica de utilización del material para obtener por consiguiente bajos costos de la parte o pieza troquelada.

Tomando en cuenta los puntos antes mencionados sobre las partes troqueladas y los tipos de troqueles de mayor uso, en el punto siguiente se mencionan las características más importantes de dichos troqueles para la posterior selección del troquel óptimo en la producción de laminaciones de rotor y estator.

2.2 CARACTERISTICAS QUE DETERMINAN LA CONVENIENCIA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LOS TROQUELES DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA.

Troqueles de Operación Simple.

1. La producción en un troquel simple haciendo la operación en un golpe requiere más troqueles para terminar la parte, si ésta lo requiere.
2. Un formado más severo puede ser hecho en una operación.
3. El costo individual del troquel es bajo, pero el costo total de un juego de troqueles llega a ser elevado.
4. Prensa de capacidad pequeña puede ser usada porque menos trabajo total es hecho en cada carrera de la prensa.
5. El costo de mano de obra es alto por el número de veces que una parte es manejada.
6. El costo del arreglo puede ser alto debido al número de matrices en una zapata, pero la simplicidad del arreglo puede reducir el tiempo del mismo.
7. La operación de troquelado en el metal es eficiente porque las partes del troquel pueden ser correctamente espaciadas y acomodadas en la plantilla.
8. La velocidad de producción es baja para la alimentación manual y más alta para la alimentación automática.

Troqueles Compuestos.

1. Varias operaciones compatibles pueden ser hechas en una estación simple.
2. La exactitud de una operación puede ser reducida por la división y combinación de esta con otras operaciones.
3. Prensas de mayor capacidad se utilizan en estos troqueles, que en los de simple operación, porque más trabajo es demandado.
4. El costo es más alto para cada troquel, que para troqueles de operación simple por las operaciones combinadas.
5. El costo de la mano de obra es más bajo que en los troqueles de operación simple, porque son menos troqueles, es decir, menos manejo.

6. Los costos de arreglos de troqueles, son más bajos que en los troqueles de operación simple, aunque ajustes más complejos son requeridos por el troquel.
7. La utilización de la chapa es eficiente, porque las partes pueden ser correctamente acomodadas y espaciadas en la misma.
8. La velocidad de la producción, es baja para la alimentación manual y más alta para la alimentación automática.

Troqueles Progresivos.

1. El costo del troquel es muy alto, pues consiste de muchos componentes compactos muy precisos y variados.
2. El formado complejo de la pieza puede ser hecho por la división de las operaciones dentro de varios arreglos. El trabajo hecho en cada estación es concreto por lo contiguo de las estaciones; pero existe mayor seguridad ya que se reducen las distorsiones en las partes de la tira y las partes adyacentes a la misma. (Placa matriz, guías laterales, etc.)
3. Las prensas son de mayor capacidad y las dimensiones de la mesa son mayores que las que son requeridas para los troqueles de operación simple o compuestos.
4. El uso de este troquel es extenso para hacer partes pequeñas y de medida media (4 x 4 pulg.) y/o en partes que no necesitan ser giradas o volteadas para terminarlas.
5. Generalmente se usa un rollo de tira y un equipo de alimentación para acelerar la producción.
6. Los costos de mantenimiento y montaje son altos por los ajustes necesarios, pero esto es compensado por la alta producción y reducido mantenimiento.
7. El acomodamiento de la tira (de diversos espesores) en el troquel es eficiente pues cuenta con placas guía y pilotos.
8. La velocidad de producción es muy alta. El rollo del material es alimentado automáticamente, y la parte es expulsada en un recipiente. La prensa trabaja continua y automáticamente.
9. Los costos de mano de obra por pieza son bajos porque la velocidad de producción es alta y la prensa requiere de un sólo operador.

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TROQUELES PROGRESIVOS COMPARADOS CON TROQUELES DE SIMPLE OPERACION.

Para obtener la correcta selección del troquel progresivo para cortes de laminaciones de rotor y estator comparado con troqueles de simple operación se consideran las siguientes ventajas y desventajas de mayor interés.

Ventajas.

1. Mayor velocidad de producción.
2. Economía del material, menor desperdicio y mayor número de piezas por rollo.
3. Mayor seguridad y comodidad en la operación.
4. Flexibilidad en la operación y menor cantidad de operarios y prensas. En nuestro caso entendemos por flexibilidad la capacidad de retirar una de las dos placas portamatriz, sea ésta la encargada de la fabricación del rotor o la del estator, para reemplazo de piezas o mantenimiento de una de las placas.
5. Ahorro de espacio.
6. Operación automática.
7. Ahorro de tiempo en los montajes del troquel.
8. Reducción de gastos fijos.
9. Mayor número de piezas iguales a bajo costo.
10. Mayor vida del troquel en alta producción debido a equipo como electroerosionadora que proporciona tolerancias muy reducidas para piezas de precisión, materiales que permiten menor desgaste de piezas sometidas a fuertes choques como son insertos de carburo de titanio en matrices y punzones, uso adecuado de bujes y postes guía para el correcto posicionamiento del troquel.

Desventajas.

1. Mayor inversión inicial en el costo de los troqueles.
2. Mayor costo en el mantenimiento aunque este sea escaso.
3. Diseño más complicado.
4. Se requiere de prensa de mayor capacidad y equipo especial como alimentadores, electroerosionadora, equipo de CAD para diseño más rápido y exacto.

2.4 SELECCION DEL TROQUEL PROGRESIVO.

La selección de un troquel progresivo, para la fabricación de laminaciones de rotor y estator se justifica por el principio de que el número de operaciones logradas con un manejo adecuado del material y de las partes producidas es más económico que la producción por medio de una serie de troqueles separados de operación sencilla y un número de operaciones de manejo para troquel sencillo.

Cuando los requerimientos totales de producción son elevados, particularmente si los volúmenes de producción son grandes, el ahorro en el costo total de manejo (hombres-hora) por la fabricación progresiva, comparada con una serie de operaciones sencillas es, generalmente, mayor que el costo del troquel progresivo.

La fabricación de dichas partes con un troquel progresivo bajo las condiciones de producción antes mencionadas estará condicionada cuando:

1. El material disponible no es tan delgado que no pueda ser guiado, o tan grueso que haya problemas para su enderezado.
2. El tamaño general del troquel (desempeño del tamaño de la pieza y longitud de la tira) no sea demasiado grande para las prensas disponibles.
3. Se disponga de la prensa para la capacidad total requerida.
4. La geometría de la pieza sea demasiado complicada.

2.5 ESTUDIO ECONOMICO COMPARATIVO PARA LA SELECCION DE UN TROQUEL PROGRESIVO O TROQUELES SIMPLES PARA LA PRODUCCION DE LAMINACIONES DE ROTOR Y ESTATOR.

Con el objeto de determinar la conveniencia de realizar el diseño del troquel progresivo de las partes en estudio (rotor y estator), se efectuarán los estudios de costos de producción de dichas partes en ambos tipos de troqueles con el siguiente procedimiento:

1.- Cálculo de mano de obra.

Considerando los tiempos estándar de manufactura establecidos en la secuencia de operaciones, así como el salario nominal para un operario de troqueles según diario oficial vigente hasta octubre de 1987.

2.- Gastos indirectos.

Comprenden los costos de energía, depreciación de maquinaria, etc., durante la producción de partes.

3.- Gastos administrativos.

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

4.- Materia prima.

Comprende el costo de materia prima para la producción de partes requeridas.

5.- Costo de los troqueles.

Precio en el mercado a la fecha de elaboración de la tesis.

6.- Costo de rectificado de troqueles.

Incluye todas las operaciones del taller para rectificado.

La siguiente evaluación de costos se hizo en base a los requerimientos de producción mínima de cinco millones de pares de piezas de rotor y estator para motores de aparatos electrodomésticos de cocina.

1.- Cálculo de mano de obra.

Parte este cálculo del principio que se van a laborar 8 horas al día. El salario nominal para un operario de troqueles es de \$ 12,070.00 diarios. El costo hora-hombre de acuerdo con las prestaciones de ley se determina de la siguiente manera:

365 días a razón de \$ 12,070,00	=	\$ 4,405,550.00	
15 días de aguinaldo.	=	\$ 181,050.00	
25 % prima vacacional de 7 días	=	\$ 21,122.50	
TOTAL DE SALARIO		\$ 4,607,722.50	\$ 4,607,722.50
Cuota IMSS 9.375 % salario total	=	\$ 431,974.00	
Seguro de riesgo:			
(2.1 % del salario total)	=	\$ 96,762.17	
1 % salario total p/guarderías	=	\$ 46,077.23	
TOTAL DE COSTO I.M.S.S.		\$ 574,813.40	\$ 574,813.40
1 % salario total p/educación	=	\$ 46,077.23	
5 % para INFONAVIT.	=	\$ 230,386.15	
TOTAL IMPUESTOS DIVERSOS		\$ 276,463.38	\$ 276,463.38
12 días de prima de antigüedad	=	\$ 144,840.00	\$ 144,840.00
<u>TOTAL SALARIO ANUAL.</u>	=		<u>\$ 5,603,839.30</u>

HORAS LABORALES.

Total de horas laborales en un año	=	2,496 horas.
Menos 6 días de vacaciones	=	48 horas.
Menos 7 días festivos	=	56 horas.
TOTAL HORAS LABORALES NETAS	=	2,392 horas.

* **Determinación de costo por hora-hombre.**

Total de salarios, prestaciones y aportaciones	=	\$ 5,603,839.30
Entre horas laborales netas		2,392 horas.
COSTO POR HORA-HOMBRE	=	\$ 2,342.74
SALARIO DIARIO NOMINAL	=	\$ 12,070.00
SALARIO DIARIO REAL	=	\$ 2,342.74 x 8 horas = <u>\$ 18,771.26</u>

Nota: El salario real es igual al 155 % del salario nominal.

* Salario para operario en troquel progresivo.

En este caso se requerirá de un sólo operario para manejo de una sola prensa.

Capacidad de la prensa = 100 golpes/min. = 100 pares de pzas./min.

Salario por minuto = \$ 18,771.26 + (8 horas × 60 min.) = \$ 39.10

Costo por par de pzas. = \$ 39.10 ÷ 100 = \$ 0.391/par de pzas.

Tiempo en fabricar 5 millones de pares de piezas.

5 millones de pares ÷ 100 pares por minuto = 50,000 minutos.

(4.5 meses)
(laborales)

SALARIO / 5 MILLONES DE PARES DE PZAS.

\$ 39.10/min. × 50,000 minutos = \$ 1,955,000.00

* Salario para operarios en troqueles simples.

En este caso se empleará para la fabricación de pares de piezas de rotor y estator cuatro troqueles simples de las siguientes características:

Troquel simple # 1. Para punzonar fresas y centro del rotor.

Troquel simple # 2. Para corte del rotor.

Troquel simple # 3. Para punzonar riñones del estator.

Troquel simple # 4. Para punzonar los cuatro barrenos de fijación del estator, así como la cavidad circular que aloja al rotor.

Troquel simple # 5. Para recorte de la forma final del estator.

Se usará para cada troquel simple una prensa mecánica de 12 Ton., capacidad de 100 golpes/minuto. Tal selección se hizo en base al siguiente cálculo:

Cap. de la prensa en Ton. = $K \times S \times L \times t$ ECUACION No. 1.

Donde: K = factor de seguridad = 1.2

S = esfuerzo de corte = 56,842 lb/ pulg.²

L = perímetro de corte mayor = 8.070 pulg. (estator)

t = espesor de la lámina = 0.018 pulg.

Cap. de la prensa = $1.2 \times 56,842 \times 8.07 \times 0.018 = 9,908 \text{ lb.}$
 $\cong 5 \text{ Ton.}$

Por regla general se recomienda utilizar prensas con una capacidad igual al doble de la obtenida por cálculo por cuestiones de seguridad. En el mercado existen prensas de 12 Ton., por lo cual ésta fué la prensa seleccionada.

Considerando que la alimentación de las tiras de material para rotor y estator, el transporte de las mismas y la operación en las prensas mecánicas es manual, con un operario por máquina; tenemos que el tiempo promedio de fabricación de las piezas es:

Por operación manual: 30 pzas./ min. en rotor.
30 pzas./ min. en estator.

Tiempo en fabricar 5 millones de pares de pzas.

5 millones de pares + 30 pzas./min. = 166,667 min. (15 meses)
laborales

SALARIO POR 5 MILLONES DE PARES DE PIEZAS.

5 operadores x \$ 39.10/min. x 166,667 min. = \$ 32,583,398.50

2.- Gastos indirectos.

Depreciación de maquinaria. Este costo establece la depreciación anual de los dos tipos de prensas. Partiendo de la fórmula de depreciación por línea recta obtenemos:

Depreciación anual de la prensa (Dt).

$D_t = (P - V_s) / n$ ECUACION No. 2.

Donde: P = Costo inicial de la prensa.

V_s = Valor de salvamento \cong 10 % valor de la prensa.

n = Vida de la prensa \cong 10 años con trabajo continuo.

* Depreciación de prensa hidráulica.

$D_t = (\$ 71,000,000.00 - \$ 7,100,000.00) / 10 = \$ 6,390,000.00$

* Depreciación de prensas mecánicas.

$D_t = 5 \times (\$ 13,000,000.00 - \$ 1,300,000.00) / 10 = \$ 5,850,000.00$

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

* Costos de energía en troquel progresivo.

$\$ 1,000,000.00/\text{mes} \times 4.5 \text{ meses} = \$ 4,500,000.00$

* Costos de energía en troqueles simples.

* $3,000,000.00/\text{mes} \times 15 \text{ meses} = \underline{\$ 45,000,000.00}$

GASTOS INDIRECTOS TOTALES.

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

* Gastos indirectos totales en troquel progresivo = \$ 10,890,000.00

* Gastos indirectos totales en troqueles simples = \$ 50,850,000.00

3.- Gastos administrativos.

* Gastos administrativos en troquel progresivo.

Considerando el personal mínimo adicional que labora para la producción de los 5,000,000 de pares de piezas de rotor y estator, los sueldos del personal en base al diario oficial y tiempo de producción de las piezas tenemos para ambos tipos de troqueles:

<u>Personal</u>	<u>Sueldo mensual</u>	<u>Sueldo mensual total</u>
3 ingenieros	\$ 2,500,000.00	\$ 7,500,000.00
4 obreros	\$ 450,000.00	\$ 1,800,000.00
1 secretaria	\$ 635,000.00	\$ 635,000.00
		<u>\$ 9,935,000.00</u>

GASTOS ADMINISTRATIVOS EN TROQUEL PROGRESIVO.

4.5 meses x \$ 9,935,000.00 / mes. = \$ 44,707,500.00

GASTOS ADMINISTRATIVOS EN TROQUELES SIMPLES.

12.5 meses x \$ 9,935,000.00 / mes. = \$ 124,187,500.00

4.- Materia prima.

Costo de materia prima en troquel progresivo.

El peso de lámina de acero al silicio cal. # 26, $17 \frac{3}{8}'' \times 2 \frac{1}{2}''$ es:
0.10 Kg. Ver dimensiones de la tira en el capítulo III, punto 3.2.

El número de pares de piezas por lámina es igual a 4 pares.

El costo por Kg. de lámina de acero al silicio es: \$ 5,000.00 /Kg.

$$\begin{aligned} \text{Costo de materia prima / par de pzas.} &= \$ 5,000.00 \times 0.1 \div 4 \\ &= \$ 125.00 \end{aligned}$$

COSTO DE MATERIA PRIMA POR PARES DE PIEZAS TOTALES.

$$\$ 125.00 \times 5,000,000 \text{ de pares} = \underline{\underline{\$ 625,000,000.00}}$$

Costo de materia prima en troqueles simples.

Las dimensiones de la pza. de acero al silicio cal. # 26 son :

$$\text{Para rotor} = 1 \frac{5}{16}'' \times 1 \frac{5}{16}''$$

$$\text{Para estator} = 2 \frac{1}{2}'' \times 2''$$

Las dimensiones de la tira son:

$$\text{Para rotor} = 17 \frac{3}{8}'' \times 1 \frac{13}{16}''$$

$$\text{Para estator} = 17 \frac{3}{8}'' \times 2 \frac{1}{2}''$$

Peso de lámina para rotor = 0.0725 Kg.

Peso de lámina para estator = 0.10 Kg.

$$\# \text{ pzas. / lám. rotor} = \frac{\text{largo de la tira}}{\text{largo de la pza.}} = \frac{17 \frac{3}{8}''}{1 \frac{13}{16}''} \cong 9 \text{ pzas.}$$

$$\# \text{ pzas. / lám. estator} = \frac{17 \frac{3}{8}''}{2''} \cong 8 \text{ pzas.}$$

$$\text{Costo de materia prima / pza.} = \frac{\text{Costo por Kg. de lám.} \times \text{peso pza.}}{\# \text{ de pzas. por lámina}}$$

.....ECUACION No. 3.

$$\text{Costo de materia prima / rotor} = \frac{\$ 5,000.00 \times 0.0725 \text{ Kg.}}{9 \text{ pzas.}} = \$ 40.28$$

$$\text{Costo de materia prima / estator} = \frac{\$ 5,000.00 \times 0.10 \text{ Kg.}}{8 \text{ pzas.}} = \$ 62.50$$

$$\text{Costo de materia prima / par de pzas.} = \$ 102.78$$

COSTO DE MATERIA PRIMA POR PARES DE PIEZAS TOTALES.

$$\$ 102.78 \times 5,000,000.00 \text{ de pares de pzas.} = \underline{\$ 513,900,000.00}$$

5.- Costo de los troqueles.

$$* \text{ Costo del troquel progresivo} = \underline{\$ 68,000,000.00}$$

* Costo de troqueles simples :

$$\text{Troquel \# 1} = \$ 15,000,000.00$$

$$\text{Troquel \# 2} = \$ 6,500,000.00$$

$$\text{Troquel \# 3} = \$ 10,000,000.00$$

$$\text{Troquel \# 4} = \$ 8,500,000.00$$

$$\text{Troquel \# 5} = \$ 12,000,000.00$$

$$\underline{\$ 52,000,000.00} \quad \underline{\$ 52,000,000.00}$$

6.- Costo de rectificado de troqueles.

Se debe considerar que por experiencia en troqueles similares, pueden fabricarse 1,160,000 pares de piezas en el troquel progresivo con matrices y punzones de TiC antes del primer rectificado del mismo, mientras que en el juego de cuatro troqueles simples con punzones de acero al 12 % de Cr. es necesario rectificar 8 veces tales troqueles.

** Costo de rectificado en troquel progresivo.

La vida para rectificado de punzones de TiC es de 1/4", donde por rectificado se reduce el material de 7 a 10 milésimas de pulg.; en caso de despostillarse el punzón hay que rectificar hasta 12 milésimas de pulg. como promedio.

$$\# \text{ de rectificadros} = \frac{\# \text{ de pares de pzas. a fabricar}}{\# \text{ de pares de pzas. por rectificado}}$$

..... ECUACION No. 4.

DISEÑO DE UN TROQUEL PROGRESIVO PARA CORTE DE LAMINACIONES ...

$$\# \text{ de rectificad os} = \frac{5,000,000 \text{ de pares}}{1,160,000 \text{ pares}} \cong 4 \text{ rectificad os}$$

El tiempo de rectificado promedio en el troquel progresivo tomando en cuenta el montaje y desmontaje del mismo es de 10 horas.

El costo de rectificado por hora es de \$ 50,000.00.

COSTO TOTAL POR RECTIFICADO.

$$4 \text{ rectificad os} \times 10 \text{ horas} \times \$ 50,000.00/\text{hr.} = \underline{\$ 2,000,000.00}$$

** Costo de rectificado en troqueles simples.

El rectificado de este juego de troqueles es cada 150,000 pares de pzas. aproximadamente. La vida para rectificado en punzones y matrices de estos troqueles es de 1/2 pulg.; donde por rectificado se reduce el material hasta 10 milésimas de pulg.

$$\# \text{ de rectificad os en cada troquel} = \frac{5,000,000 \text{ de pares}}{150,000 \text{ pares} / \text{rect.}} \cong 33$$

El tiempo de rectificado de cada troquel tomando en cuenta su montaje y desmontaje es de 3 horas, donde el costo por hora es de \$ 50,000.00.

El costo de rectificado por troquel es :

$$33 \text{ rect.} \times 3 \text{ horas} \times \$ 50,000.00/\text{hr.} = \$ 4,950,000.00$$

COSTO TOTAL DE RECTIFICADO.

$$5 \text{ troqueles} \times \$ 4,950,000.00/\text{troquel} = \underline{\$ 24,750,000.00}$$

COSTO TOTAL DE MANUFACTURA DE LAS PIEZAS.

<u>CONCEPTO</u>	<u>T. PROGRESIVO</u>	<u>T. SIMPLES</u>
1.- Mano de obra	\$ 1,955,000.00	\$ 32,583,398.50
2.- Gastos indirectos	\$ 10,890,000.00	\$ 50,850,000.00
3.- Gastos Admos.	\$ 44,707,500.00	\$ 124,187,500.00
4.- Materia prima	\$ 625,000,000.00	\$ 513,900,000.00
5.- Costo troquel (es)	\$ 68,000,000.00	\$ 52,000,000.00
6.- Costo rectificado	\$ 2,000,000.00	\$ 24,750,000.00
	\$ 752,552,500.00	\$ 798,270,898.50

DIFERENCIA DE COSTOS.

Costo total en troqueles simples	\$ 798,270,898.50
	-
Costo total en troquel progresivo	\$ 752,552,500.00
	\$ 45,718,398.50

Diferencia de costos = \$ 45,718,398.50

Esta diferencia de costos entre los dos tipos de troqueles nos conduce a la selección del troquel progresivo para la producción de la cantidad de pares de piezas requeridas.

Otra ventaja muy importante del troquel progresivo con respecto al juego de troqueles simples es la velocidad de producción. Esta ventaja como se indicó en puntos anteriores tiene gran peso para la competencia en el mercado actual.

El siguiente análisis gráfico mostrará tal ventaja.

TIEMPO DE PRODUCCION DE PARES DE PIEZAS.

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

* Tiempo de producción por cada millón de pares de piezas.

$$\text{Troquel progresivo} = \frac{1,000,000 \text{ de pares}}{100 \text{ pares/min.}} \times \frac{\text{día}}{8 \text{ hrs.} \times 60 \text{ min.}} \cong 21 \text{ días}$$

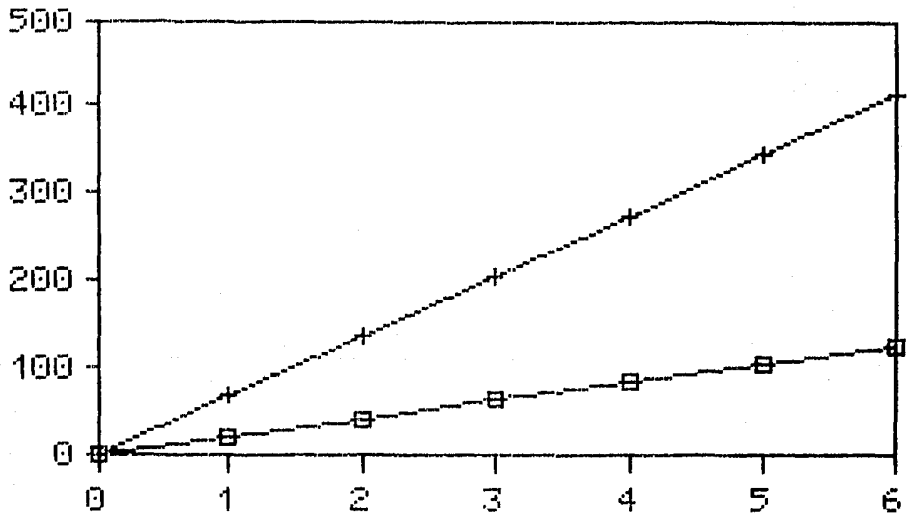
$$\text{Troqueles simples} = \frac{1,000,000 \text{ de pares}}{30 \text{ pares/min.}} \times \frac{\text{día}}{8 \text{ hrs.} \times 60 \text{ min.}} \cong 69 \text{ días}$$

La comparación gráfica de estos tiempos de producción se muestra en la siguiente página.

GRAFICA (1)

TIEMPO DE PRODUCCION
DE PARES DE PIEZAS

PRODUCCION DIAS



PARES DE PIEZAS (Millones)
□ TROQUEL PROGRESIVO + TROQUELES SIMPLES

COSTO POR PAR DE PIEZAS.

Este estudio pretende dar a conocer el costo real por par de piezas en cada tipo de troquel estableciendo la comparación de :
¿ Cuánto costará producir un número determinado de pares de piezas en troqueles simples, en el mismo tiempo que tardará el troquel progresivo en producir tal cantidad de pares de piezas ?.

De esta forma se muestra la gran ventaja en mayor velocidad de producción y por consecuencia el ahorro económico en producir cantidades de pares de piezas de rotor y estator en el troquel progresivo comparado con los troqueles simples.

En el costo por par de piezas, los costos que permanecen constantes son :

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

Los costos que varían en los troqueles simples además son :

- Mano de obra. Mayor trabajo de operadores es requerido para aumentar la producción.
- Costo de rectificado. Al ser trabajados con mayor frecuencia los troqueles simples, el número de rectificadores aumentará para alcanzar la producción requerida.

Si el tiempo en producir la misma cantidad de piezas en los dos tipos de troqueles (5,000,000 de pares), es de 347 días para troqueles simples y 104 días para el troquel progresivo, el ajuste de costos de los troqueles simples al mismo tiempo de producción del troquel progresivo será entonces :

$$\frac{\text{Tiempo de producción en T. simples}}{\text{Tiempo de producción en T. progresivo}} = \frac{347 \text{ días}}{104 \text{ días}} \cong 3 \text{ veces}$$

Por lo que para alcanzar la misma producción en igual tiempo que el troquel progresivo, en los troqueles simples se deberán aumentar los costos variables 3 veces más.

DISEÑO DE UN TROQUEL PROGRESIVO PARA CORTE DE LAMINACIONES ...

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

- La mano de obra y la energía requerida para la operación de la planta de troqueles tendrá que operar durante 3 turnos de 8 hrs.
- El rectificadado de c/ 150,000 pares de piezas, o sea cada 10 días $\left(\frac{150,000 \text{ pares}}{30 \text{ pares/min.}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ hrs.} \times 60 \text{ min.}} \right)$, será ahora cada 3 días.

COSTO POR PAR DE PIEZAS.

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

* TROQUEL PROGRESIVO.

$$CPP = \frac{\frac{CTM - CRT}{\#PT} \times \#PR + n \times CR}{\#PR} \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 5.}$$

Donde:

- CPP = Costo por par de piezas en pesos.
- CTM = Costo total de manufactura en millones de pesos.
- CRT = Costo de rectificadado total en millones de pesos.
- #PT = Número de pares de piezas totales en millones.
- #PR = Número de pares de piezas por rectificadado en millones.
- CR = Costo por rectificadado en millones de pesos.
- n = Factor que actúa como múltiplo de la cantidad de pares de piezas por rectificadado (1,160,000 pares de piezas).

$$CPP = \frac{\frac{752.55 - 2}{5} \times 1.16 + n \times 0.5}{1.16} = \boxed{\frac{174.128 + n \times 0.5}{1.16}}$$

..... ECUACION No. 5.1.

* TROQUELES SIMPLES.

$$CPP = \frac{\left[\sum GF + 3n \times \sum GV \right] \times \left[\frac{\#PR}{\#PT} \right]}{\#PR} \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 6.}$$

Donde:

GF = Gastos fijos en millones de pesos.
 GV = Gastos Variables en millones de pesos.

$$* GF = GA + MP + CT + Dt \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 6.1.}$$

Donde:

GA = Gastos administrativos en millones de pesos.
 MP = Costo de materia prima en millones de pesos.
 CT = Costo total de los troqueles.
 Dt = Depreciación anual de las prensas.

$$GF = 124.1875 + 513.900 + 52.000 + 5.850 = 695.9375$$

$$* GV = CMD + CE + CRT \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 6.2.}$$

Donde:

CMD = Costo de mano de obra en millones de pesos.
 CE = Costo de energía en millones de pesos.
 CRT = Costo de rectificado total en millones de pesos.

$$* CRT = 5 \text{ troqueles} \times 8 \text{ rectificados} \times 3 \text{ hrs./ rect.} \times \$ 50,000.00$$

$$CRT = 6.000 \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 6.3.}$$

$$GV = 32.583 + 45.000 + 6.000 = 83.583$$

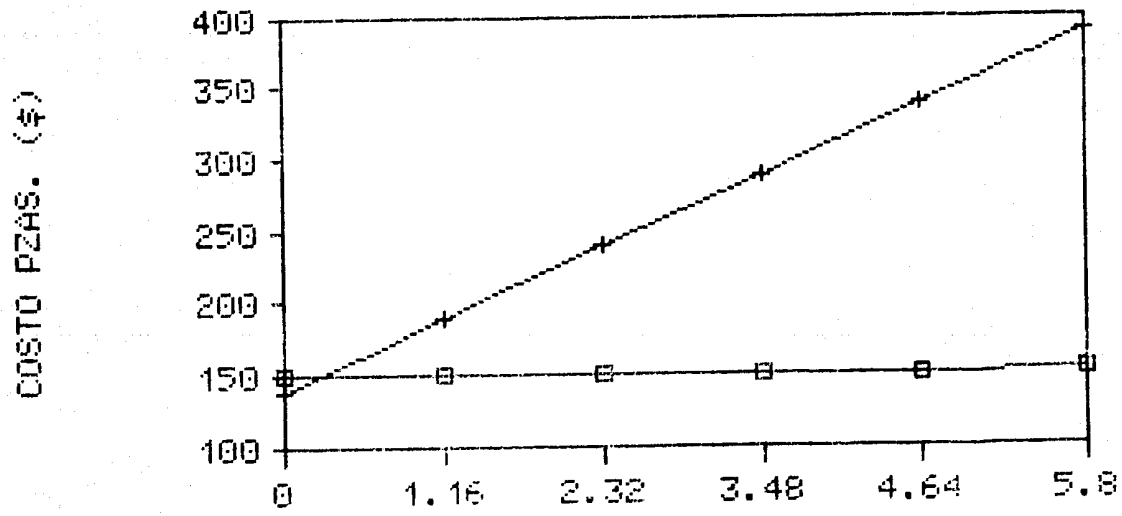
$$CPP = \frac{\left(695.937 + 3 \times n \times 83.583 \right) \times \frac{1.16}{5}}{1.16}$$

$$CPP = \frac{161.457 + 58.174 \times n}{1.16} \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 6.4.}$$

A continuación se muestra la gráfica comparativa de costo por par de piezas en ambos tipos de troqueles.

GRAFICA (2)

COSTO DE PRODUCCION DE PARES DE PIEZAS



NUMERO DE PARES DE PIEZAS (Millones)

□ TROQUEL PROGRESIVO + TROQUELES SIMPLES

Con el estudio anterior podemos concluir que el uso del troquel progresivo para altas producciones es conveniente, es decir, existe un ahorro económico y una velocidad de producción mayor en comparación con los troqueles simples pues tenemos que:

Es más económico el empleo de troqueles simples abajo de los 255,000 pares de piezas pues el costo por par de piezas es menor a \$ 150.20, en comparación con el troquel progresivo. En producciones iguales o mayores a 255,000 pares de piezas el empleo del troquel progresivo es más económico, pues mientras el costo por par de piezas mayor es de \$ 152.26 en este troquel, en los troqueles simples el costo por par de piezas aumenta considerablemente hasta \$ 389.94.

Además encontramos que la vida de un troquel con punzones y matrices de TiC es aproximadamente veinte veces mayor que un troquel de acero de alta aleación; por lo que el troquel progresivo seleccionado tiene una vida suficiente para producir cantidades mayores a los cinco millones de pares de piezas requeridas como mínimo.

CAPITULO 3
DISEÑO DEL TROQUEL PROGRESIVO
PARA CORTE DE LAMINACIONES
DE ROTOR Y ESTATOR.

3.1 PLANOS DE FABRICACION.

Para la producción de laminaciones de rotor y estator mostradas en los planos de fabricación (D-1 y D-2), la chapa magnética silicionada deberá tener las siguientes características:

- * Lámina de acero al silicio clase M-4 , con un contenido de 3.1% de silicio y aluminio.
- * Pérdidas por histéresis menores a 0.89 W / Kg.
- * Densidad de campo magnético (β) igual a 15,000 Gauss, a 60 Hz.
- * Alimentación por medio de rollo individual de:
 - Calibre # 26 (0.018").
 - Ancho igual a 2 ¹/₂ " .
 - Longitud igual a 4,724 " (120 m.).

3.2 DESARROLLO DE LA TIRA.

Cuando las operaciones sobre la tira se combinan en un troquel progresivo, la secuencia y detalles de cada operación deben ser desarrollados cuidadosamente para poder producir piezas óptimas. Antes de establecer las operaciones finales sobre la tira es necesario contar con una serie tentativa de operaciones que en el caso de troqueles progresivos de corte pueden ser:

- * Hacer agujeros punzonados de guía y sus muescas en la primera estación.
- * Distribución de las áreas punzonadas para evitar que estén juntas o cerca del borde de abertura de la matriz.
- * Analizar la forma de las áreas de pieza inicial para cortar con los punzones una área en una estación y cortar las áreas restantes en estaciones posteriores.
- * Emplear estaciones intermedias para reforzar la matriz y facilitar el movimiento de la tira.
- * Determinar la facilidad o dificultad de la operación según la dirección del grano de la tira.
- * Emplear placas guía y alimentadores.
- * Verificar el diseño de la tira para tener un desperdicio mínimo de material.

- ‡ Colocar las áreas de corte de manera que se tenga una carga uniforme.
- ‡ Diseñar la tira de forma tal que el desperdicio y la pieza puedan ser expulsados con facilidad.
- ‡ Se debe tomar en cuenta que las estaciones añadidas proporcionan mejor soporte para los punzones perforadores y que el desarrollo de la tira debe permitir el movimiento del material sin afectar el posicionamiento de la parte en cada estación sucesiva.

3.2.1 SOBREMEDIDA DE LAS TIRAS PARA CORTAR EN TROQUEL.

Al diseñar piezas para ser cortadas partiendo de tiras de material es imprescindible el ahorro en la cantidad de material a utilizar. La meta es usar un 75% mínimo de la tira de material.

El uso de tiras con sobremedidas insuficientes entre la pieza a cortar y el borde de la tira y entre partes a cortar (B), provocará tiras débiles, con posibilidad de rotura y avances defectuosos.

Si el material a cortar es de 0.025 pulg. de espesor o menos, la dimensión (B) debe ser como sigue: (Dimensiones en pulgadas)

TABLA # 11. SOBREMEDIDA DE LAS TIRAS PARA CORTAR EN TROQUEL.

Espesor	Distancia	Distancias a y b para secciones rectangulares	
		Menor a	De 1.1811 a 2.3622
0.0118-0.0196		1.1811	0.0710
	b	0.0630	0.0710
	a	0.0472	0.0590

Ver fig. # 28.

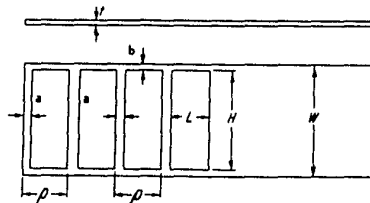
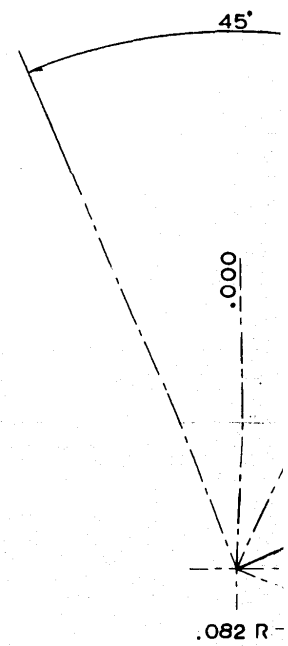
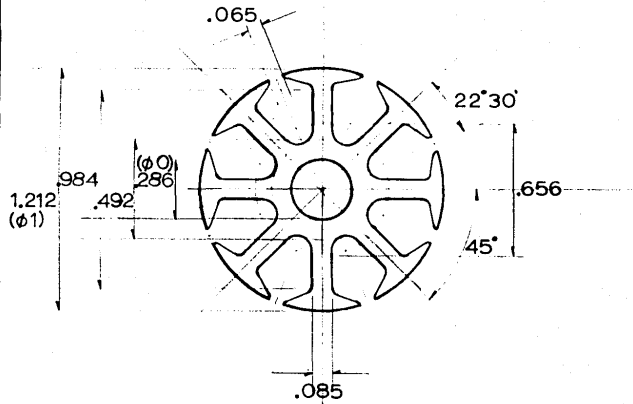
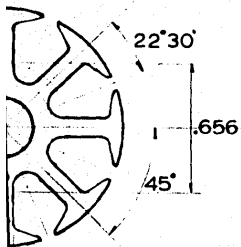


FIG. # 28. SOBREMEDIDAS DE LA TIRA PARA CORTAR EN TROQUEL.



Material: acero al silicio cal.26 (0179)
 Opcional: cold rolled bajo carbón cal.26
 Dureza: 50-60 Rc.
 Dim. en pulg.
 Max.excentricidad permisible entre $\phi 0$ y $\phi 1$ (0.003).
 Tolerancias: $\phi 0, +0.0045, -0.000$, todas las restantes ± 0.002
 " " en ángulos $\pm 1/2^\circ$.
 Quitar filos y rebabas.
 Escala: 2:1
 Nota: dibujo del detalle no está a escala.

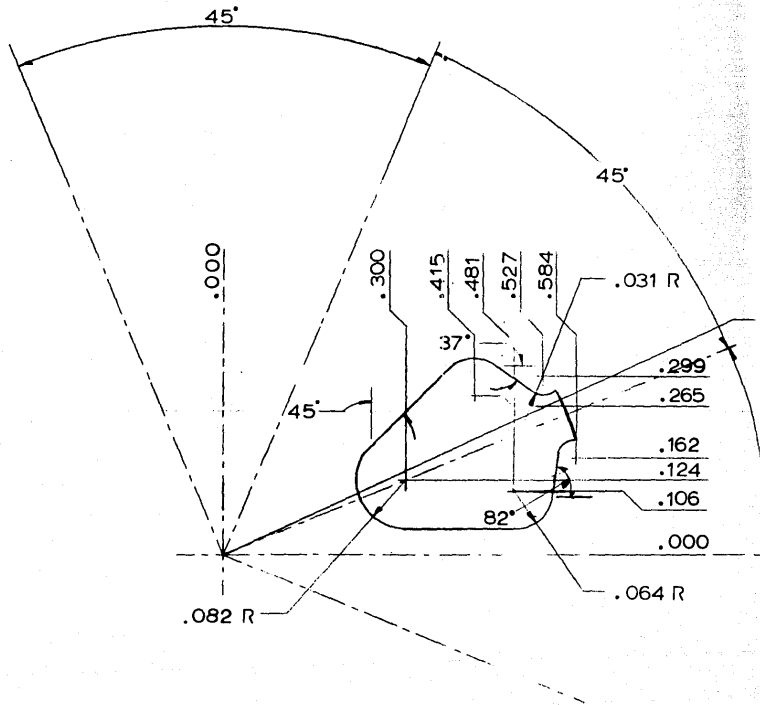
INGENIERIA	I.M.E.	LAMINA PARA ARMADURA Y DETALLE DE LA MI
UNIVERSIDAD PANAMERICANA		



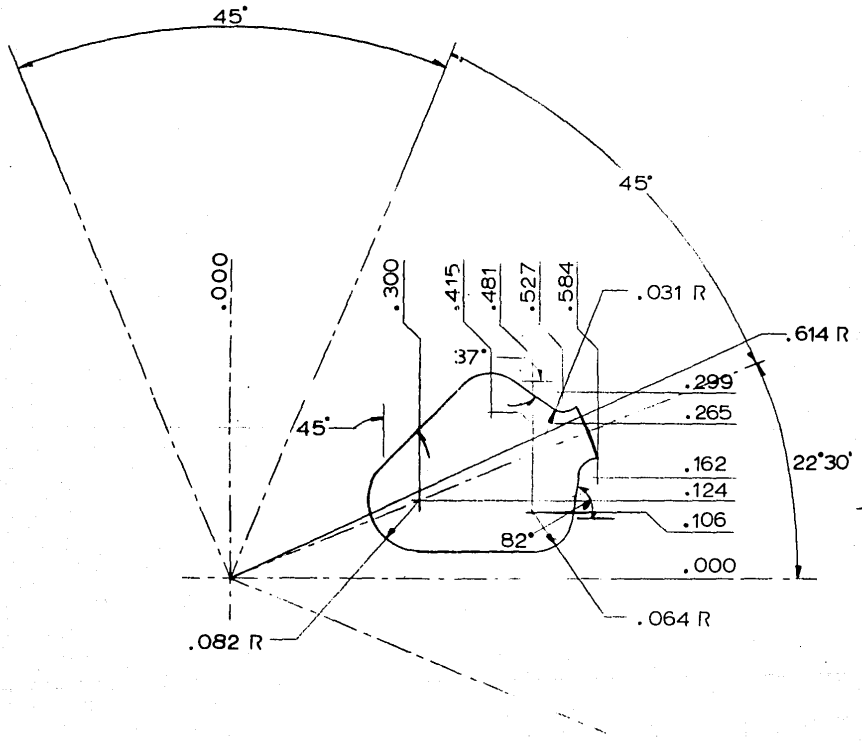
5
79)
cal.26

re $\phi 0$ y $\phi 1(0.003)$.
todas las restantes ± 0.002

a escala.

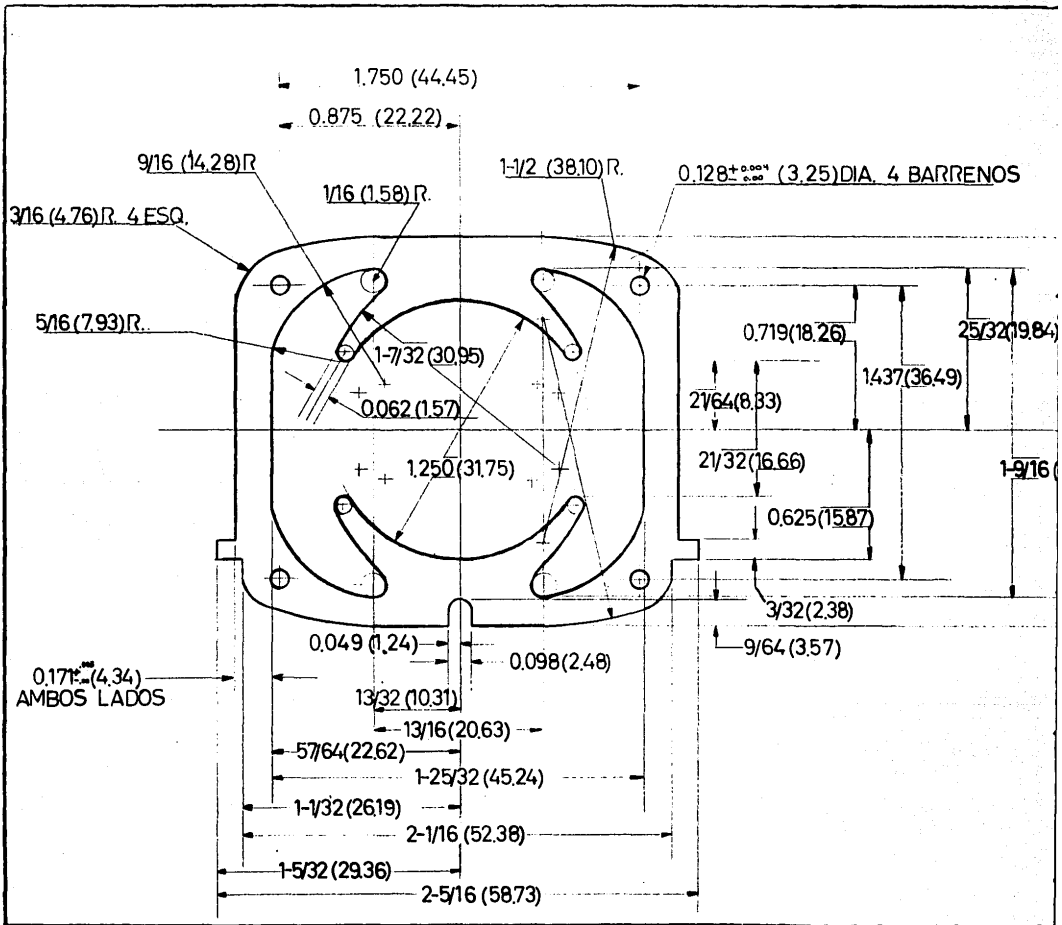


NA	I.M.E.	LAMINA PARA ARMADURA Y DETALLE DE LA MISMA.	ESC.	2:1 ϕ \square pulg.	APR.	ING. Bonil
			DIB.	Cass.-Lopez.	REV.	Dr. Rusek.
			FECHA	enero 1990.	REF.	D-1

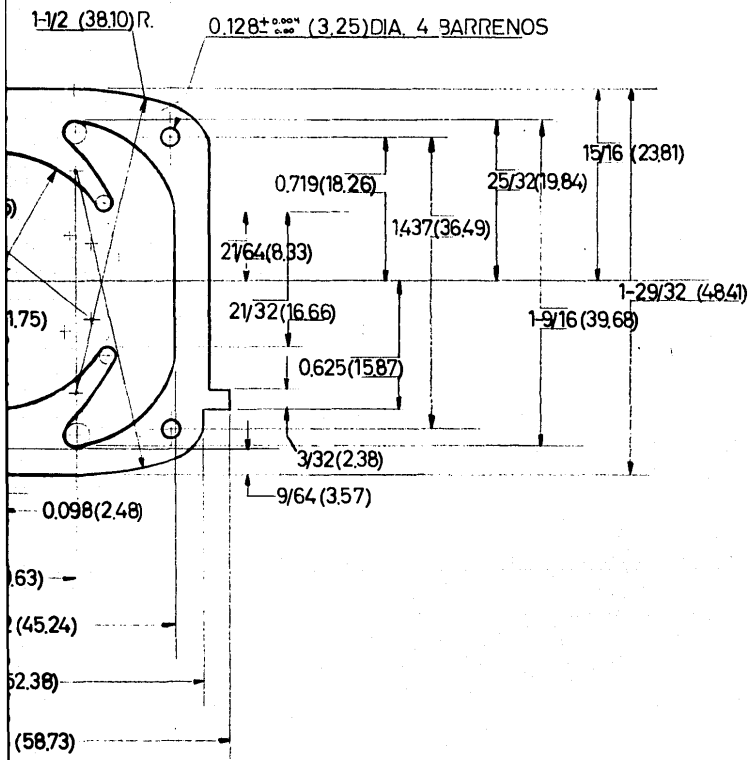


A PARA ARMADURA Y DETALLE DE LA MISMA.

ESC.	2:1 ϕ \square pulg.	APR.	ING. Bonilla.
DIB.	Cass-Lopez.	REV.	Dr. Rusek.
FECHA	enero 1990.	REF.	D-1



INGENIERIA	I.M.E.	LAMINACION DE CAMPO.
UNIVERSIDAD PANAMERICANA		



Material: acero al silicio cal. 26
 Dureza: 50-65 Rc.
 Dim. en pulg. () métrico.
 Tolerancias no indicadas en el dibujo ± 0.002
 Quitar filos y rebabas.
 Nota: las partes deberán conservarse planas dentro de 0.008

E. LAMINACION DE CAMPO.

ESC.	2:1 - ϕ pulg.	APR.	ING. Bonilla.
DIB.	Cass.-Lopez.	REV.	Dr. Rusek.
Fecha	enero 1990.	REF.	D-2

El diseño de la tira para el rotor y estator es el siguiente:

1.- Ancho de la tira.

H = Ancho del estator con pestañas = 2.3125 pulg.

2B = Dos veces la sobremedida de la tira.

En base a la tabla anterior y considerando que el pilotaje para la tira se realiza en los extremos de la misma, la dimensión B es de 0.071 pulg.; de donde $2B = 0.142$ pulg.

W = Ancho de la tira = $H + 2B \cong \underline{2.500 \text{ pulg.}}$

2.- Longitud del paso (P).

L = Largo del estator = 1.870 pulg.

B = 0.071 pulg.

P = L + B $\cong \underline{1.970 \text{ pulg.}}$

3.- Longitud de la tira (LT).

D = Distancia libre para corte final de la tira. En función de la superficie de corte del punzón.

D = 1.614 pulg.

LT = 8P + D = $\underline{17.375 \text{ pulg.}}$

4.- Número de piezas por tira.

En cada paso del troquel una pieza es producida, entonces:

Número de pzas. = $\frac{8 \text{ pasos}}{2 \text{ pzas.}} = \underline{4 \text{ pares de pzas./ tira.}}$

5.- Utilización del material.

En este cálculo se considerarán las dimensiones del estator, pues es la pieza con mayor superficie a utilizar en la tira.

Porcentaje de utilización = $\frac{a}{A} \times 100$ ECUACION No. 7.

Donde:

a = Area de la pieza.

A = Area de la tira empleada para producir la pieza.

$$* a = LM + (H - M) \times G \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 7.1.}$$

Donde:

M = Ancho del estator sin pestañas = 2.107 pulg.

LM = Area del estator = 3.940 pulg.²

G = Ancho de las pestañas del estator = 0.079 pulg.

(H - M) × G = (2.303 - 2.106) × 0.079 = 0.016 pulg.²

$$* a = 3.940 + 0.016 = \underline{3.956 \text{ pulg.}^2}$$

$$* A = W \times C \quad \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 7.2.}$$

Donde:

C = L + B = 1.968 pulg.

$$* A = 2.5 \text{ pulg.} \times 1.968 \text{ pulg.} = \underline{4.921 \text{ pulg.}^2}$$

$$* \text{ Porcentaje de utilización} = \frac{3.956}{4.921} \times 100 \cong \underline{80 \%}$$

Por el resultado obtenido observamos que las dimensiones de la tira son las idóneas para la económica producción de laminaciones de rotor y estator.

3.3 DESCRIPCION DE LA TIRA.

Para la descripción de la tira para laminaciones de rotor y estator ver plano T-1.

Posición # 0.

Se perforan o punzonan dos barrenos de diámetro igual a 0.187 pulg. con una separación entre los centros de éstos de $K = 2.146$ pulg., usados para pilotajes posteriores. Aquí el material punzonado es desperdicio. Se cuenta con un tope dedo para situar la posición inicial del material entrante y posteriormente permitir el corte de la longitud total de la tira.

$$K = W - (\phi \text{ barrenos} + 2B)$$

$$K = 2.5 - (0.157 + 2 \times 0.098) = \underline{2.146 \text{ pulg.}}$$

Paso # 1.

Se punzona el rotor con ocho punzones en forma de fresa y uno central de forma circular. La tira es piloteada con dos pilotos, suficientes para impedir el movimiento lateral de la tira y registrar su paso a través de las guías laterales.

Paso # 2.

Corte total del rotor con un punzón circular de diámetro igual a 1.212 pulg., usando dos pilotos para mantener el avance correcto de la tira. En este paso la parte cortada es la pieza a utilizar. Un piloto centrador se localiza en el centro del punzón circular el cual posiciona la pieza del rotor para su corte correcto.

Paso # 3.

Se punzonan o perforan cuatro barrenos de diámetro igual a 0.128 pulg., manteniendo una distancia entre éstos de (0.87, 0.875) pulg., coordenadas (X, Y) respecto al centro de la pieza, que coincide con el centro del paso de la tira. Otros dos pilotos son requeridos en este paso. Estos cuatro barrenos se utilizan para la sujeción del estator.

Paso # 4.

Se inicia la fabricación del estator perforando la tira con dos punzones en forma de riñón, uno en cada extremo del eje Y-Y de la tira a 0.663 pulg. respecto al centro de dicho eje. Al final del paso existen dos pilotos que mantienen el paso de la tira a través de las placas guía.

Paso # 5.

Se punzona la tira con un punzón circular de diámetro igual a 1.250 pulg., para eliminar los excedentes dejados en el paso anterior y evitar además que las esquinas flotantes de los riñones fueran dobladas o cortadas en su punta.

Paso # 6.

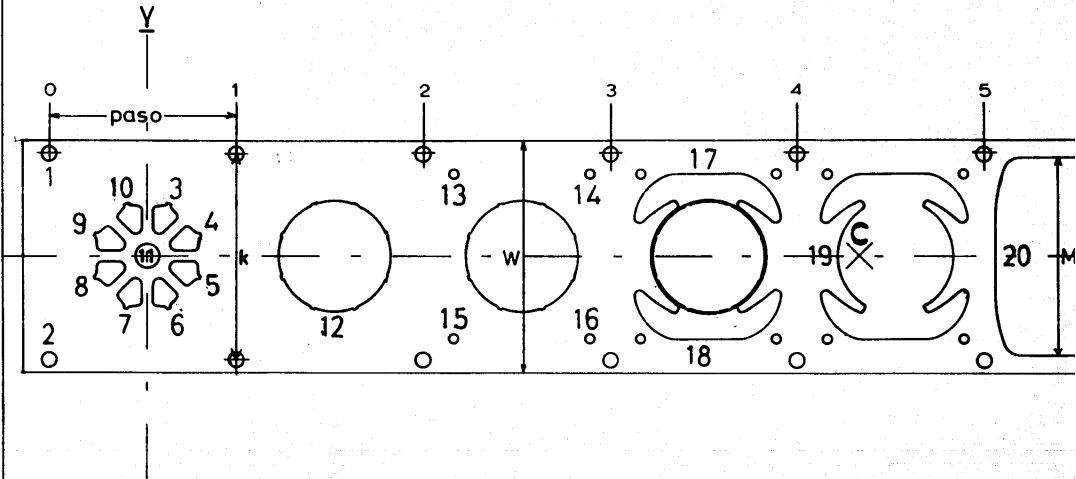
Se realiza un precorte y planchado con un punzón de superficie igual a la del estator que dará su forma final.

Paso # 7.

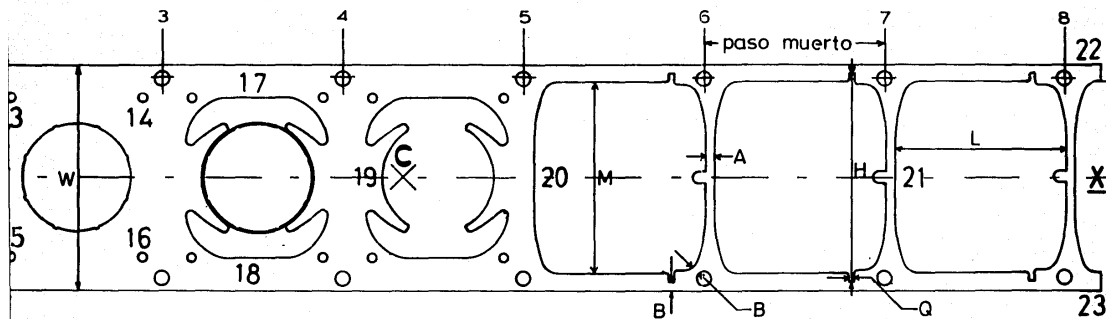
Paso muerto. Se dió este espacio para evitar el deslineamiento de la tira debido al poco material que permanece en los extremos de ésta en las placas guía y para reforzar la matriz. Se emplean dos pilotos en este paso y dos más en el último paso de la tira.

Paso # 8.

Corte total del estator con un punzón de forma igual al del paso # 6 pero de mayor longitud. Se presenta un último pilotaje para el registro final de la tira. A continuación se separan los extremos sobrantes de la tira por medio de un punzón de corte final.



INGENIERIA	I.M.E.	TIRA DE MATERIAL
U. PANAMERICANA		



TIRA DE MATERIAL

MAT. acero al Si. M4	Espesor. Cal. 26
Ancho. 2.5 pulg.	(0.018 pulg)
ESC. 1:1 pulg.	APR. Ing. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK
fecha enero 90'	REF. T-1

3.4 CENTRO DE PRESION.

ESTA
 SALIDA DE ESTE
 LIBRO DEBES
 DEVOLVERLA

En contornos del metal irregulares los esfuerzos de corte pueden diferir en los lados del centro del ariete de la prensa provocando un momento de flexión en el mismo y una flexión y desalineamiento indeseables; por lo que es necesario hallar un punto en el que la suma de las fuerzas cortantes sea simétrica (centro de presión).

El centro de presión puede determinarse con precisión con el siguiente procedimiento:

- 1.- Trazar la silueta de los bordes cortantes reales.
- 2.- Trazar los ejes X-X y Y-Y en ángulos rectos y en posición conveniente.
- 3.- Dividir los bordes cortantes en líneas rectas, arcos, etc., con su numeración específica.
- 4.- Hallar las longitudes $L_1, L_2, L_3,$ etc., de estos elementos.
- 5.- Hallar el centro de gravedad de cada elemento.
- 6.- Hallar las distancias X_i del centro de gravedad de cada elemento desde el eje Y-Y.
- 7.- Hallar las distancias Y_i del centro de gravedad de cada elemento desde el eje X-X.
- 8.- Calcular la distancia X del centro de presión C desde el eje Y-Y con la fórmula:

$$X = \frac{\sum L_i \times X_i}{\sum L_i} \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 8.}$$

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

$$Y = \frac{\sum L_i \times Y_i}{\sum L_i} \dots\dots\dots \text{ECUACION No. 9.}$$

Donde:

i = Número del elemento.

En base al procedimiento anterior y al desarrollo de la tira mostrado anteriormente, el cálculo del centro de presión es el siguiente.

TABLA # 12. CENTRO DE PRESION.

Elemento	L	X	Y	X(L)
[pulg.]				
1	0.587	-1.040	1.090	-15.519
2	0.587	-1.040	-1.090	-15.519
3	1.053	0.166	0.401	4.442
4	1.053	0.401	0.166	0.422
5	1.053	0.401	-0.166	0.422
6	1.053	0.166	-0.401	0.175
7	1.053	-0.166	-0.401	-0.175
8	1.053	-0.401	-0.166	-0.422
9	1.053	-0.401	0.166	-0.422
10	1.053	-0.166	0.401	-0.175
11	0.898	0.000	0.000	0.000
12	3.807	1.970	0.000	7.500
13	0.402	3.228	0.875	1.297
14	0.402	4.646	0.875	1.868
15	0.402	3.228	-0.875	1.298
16	0.402	4.646	-0.875	1.868
17	4.004	5.910	0.663	23.665
18	4.004	5.910	-0.663	23.665
19	3.834	7.874	0.000	30.191
20	8.070	9.862	0.000	79.591
21	8.070	13.802	0.000	111.389
22	0.098	16.338	1.142	1.608
23	0.098	16.338	-1.142	1.608
Σ	44.092	91.674	0.000	284.329

Centro de presión (C).

$$X = \frac{\sum X_i \times L_i}{\sum L_i} = \frac{284.329}{44.092} = \underline{6.448 \text{ pulg.}}$$

$$Y = \frac{\sum Y_i \times L_i}{\sum L_i} = \underline{0.000 \text{ pulg.}}$$

El eje Y del centro de presión coincide con el eje Y de la tira, por lo que esta coordenada tiene valor 0.000 pulg.

Entonces: $C = (6.448, 0.000) \text{ pulg.}$

3.5 CARACTERISTICAS DE LA PRENSA HIDRAULICA SELECCIONADA PARA EL TROQUEL PROGRESIVO.

Fuerza requerida por la prensa.

$$\# F = K \times S \times L \times T \quad (\text{Ver Ecuación No. 1}).$$

Donde:

K = Factor de seguridad = 1.2

S = Resistencia al corte del material = 40 Kg./ mm² (para lámina de acero al silicio).

L = Perímetro total de corte = 1,120 mm. (44.092 pulg.)

T = Espesor del material = 0.45 mm. (0.018 pulg.)

$$\# F = 1.2 \times 40 \times 1,120 \times 0.45 = 24,192 \text{ Kg.} \cong \underline{25 \text{ Toneladas}}$$

Selección de la prensa.

Por cuestiones de seguridad se recomienda, como se mencionó anteriormente, emplear prensas con una capacidad igual al doble de la obtenida por cálculo. Por su existencia en el mercado y ser la máquina con que se contaba inicialmente se seleccionó la siguiente prensa.

Prensa hidráulica marca: John Heine.

Capacidad: 60 Toneladas.

Golpes por minuto: 80-350 regulable.

Dimensiones de la mesa: 66 x 106 cm. (26 x 41 ³/₄ pulg.)

Carrera: 7.50 cm. (2.952 pulg.)

Dimensión mesa-carro: 27.94 cm. (11 pulg.)

Se debe mencionar que este tipo de prensas tiene velocidades menores que las prensas mecánicas. Sin embargo la velocidad depende de la longitud de la carrera y existen casos en que prensas hidráulicas mejoran de manera significativa a las mecánicas.

Hay prensas hidráulicas con ciclos automáticos que operan hasta 900 golpes/minuto con velocidades de aproximación de 800 pulgadas por minuto (15,240 mm./ min.) y velocidades de regreso tan altas como 2000 pulgadas por minuto (50,800 mm./ min.).

Lo mencionado anteriormente con respecto a las velocidades de aproximación y de regreso refiere a otra gran y única aplicación de las prensas hidráulicas, y esto es que la carrera puede ser ajustada a detenerse en cualquier punto de la misma y regresarse. La velocidad es controlada de manera que antes de aplicar la fuerza el carro puede correr rápidamente y luego disminuir la velocidad sin que esto reduzca la fuerza que se ha de aplicar. Esta ventaja alarga la vida de los troqueles evitando cargas de choque en ellos, así como la obtención de piezas más precisas y tiempos menores en montajes. Se puede concluir que una prensa hidráulica debe ser capaz de cumplir todo o parte del ciclo que se describe a continuación.

- Efectuar a gran velocidad la parte de la carrera que corresponde a la aproximación.
- Aproximación al trabajo a velocidad reducida.
- Efectuar la carrera de trabajo.
- Mantener el esfuerzo de trabajo sin que exista movimiento.
- Permitir una caída lenta de la presión del cilindro antes de la inversión del movimiento.
- Efectuar una parte de la carrera de retorno a velocidad lenta.
- Efectuar el resto de la carrera de retorno a velocidad rápida.
- Descargar la bomba en el depósito durante los tiempos de parada.
- Este ciclo puede ser obtenido automática o manualmente.
- La presión y velocidad de trabajo deben de ser regulables.

El tipo de prensa en la que se centra éste trabajo de tesis es una de tipo OBS (Open Back Stationary) que es similar a la OBI (Open Back Inclínable). Este tipo de prensas son diseñadas para operar con velocidades comparables a las mecánicas de diseño similar. Las hay desde 6 hasta 250 toneladas de fuerza con las ventajas mencionadas anteriormente y además que el material puede ser alimentado por el frente con salida a la parte posterior o de un costado a otro, manualmente o de manera automática con alimentadores para altas producciones.

A continuación se describe e ilustra el funcionamiento de este tipo de prensas de caudal variable.

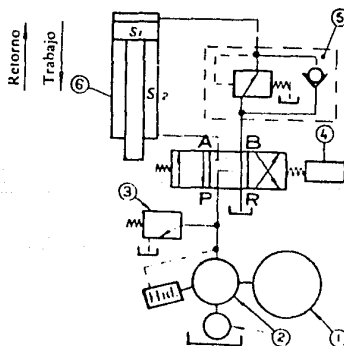
La variación de caudal puede controlarse manual, hidráulica o eléctricamente. En ciertos casos, la presión que actúa en el circuito regula el caudal, de tal forma que este disminuye cuando la presión aumenta y es nulo cuando aquella llega al máximo.

Con relación a las bombas de caudal constante, las de caudal variable presentan las siguientes ventajas:

- Reglaje fácil de la velocidad de desplazamiento de la prensa.
- Variación de velocidad continua obtenida sin calentamiento del aceite.
- Excelente rendimiento en el caso de que el caudal varíe automáticamente en razón inversa de la presión.

Este último punto es particularmente ventajoso cuando el esfuerzo de apriete debe mantenerse un tiempo determinado.

En la figura # 29, cuando el cilindro (6) efectúa la carrera de aproximación, la presión en el circuito es muy baja. El caudal de la bomba (2) es máximo, lo cual permite efectuar muy rápidamente la carrera en vacío. Durante el trabajo, el caudal disminuye al aumentar la presión. A la presión máxima, el caudal de la bomba llega a ser nulo. Así, es posible mantener el esfuerzo de apriete sin desperdiciar energía, puesto que la bomba suministra precisamente la cantidad de aceite necesaria para compensar las fugas o variaciones de volumen de la materia a prensar. La válvula de reducción (5) permite regular la presión máxima de trabajo en " S₁". La válvula de seguridad (3) no representa aquí más que un papel de prevención. Con semejante circuito, el calentamiento del aceite es teóricamente inexistente. El distribuidor (4) permite la correcta aspiración de la bomba.



- 1 Motor eléctrico.
- 2 Bomba automática de caudal variable.
- 3 Válvula de seguridad.
- 4 Distribuidor.
- 5 Válvula de reducción de presión y "Clapet" antirretorno.
- 6 Cilindro de doble efecto.

FIG. # 29. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA PRESA HIDRAULICA.

Alimentación del material.

La alimentación del rollo de material al troquel es por medio de un alimentador neumático " Festo ". Su montaje se realiza sobre la prensa con tornillos o escuadras de fijación. Su precisión es de 0.0005 pulg. en modelos pequeños y 0.001 pulg. para modelos grandes. Ver fig. # 30.

Su principio de funcionamiento es el siguiente:

El alimentador sostiene el material durante todas las fases de operación. Cuando la válvula de control es oprimida aproximadamente $\frac{3}{16}$ de pulg., la mordaza de fijación toma el material, posteriormente lo suelta y el bloque deslizante empuja el material hasta el tornillo tope, mismo que fué previamente calibrado. Durante este tiempo la válvula de control es empujada hacia abajo por el brazo accionador. Cuando la prensa está aproximadamente a la mitad de su carrera ascendente, la acción del alimentador y de la mordaza de sujeción se invierte. Es decir, la mordaza de alimentación toma el material y la corredera alimenta el material al troquel durante la última parte de la carrera del carro.

En otros alimentadores inicialmente el material se coloca con la mano y después la alimentación es automática. La longitud de alimentación es ajustable mediante topes y un tornillo de ajuste. La válvula de operación es accionada por un tornillo ajustable en el portatroquel o zapata inferior.

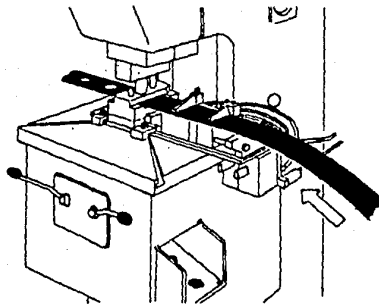


FIG. # 30. ALIMENTADOR NEUMATICO.

3.6 CARACTERISTICAS DE LAS PRENSAS MECANICAS SELECCIONADAS PARA LOS TROQUELES SIMPLES.

Para cada uno de los cuatro troqueles simples estudiados en el capítulo anterior, de acuerdo a los cálculos realizados para obtener la capacidad de las prensas en toneladas y en base a modelos existentes en el mercado se seleccionaron cuatro prensas mecánicas con las siguientes características. Ver fig. # 31.

Prensas mecánicas inclinables de fondo abierto y bastidor en C modelo: Cincinnati.

Capacidad: 12 Toneladas.

Golpes por minuto: 185 máx.

Dimensiones de la mesa: 40.64 x 22.86 cm. (16 x 9 pulg.).

Carrera: De 1.27 a 7.62 cm. ($\frac{1}{2}$ " a 3 ")

Dimensión de la mesa al carro: 20.32 cm. (8 pulg.).

Los componentes principales de este tipo de prensas son:

- 1.- Una mesa rectangular, parte del bastidor abierta de ordinario en su centro, la cual soporta a la placa de apoyo.
- 2.- Una placa de apoyo plana de acero de 2 a 6 pulg. (50 a 125 mm.) de espesor, sobre la cual se montan las herramientas y accesorios de troquelar. Se dispone de placas de apoyo que tienen dimensiones y aberturas estandarizadas de los fabricantes de prensas.
- 3.- Un ariete o corredera, que se mueve a través de su carrera, una distancia que depende del tamaño y del diseño de la prensa. La posición del ariete, pero no la de su carrera puede ajustarse. La distancia desde la parte superior de la mesa a la parte inferior de la corredera, junto con su carrera abajo y ajuste arriba, se llama altura de cierre de la prensa.
- 4.- Un expulsor, mecanismo que funciona sobre la carrera ascendente de la prensa, el cual expulsa a las piezas de la herramienta de la prensa.
- 5.- Un cojín, que es un accesorio para la prensa, situado debajo o dentro de una placa de apoyo para producir un movimiento y una fuerza ascendente; es accionado por aire, aceite, hule o resortes, o una combinación de los mismos.

Posterior al dibujo de la prensa se muestran las dimensiones estándar JIC (Joint Industry Committee) para prensas inclinables de fondo abierto (ORI). Ver fig. # 32.

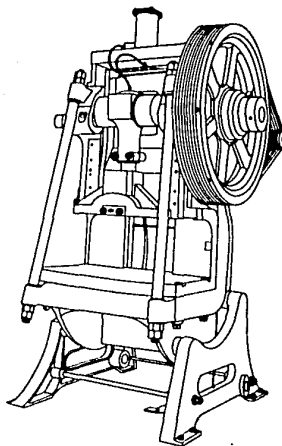
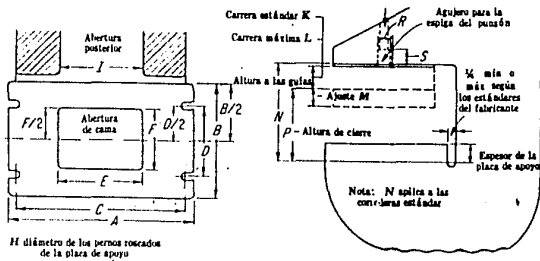


FIG. # 31. PRENSA INCLINABLE DE FONDO ABIERTO, BASTIDOR EN C.



Tamaño	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S
22	20	12	18	7½	8	5	¾	9	2½	4	2	11¼	8½	2½	1¾	2¼
32	24	15	22	9	11	8	¾	11	3	5	2¾	12¾	9½	2½	1¾	2¼
45	28	18	25½	10½	14	8	1	13	3	6	2¾	14¼	11	3	2¾	3
60	32	21	29½	12	16	11	1	15	3½	7	2¾	16¾	13	3	2¾	3
75	36	24	33	18	18	14	1½	18	4	8	3	19¼	15	3½	2¾	3
110	42	27	39	18	21	15	1½	21	5	10	3½	23¼	18	4	3½	3
150	50	30	47	18	21	17	1½	24	6	12	4	28¼	22	4½	3½	3
200	58	34	55	18	27	21	1½	27	8	12	4½	32¼	24	5	3½	3

FIG. # 32. DIMENSIONES ESTANDAR (JIC) PARA PRENSAS INCLINABLES.

3.7 MATERIALES EMPLEADOS PARA EL DISEÑO DEL TROQUEL PROGRESIVO.

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

La mayoría de las aplicaciones de aceros para herramientas, con excepción del acero que se utiliza para hacer piezas de maquinaria, puede dividirse en tipos de operación: de corte, cizallado, formado, estirado, extrusión, laminado o golpeado.

Las herramientas cizalladoras que se emplean en cizallas, punzones o matrices ensambladores requieren alta resistencia al desgaste y tenacidad regular. Estas características deben equipararse adecuadamente dependiendo del diseño de la herramienta, del espesor del material que se cortará y de la temperatura de operación de cizallado. Para la mayoría de las aplicaciones, en general, la dureza, la tenacidad, la resistencia al desgaste y la dureza al rojo son los factores más importantes al escoger aceros para herramientas.

En el diseño del troquel progresivo para corte de laminaciones de rotor y estator, los materiales empleados para la posterior manufactura de todos los elementos que conforman el troquel fueron los siguientes.

FERROTITANIO.

Como material para las herramientas y piezas sometidas al desgaste, se empleaba acero y metal duro. Entre otras, el acero tiene la ventaja de fácil mecanización y de temple.

El metal duro es ventajoso por su alta resistencia al desgaste, pero se deja mecanizar más dificultosamente. En la búsqueda de un material adecuado para una serie de usos especiales, y teniendo las cualidades buenas del acero y del metal duro, se descubrió el FERROTITANIO, de gran resistencia al desgaste y a la oxidación.

El FERROTITANIO tiene un contenido de un 50% de volumen de carburos de titanio, los cuales están entremezclados en una masa básica de un acero compuesto de Cr., Mo. y C. El estado de suministro es de 40 a 42 Rc., y se puede mecanizar esta materia dura según los métodos conocidos de la mecanización. Templado con durezas de 70 a 72 Rc. el FERROTITANIO se emplea solucionando económicamente muchos problemas de desgaste.

El FERROTITANIO tiene un bajo peso específico, es 50% más ligero que el metal duro, y 15% más ligero que el acero. Las herramientas hechas de este material se pueden recocer y reformar después de ser empleadas, manteniéndose la superficie en buen estado y aumentándose la duración en general, además de evitar la adherencia en frío de los elementos del troquel hechos con este material.

ACERO SAE D-2.

Este tipo de acero con contenidos de hasta 2.25% de carbono y 12% de cromo, además de contener molibdeno, vanadio y cobalto da excelente resistencia al desgaste y propiedades de no deformación; además, tiene buena resistencia a la abrasión y el mínimo de cambio dimensional en el templeado, lo cual hace que este acero se emplee mucho en insertos de punzonar y en perforaciones de gran precisión. Posee una templabilidad profunda, buen endurecimiento al rojo, y una regular resistencia a la descarburización.

ACERO SAE O-1.

Este tipo de acero pertenece al grupo de los aceros para herramientas de mayor aplicación. Es de baja aleación y templeable en aceite. Contiene manganeso y menores cantidades de cromo y tungsteno. Posee buenas propiedades de no deformación y es menos probable que se doble, combe, tuerza, distorsione o tenga fisuras durante el tratamiento térmico. Este tipo de acero no es relativamente costoso y su alto contenido de carbono produce una adecuada resistencia al desgaste. Tienen una templabilidad media, alta seguridad en el endurecimiento, tenacidad regular y buena maquinabilidad.

ACERO SAE O-2.

Es un tipo de acero con alto contenido de manganeso (2%), además de cromo, vanadio y carbono. Posee gran templabilidad y dureza adheridas a bajas tolerancias dimensionales durante el tratamiento térmico. Tiene una aplicación universal en herramientas como troqueles de corte y estampado en metales de espesores mayores a los 6 mm., moldes de plásticos etc.

ACERO SAE 1045.

Este tipo de acero contiene cantidades mínimas de carbono, silicio y manganeso; posee una templabilidad media en agua y una dureza entre 54 y 57 Rc. después del revenido.

Además presenta un núcleo tenaz y superficie dura. Se utiliza para la fabricación de placas ensamble en matrices de troquelar, moldes plásticos, herramientas de mano, etc.

ACERO SAE 4140.

Este acero presenta un núcleo tenaz, superficie dura y es resistente al impacto así como fácil maquinado. Ofrece un excelente acabado después del maquinado. Puede ser templado por flama hasta una dureza de 53 Rc. mínimo o puede nitrurarse. Si es precalentado puede ser soldado o formado. Su composición química es la siguiente:

0.36 - 0.44 C.
0.70 - 1.00 Mn.
0.035 máx. S.
0.15 - 0.35 Si.
0.80 - 1.15 Cr.
0.15 - 0.25 Mo.

Para conocer las propiedades y características de otros aceros para herramientas ver apéndice, Tabla # 13.

3.8 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TROQUEL PROGRESIVO PARA CORTE DE LAMINACIONES DE ROTOR Y ESTATOR.

3.8.1 REGLAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE TROQUELES.

1.- Regla del dedo. En matrices de acero para herramientas su espesor deberá ser $\frac{3}{4}$ " (19 mm.) mínimo para un perímetro del bloque de 3 " (76 mm.) o menos; 1 " (25.4 mm.) de grosor para perímetros entre 3 " y 10 " (76 y 254 mm.) y $1\frac{1}{4}$ " (32 mm.) de grosor para perímetros mayores. Deberá haber un margen mínimo de $1\frac{1}{4}$ " (32 mm.) alrededor de la abertura en el bloque de la matriz.

Para asegurar la matriz a la placa de la misma, las siguientes reglas proveerán una construcción sólida.

1.1 En bloques de matriz de hasta 7 " (175 mm.) cuadrados, emplear dos tornillos de cabeza de $\frac{3}{8}$ " (9.5 mm.) y dos pasadores de $\frac{3}{8}$ " .

1.2 En secciones de hasta 10 " (250 mm.) cuadrados, emplear tres tornillos y dos pasadores de $\frac{3}{8}$ " .

1.3 Para troquelar material pesado, utilizar tornillos y pasadores de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm.). Abocardar el alojamiento para la cabeza de los tornillos $\frac{1}{8}$ " (3.17 mm.) más profundo que lo usual, para compensar por el afilado de matriz.

2.- Regla General.

Esta regla establece que la distancia entre centros de tornillos debe ser igual a dos veces el diámetro del tornillo.
Fuente: A.S.T.M.E.

Nota: Para el manejo de conversiones de dimensiones y temperaturas usadas en el siguiente punto ver apéndice, Tabla # 14.

3.8.2 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TROQUEL PROGRESIVO.

Parte # 1. Zapata inferior.

* Descripción de cálculos.

Este elemento fue diseñado en base a las dimensiones y trabajo de choque que reciben las placas matrices y sufrideras. La zapata inferior cuenta con barrenos para fijación de las placas antes mencionadas y orificios para recibir las piezas terminadas y el material de desperdicio. Tales piezas son recibidas en una tolva para posteriormente ser almacenadas. Además, la zapata inferior cuenta con las cavidades para recibir los bujes para postes.

Las dimensiones a considerar en la zapata inferior son:

a) Largo de la placa. Igual a la suma de los largos de las placas portamatrices más el ancho del punzón de recorte final de la tira. Ver partes # 65, 66 y 74.

b) Ancho de la zapata. Igual al ancho de ambas placas portamatrices más los espacios necesarios debidos a reglas generales para el diseño de troqueles.

c) Espesor de la zapata inferior en base a norma ASA B 5.25-1950. Ver Tabla # 15.

d) Distribución entre barrenos. La distribución de barrenos para fijación en la zapata inferior se muestra en las placas sufrideras y portamatrices.

La distribución entre barrenos para postes se toma en base a la " regla general # 2 " para diseño de troqueles.

* Tabla # 15. Espesores de zapatas inferior y superior.

Área del troquel			Cruces				Distancia entre el poste de guía
De arriba a lo siguiente	Del Post. al fondo	Díam. C	Portamatrices J		Portamatrices K		
			Doble	A	Doble	A	
3	3	3	1	1 1/2	1	...	5/8
4	4	4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1	1
4	6	4	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1
5	4	4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1	1
5	5	5	1 1/2	2	1 1/2	1 1/2	1
5	8	5	1 1/2	3	1 1/2	2 1/2	1
6	3	3	1 1/2	2	1 1/2	1 1/2	1
6	4	5	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1
6	6	6 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1
6	9	...	1 1/2	3 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2
7	5	5 1/2	1 1/2	3	1 1/2	2 1/2	1
7	7	7 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1
7	10	7	1 1/2	3 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2
8	4	4	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1
8	6	7	1 1/2	3	1 1/2	2 1/2	1
13	9	...	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2	1 1/2
18	8	...	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2	1 1/2
18	10	...	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2
18	14	15	2	3	1 1/2	2 1/2	1 1/2
18	16	17	2	3	1 1/2	2 1/2	1 1/2
20	5	...	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2	1 1/2
22	3	...	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2	1 1/2
22	6	...	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/2	1 1/2
22	12	...	2	3	1 1/2	2	1 1/2
23	7	...	1 1/2	3	1 1/2	2 1/2	1 1/2
23	14	...	1 1/2	3	1 1/2	2 1/2	1 1/2

* Cálculos.

a) Largo de la zapata inferior = 12.398 pulg. + 7.94 pulg. + 1.000 pulg. = 21.338 pulg.

b) Ancho de la zapata = Ancho de las placas portamatrices + 2 ϕ postes + 2 ϕ del tornillo de sujeción de la zapata + 2 veces la distancia mínima entre bordes de la zapata.

Ancho = 5.75 + 2 x 3 + 2 x 0.75 + 2 x 1.25 = 15.750 pulg.

c) Espesor de la zapata inferior. En base a norma ASA B5.25-1950 el espesor para placas de 24 x 16 pulg. es de 1.75 a 3 pulg. Tomando en cuenta el espesor necesario para rectificad el espesor de la zapata inferior es igual a 2.750 pulg.

d) Distribución entre barrenos para postes. En base a la regla general # 1 la distancia entre bordes de barrenos para postes es igual a 1.250 pulg.

La distribución entre barrenos para fijación de las placas matrices y sufrideras se basa en la " regla general # 2 " para diseño de troqueles.

* Observaciones.

El material de la zapata inferior es acero SAE 1045. Al igual que en la zapata superior la colocación de los postes en las zapatas no es simétrica, sino que se realizó en la forma como se muestra en los planos para tener una referencia de seguridad para la correcta colocación en el montaje y desmontaje del troquel.

Parte # 2. Zapata superior.

* Descripción de cálculos.

En ella se encuentran los barrenos de fijación para la placa ensamble y postes guía. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo. Mantiene las mismas dimensiones que la zapata inferior.

b) Ancho. Mantiene las mismas dimensiones que la zapata inferior.

c) Espesor. En base a norma ASA B5.25-1950 y considerando el espesor para rectificad (ver Tabla anterior).

d) Distribución entre barrenos. Referida a las placas limitadoras y placa ensamble.

* Cálculos.

a) Largo de la zapata superior = 21.338 pulg.

b) Ancho de la zapata superior = 15.750 pulg.

c) Espesor de la zapata superior = 2.25 pulg.

‡ Observaciones.

El material de la zapata superior es acero SAE 1045. En ella no se cuenta con mamelón para fijarla a la corredera de la prensa, sino que es sujeta por 8 " clamps " o sujetadores, dos en cada lado de la zapata. La distribución entre barrenos para postes es la misma que en la zapata inferior.

Parte # 3. Bujes.

‡ Descripción de cálculos.

Los bujes matriz endurecidos, sujetos en bloques portamatriz de acero suave, conservan el acero de herramientas y son fácilmente reemplazados cuando están rotos o gastados. Estos bujes soportan y alojan los postes para planchador (4 piezas).

‡ Cálculos.

Para el cálculo de estos elementos se partió de catálogos de fabricantes, en este caso se utilizó el catálogo PLISA, S.A. de C.V. código # BD-212-C.

‡ Observaciones.

El material de estos bujes es acero suave SAE 4140.

Parte # 4. Postes.

‡ Descripción de cálculos.

Estos cuatro postes son montados en las zapatas sin que pierdan su ajuste o precisión. Su selección fué hecha en base a catálogo.

‡ Cálculos.

La selección de estos cuatro postes fué hecha en base a catálogo DANLY cat. # 5-1432-5.

‡ Observaciones

El material de estos bujes es acero SAE 4140 .

Parte # 5. Bujes de Acoplamiento.

* Descripción de cálculos.

Estos bujes soportan y alojan los postes para planchador. Su selección fué hecha en base a catálogo.

* Cálculos.

La selección de estos cuatro bujes fué hecha en base a catálogo PLISA, S.A. de C.V. código # BD-200-C.

* Observaciones.

El material de estos bujes es acero SAE 4140.

Parte # 6. Bujes embalados.

* Descripción de cálculos.

Este tipo de bujes son los más recomendados para producciones masivas de partes. Su diseño está basado de acuerdo a catálogo.

* Cálculos.

Estos bujes se eligieron de catálogo LEMPCO. Cat. # 93744700, código 361-1412.

* Observaciones.

El material de estos bujes es aluminio tratado térmicamente para obtener una alta tenacidad y resistencia al desgaste.

Parte # 7. Rondanas.

* Descripción de cálculos.

Estos cuatro elementos están diseñados en base a las dimensiones de los tornillos que sujetan los postes a la zapata superior mostrados en la parte # 10.

* Cálculos.

Las dimensiones de las rondanas son: $\phi = 3.250 \times 0.875$ pulg.

* Observaciones.

El material de las rondanas es acero SAE 1045.

Parte # 8. Tornillos Allen.

* Descripción de cálculos.

Estos tornillos (16 pzas.) sujetan los bujes para los cuatro postes en la zapata inferior. De acuerdo al tipo de los bujes se seleccionaron los tornillos en base a catálogo.

* Cálculos.

Cada buje será sujetado por cuatro tornillos allen . De catálogo DANLY # 9-0806-41, las dimensiones de los tornillos son: $\phi = 0.250 - 20 \text{ NC} \times 0.750 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

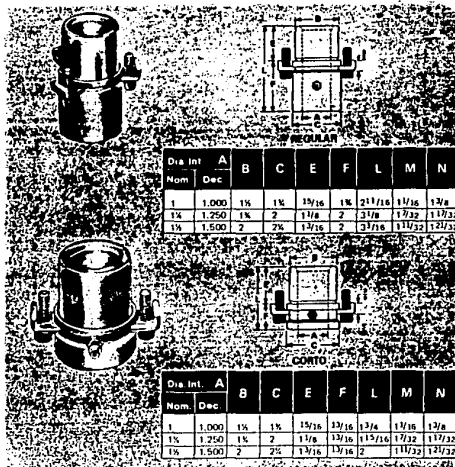
El material de los tornillos allen es acero aleado.

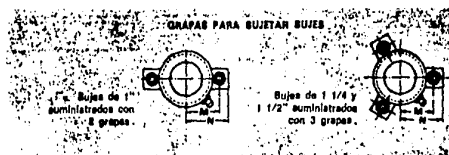
Parte # 9. Grapas.

* Descripción de cálculos.

Estas grapas (16 pzas.) sujetan a los cuatro bujes para postes guía montados en la zapata inferior. Su selección fue hecha en base a catálogo, así como su distribución se hace en base al siguiente dibujo.

* Dibujo # 1. Distribución de grapas.





* Cálculo.

Estas grapas fueron seleccionadas de catálogo DANLY.

* Observaciones.

El material de las grapas es acero SAE 1045.

Parte # 10. Tornillos de cabeza plana.

* Descripción de cálculos.

Estos tornillos (4 Pzas.) sujetan los postes a la zapata superior junto con las cuatro rondanas mostradas en la parte # 7. De acuerdo al tipo de bujes para postes la selección de los tornillos fue hecha en base a catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-1214-44 obtenemos tornillos de cabeza plana $\phi = 0.375 - 16 \text{ NC} \times 1.750 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de los tornillos es acero aleado.

Parte # 11. Limitadores.

* Descripción de cálculos.

Este juego de dos piezas soporta las placas choque, planchador, portapunzones y sufridera de la primera etapa a la placa ensamblada en la zapata superior. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo de los limitadores. El largo de los limitadores es igual al largo de la placa portamatrices por lo que su dimensión se justificará en tal placa. Ver parte # 66.

b) Ancho de los limitadores. Por experiencia se recomienda que el ancho mínimo para placas de soporte fijadas por tornillos y pasadores de $\phi = 0.375$ pulg. debe ser 1.250 pulg. (regla # 1) más el ancho del escalón para soporte de placas. Este ancho del escalón junto con el largo del mismo debe de tener una resistencia al cizallado de las placas, a fracturas o roturas del borde de fijación de las mismas.

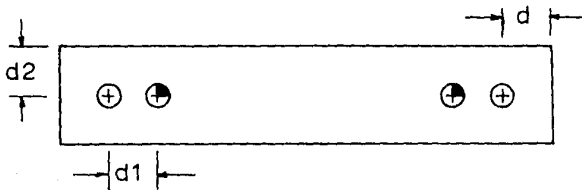
c) Alto de los limitadores. Es igual a la suma de los espesores de las placas soportadas por los limitadores más el escalón de soporte.

c.1) Alto para sujeción de las placas. Igual a la suma de los espesores de la placa sufridera y portapunzones, más el borde de sujeción del planchador, más la " vida " para rectificado de punzones, más la longitud de planchado (1.5 a 2 veces el espesor de la tira).

d) Distribución de barrenos. La distribución de barrenos entre tornillos y pasadores con respecto a la placa va a estar dada en base a la " regla # 2 ". Ver dibujo siguiente.

* Dibujo # 2. Distribución de barrenos en limitadores.

d) Para la distribución de barrenos de las placas limitadoras se toma en cuenta el siguiente dibujo.



* Cálculos.

a) Largo de los limitadores = 7.940 pulg. (ver parte # 66)

b) Ancho de los limitadores. Las dimensiones del escalón para sujetar las placas superiores por experiencia deben ser de 0.250×0.250 pulg., suficientes para resistir el corte de cizalla de aproximadamente 700 Kg. Como el largo del escalón es igual al del limitador que es de 7.940 pulg. el ancho suficiente para soportar el corte de cizalla será de 0.125 pulg. Por lo anterior el ancho de los limitadores en su parte de sujeción a la placa ensamble será de 1.250 pulg. y en la parte de soporte de las placas superiores será de $1.250 + 0.125$ pulg. igual a 1.375 pulg.

DISEÑO DE UN TROQUEL PROGRESIVO PARA CORTE DE LAMINACIONES ...

c) Alto de los limitadores. Considerando los espesores de las placas soportadas por los limitadores, el alto de los limitadores será:

Alto = \sum espesores de sujeción de placas choque, planchador, portapunzones y sufridera.

$$\text{Alto} = 0.625 + (0.875 - 0.250) + 0.750 + 0.375 = \underline{2.375 \text{ pulg.}}$$

$$\text{c.1) Alto de fijación} = 0.375 + 0.750 + 0.375 + 0.250 + 1.7 \times 0.018 = \underline{1.781 \text{ pulg.}}$$

d) Distribución entre barrenos. Según la regla del dedo las dimensiones para la distribución de barrenos sería:

$d = 1.000 \text{ pulg.}$, $d_1 = d_z = 0.750 \text{ pulg.}$; pero por el ancho de los limitadores igual a 1.250 pulg. la modificación a realizar sera de

$$d = \underline{1.000 \text{ pulg.}}$$
, $d_1 = \underline{0.750 \text{ pulg.}}$, $d_z = \underline{0.625 \text{ pulg.}}$

* Observaciones.

El material de los limitadores es acero SAE 0-2.

Parte # 12. Pernos.

* Descripción de cálculos.

La función de ocho de estos elementos es la fijación de los limitadores de las dos etapas a la placa ensamble. Estarán colocados dos pernos en cada limitador de la primera etapa y dos pernos en cada limitador de la segunda etapa. Los otros cuatro pernos fijan las placas portapunzones en las zapatas, dos pernos en cada etapa.

a) Las dimensiones de los pernos se eligieron en base a " la regla del dedo " que establece un $\phi = 0.375 \text{ pulg.}$ y dos pasadores en cada placa.

* Cálculos.

De acuerdo a la " regla del dedo " de ASTM E y cat. DANLY # 7-1224-1 STD. se eligieron pernos de $\phi = 0.375 \text{ pulg.}$ y 1.500 pulg. de largo.

* Observaciones.

El material de los pernos es acero templado estándar.

Parte # 13. Tornillos Allen.*** Descripción de cálculos.**

Estos tornillos sujetan los limitadores de las dos etapas a la zapata superior.

De acuerdo a la " regla del dedo " de ASTM, usando tornillos de $\phi = 0.375$ pulg. en cantidad de dos para placas menores de 10 pulg.² y 3 o más tornillos para placas mayores de 10 pulg.², como es el caso de los limitadores de la segunda etapa.

*** Cálculos.**

De catálogo DANLY # 9-1208-41 obtenemos tornillos allen de $\phi = 0.375$ pulg.-16 NC x 1.000 pulg., cuatro para los dos limitadores de la primera etapa y ocho para los dos limitadores de la segunda etapa.

*** Observaciones.**

El material de los tornillos allen es acero aleado.

Parte # 14. Resortes.*** Descripción de los cálculos.**

Estos elementos (10 resortes) se encuentran en las placas planchadoras de ambas etapas, la primera para la manufactura del rotor y la segunda para la manufactura del estator.

El cálculo de estos resortes está hecho en base a la fuerza de planchado que requieren ambas placas planchadoras , la consulta de catálogos de fabricantes, el número de resortes a emplear y la fuerza de compresión que efectúa cada uno de ellos.

*** Cálculos.**

Planchador de la primera etapa. Comprende las operaciones del primero y segundo paso incluyendo los dos primeros barrenos para fijación del estator. Ver plano # 35.

La fuerza del planchador será:

Primer paso. Dos barrenos para pilotos, ocho barrenos para fresas del rotor y un barreno circular para el rotor.

$$L = 2 \times 0.587 \text{ pulg. (14.922 mm.)} + 8 \times 1.053 \text{ pulg (26.74 mm.)} \\ + 0.898 \text{ pulg. (22.822 mm.)} = 10.496 \text{ pulg. (266.586 mm.)}$$

Segundo paso. Incluye corte del rotor más los dos barrenos para fijación del estator.

$$L = 3.807 \text{ pulg. (96.713 mm.)} + 2 \times 0.402 \text{ pulg (10.214 mm.)}$$

$$L = 4.612 \text{ pulg. (117.141 mm.)}$$

$$\text{Fuerza del planchador} = \lambda \times S \times L \times T$$

Donde:

λ = Factor de compresión para planchador en operación de corte.
 $\lambda = 0.06.$

S = Resistencia al corte = 56,842 lb./ pulg.².

L = Perímetro total de corte = 15.108 pulg. (383.743 mm.)

T = Espesor de la tira = 0.018 pulg. (0.45 mm.)

$$\text{Fuerza del planchador} = \underline{927.475 \text{ lb.}} = \underline{421.074 \text{ Kg.}}$$

De catálogo de resortes DME, para tensión media alta (color rojo) al 37 % de compresión, seleccionamos cuatro resortes de ϕ exterior = 1.000 x 1.250 pulg. de 131.165 Kg. de fza.
Cat. # SMH5005.

$$\text{La fuerza de los resortes será: } 4 \times 131.165 \text{ Kg.} = \underline{524.66 \text{ Kg.}}$$

Con un factor de diseño de 1.246.

Planchador segunda etapa. Comprende las operaciones del cuarto al octavo paso incluyendo los dos barrenos faltantes para la sujeción del estator. Para referencia ver parte # 61.

La fuerza del planchador será:

Paso # 4. Dos riñones de estator.

$$L = 2 \times 4.007 \text{ pulg. (} 101.770 \text{ mm.)} = 8.014 \text{ pulg. (} 203.540 \text{ mm.)}.$$

Paso # 5. Corte circular de la cavidad para alojar el rotor.

$$L = 3.834 \text{ pulg. (} 97.390 \text{ mm.)}$$

Paso # 6. Recorte del estator.

$$L = 8.070 \text{ pulg. (} 204.987 \text{ mm.)}$$

Paso # 7. Paso muerto.

Paso # 8. Corte del estator.

$$L = 8.070 \text{ pulg. (} 204.987 \text{ mm.)}$$

$$\# \text{ Fuerza del planchador} = \lambda \times S \times \Sigma L \text{ (cada paso)} \times T$$

$$\text{Fuerza} = 0.06 \times 56,842 \text{ lb / pulg.}^2 \times 27.988 \text{ pulg.} \times 0.018 \text{ pulg.}$$

$$\# \text{ Fuerza del planchador} = \underline{1,718.165 \text{ lb.}} = \underline{780.050 \text{ Kg.}}$$

De catálogo de resortes DME # SHM5005 se seleccionaron seis resortes de $\phi = 1.000 \times 1.250$ pulg. para tensión media alta (color rojo) al 37% de compresión y fuerza de 131.165 Kg.

La fuerza de los resortes será: $6 \times 131.165 \text{ Kg.} = 787.00 \text{ Kg.}$

El factor de diseño es de 1.009 .

* Observaciones.

El material de los resortes es alambre de sección rectangular con esquinas redondeadas, en aleación Cromo-Vanadio.

Parte # 15. Tope dedo.

* Descripción de cálculos.

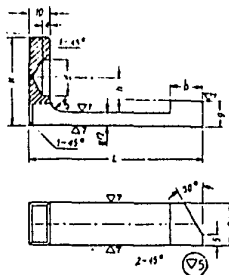
Este elemento se encuentra en la placa portamatrices de la primera etapa al inicio de las operaciones de barrenado de la tira. Este tope detiene el paso de la tira para la correcta operación de la misma. La selección del tope dedo fué hecha en base a tablas de diseño para topes dedo a partir de las dimensiones de la tira y placas portamatrices.

* Cálculos.

Para la selección del tope Ver tabla siguiente.

Tabla # 16. Selección del tope dedo.

mm						
L	$f_{-0,1}$	$a_{-0,1}$	b	d	H	h
40	6 8	14	8	12	25	7
45	6 8					
50	8 8 10	16	11	14	30	8
55	8 10					
60	8 10		12	35		
65	8 10 12					
70	8 10 12	20	15	17	40	10
75	10 12					
80	10					
	12					



* Observaciones.

El material del tope dedo es acero SAE 0-1.

Parte # 16. Resorte para tope dedo.

* Descripción de cálculo.

En base a las dimensiones del tope dedo y a la tensión media requerida en este elemento, la elección del resorte fué hecha en base a catálogo.

* Cálculo.

De catálogo DME se eligió resorte $\phi = 0.500 \times 1.250$ pulg. para tensión media (color azul) al 50 % de compresión. Fuerza igual a 26 Kg. Cat. # SMD2005.

* Observaciones.

El material para el resorte es alambre de sección rectangular con esquinas redondeadas, en aleación Cromo-Vanadio.

Parte # 17. Limitadores.

* Descripción de cálculos.

Este juego de dos piezas soporta las placas choque, portapunzones, planchador y sufridera de la segunda etapa a la placa ensamble.

a) Largo de los limitadores. Es igual al largo de la placa portamatrix de la segunda etapa, por lo que su dimensión se justifica en tal placa. Ver parte # 74.

b) Ancho de los limitadores. Igual al de los limitadores de la primera etapa.

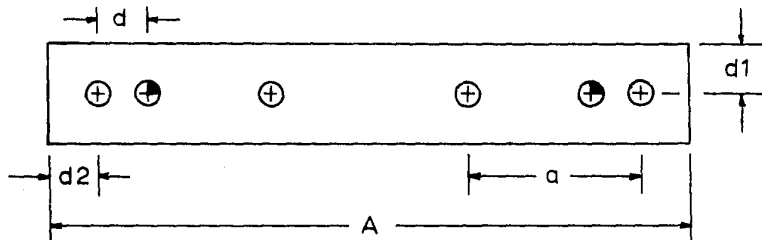
c) Alto de los limitadores. Igual al de los limitadores de la primera etapa.

d) Distribución entre barrenos. Se diseñó a partir de la " regla del dedo " y considerando la siguiente regla y dibujo:

" La distribución entre cavidades (a) es igual al largo de la placa (A) entre el número de barrenos ".

* Dibujo # 3. Distribución entre cavidades.

Para la regla anterior considerar el siguiente dibujo.



* Cálculos.

a) Largo de los limitadores = 12.398 pulg.

b) Ancho de los limitadores = 1.375 pulg.

c) Alto de los limitadores = 2.375 pulg.

d) De acuerdo a " la regla del dedo " tendríamos:

$d = 0.750$ pulg., $d_1 = 0.750$ pulg., $d_2 = 1.000$ pulg.

Pero por el ancho reducido del limitador (1.250 pulg.) tenemos:

$d =$ 0.750 pulg., $d_1 =$ 0.625 pulg., $d_2 =$ 1.000 pulg.

Para la distribución de cavidades tenemos:

$$a = \frac{A - 2 \times d_2}{\# \text{ barrenos}} = \frac{10.398}{3} \approx \underline{\underline{3.500 \text{ pulg.}}}$$

* Observaciones.

El material de los limitadores es acero SAE O-2.

Parte # 18. Punzones.

* Descripción de cálculos.

Estos cuatro elementos punzan los barrenos para pilotaje en la primera etapa del rotor. En base al diámetro para pilotaje dado en la parte # 21, la selección de los punzones fué hecha en base a catálogo. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo del punzón. Este largo es el mismo para todos los punzones existentes en el troquel a excepción del punzón de recorte final de la tira (ver parte # 65) y del punzón para precorte del estator (ver parte # 56). Por lo que el largo de los punzones fue diseñado en base a la suma de los espesores de las placas choque, planchador, portapunzones más la longitud necesaria para perforar la tira (1.5 a 2 veces el espesor de la tira) y entrar en las boquillas de las placas portamatrices y dejar caer el material libremente, así como la longitud extra para afilado (0.250 pulg. de " vida " en troqueles de producción masiva).

* Cálculos.

Los espesores de las placas por donde atraviesan los punzones solo se mencionan en este cálculo, los cálculos de estos espesores se dan en las respectivas partes.

La longitud del puzón será:

Σ espesores de placa choque, planchador, portapunzones + espacio para dejar caer el material, más la " vida " para afilado del punzón.

$$\text{Longitud del punzón} = 0.625 + (0.875 - 0.250) + 0.750 + 1.7 \times 0.018 + 0.250 = 2.281 \text{ pulg.}$$

Longitud del punzón = 2.281 pulg.

Del catálogo DANLY se seleccionaron los cuatro punzones.
Cat. # CPL 18.

* Observaciones.

El material de los punzones es TiC.

Parte # 19. Opresores Allen o prisioneros.

* Descripción de cálculos.

Estos dos elementos se eligieron de catálogo en base a la función que realizan, la cual es alojar los resortes para pilotos. Es decir, la elección de estos opresores se basa en las dimensiones de los resortes calculados en la parte # 20.

* Cálculos.

En base a dimensiones de los resortes para los pilotos se eligieron opresores de $\phi = 0.500-13 \text{ NC} \times 0.375 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de estos opresores es de acero aleado.

Parte # 20. Resortes.

* Descripción de cálculos.

Estos doce elementos actúan junto con los pilotos para el registro de la tira. Su selección se efectuó en base a las dimensiones de los pilotos (parte # 21) y a la tensión media que actúa en los mismos.

* Cálculo.

De catálogo DME # SMD1010 se eligieron resortes de:

$\phi = 0.375 \times 2.500 \text{ pulg.}$, para tensión media (color azul) al 50% de compresión, fuerza igual a 15 Kg.

* Observaciones.

El material de estos resortes es alambre de sección rectangular con esquinas redondeadas, en aleación Cromo-Vanadio.

Parte # 21. Pilotos.

* Descripción de cálculos.

Estos dos elementos se eligieron en base a catálogo tomando como referencia la longitud del piloto a partir de la longitud de los limitadores, el espesor de la tira y el espesor de la placa sufridera.

* Cálculos.

Mencionando los espesores de los limitadores y placa sufridera calculados en sus partes # 11 y 37 tenemos:

Longitud de los pilotos = $2.375 + 0.625 + 2 \times 0.018$ pulg.

Longitud de los pilotos = 3.036 pulg.

De catálogo DANLY # PPL 18 se seleccionaron pilotos de:

$\phi = 0.186 \times 3.036$ pulg.

* Observaciones.

El material de los pilotos es acero SAE 0-1.

Parte # 22. Tornillos Allen.

* Descripción de Cálculos.

De estos 28 elementos 24 fijan las ocho rondanas bridas que alojan los postes para planchadores y los otros 4 fijan las placas choque de las dos etapas; en base al espesor del planchador (0.875 pulg.), el diámetro de los postes y espesor de las placas choque, medidas calculadas en sus partes respectivas, las dimensiones de los tornillos se tomaron en base a catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-0404-41 tenemos tornillos allen de:
 $\phi = 0.125-40$ NC x 0.500 pulg.

* Observaciones.

El material de los tornillos es acero aleado.

Parte # 23 y 32. Bujes.

* Descripción de cálculos.

Estos 8 elementos alojan los postes para planchadores. En base a las dimensiones de los postes y de catálogo se eligieron éstos elementos.

* Cálculos.

De catálogo PLISA, S.A de C.V., código BD-340-C tenemos estos elementos.

* Observaciones.

El material de estos elementos es acero templado rectificado provisto de venas y graseras para su lubricación.

Parte # 24. Rondanas Brida.

* Descripción de cálculos.

Estos elementos soportan los postes para planchadores y en base a éstos se fabricaron las rondanas.

* Cálculos.

Las dimensiones de estas ocho piezas se basa en:

Diámetro interior menor = diámetro exterior del poste = 0.750 pulg.

Diámetro interior mayor = diámetro anillo del poste = 1.000 pulg.

Diámetro exterior = diámetro cavidad de alojamiento = 1.875 pulg.

Espesor = 0.250 pulg.

* Observaciones.

El material de las rondanas brida es acero SAE 0-2.

Parte # 25. Postes para planchador.

* Descripción de cálculos.

La selección de estos 8 elementos se hizo en base a la relación diámetro-profundidad del poste en los bujes suficiente para tener una operación adecuada de planchado y a la longitud de trabajo en el troquel; todo esto en base al catálogo del fabricante.

* Cálculos.

En base a catálogo PLISA, S.A. de C.V. # 100250 se eligieron estos elementos, cuatro para cada planchador.

* Observaciones.

El material de estos elementos es acero SAE 4140.

Parte # 26 y 26 A . Guías.

* Descripción de cálculos.

a) Largo de las placas = largo de la placa portamatriz de la primera etapa (ver parte # 66).

b) Ancho de las placas guía = $\frac{\text{Ancho portamatriz} - \text{Ancho tira}}{2 \text{ guías}} +$

+ Sección para barrenos de pilotos

La segunda parte de la expresión establece que para ahorrar material en las guías para alojar los barrenos para pilotos, sólo se toma como ancho adicional una distancia igual al radio del barreno. Por lo que se tendrá un ahorro de material igual al largo de la guía por el radio del barreno.

c) Espesor. Por regla se recomienda que el espesor mínimo para una placa debe ser igual al diámetro del tornillo para fijación de la misma.

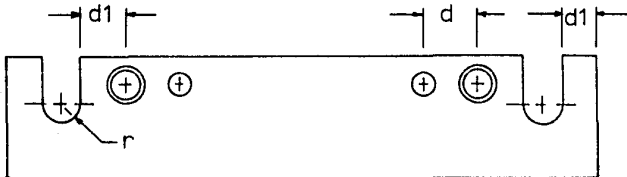
d) Distribución de barrenos. Diseñada en base a " regla del dedo ", " general # 2 " y dimensiones de la placa. Ver dibujo siguiente.

e) Holgura lateral entre la placa y la tira. Igual a la distancia del borde de la placa guía al borde del barreno que alojará los pilotos. Ver parte.

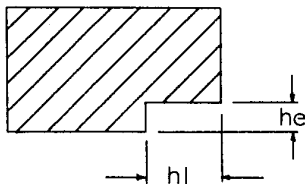
f) Holgura entre el espesor de la tira y la placa guía. En base a la regla para holguras se recomienda que esta holgura (h_e) sea igual a 1.5 a 3 veces el espesor de la tira.

✱ Dibujo # 4. Holguras y distribución de barrenos.

d) Para la distribución de barrenos tenemos el siguiente dibujo.



e) , f) Para holguras de espesor se tiene el siguiente dibujo.



* Cálculos.

a) Largo de placas guía = 7.94 pulg.

b) Ancho de las placas guía = $\frac{5.75 - 2.50}{2} + 0.1875 = \underline{1.8125 \text{ pulg.}}$

c) Espesor = 0.375 pulg.

d) Distribución de barrenos. Por tener dos barrenos adicionales ($\phi = 2 \times r$) para la fijación de las guías usamos 2 tornillos de $\phi = 0.3125$ pulg. y 2 pasadores de $\phi = 0.375$ pulg.

d = $2 \times \phi_{\text{mayor}} = 2 \times 0.375 \text{ pulg.} = 0.750 \text{ pulg.}$

d₁ = $2 \times r = 2 \times 0.203 \text{ pulg.} = 0.406 \text{ pulg.}$

e) Holgura lateral (h_l) = $1.254 - 1.062 \text{ pulg.} = \underline{0.192 \text{ pulg.}}$

f) Holgura para espesor (h_e) = $1.5 \times 0.018 \text{ pulg.} \cong \underline{0.030 \text{ pulg.}}$

* Observaciones.

El material de las guías es acero SAE 0-2.

Parte # 27. Tornillos de cabeza plana.

* Descripción de cálculos.

Estos elementos sujetan las placas guías a las placas portamatrices; dos tornillos para cada guía de la primera etapa y tres tornillos para cada guía de la segunda etapa, siguiendo " la regla del dedo " para tornillos y pasadores de diámetro igual a 0.375 pulg. para placas de superficies grandes (mayores a 10 pulg. cuadradas).

* Cálculos.

En base al espesor de las placas guía (0.375 pulg.) y el de las portamatrices (0.750 pulg.) se seleccionaron 10 tornillos de catálogo DANLY # 9-1208-44, de $\phi = 0.375-16 \text{ NC} \times 1.000 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de estos tornillos es acero aleado.

Parte # 28. Pernos.

* Descripción de cálculos.

Sujetan las guías a las placas portamatrices de las dos etapas. Partiendo de la " regla del dedo " de usar dos pernos de diámetro igual a 0.375 pulg. para placas mayores de 10 pulg.²

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 7-1216-1STD se seleccionaron 8 pernos de:
 $\phi = 0.375 \times 1.000$ pulg.

* Observaciones.

El material de los pernos es acero aleado.

Parte # 29. Bujes para pernos.

* Descripción de cálculos.

Diseñados para colocar los pernos de sujeción de las placas portamatriz. En base a las dimensiones de los pernos y de catálogo se eligieron estos ocho elementos.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # CD62 se eligieron estos elementos.

* Observaciones.

El material para estos bujes es acero SAE 4140.

Parte # 30 Boquillas.

* Descripción de cálculos.

Estas boquillas reciben a los cuatro punzones de la primera etapa del rotor para barrenos de pilotaje en la tira. En base a las dimensiones de los punzones (parte # 18) y espesor de la placa portamatriz (parte # 66) se eligieron de catálogo tales elementos.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # CH50STD se seleccionaron las cuatro boquillas para punzones.

* Observaciones.

El material de las boquillas es TiC.

Parte # 31. Boquillas para pilotos.

* Descripción de cálculos.

Estas boquillas se eligieron en base a las dimensiones de los pilotos y de catálogo.

*** Cálculos.**

De catálogo DANLY # CH37STD se eligieron doce boquillas para pilotos.

*** Observaciones.**

El material de las boquillas es acero SAE 0-1.

Parte # 33. Punzones.*** Descripción de cálculos.**

Estos ocho elementos producen las cavidades en forma de fresa para el rotor. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo de los punzones.

b) Forma del punzón.

*** Cálculos.**

a) La longitud de los punzones es de 2.281 pulg. como se calculó en la parte # 18.

b) Para la forma de los punzones se basó en el plano de fabricación D-1 con las tolerancias correspondientes.

*** Observaciones.**

El material de estos punzones es TiC. y fueron fabricados mediante el proceso de electroerosión por hilo.

Parte # 34. Placas choque. (Primera etapa)*** Descripción de cálculos.**

Estas placas (partes # 34 y 64) actúan directamente sobre las placas portamatriz, y sus seccionados están diseñados en base a la forma, número y posición de los elementos a lo largo de las placas portamatriz. Las dimensiones a considerar son:

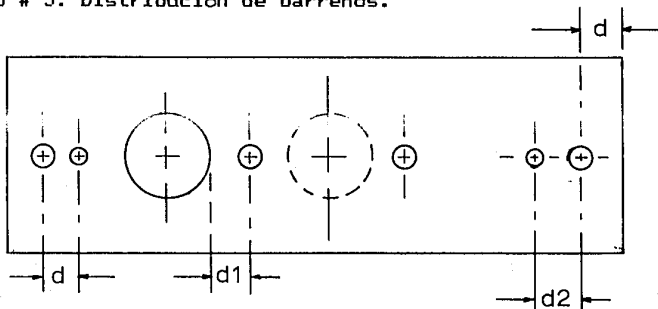
a) Largo. Igual al de la placa matriz de la primera etapa.

b) Ancho. Igual al ancho del punzón más grande sin contar las pestañas del estator, pues estas se localizan en el planchador para economizar material en la placa choque (0.125 pulg. de ancho en cada lado).

c) Espesor. Determinado en base a la dimensión mínima para placas de este tipo que es de 0.375 pulg. más el espesor necesario para rectificadado para corregir fallas por choque, desgaste y pérdida de planicidad en la placa (espesor igual a 0.250 pulg.)

d) Distribución de barrenos. Para fijación de la placa se utilizó la " regla del dedo ". Debido a la existencia de un número mayor de cavidades en la placa de forma irregular fue necesario emplear tornillos y pasadores de mayor dimensión. Para distribución de barrenos ver el siguiente dibujo.

* Dibujo # 5. Distribución de barrenos.



* Cálculos.

a) Largo = 7.940 pulg. (ver parte # 66).

b) Ancho = 2.120 pulg. (ver parte # 62).

c) Espesor = 0.375 pulg. + 0.250 pulg. = 0.625 pulg.

d) Distribución de barrenos. Según " regla del dedo " se deberían de utilizar 3 tornillos y 2 pasadores, pero debido a la función de la placa, que es la de recibir los choques continuos durante la operación de troquelado se utilizaron seis tornillos de 0.250 pulg. Partiendo de la " regla del dedo " tendríamos :

$$d = 2 \times \phi = 0.500 \text{ pulg.}$$

$$d_1 = 0.500 \text{ pulg.}$$

$$d_2 = 0.500 \text{ pulg.}$$

Por ser la posición entre cavidades muy reducida tenemos que la distancia d_1 mínima es:

$$d_1 = \underline{0.375 \text{ pulg.}}$$

Quando existe un espacio en el que no existen cavidades y es muy amplio en comparación con las demás zonas de la placa por experiencia se recomienda dejar un espacio entre barrenos:

$$dz = 3 \times \phi = \underline{0.750 \text{ pulg.}}$$

La distancia que mantiene su dimensión es: $d = \underline{0.500 \text{ pulg.}}$

* Observaciones.

El material de la placa choque es acero SAE 0-1.

Parte # 35. Planchador. (Primera etapa)

* Descripción de cálculos.

Este elemento móvil aloja los resortes que permiten que se ejerza la fuerza necesaria para planchar la cinta metálica. Se localizan además las cavidades para postes, punzones, pilotos y barrenos para fijación de la placa planchadora. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo. Mantiene la misma dimensión de la placa portamatriz.

b) Ancho. Mantiene la misma dimensión de la placa portamatriz.

c) Espesor. Este espesor es igual al de la placa portapunzones más el espacio necesario para alojar los resortes. El espesor de la placa portapunzones se determina en dicha placa (ver parte # 36).

d) Distribución de barrenos. Este elemento sólo va guiado por postes fijados por las rondanas brida y sujetado por los limitadores.

* Cálculos.

a) Largo = 7.940 pulg. (ver parte # 66)

b) Ancho = 6.000 pulg.

c) Espesor = $0.750 \text{ pulg.} + 0.125 \text{ pulg.} = \underline{0.875 \text{ pulg.}}$

* Observaciones.

El material del planchador es acero SAE 0-2.

Parte # 36. Portapunzones. (Primera etapa)

* Descripción de cálculos.

Esta placa sujeta los punzones de los dos primeros pasos del troquel, los dos primeros punzones para barrenos de fijación del estator y cuatro pilotos para registro del primero y segundo paso. Los punzones para barrenos de pilotos están sujetos a la placa portapunzones por medio de un seccionado en el lado de la cabeza de cada punzón. Los punzones para dar la forma del rotor están fijados a una rondana seguro (ver parte # 42) la cual es sujeta a la placa portapunzones con tres tornillos de $\phi = 0.125 - 40$ NC pulg. El punzón para corte de la chapa rotor está sujeta a presión a la placa. Los pilotos están sujetos dentro de la placa junto con sus respectivos resortes, existiendo además pernos de fijación en la placa. En esta placa encontramos además secciones para cuatro postes y cuatro resortes de planchador. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Mantiene las mismas dimensiones que la placa portamatriz.
- b) Ancho. Es igual al ancho del punzón más grande, más el espacio para cavidades siguiendo la " regla general # 2 ".
- c) Espesor. A partir de tablas para este tipo de placas.
- d) Distribución de barrenos. A partir de la " regla del dedo ".

* Cálculos.

- a) Largo = 7.940 pulg.
- b) Ancho = Ancho del punzón más grande + $2 \times \phi$ menor del poste + $2 \times 2 \times \phi$ tornillo de fijación + ϕ para pasador de punzón más grande.

$$\begin{aligned} \text{Ancho} &= 2.3125 \text{ pulg.} + 2 \text{ pulg.} + 1.500 \text{ pulg.} + 0.1875 \text{ pulg.} \\ &= \underline{6.000 \text{ pulg.}} \end{aligned}$$

- c) Espesor = 0.750 pulg. (de tablas a partir de las dimensiones de la placa).
- d) Distribución de barrenos. A partir de la " regla del dedo " y en base a las dimensiones de la placa, para sujeción de la misma utilizamos cuatro tornillos y dos pasadores de $\phi = 0.375$ pulg., manteniendo la distancia entre barrenos y con respecto al borde de la placa siguiendo la " regla general # 2 ".

* Observaciones.

El material de la placa portapunzones es acero SAE 0-2.

Parte # 37. Sufridera. (Primera etapa del bloque superior)

* Descripción de cálculos.

Las cabezas de los punzones que soportan grandes presiones, con el tiempo mellan la placa de ensamble y, además, se aflojan. Para tales casos es conveniente interponer entre la placa de ensamble y portapunzones la placa sufridera. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Mantiene las mismas dimensiones que la placa portapunzones.
- b) Ancho. Mantiene las mismas dimensiones que la placa portapunzones.
- c) Espesor. Para perforar chapas se utilizan sufrideras de 3 a 6 mm. de espesor (0.125 a 0.250 pulg.), agregando además el espesor necesario para rectificado.
- d) Distribución entre barrenos. A partir de la " regla del dedo " y guardando una distribución geométrica con respecto a las dimensiones de la placa.

* Cálculos.

a) Largo = 7.940 pulg.

b) Ancho = 6.000 pulg.

c) Espesor = 0.250 pulg. + 0.125 pulg. (para rectificado)
= 0.375 pulg.

d) Distribución entre barrenos. En base a las dimensiones de la placa (47.640 pulg. cuadradas) y partiendo de la " regla del dedo " tenemos cuatro tornillos y dos pasadores de $\phi = 0.375$ pulg. guardando una posición geométrica utilizando la " regla general # 2 ".

* Observaciones.

El material de la placa sufridera es acero SAE 0-1.

Parte # 38. Placa ensamble. (Primera etapa)

* Descripción de cálculos.

Esta placa, junto con los limitadores unen las demás placas de la base superior a la zapata, conteniendo los respectivos elementos de sujeción para dichas placas.

Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Mantiene las mismas dimensiones de la placa portapunzones. (ver parte # 66)
- b) Ancho. Igual al ancho de la placa portapunzones más dos veces el ancho de los limitadores.
- c) Espesor. A partir del espesor necesario para este tipo de placas más el espesor para rectificado dado para corregir fallas por choques de elementos de sujeción que desgastan la placa.
- d) Distribución entre barrenos. Esta distribución entre barrenos agrupa los barrenos necesarios para fijar las placas de la base superior a la placa ensamble y los barrenos necesarios para fijar la placa ensamble a la zapata superior; siguiendo la " regla del dedo " y la " regla general # 2 ".

* Cálculos.

a) Largo = 7.940 pulg.

b) Ancho = 6.000 pulg. + 2 x 1.250 pulg. = 8.500 pulg.

c) Espesor. Por experiencia se recomienda que el espesor mínimo para este tipo de placas sea de 0.375 pulg. + el espesor necesario para rectificado de 0.250 pulg., de donde el espesor de la placa es:

Espesor = 0.625 pulg.

d) Distribución de barrenos. Considerando los barrenos para fijación de la placa ensamble, siguiendo la " regla del dedo " usamos 4 tornillos (E) de $\phi = 0.375$ pulg. y dos pernos (D) de $\phi = 0.625$ pulg., considerando la superficie de la placa que es de 67.490 pulg. cuadradas. Para sujeción de las demás placas a la placa ensamble la distribución entre barrenos se hace considerando el número, forma y distribución de los elementos existentes en dichas placas manteniendo siempre el uso de la " regla del dedo ", la " regla general # 2 " y la forma geométrica de los elementos.

* Observaciones.

El material de la placa ensamble es acero SAE 1045.

Parte # 39. Tornillos Allen.

* Descripción de cálculos.

Estos doce elementos sujetan la placa choque al planchador, cuatro para la primera etapa y ocho para la segunda etapa, con ubicación y número de acuerdo a la " regla del dedo " para superficies mayores a 10 pulg. cuadradas. De acuerdo al espacio de fijación y a la ayuda de los limitadores y en base a catálogo se eligieron dichos elementos.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-0808-41 se obtuvieron tornillos allen de $\phi = 0.250 - 20 \text{ NC} \times 1.000 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de estos tornillos es acero aleado.

Parte # 40. Pasadores.

* Descripción de cálculos.

Estos cuatro pasadores sujetan la placa ensamble, sufridera y portapunzones; usando dos pasadores para cada juego de tres placas, siendo seleccionados en base a la " regla del dedo " usando dos pasadores de $\phi = 0.375 \text{ pulg.}$

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 7-1228-1STD tenemos:

Pasadores de $\phi = 0.375 \times 1.750 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de estos pasadores es acero de alto grado de templado.

Parte # 41. Tornillos Allen.

* Descripción de cálculos.

Sujetan el portamatriz y sufridera a la placa ensamble, cuatro tornillos fijan la primera etapa y seis fijan la segunda etapa. En base a " regla del dedo " para superficies mayores a diez pulg. cuadradas se emplean tornillos de $\phi = 0.375 \text{ pulg.}$

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-1210-41 tenemos tornillos allen de:

$\phi = 0.375 - 16 \text{ NC} \times 1.250 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de los tornillos allen es acero aleado.

Parte # 42. Rondana seguro.

* Descripción de cálculos.

Esta rondana sujeta los punzones para corte de fresas de rotor a la placa portapunzones. Las dimensiones de dicho elemento se basan en el plano de fabricación D-1, la " regla general # 2 " para el diseño de troqueles y las dimensiones del punzón.

* Cálculos.

- a) Diámetro exterior = 1.750 pulg.
- b) Diámetro interior = 1.112 pulg.
- c) Diámetro interior con dientes = 1.240 pulg.
- d) Espesor = 0.187 pulg. (suficiente para asegurar el punzón)

* Observaciones.

El material de ésta rondana seguro es acero SAE 0-2.

Parte # 43. Guías. (Segunda etapa)

* Descripción de cálculos.

- a) Largo de las placas. Igual al de la placa portamatriz de la segunda etapa (ver parte # 74).
- b) Ancho. Igual al de las placas guía de la primera etapa (ver parte # 26)
- c) Espesor. Igual al de las placas guía de la primera etapa.
- d) Distribución entre barrenos. Por " regla del dedo " se requieren tres tornillos y dos pernos de $\phi = 0.375$ pulg.
- e) Holgura lateral entre la placa y la tira (h_l). Igual a la holgura lateral de las guías de la primera etapa.
- f) Holgura entre el espesor de la tira y la placa guía (h_e). Igual a la holgura de las placas guía de la primera etapa.

* Cálculos.

- a) Largo = 12.398 pulg.

b) Ancho = 1.812 pulg.

c) Espesor = 0.375 pulg.

d) Distribución de barrenos. Se emplean tres tornillos y dos pernos de $\phi = 0.375$ pulg. en cada guía. Para los espacios entre barrenos se consideró la " regla general # 2 " para el diseño de herramientas y la distribución mostrada en el dibujo de la parte # 26.

e) Holgura lateral (h_l) = 0.008 pulg.

f) Holgura en espesor (h_e) = 0.012 pulg.

* Observaciones.

El material de las placas guía es acero SAE 0-2.

Parte # 44. Pasadores.

* Descripción de cálculos.

Estos dos elementos sujetan el punzón de corte de la tira (ver parte # 65) a la zapata superior. Por el esfuerzo de corte mínimo y por el ancho reducido del punzón se eligieron de catálogo estos pasadores.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 7-1012- 1STD se eligieron pasadores de:

$\phi = 0.3125 \times 0.750$ pulg.

* Observaciones.

El material es acero de alto grado de templado.

Parte # 45. Pasadores.

* Descripción de cálculos.

Sujetan las placas choque de los punzones a los planchadores. En base a " regla del dedo ", considerando las dimensiones de las placas en ambas etapas y en base a catálogo se eligieron dos de estos pasadores para la primera etapa y los otros seis para la segunda etapa.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 7-0812-1STD se seleccionaron pasadores de: $\phi = 0.250 \times 0.750$ pulg.

* Observaciones.

El material de estos es acero de alto grado de templado.

Parte # 46. Punzón.

* Descripción de cálculos.

Este punzón circular corta el centro del rotor; sus dimensiones están basadas en catálogo. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Igual que el largo de todos los punzones, con sus dos excepciones.
- b) Diámetro de punzonado. En base al plano de fabricación D-1 con sus tolerancias respectivas.
- c) Diámetro y espesor de la cabeza del punzón. En base a catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # BP25 x 2.281 TiC se eligió este punzón.

* Observaciones.

El material del punzón es TiC.

Parte # 47. Tornillos Allen.

* Descripción de cálculos.

Estos elementos fijan los bordes de unión de las placas sufrideras a la zapata inferior, dos indicados en B (parte # 68) y dos indicados en E (parte # 76).

Por mantener solamente el alineamiento entre bordes de ambas sufrideras, una distancia adecuada entre los demás barrenos y por espesor de las placas se eligieron estos elementos de catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-0708-41 se eligieron cuatro tornillos de $\phi = 0.1875 - 24 \text{ NC} \times 1 \text{ pulg.}$

* Observaciones.

El material de estos tornillos es acero aleado.

Parte # 48. Punzón.*** Descripción de cálculos.**

Este punzón corta la pieza del rotor; sus dimensiones están basadas en las dimensiones de la pieza (ver plano D-1) con sus tolerancias respectivas y en base a los espesores de las placas del bloque superior para su longitud.

*** Cálculos.**

a) Largo. Igual que el largo de todos los punzones, con sus dos excepciones, igual a 2.281 pulg.

b) Diámetro de punzonado. En base a plano de fabricación D-1 con sus tolerancias respectivas igual a 1.210 pulg.

c) Diámetro y espesor de la cabeza del punzón. En base a catálogo DANLY, $\phi = a$ 1.500 pulg. Espesor cabeza = 0.250 pulg.

De catálogo DANLY BP 121 x 2.281 TiC, las anteriores dimensiones están justificadas.

*** Observaciones.**

El material del punzón es TiC.

Parte # 49. Tornillos Allen.*** Descripción de cálculos.**

Estos sujetan los punzones en forma de riñón para corte de estator a la placa portapunzones. Debido al diseño especial del punzón y por tener una superficie reducida de fijación se eligieron estos tornillos considerando un diámetro de 0.250 pulg. en base a catálogo.

*** Cálculos.**

De catálogo DANLY # 9-0806-41 se eligieron dos tornillos allen de $\phi = 0.250 - 20$ NC x 0.750 pulg.

*** Observaciones.**

El material de estos tornillos es acero aleado.

DISEÑO DE UN TROQUEL PROGRESIVO PARA CORTE DE LAMINACIONES ...

Parte # 50. Inserto para punzón.

* Descripción de cálculos.

Las dimensiones de este elemento están basadas en las dimensiones del punzón de corte del rotor (parte # 4B) y las requeridas para efectuar un pilotaje preciso. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo. Igual al largo del punzón para corte del rotor más el largo para pilotaje.

b) Diámetro del cuerpo. Igual al diámetro de la cavidad del punzón que aloja al inserto menos la tolerancia respectiva (0.005 pulg.)

c) Diámetro del cuerpo del piloto. Es el mismo que el diámetro del punzón para corte del centro del rotor (para referencia ver parte # 46).

* Cálculos.

a) Largo = 2.281 pulg. + 0.250 pulg = 2.531 pulg.

b) Diámetro del cuerpo = 0.370 pulg.

c) Diámetro del cuerpo del piloto = 0.286 pulg.

* Observaciones.

El material del inserto es acero SAE 0-1 o D-2.

Parte # 51-52. Punzones.

* Descripción de cálculos.

Estos cuatro punzones circulares hacen los barrenos para fijación del estator. En base al plano de fabricación D-2 y a catálogo se eligieron estos elementos.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # CPL25 x 2.281 TiC se seleccionaron estos cuatro punzones.

* Observaciones.

El material de estos punzones es TiC.

Parte # 53. Punzones para riñones de estator.*** Descripción de cálculos.**

Estos dos punzones punzonan los dos riñones para dar forma al estator. Sus dimensiones están basadas en el plano de fabricación D-2, " regla general # 2 " y dimensiones de punzones anteriores. Las dimensiones a considerar son:

- a) Longitud del punzón. Igual para todos los punzones salvo las dos excepciones mencionadas anteriormente (ver partes # 56, 65).
- b) Forma del punzón. En base a las dimensiones del plano de fabricación D-2 y " regla general # 2 " para distancia entre barrenos y bordes de piezas.
- c) Distribución de barrenos. En base a la forma y espacio reducido para fijación de los punzones.

*** Cálculos.**

a) Longitud = 2.281 pulg.

b) Forma del punzón.

- El largo del punzón es igual al largo de la forma del estator dada en el plano de fabricación D-2 que es de 1.5625 pulg.
- El ancho de la forma del punzón es igual a dos veces el ϕ del tornillo de fijación del mismo, este ancho mide 0.547 pulg.

*** Observaciones.**

El material de estos dos punzones es TiC y debido a su geometría compleja tuvieron que ser obtenidos por medio de electroerosión por hilo.

Parte # 54. Punzón circular.*** Descripción de cálculos.**

Este punzón da la forma final para la cavidad de alojamiento del rotor, sus dimensiones están dadas en base a la longitud de todos los punzones y al diámetro del rotor. Este elemento va fijado a presión a la placa portapunzones. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Igual al de la mayoría de los punzones.
- b) Diámetro del punzón igual al diámetro del rotor.
- c) Diámetro de la cabeza del punzón. Tomando referencia de catálogo.

* Cálculos.

a) Largo = 2.281 pulg.

b) Diámetro del punzón = 1.250 pulg.

c) Diámetro de la cabeza del punzón = 1.500 pulg.

De catálogo DANLY BP125 x 2.281 TtC, las anteriores dimensiones están justificadas.

* Observaciones.

El material de este punzón es TtC.

Parte # 56 y 62. Punzón de recorte de estator.

* Descripción de cálculos.

El primer punzón realiza un precorte en la tira para dar la forma preliminar del estator para no hacerlo perder su planicidad y evitar que se doblen o rompan las pestañas del mismo.

En el segundo punzón se realiza el corte final del estator; este tiene una longitud mayor a la del anterior, igual al de la mayoría de los punzones.

Las dimensiones a considerar son:

a) Longitud.

a.1) La longitud del punzón para precorte del estator es igual a la longitud de la mayoría de los punzones menos la longitud suficiente para evitar que desprenda totalmente la pieza de la tira aproximadamente igual a dos veces el espesor de la tira.

a.2) La longitud del punzón para corte final del punzón es igual a la longitud de la mayoría de los punzones.

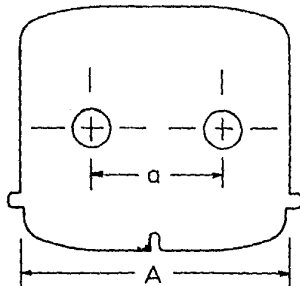
b) Largo de los punzones. Igual que el largo del estator.

c) Ancho de los punzones. Igual al ancho del estator.

d) Distribución entre barrenos. De acuerdo a la superficie del estator (4.408 pulg. cuadradas) se seleccionaron dos tornillos de $\phi = 0.3125$ pulg. guardando una distancia basada en la siguiente regla que se muestra en el dibujo siguiente.

" La distribución entre cavidades (a) es igual a la longitud de la placa entre el número de cavidades ".

* Dibujo # 6. Distribución de barrenos.



‡ Cálculos.

a.1) Longitud = $2.281 - 2 \times 0.018 \text{ pulg.} \cong \underline{2.238 \text{ pulg.}}$

a.2) Longitud = 2.281 pulg.

b) Largo = 2.3125 pulg.

c) Ancho = 1.906 pulg.

d) Distribución entre barrenos.

$$a = \frac{A}{2} = \frac{2.3125}{2} = \underline{1.156 \text{ pulg.}}$$

Para mantener la distancia entre cavidades y bordes de los punzones en base a la " regla general # 2 ", la distancia (a) se redujo a (a = 1.000 pulg.).

‡ Observaciones.

El material de estos punzones es TiC y fueron obtenidos por medio de electroerosión por hilo.

Parte # 57. Tornillos Allen.

‡ Descripción de cálculos.

Fijan los dos punzones recortadores del estator a las placas sufridera y ensamble. Son dos tornillos para cada punzón y por el diseño especial de los punzones y los espesores de las placas anteriores se eligieron estos tornillos de catálogo.

‡ Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-1010-41 se eligieron cuatro tornillos allen de $\phi = 0.3125 - 18 \text{ NC} \times 1.25 \text{ pulg.}$

‡ Observaciones.

El material de estos tornillos es acero aleado.

Parte # 58. Placa ensamble. (Segunda etapa)

* Descripción de cálculos.

Al igual que la placa ensamble de la primera etapa, fija las placas de la base superior junto con los limitadores a la zapata, conteniendo los respectivos elementos de sujeción a dichas placas. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Igual que la placa portapunzones de la segunda etapa.
- b) Ancho. Igual al de la placa de ensamble de la primera etapa.
- c) Espesor. Igual al de la placa de ensamble de la primera etapa.
- d) Distribución de barrenos. Siguiendo la " regla del dedo " para superficies mayores a 10 pulg. cuadradas y la " regla general # 2 " para distancias entre barrenos y bordes de las placas, usadas para la fijación de la placa de ensamble a la zapata superior, y las placas del bloque superior a la placa de ensamble.

* Cálculos.

- a) Largo = 12.398 pulg.
- b) Ancho = 8.500 pulg.
- c) Espesor = 0.625 pulg.
- d) Distribución de barrenos.

Para fijación de la placa de ensamble a la zapata superior se usaron 6 tornillos de $\phi = 0.375$ pulg. y dos pasadores de $\phi = 0.625$ pulg. Para fijación del bloque superior a la placa de ensamble ver partes correspondientes.

* Observaciones.

El material de la placa de ensamble es acero SAE 1045.

Parte # 59. Placa sufridera. (segunda etapa)

* Descripción de cálculos.

Su uso es debido al constante desgaste de la placa de ensamble, explicado en la parte # 37. Las dimensiones a considerar son :

- a) Largo. Igual que la placa portapunzones. (Ver parte # 60).
- b) Ancho. Igual que la placa portapunzones. (Ver parte # 60).

- c) Espesor. Igual al de la placa sufridera de la primera etapa.
- d) Distribución de barrenos. La selección de los elementos de sujeción se efectuó en base a la " regla del dedo " para superficies mayores de 10 pulg. cuadradas; y su distribución se hizo en base a la geometría de la placa.

* Cálculos.

- a) Largo = 12.398 pulg.
- b) Ancho = 6.000 pulg.
- c) Espesor = 0.375 pulg.
- d) Distribución de barrenos.

Para la superficie de la sufridera (74.400 pulg. cuadradas) se eligieron 4 tornillos y 2 pasadores de $\phi = 0.375$ pulg. para su fijación. Esta placa contiene además los 4 barrenos para fijación de los punzones de corte del estator (ver partes # 56, 62 y 57).

* Observaciones.

El material de la placa sufridera es acero SAE 0-1.

Parte # 40. Placa portapunzones. (Segunda etapa)

* Descripción de cálculos.

Este cuadro portapunzones sujeta los punzones del cuarto al octavo paso, los dos últimos punzones para barrenos de fijación del estator y los ocho pilotos para el registro de los pasos de la segunda etapa del troquel.

Los punzones para los riñones del estator están sujetos por tornillos, uno en cada punzón.

Los punzones para barrenos de fijación del estator están sujetos a presión a la placa portapunzones, al igual que el punzón circular para la cavidad del estator que alojará al rotor los punzones para recorte y corte final del estator están sujetos por dos tornillos en cada punzón.
El punzón recortador de la tira está sujetado directamente a la zapata superior por dos tornillos y dos pasadores.
En la placa portapunzones tambien existen cavidades para alojar los postes para planchador y resortes para pilotos.
Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Mantiene las mismas dimensiones de la placa portamatriz de la segunda etapa.

- b) Ancho. Igual al de la placa portapunzones de la primera etapa.
- c) Espesor. Igual al de la placa portapunzones de la primera etapa.
- d) Distribución de barrenos. El número y dimensión de los barrenos de fijación de la placa se hizo en base a la " regla del dedo " y la distribución de los mismos se realizó tomando en cuenta la " regla general # 2 " y el número, forma y distribución de los elementos existentes en dicha placa.

* Cálculos.

- a) Largo = 12.398 pulg.
- b) Ancho = 6.000 pulg.
- c) Espesor = 0.750 pulg.
- d) Distribución de barrenos.

En base a las dimensiones de la placa (74.400 pulg.²) se seleccionaron 4 tornillos y dos pasadores de $\phi = 0.375$ pulg.; y su distribución se realizó tomando en cuenta la " regla general # 2 ".

* Observaciones.

El material de la placa portapunzones es acero SAE 0-2.

Parte # 61. Planchador. (Segunda etapa).

* Descripción de cálculos.

Comprende las operaciones del cuarto al octavo paso incluyendo los dos barrenos para sujeción del estator. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Mantiene la dimensión de la placa portapunzones (Ver parte # 60).
- b) Ancho. Mantiene la dimensión de la placa portamatriz.
- c) Espesor. Igual al del planchador de la primera etapa (ver parte # 35).
- d) Distribución de barrenos. Esta placa solo va guiada por sus postes y sujeta por las placas limitadoras.

* Cálculos.

- a) Largo = 12.398 pulg.

b) Ancho = 6.000 pulg.

c) Espesor = 0.875 pulg.

* Observaciones.

El material del planchador es acero SAE 0-2.

Parte # 62. Punzón de corte de estator.

Nota: Este elemento fue descrito en la parte # 56.

Parte # 63. Pasadores.

* Descripción de cálculos.

Estos elementos sujetan la placa de ensamble a la zapata superior. Por " regla del dedo " se usan cuatro pasadores debido al área de ambas placas. Se seleccionaron en base a catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 7-1224-1 se eligieron pasadores de:

$\phi = 0.375 \times 1.500$ pulg.

* Observaciones.

El material de estos pasadores es acero templado de alta resistencia.

Parte # 64. Placa choque. (Segunda etapa).

* Descripción de cálculos.

Esta placa actúa directamente sobre la placa portamatriz, y sus secciones están diseñadas en base a la forma, número y posición de los elementos existentes en dicha placa. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo. El largo es igual al de la placa portapunzones.

b) Ancho. Es igual al ancho de la placa choque de la primera etapa.

c) Espesor. Igual al de la placa choque de la primera etapa.

d) Distribución de barrenos. En base a la " regla del dedo ", distribución de los elementos existentes en la placa y la " regla general # 2 " para diseño de troqueles.

* Cálculos.

- a) Largo = 12.398 pulg.
- b) Ancho = 2.120 pulg.
- c) Espesor = 0.625 pulg.
- d) Distribución de barrenos.

Debido al largo de la placa se utilizaron para su correcta fijación 8 tornillos y 6 pasadores de $\phi = 0.250$ pulg., guardando una distribución entre barrenos, barrenos y cavidades, cavidades y bordes en base a las reglas antes mencionadas.

* Observaciones.

El material de la placa choque es acero SAE O-1.

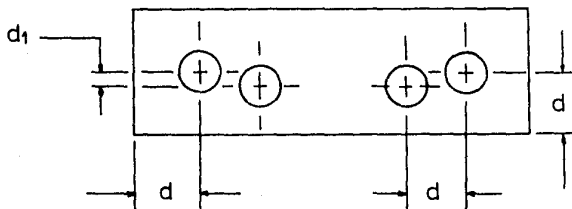
Parte # 65. Punzón de recorte final de la tira.

* Descripción de cálculos.

Este es el último punzón de la segunda etapa del troquel, sólo corta las esquinas sobrantes de la tira dejadas en los pasos anteriores, separándola del resto de la tira. Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. En base al ancho de la tira y sus elementos de sujeción.
- b) Ancho de sujeción. En base a las dimensiones de los barrenos de fijación.
 - b.1) Ancho de corte. En base al ancho de sujeción del punzón, fuerza de corte, y ahorro de material.
- c) Longitud. Este punzón va sujetado directamente a la zapata superior por lo que su longitud es la de mayor dimensión.
- d) Distribución de barrenos. Utilizando la " regla del dedo " y la " regla general # 2 " se eligieron dichos elementos. Considerar el siguiente dibujo.

* Dibujo # 7. Distribución de barrenos.



* Cálculos.

a) Largo = Ancho de la tira + el espacio entre barrenos y bordes del punzón.

$$\text{Largo} = 2.500 + 0.500 \text{ pulg.} = \underline{3.000 \text{ pulg.}}$$

b) Ancho de sujeción = El espacio (d) entre bordes y centro del barreno para el tornillo de fijación del punzón, por la " regla general # 2 " debería ser ($d = 2 \times \phi = 0.750 \text{ pulg.}$), pero por existir una fuerza de corte mínima y una longitud grande en el punzón esta distancia (d) será de 0.500 pulg. Por lo tanto:

$$\text{Ancho de sujeción} = 2 \times d = \underline{1.000 \text{ pulg.}}$$

b.1) Ancho de corte = Para tener un ahorro de material del punzón, se dió su forma como se indica en la parte respectiva; debido a la superficie de corte mínima a cortar por el punzón (0.40 pulg. en total), este ancho de corte es igual al radio de la sección circular del punzón ($R = d = 0.500 \text{ pulg.}$) más la distancia entre radios de pilotos y tornillos ($d_1 = 0.09375 \text{ pulg.}$). De donde:

$$\text{Ancho de corte} = 0.500 \text{ pulg.} + 0.09375 \text{ pulg.} = \underline{0.59375 \text{ pulg.}}$$

c) Longitud = Largo de la mayoría de los punzones + Σ de espesores de placas ensamble y sufridera.

$$\begin{aligned} \text{Longitud} &= 2.281 \text{ pulg.} + (0.625 \text{ pulg.} + 0.375 \text{ pulg.}) \\ &= \underline{3.281 \text{ pulg.}} \end{aligned}$$

d) Distribución de barrenos.

En base al dibujo , a la " regla del dedo " y a la "regla general # 2 " tendríamos:

Para la sección de 3 pulg.² se utilizarán 2 tornillos de $\phi = 0.375$ pulg. y 2 pasadores de $\phi = 0.3125$ pulg.

Las distancias serían:

$d = 2 \times \phi$ tornillos = 0.750 pulg. pero por tener una distancia reducida en el ancho de sujeción del punzón tenemos:

$d = \underline{0.500 \text{ pulg.}}$

$d_1 = \underline{0.09375 \text{ pulg.}}$

* Observaciones.

El material del punzón es TiC.

Parte # 66. Placa portamatriz. (Primera etapa).

* Descripción de cálculos.

Para la fabricación de laminaciones de rotor y estator fueron diseñadas dos placas portamatriz, una para la chapa rotor y otra para la chapa estator considerando las siguientes ventajas:

- Poco desperdicio de material.
- Fácil rectificado.
- Construcción más barata.
- Rápido cambio de piezas.
- Montaje más fácil de los elementos de sujeción.
- Fuerza de corte más reducida y disminución de carga.
- Tensiones propias reducidas y menor peligro de rotura.
- Montaje de solo una etapa del troquel para la fabricación, si se desea, de chapas de rotor para refacciones.

Estas placas portamatrices (partes # 66 y 74) fueron seccionadas para el alojamiento de los insertos matriz para ambas etapas de rotor y estator, tomando en cuenta la secuencia de operaciones de la tira.

Los insertos alojados en la placa portamatriz guardan su forma, número y dimensiones en base a las operaciones a realizar en la tira.

En esta placa portamatriz se alojan los insertos matriz para la elaboración de la chapa rotor. Sus dimensiones a considerar son:

a) Largo. Es igual al número de pasos más dos veces la distancia entre cavidades y bloque de la placa (1.250 pulg. según " regla del dedo ") más dos veces el espacio entre barrenos (dos veces el diámetro del tornillo).

b) Ancho de la placa. Es igual al ancho de la tira más dos veces el espacio entre cavidades y borde de la placa, más dos veces el diámetro del tornillo.

c) Espesor de la placa. En base a la " regla del dedo ".

d) Distribución de barrenos. En base a la " regla del dedo " y dimensiones de la placa.

* Cálculos.

$$a) \text{ Largo} = 2 \text{ pasos} \times 1.970 \text{ pulg./ paso} + 2 \times 1.250 \text{ pulg.} + 2 \times 2 \times 0.375 \text{ pulg.}$$

$$\text{Largo} = \underline{7.940 \text{ pulg.}}$$

$$b) \text{ Ancho} = 2.500 \text{ pulg.} + 2 \times 1.250 \text{ pulg.} + 2 \times 0.375 \text{ pulg.}$$

$$\text{Ancho} = \underline{5.750 \text{ pulg.}}$$

c) Espesor. De " regla del dedo " tenemos que para perímetros de corte mayores a 3 pulg. usar placas portamatrix de espesor igual a 1.000 pulg. Pero como la mayoría de los perímetros de corte (16 de 23) son menores a 3 pulg. y contamos con insertos matrix de carburo de titanio podemos reducir el espesor de la placa portamatrix a 0.750 pulg. Por lo tanto:

$$\text{Espesor} = 0.750 \text{ pulg.}$$

d) Distribución de barrenos.

Basados en la " regla del dedo " en bloques portamatrix de hasta 10 pulgadas cuadradas, donde se recomienda emplear 3 tornillos y 2 pasadores de $\phi = 0.375$ pulg. En nuestro caso la placa portamatrix mide 45.65 pulgadas cuadradas; por lo que empleamos para su sujeción 4 tornillos y 2 pasadores de $\phi = 0.375$ pulg., situados y espaciados uno en cada eje coordenado para mejor sujeción.

* Observaciones.

El material de la placa portamatrix es acero SAE 0-2.

Parte # 67. Tornillos Allen.

* Descripción de cálculos.

Estos elementos fijan las placas guía y portamatrix a la zapata inferior pasando por las placas sufrideras.

Cuatro de estos tornillos Allen se usan en las dos guías de la primera etapa y los otros seis tornillos para las dos guías de la segunda etapa. En base a la " regla del dedo " de usar tornillos de $\phi = 0.375$ pulg. para superficies mayores a 10 pulg. cuadradas y de catálogo seleccionamos estos elementos.

‡ Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-1224-41 seleccionamos 10 tornillos Allen de $\phi = 0.375 - 16$ NC x 3.000 pulg.

‡ Observaciones.

El material de estos tornillos Allen es acero aleado.

Parte # 68. Placa sufridera (Primera etapa).

‡ Descripción de cálculos.

Junto con las placas portamatriz soportan el choque continuo de la placa choque del bloque superior. Su seccionado fué diseñado en base a las formas, número y dimensiones de los elementos existentes en dicha placa.

Estas placas sufrideras (partes # 68 y 76) van empotradas en la zapata inferior para evitar que las vibraciones producidas por los golpes constantes del bloque superior, aflojen tornillos de sujeción y/o evitar además el movimiento lateral de las sufrideras provocando un desajuste o rotura en las placas portamatriz. Con tal disposición se tiene una excelente precisión. Las dimensiones a considerar en esta placa sufridera son:

- a) Largo. Mantiene la misma dimensión de la placa portamatriz de la primera etapa.
- b) Ancho. Es igual al ancho del punzón más grande, más dos veces el diámetro del tornillo de sujeción (D), más cuatro veces la distancia del diámetro de la cabeza del tornillo de sujeción al borde de la placa.
- c) Espesor. Por regla general se usan espesores de hasta 0.250 pulg., pero es necesario dejar un espesor para rectificado de 0.250 pulg. en la placa para corregir las fallas de la misma provocadas por choques continuos y desgaste.
- d) Distribución de barrenos. Para fijación de la placa sufridera se debe tomar en cuenta que ésta va empotrada en la zapata inferior, por lo que para evitar el desprendimiento de la placa sólo se usan dos tornillos en base a " regla del dedo ", situados en base a la disposición de los elementos existentes en la placa.

* Cálculos.

a) Largo = 7.940 pulg.

b) Ancho = 2.120 pulg. + 2 x 0.250 pulg. + 4 x 0.5625 pulg.

Ancho = 3.250 pulg.

c) Espesor = 0.250 pulg. + 0.250 pulg. = 0.500 pulg.

d) Distribución de barrenos.

Para la sujeción de la placa se utilizaron dos tornillos (A) de $\phi = 0.375$ pulg.

* Observaciones.

El material de ésta placa sufridera es acero SAE 0-1.

Parte # 69. Boquilla.

* Descripción de cálculos.

Este elemento recibe a los ocho punzones en forma de fresa para el rotor. Guarda sus dimensiones en base a las del punzón, plano de fabricación D-1 y en base a catálogo. Cabe recordar que el espesor de la boquilla es igual al de la placa portamatriz.

* Cálculo.

Del catálogo DANLY # CH150, confección especial en TiC se eligió esta boquilla.

* Observaciones.

El material de la boquilla es TiC y fue fabricado por medio de electroerosión por hilo debido a su geometría complicada.

Parte # 70. Boquilla.

* Descripción de cálculos.

Esta boquilla recibe la chapa rotor y guarda sus dimensiones en base al punzón de corte de la pieza con sus tolerancias respectivas, seleccionándose de catálogo. Se recuerda que el espesor de esta boquilla al igual que todas las contenidas en la placa portamatriz es igual al espesor de la placa (0.750 pulg.).

* Cálculos.

De catálogo DANLY # CH150STD se eligió ésta boquilla.

* Observaciones.

El material de ésta boquilla es TiC.

Parte # 71. Boquillas.

* Descripción de cálculos.

Estas cuatro boquillas reciben los punzones que punzonan los barrenos de fijación del estator. Su selección fue hecha en base a catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DANLY # CH37STD se eligieron éstas boquillas.

* Observaciones.

El material de éstas boquillas es TiC.

Parte # 73. Tornillos Allen.

* Descripción de cálculos.

Fijan solamente la placa portamatriz a la placa sufridera de la segunda etapa. Esta cantidad (22 tornillos) se debe a la fuerza de choque que recibe la placa portamatriz y a las dimensiones de los punzones. De ésta manera al estar empotrada la sufridera a la zapata inferior evitando el movimiento lateral y aflojamiento de los tornillos transmitirá a la placa portamatriz una excelente fijación evitando desajustes o roturas. (Ver parte # 76). Estos tornillos guardan posiciones geométricas en la placa sufridera manteniendo sus distancias en base a la " regla general # 2 ".

* Cálculos.

De catálogo DANLY # 9-0808-41 se eligieron tornillos allen de acero aleado de: $\phi = 0.250 - 20 \text{ NC} \times 1.000 \text{ pulg.}$

Parte # 74. Placa portamatriz. (Segunda etapa).

* Descripción de cálculos.

Esta placa aloja a los insertos para la elaboración de la chapa de estator, además de las cavidades para postes de planchador. Las dimensiones a considerar son:

a) Largo. Es igual al número de pasos en la placa más la distancia del último paso al borde de corte final menos la distancia del segundo paso del bloque portamatriz al borde del mismo.

b) Ancho. Es igual al ancho de la placa portamatriz de la primera etapa.

c) Espesor. Es igual al de la placa portamatriz de la primera etapa.

d) Distribución de barrenos. Partiendo de la " regla del dedo " y la distribución de los elementos existentes en la placa.

* Cálculos.

a) Largo = 6 pasos + D - 1.040 pulg.

Largo = 6×1.970 pulg. + 1.618 pulg. - 1.040 pulg. = 12.398 pulg.

b) Ancho = 5.750 pulg.

c) Espesor = 0.750 pulg.

d) Distribución de barrenos.

Se seleccionaron 5 tornillos y dos pernos de $\phi = 0.375$ pulg. en base a la " regla del dedo " y un tornillo de $\phi = 0.3125$ pulg. en la parte final de la zapata inferior debido al espacio reducido en la misma; estando 4 de estos tornillos en la zona del perímetro de corte mayor para fijar adecuadamente la placa manteniendo una distancia de dos veces el diámetro del tornillo entre bordes de la placa.

* Observaciones.

El material de ésta placa es acero SAE O-2.

Parte # 75. Inserto rifón.

* Descripción de cálculos.

Estos dos insertos, para dar forma al estator, guardan sus dimensiones en base al plano de fabricación D-2, dimensiones del punzón, reglas " del dedo " y " general # 2 ".

Las dimensiones a considerar son: (ver dibujo)

a) Distancia (d). Igual a dos veces el diámetro del tornillo de fijación.

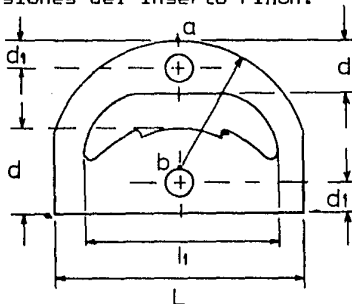
b) Distancia (d_1). Igual al diámetro del tornillo.

c) Distancia (L). Que es el largo del inserto y es igual a la longitud del rifón (u) más dos veces el diámetro del tornillo de fijación.

d) Radio del inserto (R). Igual a la longitud del inserto dividido entre dos, medido de (a) hacia (b).

e) Distribución de barrenos. Debe ser la distancia entre bordes del inserto igual a dos veces el diámetro del barreno. Debido a la superficie del inserto (2.626 pulg. cuadradas) se utilizaron para fijación del mismo dos tornillos de $\phi = 0.250$ pulg.

* Dibujo # 8. Dimensiones del inserto riñón.



* Cálculos.

a) $d = 2 \times \phi \text{ tornillo} = 2 \times 0.250 \text{ pulg.} = \underline{0.500 \text{ pulg.}}$

b) $d_1 = \phi \text{ tornillo} = \underline{0.250 \text{ pulg.}}$

c) $L = l_1 + 2 \times \phi \text{ tornillo} = 1.5625 \text{ pulg.} + 0.500 \text{ pulg.}$

$\cong \underline{2.000 \text{ pulg.}}$

Esta distancia (L) se redujo a dos pulg. pues el espacio entre la cavidad del riñón y el borde del inserto es suficiente para evitar la rotura del inserto.

d) $R = L / 2 = \underline{1.000 \text{ pulg.}}$

e) Distribución de barrenos.

Para fijación de los insertos se utilizaron dos tornillos de $\phi = 0.250$ pulg., guardando una distancia entre bordes del inserto con respecto al centro del barreno igual al diámetro del tornillo.

* Observaciones.

El material de los dos insertos es TiC y fueron fabricados por medio de electroerosión por hilo.

Parte # 76. Placa sufridera. (Segunda etapa).*** Descripción de cálculos.**

Esta placa va empotrada a la zapata inferior. Su maquinado especial se debe a que por ella caerá el material de desperdicio así como las laminaciones de rotor y estator.
Las dimensiones a considerar son:

- a) Largo. Igual al de la placa portamatrix de la segunda etapa.
- b) Ancho. Igual al de la placa sufridera de la primera etapa.
(Ver parte # 68).
- c) Espesor. Igual al de la placa sufridera de la primera etapa.
- d) Distribución de barrenos. Como ésta placa va empotrada en la zapata inferior, para evitar su desprendimiento sólo se utilizan dos tornillos.

*** Cálculos.**

- a) Largo = 12.398 pulg.
- b) Ancho = 3.250 pulg.
- c) Espesor = 0.500 pulg.

*** Observaciones.**

El material de ésta placa es acero SAE 0-1.

Parte # 77. Boquilla.*** Descripción de cálculos.**

Esta boquilla recibe el excedente del material expulsado por el punzón circular (parte # 54) que da la cavidad del estator que aloja al rotor.
Sus dimensiones están basadas en el plano de fabricación D-2, dimensiones del punzón y catálogo. Cabe señalar que el espesor de dicha boquilla es igual al de la placa portamatrix.

*** Cálculos.**

De catálogo DANLY # CH150STD se eligió dicha boquilla fabricada con carburo de titanio.

Parte # 78. Botador.

* Descripción de cálculos.

Este elemento ejerce presión en la etapa de planchado del estator y a su vez eleva la tira para que pueda proceder a la siguiente estación (paso # 6). Las dimensiones de este elemento están basadas en el plano de fabricación del estator considerando una holgura de 0.005 pulg. por lado menos. Las dimensiones faltantes a considerar son:

a) Espesor del botador. Obtenido por tabla para expulsores sólidos en función de la fuerza de expulsión ejercida por el botador (ver tabla siguiente).

b) La distancia entre barrenos (a) es la misma que la obtenida en las partes # 56 y 62, a = 1.000 pulg.

* Tabla # 17. Espesores para botador.

Fuerza de expulsión	Ancho de la cinta		
	Hasta 1.181 pulg.	De 1.181 a 3.149 pulg.	De 3.149 a 6.3992 pulg.
De 400 a 500 lb.	0.562 pulg.	0.687 pulg.	0.875 pulg.

* Cálculos.

$$\text{Fuerza de expulsión} = \lambda \times S \times L \times T$$

Donde:

$$\lambda = \text{Factor de compresión} = 0.060$$

$$S = \text{Resistencia al corte} = 56,842 \text{ lb./ pulg.}^2$$

$$L = \text{Perímetro del estator} = 8.070 \text{ pulg.}$$

$$T = \text{Espesor del material} = 0.018 \text{ pulg.}$$

$$\text{Fuerza de expulsión} = 0.060 \times 56,842 \times 8.070 \times 0.018 = 442.80 \text{ lb.}$$

$$= \underline{221.40 \text{ Kg.}}$$

En base a la fuerza de expulsión de la tabla anterior tenemos:

$$\text{Espesor del expulsor} = \underline{18.00 \text{ mm. (0.687 pulg.)}}$$

* Observaciones.

El material del botador es acero SAE 0-1.

Parte # 79. Tapa galleta.

* Descripción de cálculos.

Este elemento se encuentra en la parte inferior del botador y su función es la de no permitir que este se salga de su cavidad a la hora de efectuar el planchado y elevado de la tira. Sus dimensiones están basadas en el ancho total del botador, es decir de pestaña a pestaña siguiendo un contorno casi rectangular. La distribución de barrenos también se basa en las partes # 56 y 62.

El espesor de la tapa galleta está basado en la distancia para el correcto planchado de la tira; la distancia que debe de sobresalir de los insertos de la matriz para el precorte del estator es de aproximadamente 0.125 pulg. Donde dicho espesor es:

Espesor del inserto más la distancia de planchado menos el espesor del botador.

* Cálculos.

$$\text{Espesor} = 0.750 + 0.125 - 0.687 = \underline{0.187 \text{ pulg.}}$$

* Observaciones.

El material de este elemento es acero SAE 0-1.

Parte # 80. Resorte para botador.

* Descripción de cálculos.

Este resorte fue seleccionado en base a la fuerza de compresión del botador y de catálogo.

* Cálculos.

De catálogo DME # SHD5004 se eligió un resorte de $\phi = 1.000 \times 1.000$ pulg. para tensión alta (color oro) al 30% de compresión de fuerza igual a 285 Kg., con un factor de diseño = 1.289.

* Observaciones.

El material del resorte es alambre de sección rectangular con esquinas redondeadas en aleación cromo-vanadio.

Parte # 81, 81 a), 82 y 82 a). Insertos.

* Descripción de cálculos.

Estos 4 elementos en conjunto forman el inserto para dar la forma final al estator. La razón por la que tuvieron que ser seccionados fue porque ésta parte recibe grandes esfuerzos de su respectivo punzón y tiene grandes posibilidades de sufrir alguna fractura o despostillamiento, de ésta manera se puede remplazar la parte dañada con mayor rapidez y menor costo al no tener que fabricar un inserto de gran tamaño. Las dimensiones a considerar son las siguientes:

- a) Largo. Es igual al largo de la tapa galleta más cuatro veces la distancia entre barrenos.
- b) Ancho. Es igual al ancho de la tapa galleta más cuatro veces la distancia entre barrenos.
- c) Espesor. Igual al de la placa portamatriz.
- d) Distribución de barrenos.

- Partes # 81 y 81 a).

En base a la " regla general # 2 " se mantuvo una distancia entre centro del barreno y bordes del inserto igual al diámetro del barreno. Para fijación de los insertos se utilizaron dos tornillos de $\phi = 0.250$ pulg. para cada inserto en base a la superficie y forma de los mismos.

- Partes # 82 y 82 a).

Para fijación de estos dos insertos se utilizaron dos tornillos de $\phi = 0.250$ pulg. y un pasador de $\phi = 0.187$ pulg, esto debido a la forma de los insertos y posición de la tapa galleta en los mismos.

* Cálculos.

- a) Largo = $2.310 \text{ pulg.} + 4 \times 0.250 \text{ pulg.} = 3.310 \text{ pulg.}$
- b) Ancho = $2.092 \text{ pulg.} + 4 \times 0.250 \text{ pulg.} = 3.092 \text{ pulg.}$

Considerando que la distancia de la tapa galleta correspondiente a las pestañas del estator está incluida en el espacio igual a dos veces el diámetro de los tornillos en base a la " regla general # 2 " el largo final será:

Largo = $3.310 \text{ pulg.} - 2 \times \text{largo de la pestaña.}$

Largo = $3.310 \text{ pulg.} - 2 \times 0.094 \text{ pulg.} = \underline{3.122 \text{ pulg.}}$

Ancho = $3.092 \text{ pulg.} - 2 \times 0.094 \text{ pulg.} = \underline{2.906 \text{ pulg.}}$

c) Espesor = 0.750 pulg.

* Observaciones.

El material de estos 4 elementos es TiC. y fueron fabricados por medio de electroerosión por hilo.

Parte # 83. Inserto.

* Descripción de cálculos.

Este elemento efectúa junto con el punzón de recorte final de la tira la separación de la misma del resto de ella. Las dimensiones a considerar en él son:

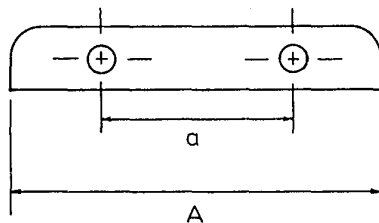
a) Largo. Igual al del punzón de recorte final (ver parte # 65).

b) Ancho. Debido a que este inserto recibe una fuerza de corte mínima o menor a la de los insertos anteriores se utiliza como ancho mínimo del inserto dos veces el diámetro del tornillo de fijación.

c) Espesor. Es igual al de la placa portamatriz.

d) Distribución entre barrenos. Para fijación del inserto se utilizan dos tornillos de $\phi = 0.250$ pulg. siendo su distribución la mostrada en el dibujo siguiente, en base a que la distancia entre barrenos (a) es igual al largo de la placa (A) entre el número de barrenos.

* Dibujo # 9. Inserto.



‡ Cálculos.

a) Largo = 3.000 pulg.

b) Ancho = 0.500 pulg.

c) Espesor = 0.750 pulg.

d) La distancia entre barrenos (a) es:

$$a = \frac{A}{2} = \frac{3.000 \text{ pulg.}}{2} = \underline{1.500 \text{ pulg.}}$$

‡ Observaciones.

El material del inserto es TiC.

3.8.3 TABLA # 18. LISTA DE MATERIALES.

20	12	RESORTES	CROMO VANADIO	3/8 " x 2 1/2 "
19	12	OPRESOR ALLEN	ACERO ALEADO	1/2 " - 13 NC x 3/8 "
18	4	PUNZONES	T1C	
17	2	LIMITADORES	SAE 0-2	
16	1	RESORTE	CROMO VANADIO	1/2 " x 1 1/4 "
15	1	TOPE DEDO	SAE 0-1	
14	10	RESORTES	CROMO VANADIO	1 " x 1 1/4 "
13	12	TORNILLO ALLEN	ACERO ALEADO	3/8 " - 16 NC x 1 "
12	12	PERNOS	ACERO TEMPLADO	3/8 " x 1 1/2 "
11	2	LIMITADORES	SAE 0-2	
10	4	TORNILLO CABEZA PLANA	ACERO ALEADO	3/8 " - 16 NC x 1 3/4 "
9	16	GRAPAS	SAE 1045	
8	16	TORNILLO ALLEN	ACERO ALEADO	1/4 " - 20 NC x 3/4 "
7	4	RONDANAS	SAE 1045	
6	4	BUJES EMBALADOS	ALUMINIO TRATADO	
5	4	BUJES	SAE 4140	
4	4	POSTES	SAE 4140	
3	4	BUJES	SAE 4140	
2	1	ZAPATA SUPERIOR	SAE 1045	
1	1	ZAPATA INFERIOR	SAE 1045	
PARTE #	CANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES ESTANDAR.

TABLA # 18. LISTA DE MATERIALES. CONTINUACION.

42	1	RONDANA SEGURO	SAE 0-2	
41	10	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	3/8" - 16 NC x 1 1/4"
40	4	PASADORES	ESTANDAR	3/8" x 1 3/4"
39	12	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	1/4" - 20 NC x 1"
38	1	PLACA ENSAMBLE	SAE 1045	
37	1	SUFRIDERA	SAE 0-1	
36	1	PORTAPUNZONES	SAE 0-2	
35	1	PLANCHADOR	SAE 0-2	
34	1	PLACA CHOQUE	SAE 0-1	
33	8	PUNZONES	TiC	
32	8	BUJES	SAE 4140	
31	12	BOQUILLAS	SAE 0-1	
30	4	BOQUILLAS	TiC	
29	8	BUJES	SAE 4140	
28	8	PERNOS	ESTANDAR	3/8" x 1"
27	10	TORNILLO CABEZA PLANA	ESTANDAR	3/8" - 16 NC x 1"
26	2	GUIAS	SAE 0-2	
25	8	POSTES	SAE 4140	
24	8	RONDANA BRIDA	SAE 0-1	
23	8	BUJES	SAE 4140	
22	28	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	1/8" - 40 NC x 1/2"
21	12	PILOTOS	SAE 0-1	
PARTE #	CANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES ESTANDAR

TABLA # 18. LISTA DE MATERIALES. CONTINUACION.

66	1	PORTAMATRIZ	SAE 0-2	
65	1	PUNZON DE RECORTE	TiC	
64	1	PLACA CHOQUE	SAE 0-1	
63	4	PASADORES	ESTANDAR	3/8" x 1 1/2"
62	1	PUNZON DE RECORTE	TiC	
61	1	PLANCHADOR	SAE 0-2	
60	1	PORTAPUNZONES	SAE 0-2	
59	1	SUFRIDERA	SAE 0-1	
58	1	PLACA ENSAMBLE	SAE 1045	
57	4	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	5/16" - 18 NC x 1 1/4"
56	1	PUNZON DE RECORTE	TiC	
54	1	PUNZON	TiC	
53	2	PUNZONES	TiC	
51-52	4	PUNZONES	TiC	
50	1	INSERTO	SAE D-2	
49	2	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	1/4" - 20 NC x 3/4"
48	1	PUNZON	TiC	
47	4	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	3/16" - 20 NC x 1"
46	1	PUNZON	TiC	
45	8	PASADORES	ESTANDAR	1/4" x 3/4"
44	2	PASADORES	ESTANDAR	3/16" x 3/8"
43	2	GUIAS	SAE 0-2	
PARTE #	CANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES ESTANDAR.

TABLA # 18. LISTA DE MATERIALES. CONTINUACION.

83	1	INSERTO	TiC	
82	2	INSERTOS	TiC	
81	4	INSERTOS	TiC	
80	1	RESORTE	ESTANDAR	1" x 1"
79	1	TAPA GALLETA	SAE 0-1	
78	1	BOTADOR	SAE 0-1	
77	1	BOQUILLA	TiC	
76	1	PLACA SUFRIDERA	SAE 0-1	
75	2	INSERTO RINÓN	TiC	
74	1	PORTAMATRIZ	SAE 0-2	
73	20	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	1/4" - 20 NC x 1"
71	4	BOQUILLAS	TiC	
70	1	BOQUILLA	TiC	
69	1	BOQUILLA	TiC	
68	1	PLACA SUFRIDERA	SAE 0-1	
67	10	TORNILLO ALLEN	ESTANDAR	3/8" - 16 NC x 3"
PARTE #	CANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES ESTANDAR.

CONCLUSIONES.

El principal propósito de este trabajo de tesis, fue el conducir al lector desde el conocimiento básico, hasta finalmente el diseño de un troquel; por lo que se espera haya sido de gran utilidad.

En lo que respecta al análisis técnico-económico realizado en el capítulo II de esta tesis, se concluye que sí es conveniente, y más aún, es ideal el diseño de un troquel progresivo para volúmenes grandes de producción. Claro está, que para alguien que quiera iniciarse en la fabricación de partes troquelables, se le debe recordar que el diseño y fabricación de un troquel de este tipo requerirá de un gasto inicial elevado no muy alentador, por lo que se recomienda diseñar troqueles de menor costo, es decir, troqueles simples o compuestos con características técnicas suficientes para producciones menores de piezas.

Siendo el diseño de troqueles la rama más compleja dentro del diseño de herramental, se pudo constatar que el diseño de éstos no sólo va enfocado a personas que tengan un amplio conocimiento en el diseño de herramientas, por el contrario, nuestro propósito es alentar al estudiante o interesado a practicar el diseño de troqueles, y con el tiempo se percatará que el conocimiento teórico no es lo único importante, sino que además la experiencia práctica le dará la habilidad para diseñar y fabricar sus propios troqueles y pueda iniciarse en la manufactura de piezas troquelables.

El conocimiento teórico en el diseño de troqueles no asegura completamente la correcta fabricación y/o funcionamiento del troquel, por ello es conveniente tener las precauciones debidas que sólo la práctica puede dar.

En el caso del troquel progresivo diseñado en este trabajo de tesis se deben tener en cuenta algunas modificaciones que pueden mejorar el funcionamiento del mismo, y por consiguiente aportar una mejor calidad en las partes producidas. Estas modificaciones pueden ser:

- * Añadir un paso extra para precorte y planchado del rotor, con la finalidad de evitar que aristas agudas resulten con una planicidad no uniforme. Este paso contará con un piloto centrador que asegure el correcto posicionamiento de la tira.
- * Como consecuencia de lo anterior, se podrían requerir de seis u ocho elevadores, dos al inicio del primer paso, dos al final del segundo paso, y dos al inicio del sexto paso si usamos seis elevadores; o dos más al final del octavo paso. Cabe recordar que en el diseño realizado, se efectuó un precorte y planchado para el estator en el penúltimo paso, aquí no se necesitaron elevadores por estar esta etapa de troquelado casi al final de la tira.

* Para el caso de necesitar piezas de rotor para refacciones se podría retirar la segunda etapa del troquel (estator), en la primera etapa sólo sería necesario retirar los punzones para pilotaje de la tira ancha y poner dos más para una tira más angosta. De igual manera se procedería con los pilotos. Esto tendrá como consecuencia el diseño de una placa choque más angosta, y el acomodamiento de las guías en el portamatriz se tendrá que ajustar al ancho de la nueva tira, con el respectivo juego de barrenos para fijación de las guías.

Es probable que otras modificaciones puedan hacerse al troquel, pero como se mencionó con anterioridad, la práctica y la operación continua del troquel darán las pautas necesarias para efectuar tales modificaciones.

Ante tales consideraciones el interesado en el tema de diseño de troqueles se percatará que es una actividad muy enriquecedora en conocimientos teórico-prácticos y sobre todo una posibilidad más de desarrollo en la industria actual.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ACEROS INOXIDABLES Y ACEROS RESISTENTES AL CALOR.
ADRIAN INCHAURZA ZABALA.
Ed. LIMUSA, 1981.
- 2.- DIE DESIGN FUNDAMENTALS.
PAQUIN / CROWLEY.
Ed. INDUSTRIAL PRESS INC., 1987.
SECOND EDITION.
- 3.- DIE DESIGN HANDBOOK.
S.M.E.
Ed. Mc. GRAW-HILL, 1965.
SECOND EDITION.
- 4.- EL COBRE Y SUS ALEACIONES EN LA TECNOLOGIA.
N. VANDERBECK.
Ed. C.I.D.E.C. (ASOCIACION MEXICANA DEL COBRE), 1974.
- 5.- HERRAMIENTAS DE TROQUELAR, ESTAMPAR Y EMBUTIR.
OEHLER / KAISER.
Ed. GUSTAVO GILI, S.A., 1981.
SEGUNDA EDICION.
- 6.- INGENIERIA ECONOMICA.
LELAND BLANK, ANTHONY TARQUIN.
Ed. Mc. GRAW-HILL, 1986.
SEGUNDA EDICION.
- 7.- INTRODUCCION A LA METALURGIA FISICA.
SYDNEY H. AVNER.
Ed. Mc. GRAW-HILL, 1979.
SEGUNDA EDICION.
- 8.- KONSTRUKCJA WYKROJNIKOW.
Z. MARCINIAK.
Ed. P.W.T., 1976.
- 9.- MACHINE TOOLS AND PROCESSES FOR ENGINEERS.
CHARLES R. HINE.
Ed. KRIEGER, 1982.
SECOND EDITION.
- 10.- MANDOS HIDRAULICOS EN LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS.
VICTOR POMPER.
Ed. BLUME, 1969.
SEGUNDA EDICION.
- 11.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS.
A.S.T.M.E.
Ed. C.E.C.S.A., 1984.
SEPTIMA EDICION.

CATALOGOS.

- 1.- DANLY DIE SETS & COMPONENTS.
GENERAL CATALOG.
- 2.- D.E.W. THYSSEN.
FERRO-TITANIT.
- 3.- ELEKTROBLECH.
CHAPAS MAGNETICAS SILICONADAS.
- 4.- NORMA DGN-B-266-1982.
- 5.- PARTES PARA MOLDES D-M-E, S.A.
RESORTES.
- 6.- THYSSEN EDELSTAHLWERKE AG.
TOOL STEELS.
- 7.- THYSSEN MARATHON, S.A.
PROGRAMA DE VENTA.

APENDICE.

A. TRATAMIENTO TERMICO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.

ACERO SAE	ENDURECIMIENTO GRADOS FAHRENHEIT	MEDIO DE TEMPLE	REVENIDO GRADOS FAHRENHEIT	DUREZA ROCKWELL C. †	GRADO DE TEMPLE
0-1	1450-1500 (MIN. 15 min.)	ACEITE	300-500	62-57	MEDIO
0-2	1400-1475 (MIN. 15 min.)	ACEITE	300-500	62-57	MEDIO
D-2	1800-1850 (MIN. 45 min.)	AIRE	300-950	61-54	PROF.
1045	1472-1526	AGUA	1256- 1310	57-54	MEDIO
4140	1550-1600	ACEITE	1449- 1550	53 MIN.	MEDIO
TiC	1994	ACEITE	1004	71-66	PROF.

† DUREZA (Rc.) APROXIMADA DESPUES DEL REVENIDO.

B. TOLERANCIAS PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TROQUEL.

En base a norma ANSI B4.1 - 1967 R 1974 para tolerancias en las dimensiones de los elementos del troquel, se tiene la siguiente tabla:

CAMPO DE MEDIDA NOMINAL. (PULG)	TOLERANCIA H7 (MILI-PULG.) j6
0.0630 - 0.1181	0.3937 -0.2362
0.1181 - 0.2362	0.5118 -0.2756
0.2362 - 0.3937	0.6693 -0.2756
0.3937 - 0.7087	0.8268 -0.3149
0.7087 - 1.1811	1.0000 -0.3543
1.1811 - 1.9685	1.1811 -0.4330
1.9685 - 3.1496	1.4567 -0.5000
3.1496 - 4.7244	1.7323 -0.5118
4.7244 - 7.0866	2.0079 -0.5512

H7 - MEDIDA MINIMA = MEDIDA NOMINAL.
j6 - A AMBOS LADOS DE LA LINEA CERO.

C. NORMAS EMPLEADAS PARA EL DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TROQUEL.

C.1 RESORTES.

En base a norma ASTM A-232.

C.2 TORNILLOS.

Conforman o exceden requerimientos de grado 8 de SAE-J-429 y especificaciones de calidad de SAE-J-123. Las tolerancias para ajuste son de clase 3A unificada para las roscas.

C.3 PUNZONES Y PILOTOS.

En base a norma ANSI B94.14-1968.

C.4 BOQUILLAS.

En base a norma ANSI B94.27-1970.

C.5 RUGOSIDADES.

En base a norma ANSI B46.1-1978 tenemos:

RUGOSIDAD (μ pulg.)	METODO DE PRODUCCION.
16 - 32	ACABADO FINO $\nabla\nabla$
32 - 63	ELECTROEROSION
63 - 125	RECTIFICADO $\nabla\nabla\nabla$
250 - 500	BARRENADO

C.5.1 DIBUJOS Y SIMBOLOGIA PARA RUGOSIDADES.

En base a norma ANSI Y14.36 - 1978.

C.6 TOLERANCIAS.

En base a norma ANSI B4.1 - 1967 R 1974.

C.7 ESPESORES DE PLACAS.

En base a norma ASA B5. 25 - 1950.

D. TABLAS.

TABLA # 3. CALIBRES DE LAMINAS DE ACERO.

CONVERSION DE NOS. USG EN PULGADAS
Y EN MM

USG 0	0.3125"	7.938 mm.
USG 1	0.281"	7.137 mm.
USG 2	0.265"	6.731 mm.
USG 3	0.250"	6.350 mm.
USG 4	0.234"	5.944 mm.
USG 5	0.2187"	5.555 mm.
USG 6	0.203"	5.156 mm.
USG 7	0.1875"	4.763 mm.
USG 8	0.172"	4.369 mm.
USG 9	0.156"	3.962 mm.
USG 10	0.140"	3.556 mm.
USG 11	0.125"	3.175 mm.
USG 12	0.109"	2.769 mm.
USG 13	0.0937"	2.380 mm.
USG 14	0.078"	1.981 mm.
USG 15	0.070"	1.778 mm.
USG 16	0.0625"	1.588 mm.
USG 17	0.056"	1.422 mm.
USG 18	0.050"	1.270 mm.
USG 19	0.0437"	1.110 mm.
USG 20	0.0375"	0.953 mm.
USG 21	0.0343"	0.871 mm.
USG 22	0.0312"	0.792 mm.
USG 23	0.028"	0.711 mm.
USG 24	0.025"	0.635 mm.
USG 25	0.0218"	0.554 mm.
USG 26	0.0187"	0.475 mm.

TABLA # 4. ACEROS INOXIDABLES AUSTENITICOS.

X 6 Cr Ni 19-10 (UNE F-3504) (Acero inoxidable austenítico) (correspondencia con AISI-304)

Composición química (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	18.00	8.00
máx	máx	máx	máx	máx	20.00	10.50

-Características mecánicas a temperatura ambiente

Tratamiento	Rm N/mm ² (kgf/mm ²)	Rp del 0.2 % mín N/mm ² (kgf/mm ²)	Rp del 1 % mín N/mm ² (kgf/mm ²)	A en %, mín			p(KU) mín J (kgfm)	Dureza HB
				barras		planos		
				5 ≤ d ≤ 160	0,5 ≤ e ≤ 3			
Hipertemple	490-685 (60-70)	195 (20)	235 (24)	40	38	40	118 (12)	192 máx

-Propiedades de tracción a temperatura ambiente de diferentes perfiles (recocidos)

Perfil	Resistencia a la tracción (Rm) N/mm ² (kgf/mm ²)	Límite elástico del 0.2 % (Rp) N/mm ² (kgf/mm ²)	Alargamiento (L = 50mm) %	Estricción %	Dureza
Chapa y fleje	590 (60)	245 (25)	50	-	80 HRB
Plancha	590 (60)	205 (21)	60	70	150 HB
Barras	590 (60)	205 (21)	60	70	150 HB

TABLA # 5. ACEROS INOXIDABLES FERRITICOS.

X8Cr17 (UNE F-3113) (Acero inoxidable ferrítico) (correspondencia aproximada con el AISI-430)

Composición química (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.10	1.00	1.00	0.040	0.030	16.00	0.50
máx	máx	máx	máx	máx	18.00	máx.

- Características mecánicas a temperatura ambiente

Tratamiento	Resistencia a la tracción (Rm) N/mm ² (kgf/mm ²)	Límite elástico del 0.2%(Rp) N/mm ² (kgf/mm ²)	Alargamiento (A) en %, mín			Dureza HB. máx
			barras 5<d<25	planos 0,4<e<3	3<e<10	
Recocido	440-640 (45-65)	255 (26)	18	17	18	192

TABLA # 6. ACEROS INOXIDABLES MARTENSITICOS.

X 20 Cr 13 (UNE F- 3402) (Acero inoxidable martensítico) (correspondencia aproximada con el AISI- 420)

Composición química (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.16	1.00	1.00	0.040	0.030	12.00	1.00
0.25	máx	máx	máx	máx	14.00	máx

Características mecánicas a temperatura ambiente

Tratamiento	Resistencia a la tracción (Rm) N/mm ² (kgf/mm ²)	Límite elástico del 0,2 % (Rp) mín N/mm ² (kgf/mm ²)	Alargamiento (A) (%) mín	Resiliencia KU J (kgfm)	Dureza
Recocido de 800 a 880°C	490-685 (50-70)	---	---	---	229 HB máx
Temple y revenido duro	---	---	---	---	40 HRc mín
Temple y revenido tenaz	685-885 (70-90)	490 (50)	14	31 (3,2)	202-262

TABLA # 7. COBRE Y SUS ALEACIONES.

Propiedades mecánicas de los cobres a temperatura ambiente.								
Material			Cu electrofítico tenaz	Cu térmico de alta conductibilidad	Cu térmico tenaz	Cu exento de oxígeno	Cu desoxidado con fósforo con bajo contenido de fósforo residual	Cu desoxidado con fósforo con alto contenido de fósforo residual
Designación			Cu-ETP	Cu-FRHC	Cu-FRTP	Cu-OF	Cu-DLP	Cu-DHP
Magnitud	Unidad	Estado						
Resistencia a la tracción	kg/mm ²	R ₁	22	22	22	22	22	22
		R ₂	23-26	23-26	—	23-26	—	—
		F ₁	27-38	27-38	27-38	27-38	27-38	27-38
		F ₂	38-45	38-45	—	38-45	—	—
Límite elástico	kg/mm ²	R ₁	5	5	5	5	5	5
		F ₁	18-34	18-34	18-34	18-34	18-34	18-34
Alargamiento	%	R ₁	48	48	48	48	48	48
		R ₂	26-37	26-37	—	26-37	—	—
		F ₁	25-6	25-6	25-6	25-6	25-6	25-6
		R ₁	45	45	45	45	45	45
Dureza Brinell		F ₁	75-105	75-105	75-105	75-105	75-105	75-105
		F ₁	16	16	16	16	16	16
Resistencia a la cizalladura	kg/mm ²	R	18-20	18-20	18-20	18-20	18-20	18-20

R₁ = estado recocido (chapa, banda) R₂ = Estado recocido (alambre)
 F₁ = estado de forja (" ") F₂ = " de forja (" ")

Propiedades mecánicas de los cobres aleados a temperatura ambiente.

Material			Cobre desoxidado con fósforo, con arsénico	Cobre tenaz con plata	Cobre exento de oxígeno con plata	Cobre con azufre	Cobre con telurio
Designación			Cu-DPA	Cu-LSTP	Cu-OFS	Cu S	Cu T
Magnitud	Unidad	Estado	(a)	(a)	(a)	(b)	(b)
Resistencia a la tracción	kg/mm ²	R	22	22	22	23	23
		F	27-38	27-38	27-45	27-35	27-35
Límite elástico	kg/mm ²	R	5	5	5	6	6
		F	18-34	18-34	18-34	23-32	23-32
Alargamiento	%	R	48	48	48	40	40
		F	25-6	25-6	25-6	15-5	15-4
Dureza Brinell		R	45	45	45	50	50
		F	75-105	75-105	75-105	80-100	80-100
Resistencia a la cizalladura		R	16	16	16	14	14
		F	18-20	18-20	18-20	17-19	17-19

R = estado recocido

F = estado de forja

(a) Productos planos

(b) Barra

TABLA # 8. PROPIEDADES MECANICAS Y APLICACIONES DEL COBRE Y SUS ALEACIONES.

Propiedades y aplicaciones de las aleaciones Cu-Be-Co.													
Propiedades base de las aplicaciones	Propiedades mecánicas: elevada resistencia mecánica con alargamiento y resistencia satisfactorios			Propiedades químicas		Propiedades de superficie		Propiedades físicas			Propiedades de elaboración		
	a bajas temperaturas	a temperatura ambiente	a temperatura elevada (1)	Resistencia a la oxidación en caliente	Resistencia a la tenso-corrosión	Resistencia al desgaste	Ausencia de chispas	Buena conductibilidad eléctrica y térmica	Amagnetismo	Módulo de elasticidad pequeño	Buena conformabilidad antes del endurecimiento	Soldabilidad	Coleabilidad
Muelles de aparatos eléctricos y radioeléctricos	X	X	X		X			X	X	X	X	X	
Muelles diversos	X	X	X		X					X	X	X	
Diafragmas y cápsulas	X	X	X		X					X	X	X	
Piezas de desgaste y frotamiento						X					X		X
Piezas de relojería		X			X	X		X	X		X	X	
Herramientas de seguridad		X					X				X		
Moldes para plásticos			X	X		X	X	X			X		X
Moldes para colada a presión			X	X		X	X	X					X
Piezas para máquinas para soldar por resistencia			X	X		X		X					

TABLA # 9. LATONES.

Propiedades mecánicas de los latones a temperatura ambiente (productos planos).										
Designación			CuZn5	CuZn10	CuZn15	CuZn20	CuZn28-30	CuZn33	CuZn37	CuZn40
Magnitud	Unidad	Es-tado								
Resistencia a la tracción	kg/mm ²	R	27	28	31	32	35	36	36	38
		F	34-43	32-48	34-48	42-57	38-60	39-63	39-63	45-52
Límite elástico	kg/mm ²	R	10	10	13	13	14	14	14	16
		F	24-38	20-42	25-42	30-48	23-55	25-57	25-57	32-45
Alargamiento	%	R	45	48	40	51	57	55	53	40
		F	20-4	30-5	30-10	50-5	40-5	38-2	35-2	25-8
Dureza Brinell		R	65	60	80	80	80	80	80	85
		F	85-120	75-125	85-135	115-155	95-160	100-165	100-165	125-145
Resistencia a la cizalladura	kg/mm ²	R	20	21	23	24	26	27	27	29
		F	24-26	22-29	24-31	29-32	27-33	28-34	28-34	32-34

R = estado recocido
 F = estado de forja

TABLA # 10. ALPACAS.

Propiedades mecánicas de las alpacas a temperatura ambiente.									
Material			CuNi10Zn27	CuNi12Zn24	CuNi15Zn21	CuNi18Zn20	CuNi18Zn27	CuNi20Zn18	CuNi25Zn15
Magnitud	Unidad	Estado							
Resistencia a la tracción	kg/mm ²	R	40	40	41	43	43	43	46
		F	45-65	45-70	47-70	48-70	53-80	70	70
Límite elástico	kg/mm ²	R	15-20	14-20	15-20	17-23	19-21	17	19
		F	31-54	32-60	36-60	36-67	37-75	58	62
Alargamiento	%	R	47-52	45-50	38-45	36-45	45-48	38	35
		F	20-3	20-3	25-2	25-2	25-2	3	2
Dureza		R	75-90	80-95	85-100	90-100	95-100	85	95
		F	120-180	120-190	125-190	125-200	145-230	200	205

R = estado recocido.
F = estado de forja.

TABLA # 13. ACEROS PARA HERRAMIENTAS.

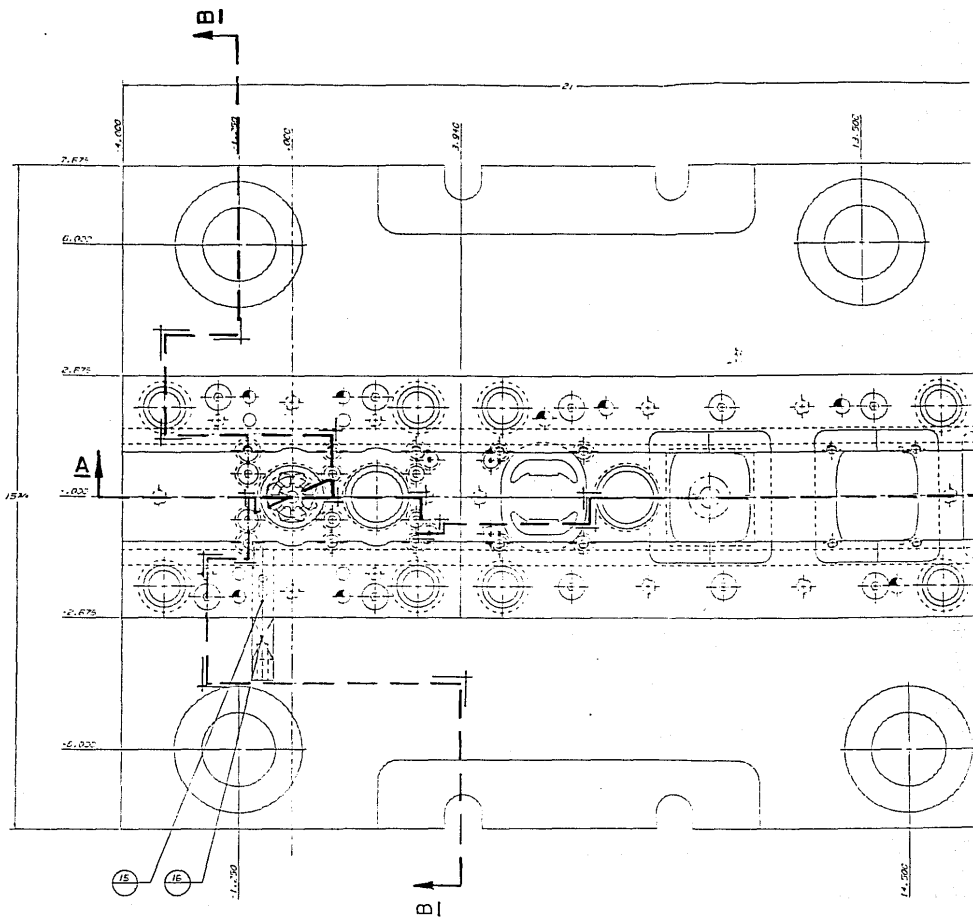
TIPO DE ACERO	ENDURECIMIENTO °F	MEDIO DE TEMPLA	INTERVALO DE REVENIDO, °F	DUREZA ROCKWELL C APROXIMADA	TEMPERABILIDAD	PROPIEDADES DE NO DEFORMACION	SEGURIDAD EN EL ENDURECIMIENTO	TENACIDAD	ENDURECIMIENTO AL ROLLO	RESISTENCIA AL DESGASTE	MAQUINABILIDAD	RESISTENCIA A LA DESCARBILIDAD
W1	1 480-1 530	Salmuera o agua	300-450	65-30	Superficial	Delicatosa	Regular	Buena	Delicatosa	Regular a buena	Optima	Optima
W2	1 480-1 530	Salmuera o agua	300-450	65-30	Superficial	Delicatosa	Regular	Buena	Delicatosa	Regular a buena	Optima	Optima
S1	1 430-1 480	Acero	400-1 300	58-60	Media	Regular	Buena	Muy buena	Regular	Regular	Regular	Regular a buena
S3	1 480-1 500	Acero	350-380	60-50	Media	Regular	Buena	Optima	Regular	Regular	Regular	Delicatosa
O1	1 430-1 500	Acero	300-380	62-57	Media	Muy buena	Muy buena	Regular	Delicatosa	Buena	Buena	Buena
A2	1 700-1 800	Acero	350-1 000	62-57	Profunda	Optima	Optima	Regular	Regular	Muy buena	Regular	Regular
A4	1 500-1 600	Acero	350-380	63-54	Profunda	Optima	Optima	Regular	Regular	Buena	Buena o delicatosa	Buena o regular
D2	1 680-1 975	Acero	600-1 000	61-54	Profunda	Optima	Optima	Delicatosa	Buena	Optima	Delicatosa	Regular
D3	1 700-1 800	Acero	400-1 000	61-54	Profunda	Muy buena	Buena	Delicatosa	Buena	Optima	Delicatosa	Regular
D4	1 775-1 800	Acero	400-1 000	61-54	Profunda	Optima	Optima	Delicatosa	Buena	Optima	Delicatosa	Regular
H11	1 625-1 675	Acero	1 000-1 300	54-58	Profunda	Muy buena	Optima	Buena	Buena	Regular	Regular	Regular
H19	2 000-2 200	Acero o salmuera	1 000-1 300	59-40	Profunda	Buena	Buena	Buena	Buena	Regular	Regular	Regular
H21	2 000-2 200	Acero o salmuera	1 100-1 250	54-54	Profunda	Muy buena	Buena	Buena	Buena	Regular a buena	Regular	Regular
H23	2 200-2 330	Acero o salmuera	1 200-1 500	61-30	Profunda	Acero: regular Aero: buena	Buena	Buena	Regular	Muy buena	Regular	Regular
H26	2 190-2 300	Sal, acero o salmuera	1 050-1 250	58-43	Profunda	Acero: regular Sal y aero: buena	Buena	Regular	Muy buena	Buena	Regular	Regular
H41	2 000-2 175	Sal, acero o salmuera	1 050-1 300	60-50	Profunda	Acero: regular Sal y aero: buena	Regular	Delicatosa	Muy buena	Buena	Regular	Delicatosa
T1	2 300-2 375	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	65-60	Profunda	Acero: regular	Buena	Delicatosa	Muy buena	Muy buena	Regular	Buena
T4	2 300-2 375	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	66-62	Profunda	Buena	Regular	Delicatosa	Optima	Muy buena	Regular	Regular
T6	2 325-2 400	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	65-60	Profunda	Buena	Regular	Delicatosa	Optima	Muy buena	Regular	Delicatosa
M1	2 150-2 225	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	65-60	Profunda	Buena	Regular	Delicatosa	Muy buena	Muy buena	Regular	Delicatosa
M2	2 175-2 250	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	65-60	Profunda	Buena	Regular	Delicatosa	Muy buena	Muy buena	Regular	Regular
M6	2 150-2 200	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	66-61	Profunda	Buena	Regular	Delicatosa	Muy buena	Muy buena	Regular	Delicatosa
M41	2 175-2 225	Acero, sal o salmuera	1 000-1 100	70-65	Profunda	Buena	Regular	Delicatosa	Muy buena	Muy buena	Regular	Delicatosa
L3	1 430-1 530 1 590-1 700	Agua Acero	350-1 000	63-45	Media	Agua: delicatosa	Agua: delicatosa	Muy buena	Delicatosa	Buena	Buena	Buena
L4	1 475-1 530	Acero	350-1 000	62-45	Media	Acero: regular	Acero: regular	Buena	Delicatosa	Buena	Regular	Buena
F2	1 430-1 480	Acero o salmuera	300-300	66-62	Superficial	Buena	Delicatosa	Muy buena	Delicatosa	Muy buena	Regular	Buena
P2	1 525-1 550	Acero	300-300	64-58	Superficial	Buena	Buena	Buena	Delicatosa	Regular	Regular	Buena
P30	1 500-1 600	Acero	400-1 100	57-58	Superficial	Buena	Buena	Buena	Delicatosa	Regular	Buena	Buena

TABLA # 14. CONVERSIONES. (DIMENSIONES Y TEMPERATURAS)

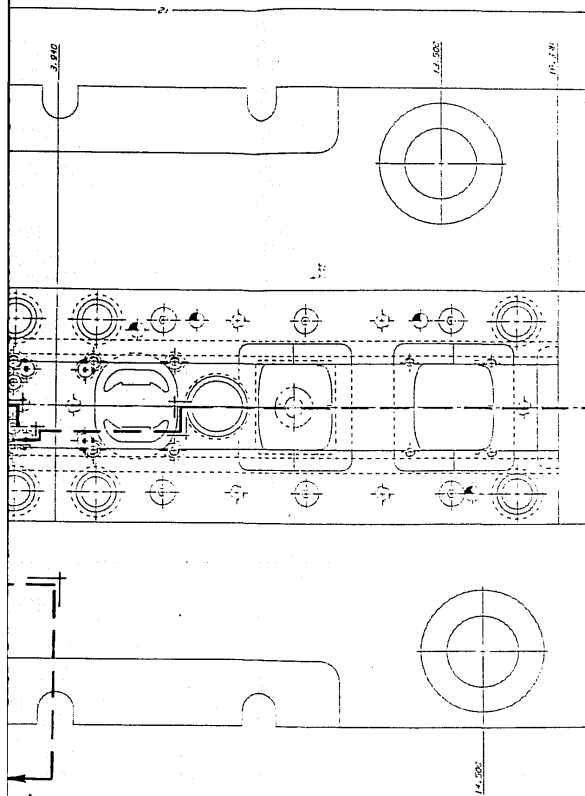
TABLA DE CONVERSIONES
PULGADAS A MILIMETROS

Pulg.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0.0	25.4	50.8	76.2	101.6	127.0	152.4	177.8	203.2	228.6	254.0	279.4
$\frac{1}{16}$	1.6	27.0	52.4	77.8	103.2	128.6	154.0	179.4	204.8	230.2	255.6	281.0
$\frac{1}{8}$	3.2	28.6	54.0	79.4	104.8	130.2	155.6	181.0	206.4	231.8	257.2	282.6
$\frac{3}{16}$	4.8	30.2	55.6	81.0	106.4	131.8	157.2	182.6	208.0	233.4	258.8	284.2
$\frac{1}{4}$	6.4	31.7	57.1	82.5	108.0	133.4	158.8	184.2	209.6	235.0	260.4	285.7
$\frac{5}{16}$	7.9	33.3	58.7	84.1	109.5	134.9	160.3	185.7	211.1	236.5	261.9	287.3
$\frac{3}{8}$	9.5	34.9	60.3	85.7	111.1	136.5	161.9	187.3	212.7	238.1	263.5	288.9
$\frac{7}{16}$	11.1	36.5	61.9	87.3	112.7	138.1	163.5	188.9	214.3	239.7	265.1	290.5
$\frac{1}{2}$	12.7	38.1	63.5	88.9	114.3	139.7	165.1	190.5	215.9	241.3	266.7	292.1
$\frac{9}{16}$	14.3	39.7	65.1	90.5	115.9	141.3	166.7	192.1	217.5	242.9	268.3	293.7
$\frac{5}{8}$	15.9	41.3	66.7	92.1	117.5	142.9	168.3	193.7	219.1	244.5	269.9	295.3
$\frac{11}{16}$	17.5	42.9	68.3	93.7	119.1	144.5	169.9	195.3	220.7	246.1	271.5	296.9
$\frac{3}{4}$	19.1	44.4	69.8	95.2	120.7	146.1	171.5	196.9	222.3	247.7	273.1	298.4
$\frac{13}{16}$	20.6	46.0	71.4	96.8	122.2	147.6	173.0	198.4	223.8	249.2	274.6	300.0
$\frac{7}{8}$	22.2	47.6	73.0	98.4	123.8	149.2	174.6	200.0	225.4	250.8	276.2	—
$\frac{15}{16}$	23.8	49.2	74.6	100.0	125.4	150.8	176.2	201.6	227.0	252.4	277.8	—

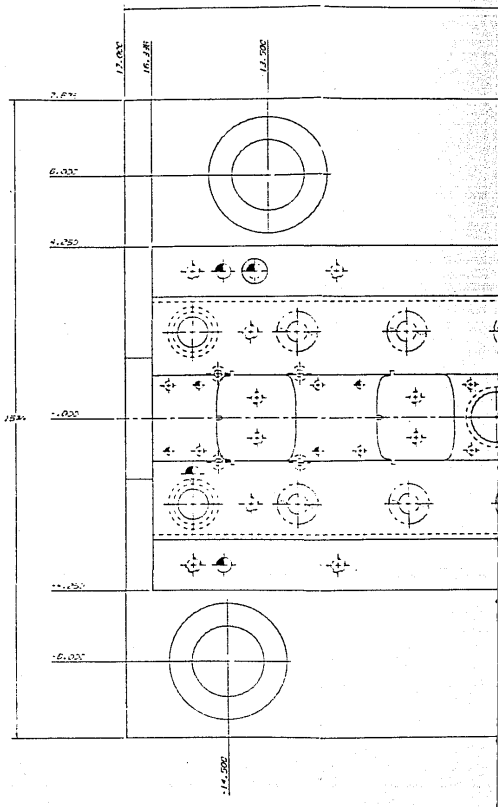
**PLANOS DE LOS ELEMENTOS
DEL TROQUEL.**



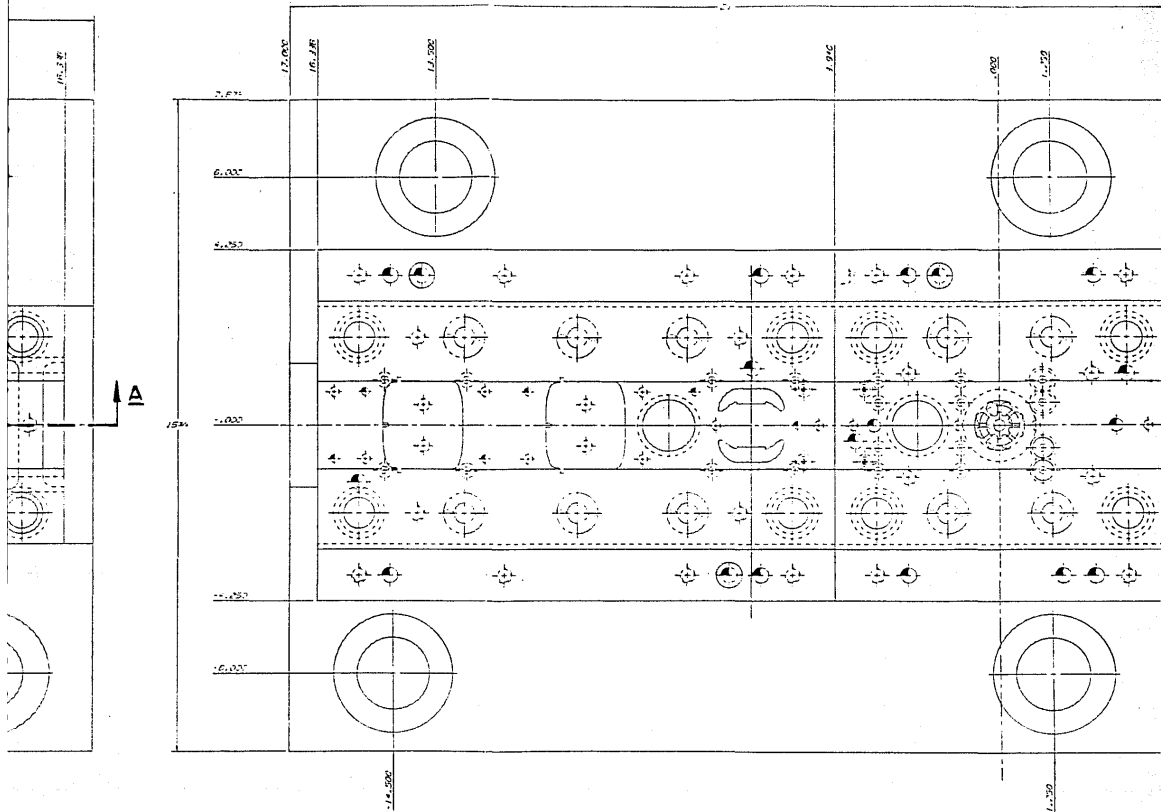
ZAPATA INFERIOR



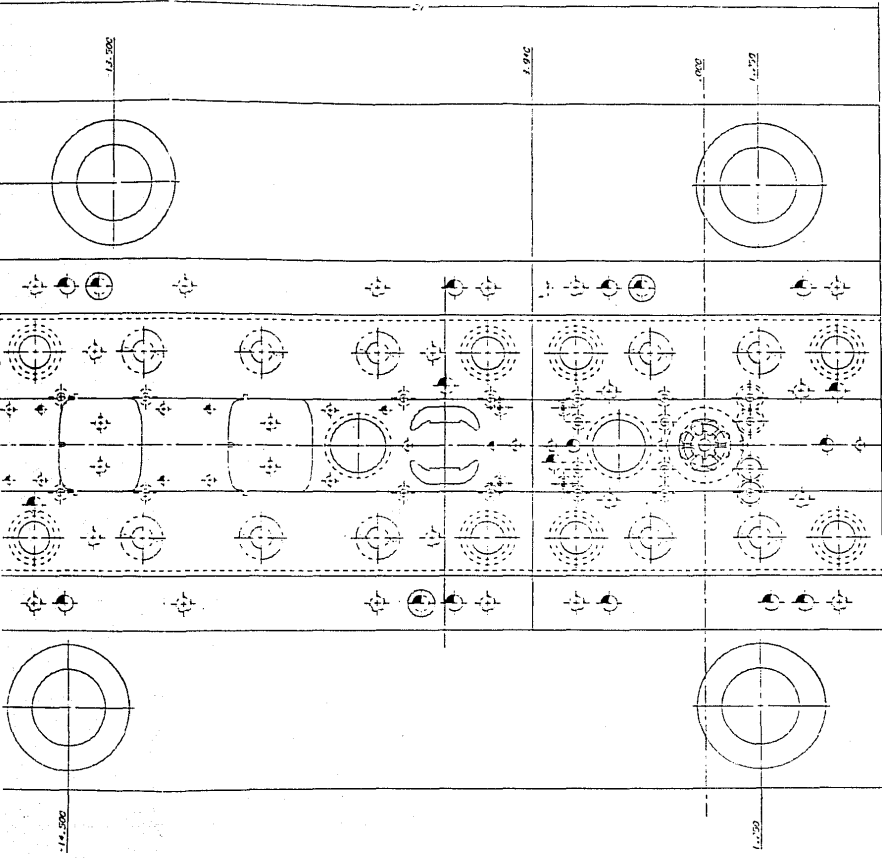
ZAPATA INFERIOR



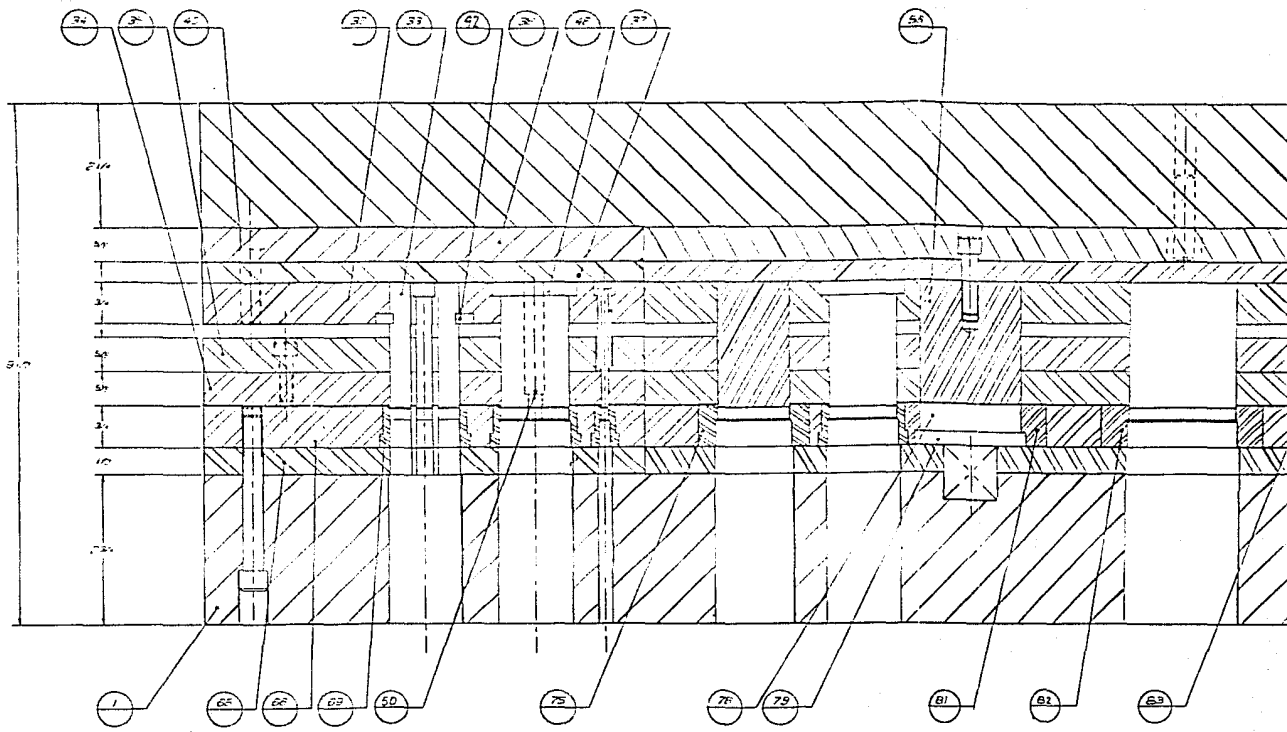
ZAPATA SUPERIOR



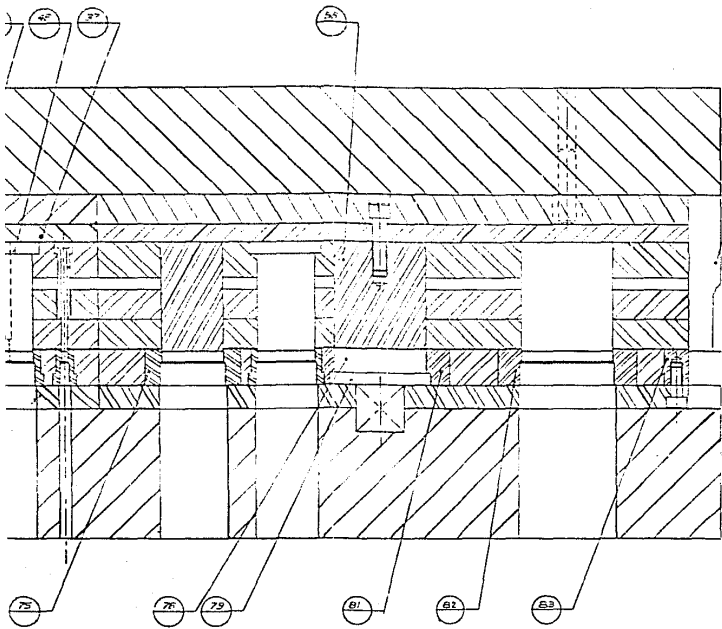
ZAPATA SUPERIOR



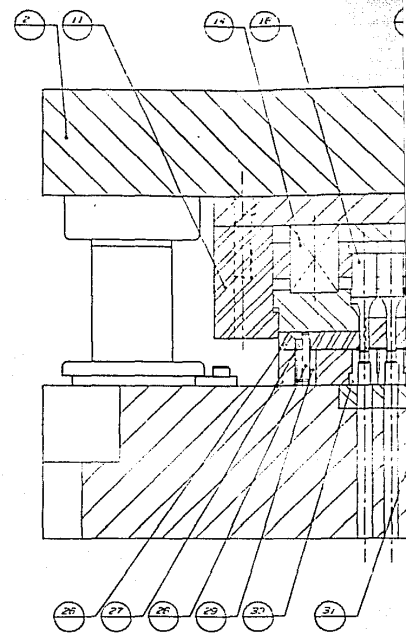
ZAPATA SUPERIOR



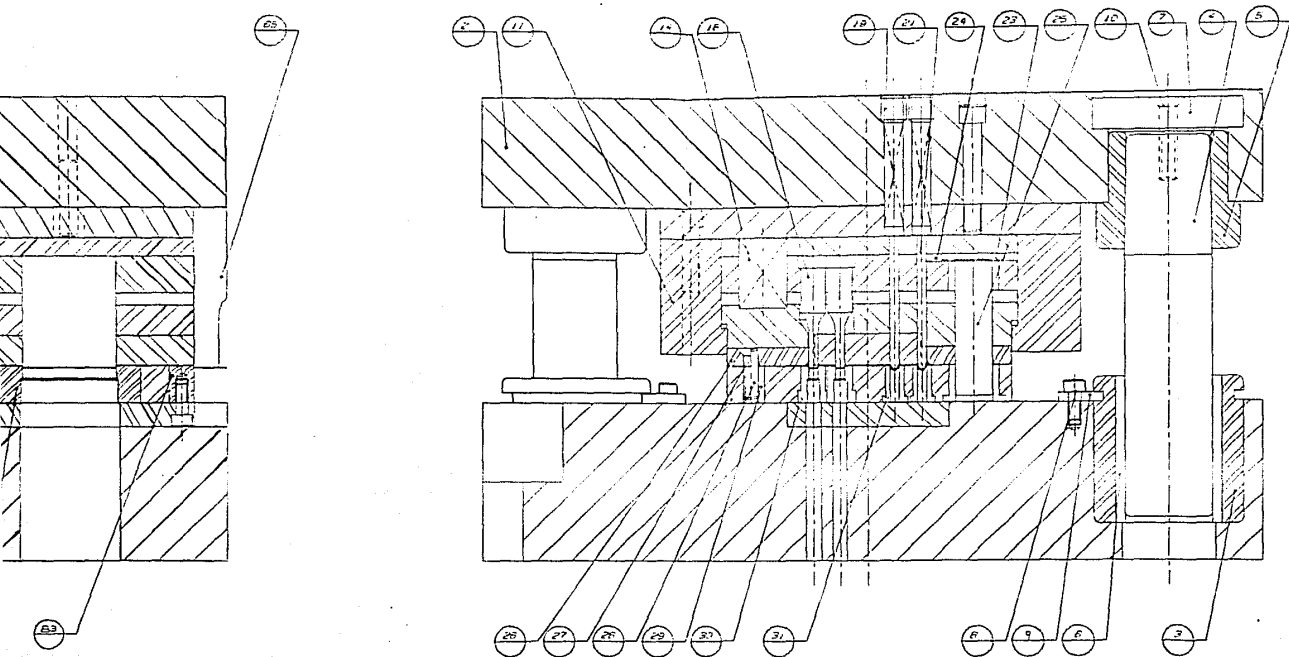
CORTE A-A



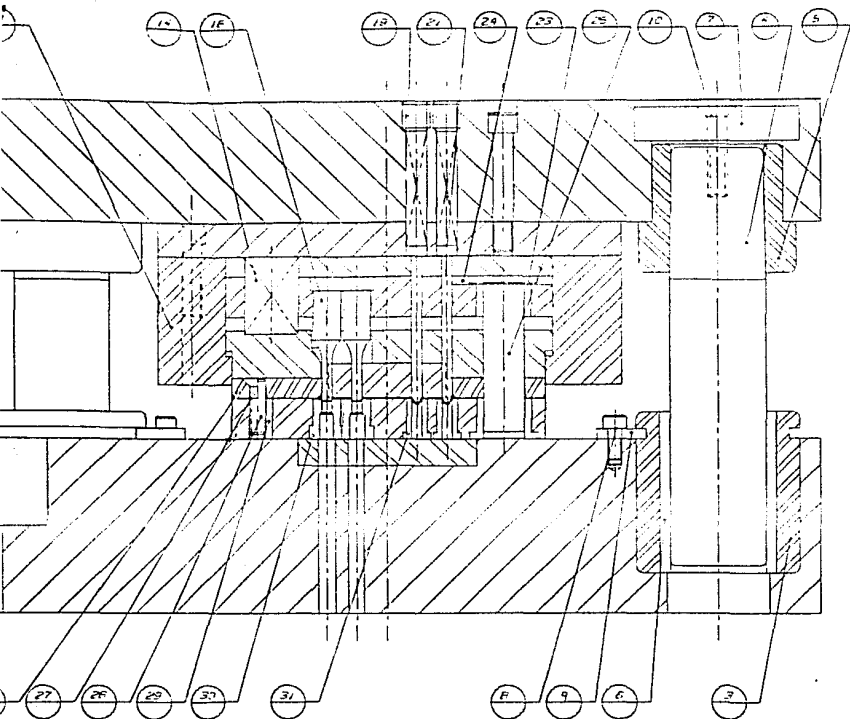
CORTE A-A



CORTE B-B



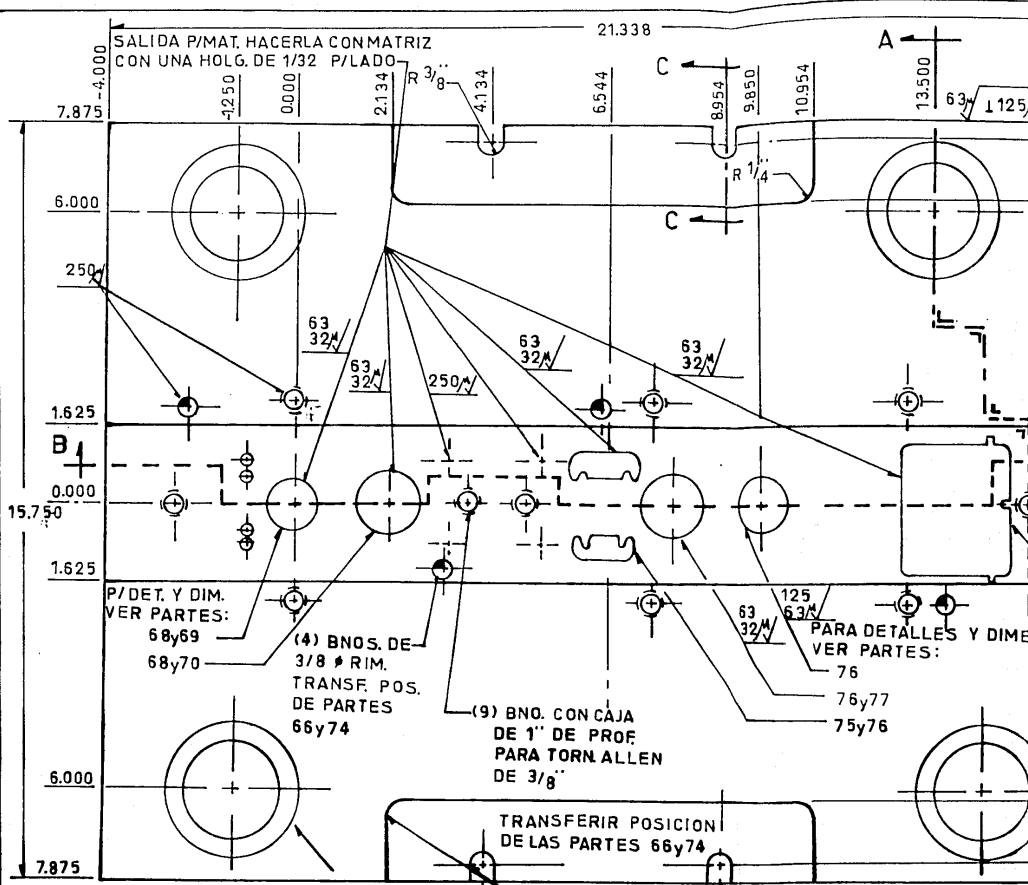
CORTE B-B



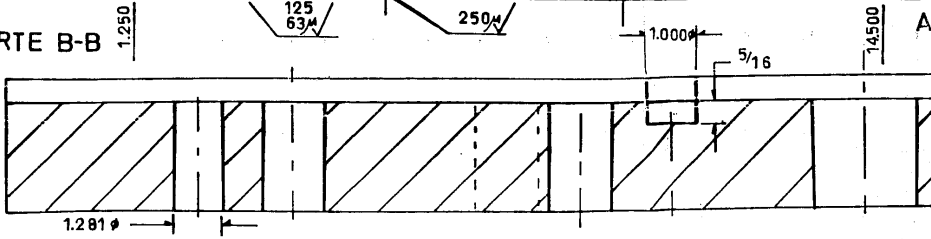
CORTE B-B

UNIVERSIDAD	_____
_____	PANAMERICANA.
_____	INGENIERIA
_____	TROQUEL PROGRESIVO
_____	PARA CORTE DE LAMI-
_____	NACIONES DE ROTOR Y
_____	ESTATOR.
_____	—VISTA GENERAL.—

ESCALA:	2:5 pulg. ϕ \square
DIBUJO:	CASS-LOPEZ.
APR:	ING. BONILLA.
REV:	DR. RUSEK.
REF:	P.00
FECHA:	ENERO 1990
_____	_____
_____	_____
_____	_____



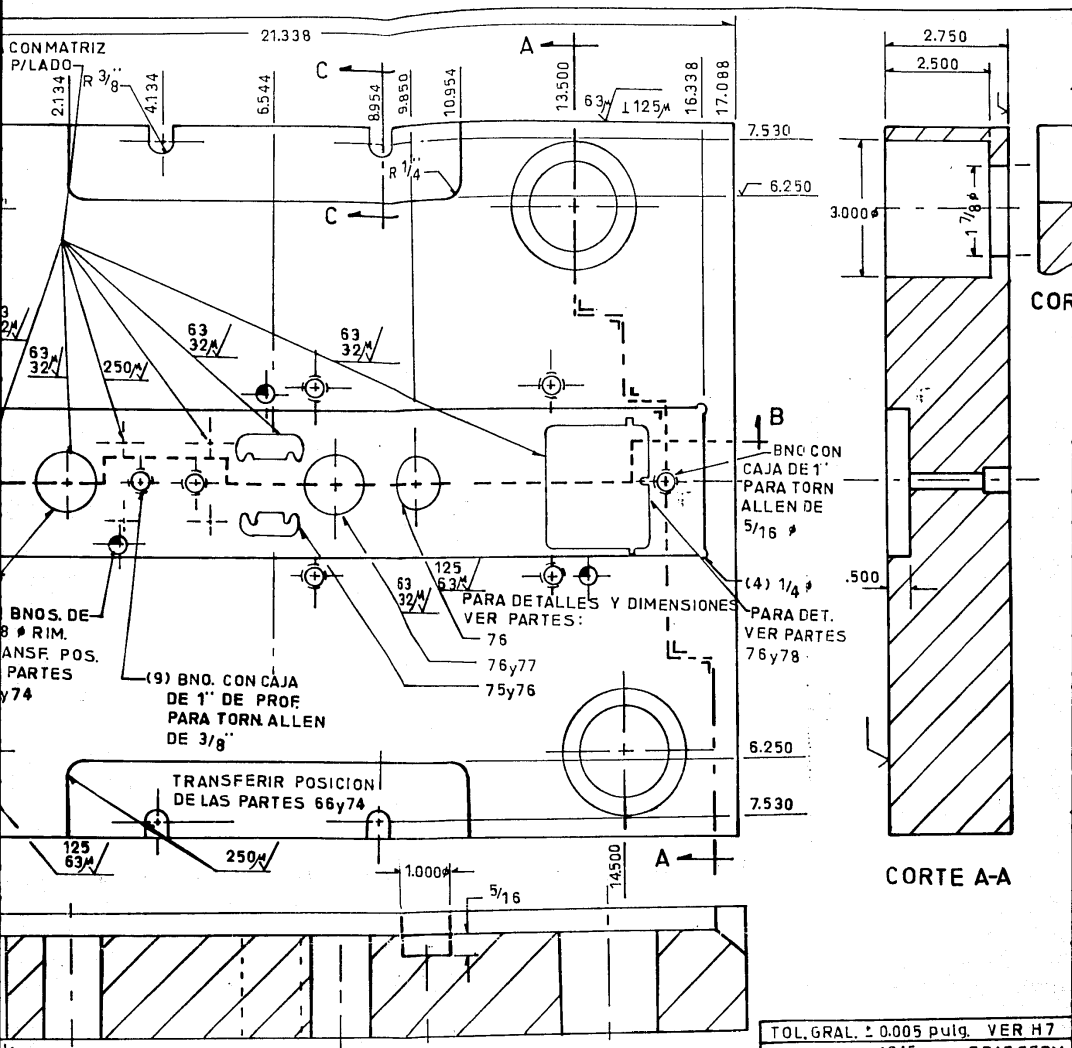
CORTE B-B



INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

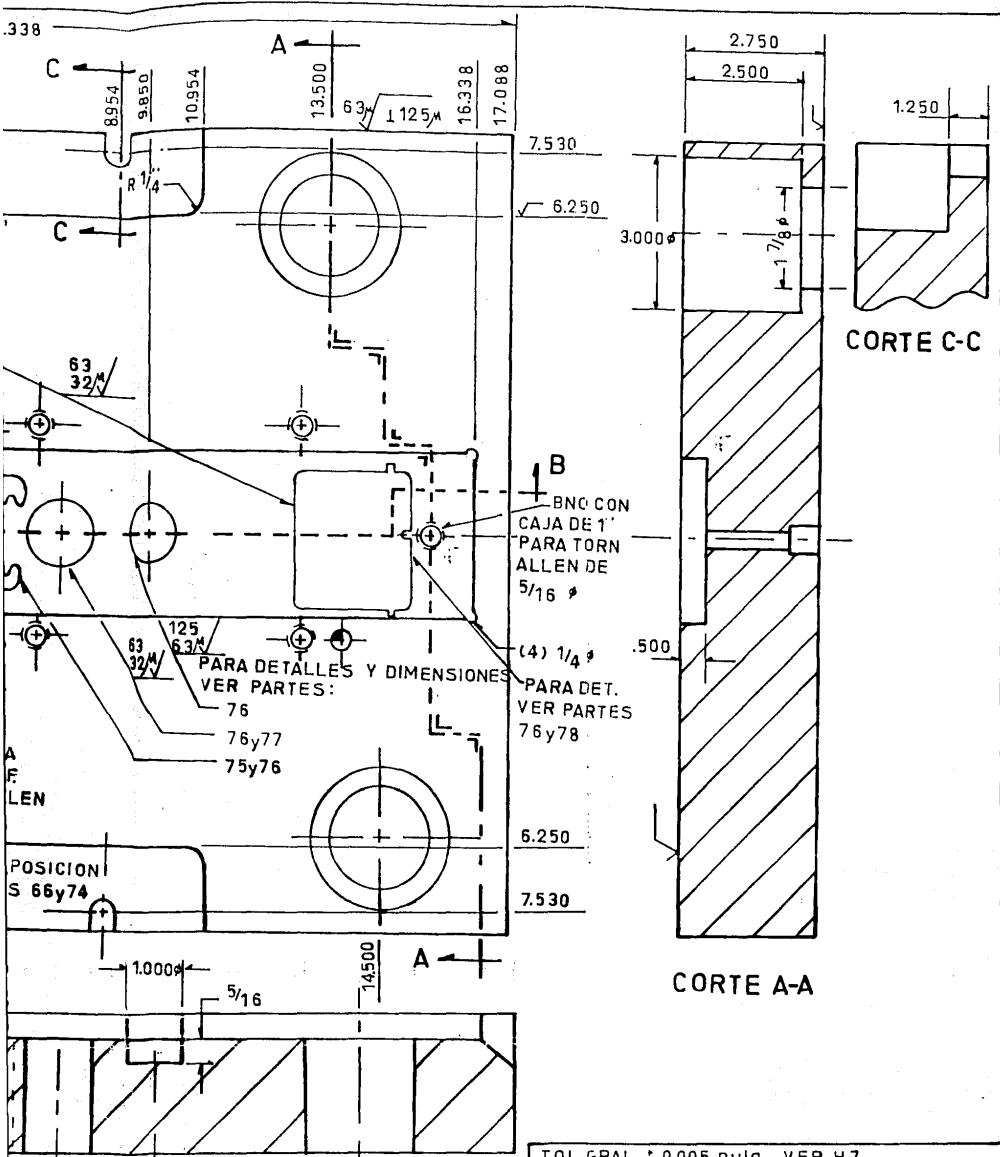
ZAPATA INFERIOR




I.M.E.

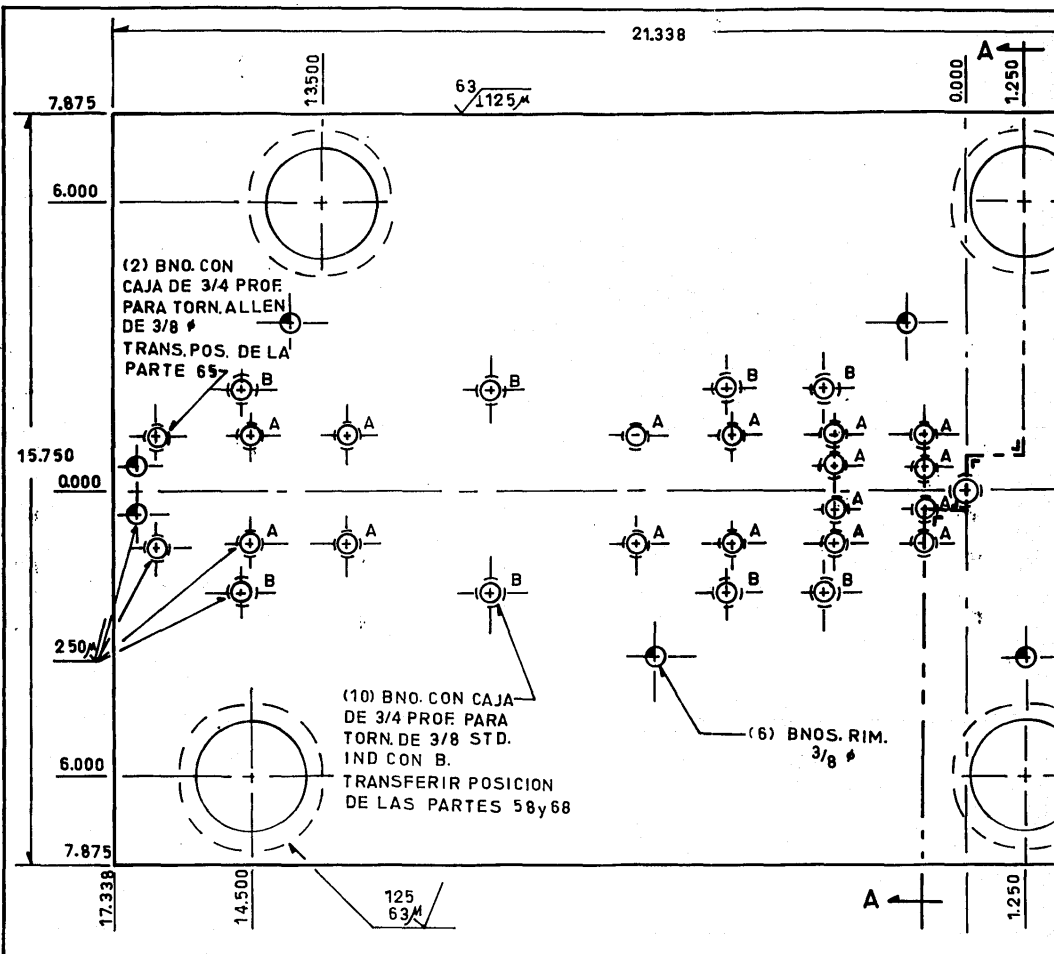
ZAPATA INFERIOR

TOL. GRAL. ± 0.005 pulg. VER H7	
MATERIAL 1045	TRAT. TERM.
ESC. 1:2	◆ pulg. APR. ING.
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. P
fecha ENERO 1990	REF. P 0



TA INFERIOR

TOL. GRAL. ± 0.005 pulg. VER H7	
MATERIAL 1045	TRAT. TERM. Rc.
ESC. 1:2  pulg.	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK
fecha ENERO 1990	REF. P 01

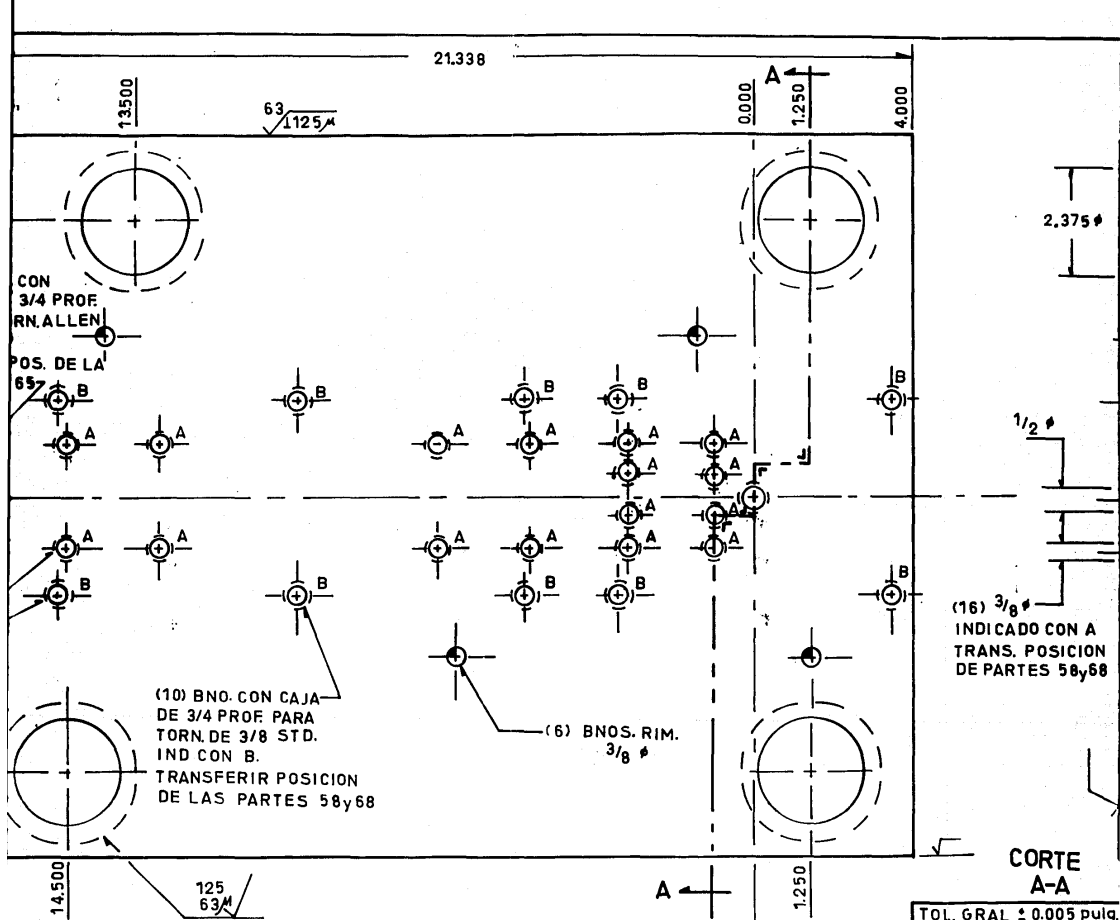


INGENIERIA

U. PANAMERICANA

I.M.E.

ZAPATA SUPERIOR



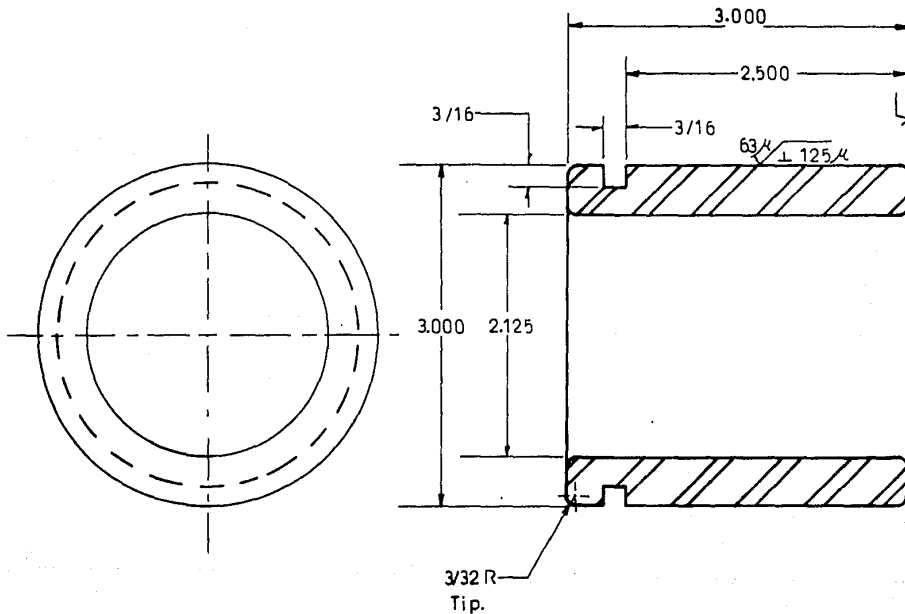
IERIA
RICANA

I.M.E.

ZAPATA SUPERIOR

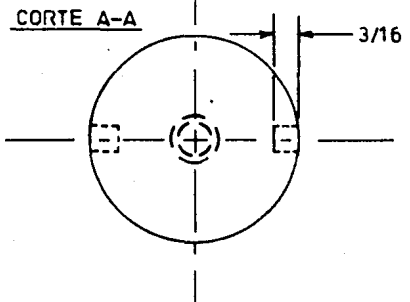
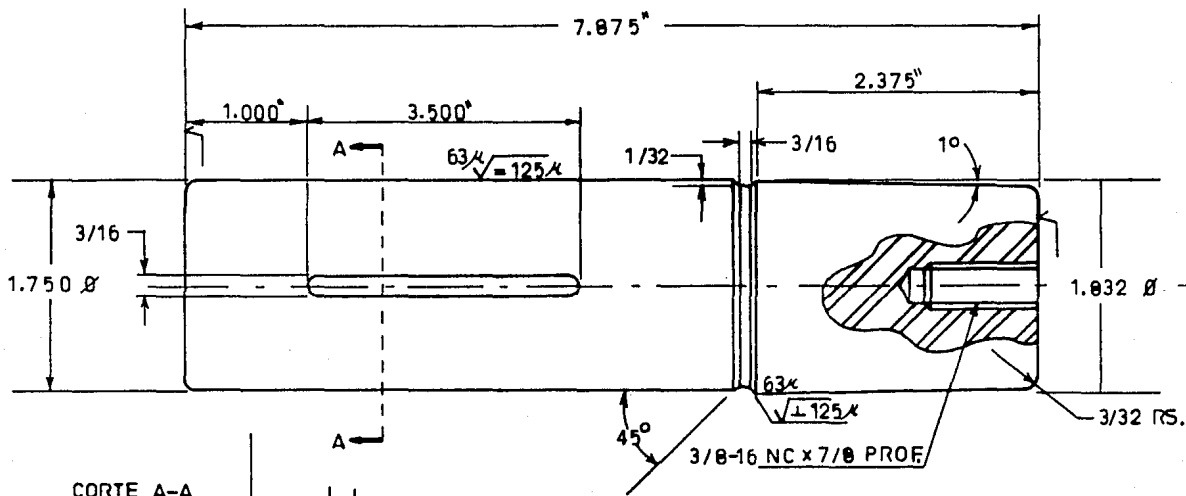
**CORTE
A-A**

TOL. GRAL.	± 0.005 pulg.
MATERIAL	1045
ESC.	1:2 + pulg.
DIB.	CASS- LOPEZ
fecha	ENERO 1990



TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7			
MAT. Ac.	Rec.	T.T. 50-52	Re.
ESC. 1:1	4 pulg.	APR.	INGBONILLA
DIB.	CASS-LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK
fecha	enero 1990	REF.	P.03

INGENIERIA.	I.M.E.	BUJES
U.PANAMERICANA.		

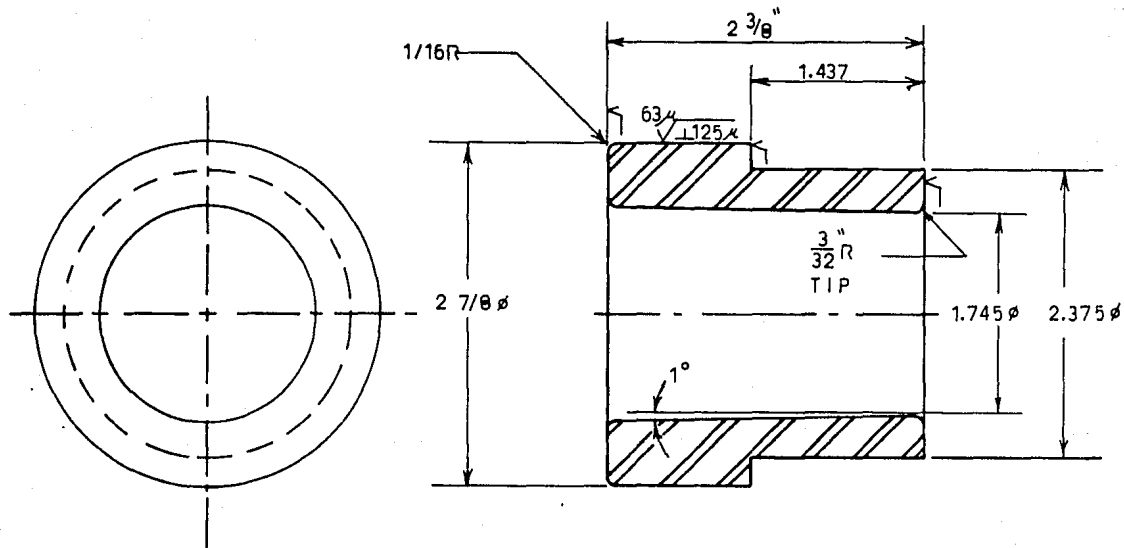


TOL.GRAL. ±0.002 VER. H7	
MAT. Ac. 9840	T.T.50-52 Rc.
ESC. 1:1	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990.	REF P. 4

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

POSTES

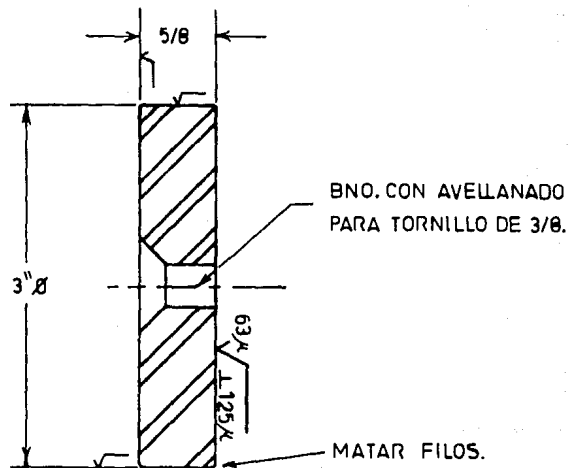
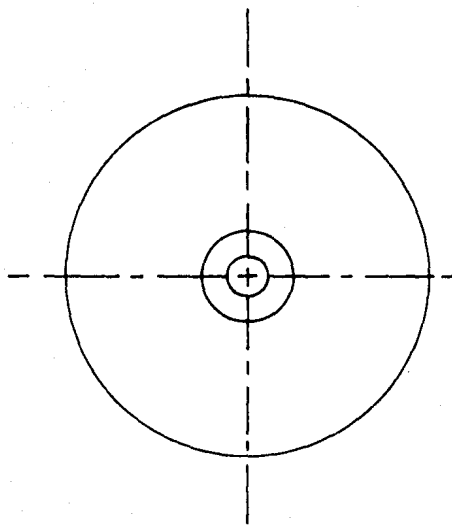


TOL.GRAL. ± 0.002 VER H7 $\forall \forall$			
MAT. A.R. 9840		T.T. 50-52 Rc.	
ESC. 1:1 ϕ pulg	APR.	ING. BONILLA	
DIB. CASS-LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK.	
fecha enero 1990.	REF	P. 5	

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

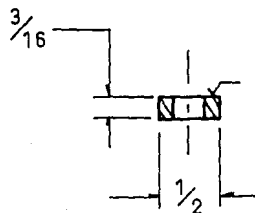
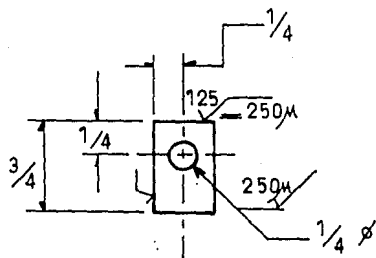
BUJES DE ACOPLAMIENTO



TOL. GRAL. ± 0.002 VER H7 $\forall \forall \forall$			
MAT. H.D.	T.T.	Rc.	
ESC. 1:1 ϕ pulg	APR. ING. BONILLA		
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.		
fecha enero 1990.	REF	P. 7	

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E. RONDANA.

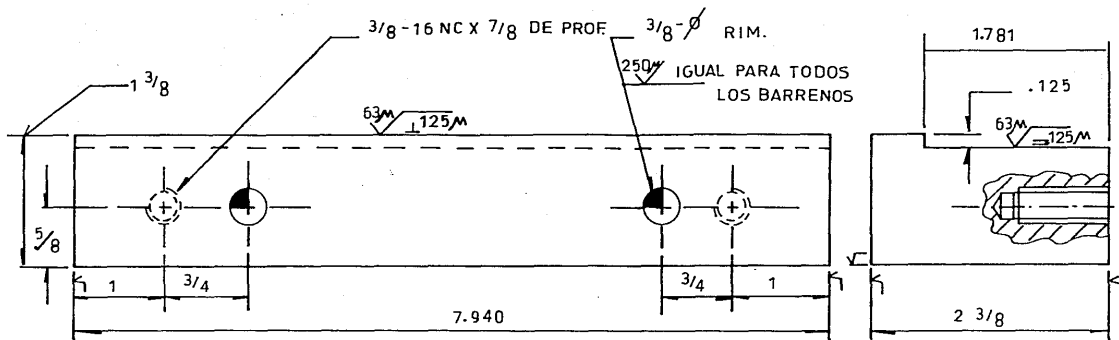


TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7			
MAT. H.D.		MATAR FILOS	
ESC. 1:1	± 0.002 pulg.	APR.	ING. BONILLA
DIB.	CASSLOPEZ	REV.	Dr. RUSEK
fecha	enero 1990	REF.	P 09

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

GRAPAS

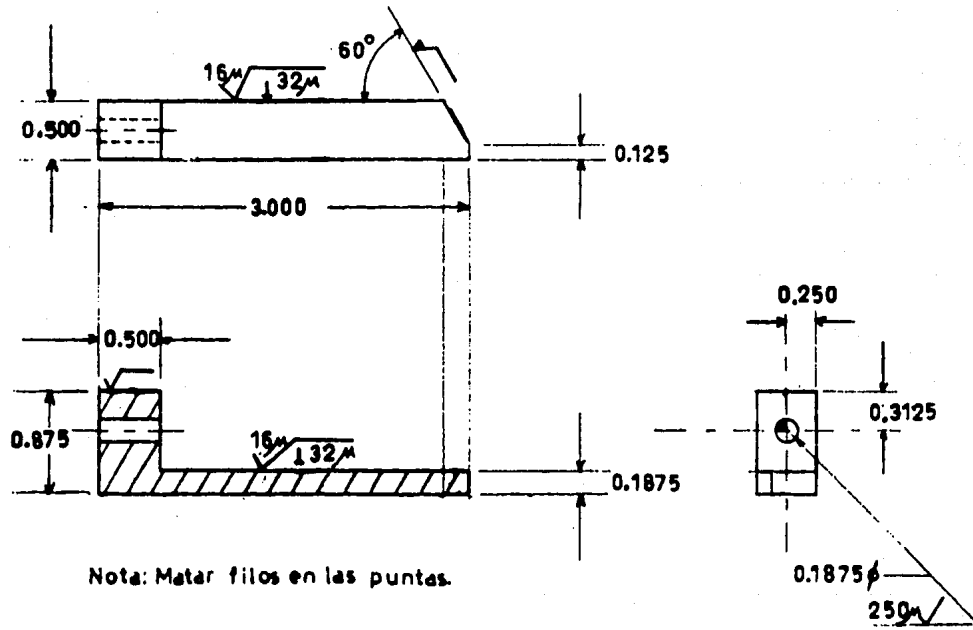


INGENIERIA.
U.PANAMERICANA.

I.M.E.

LIMITADOR

TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VERH 7	
MAT. O-2	T.T. 50-52 Rc.
ESC. 1:10 $\frac{1}{16}$ pulg.	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990.	REF. P-11



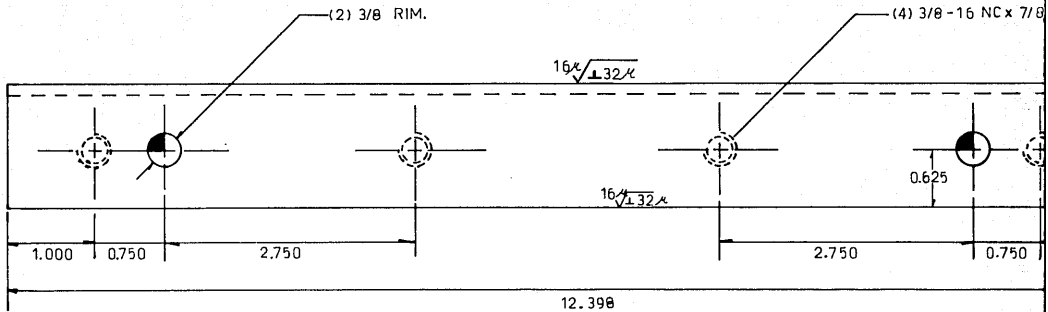
Nota: Medir filos en las puntas.

TOL. ± 0.002 pulg.		W	
MAT. O-1		T.T. 56-58 Rc.	
esc. 1:1	ϕ	apr.	FJB
dib. CASS-LOPEZ	rev.	Dr. Rusek	
fecha enero 1990	ref.	P 15	

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

TOPE DEDO



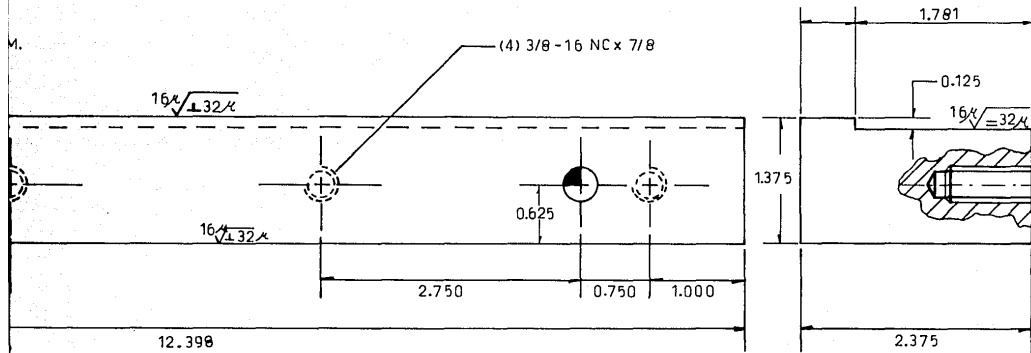
INGENIERIA
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

LIMITADORES (IZQ-DER)

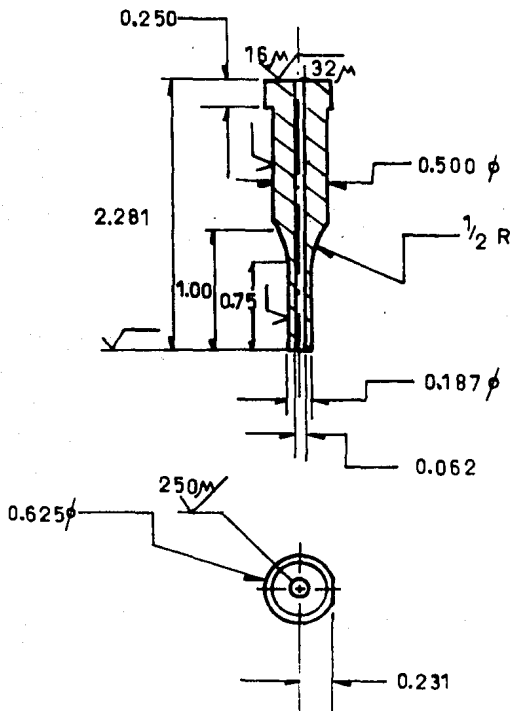
T
E
C
N
I
C
O

M.



LIMITADORES (IZQ-DER)

TOL. GRAL.	± 0.002	VER H-7	W
MATERIAL.	Ac. Trat.	TRAT. TERM.	50-52 Rc.
ESC.	1:1	⌀	pulg. APR. ING. F.J. Bonilla.
DIB.	CASS-LOPEZ	REV.	Dr. P. RUSEK.
fecha	ENERO 1990.	REF.	P 17

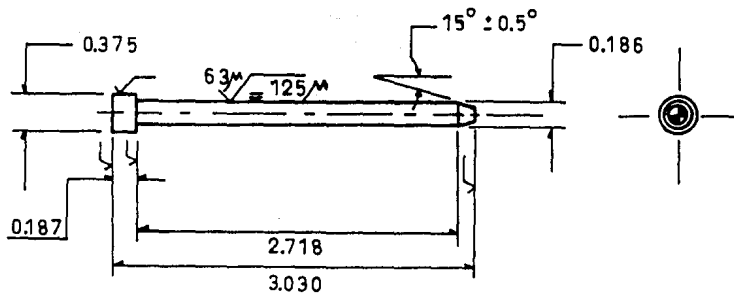


TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7			
MAT. TiC		T.T. 66-68 Rc.	
ESC. 1:1	\pm pulg.	APR.	ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ		REV.	DR. RUSEK
fecha enero 1990		REF.	P-18

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

PUNZONES

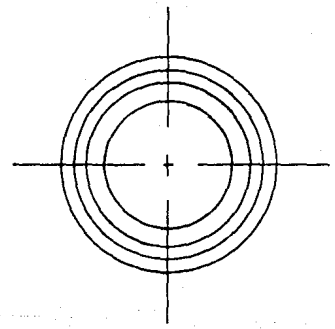
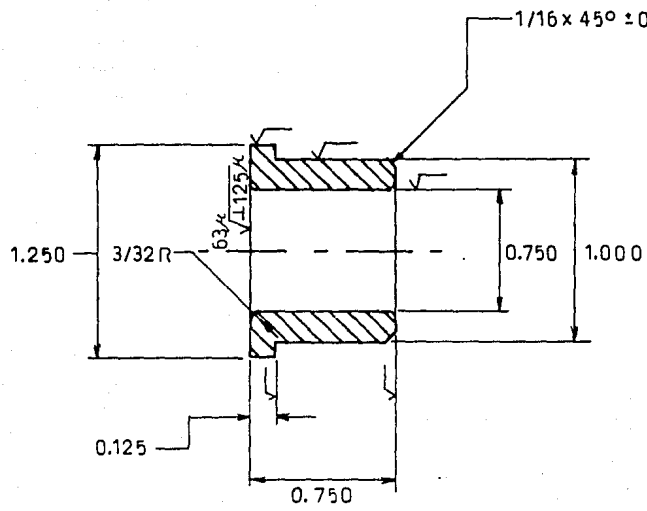


TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7			
MAT. 0-1	T.T. 56-58 Rc.		
ESC. 1:1 \pm pulg.	APR.	ING. BONILLA	
DIB. CASS-LOPEZ	REV.	DR. RUSEK	
fecha enero 1990	REF.	P 21	

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

PILOTOS

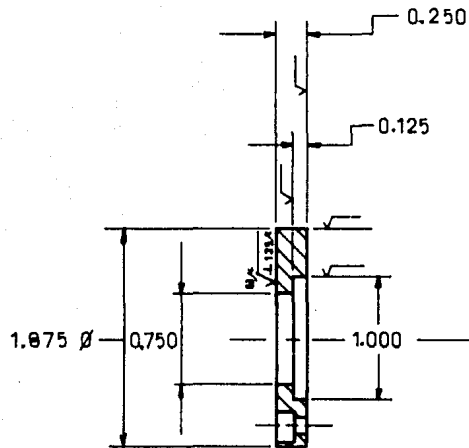


INGENIERIA
U.PANAMERICANA

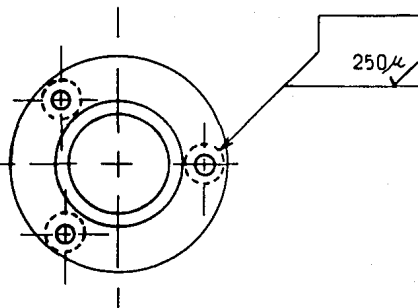
I.M.E.

BUJES

TOL.GRAL.±0.002 VER H7 wW	
MAT. Ac. Rec.	T.T.44-46 Rc.
ESC. 1:1	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990.	REF P. 23-32



TRANS. POS. DE PARTE 61-35
 3 BROS. CON CAJA PARA
 TOR DE $1/8$ EN UN RADIO DE $23/32$
 IGUALMENTE ESPACIADOS.



TOL. GRAL. ± 0.002 VER H7 $\forall \forall$

MAT. O-1 T.T. 50-52 Rc.

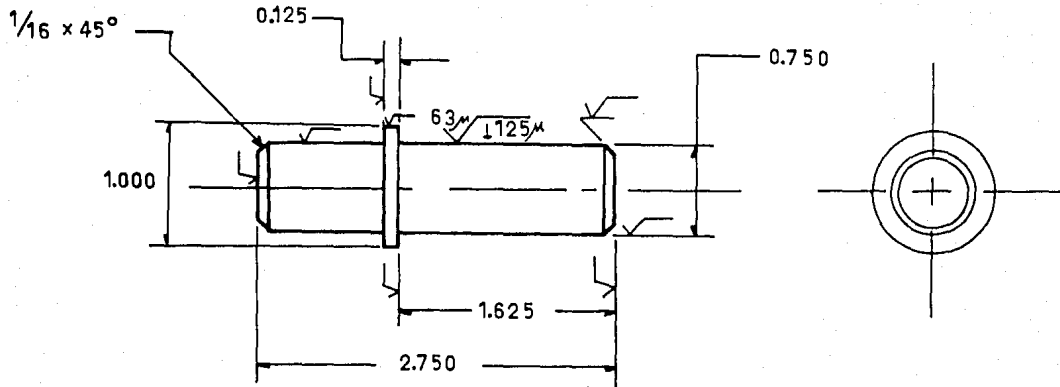
ESC. 1:10 pulg APR. ING. BONILLA

DIB. CASS-LOPEZ REV. Dr. RUSEK.

fecha enero 1990. REF P. 24

INGENIERIA
 U. PANAMERICANA

I.M.E. RONDANA BRIDA.

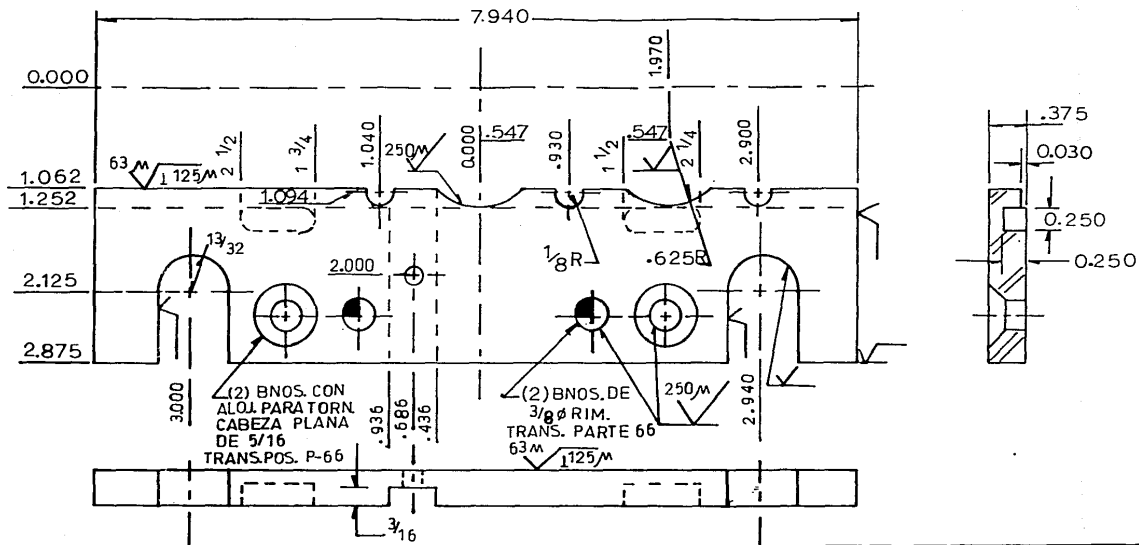


TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7	
MAT. SAE 4140	T.T. 52-54 Rc.
ESC. 1:1 $\frac{1}{4}$ pulg.	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK
fecha enero 1990	REF. P 25

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

POSTES



INGENIERIA.

U.PANAMERICANA.

I.M.E.

GUIA IZQUIERDA

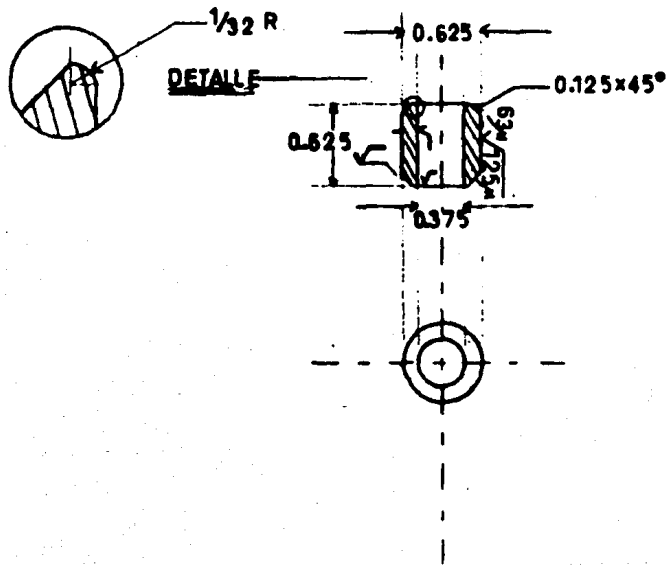
TOL. GRAL. ±0.002 pulg. VER H7 vvv

MAT. O-2 T.T. 50-52 Rc.

ESC. 1:10 pulg APR. ING. BONILLA

DIB. CASS-LOPEZ REV. Dr. RUSEK.

fecha enero 1990 REF. P-26A

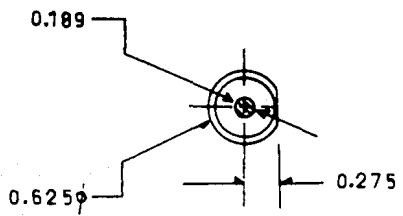
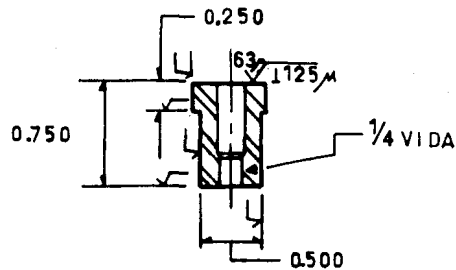


TOL. ± 0.002 pulg.	VW.
MAI. Ac. Rec.	J.I. 50-52 Rc.
esc. 1:1	apr. FJB
dib. CASS-LOPEZ	rev. DR. RUSEK
fecha enero 1990	ref. P 29

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

BUJES

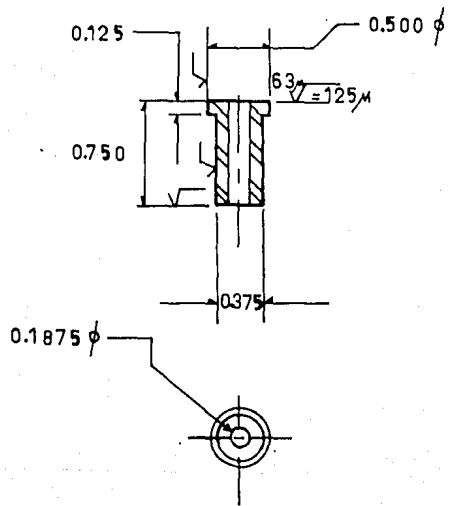


TOL. GRAL. :0002 pulg. VER H 7	
MAT. TIC	T.T. 65-68 Rc.
ESC. 1:1 $\frac{1}{4}$ pulg.	APR. ING. BONILLA
DIB CASS-LOPEZ	REV. DR. RUSEK
fecha enero 1990	REF. P 30

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

BOQUILLAS PARA PUNZON

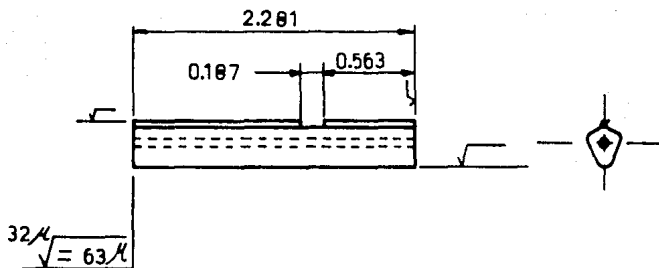
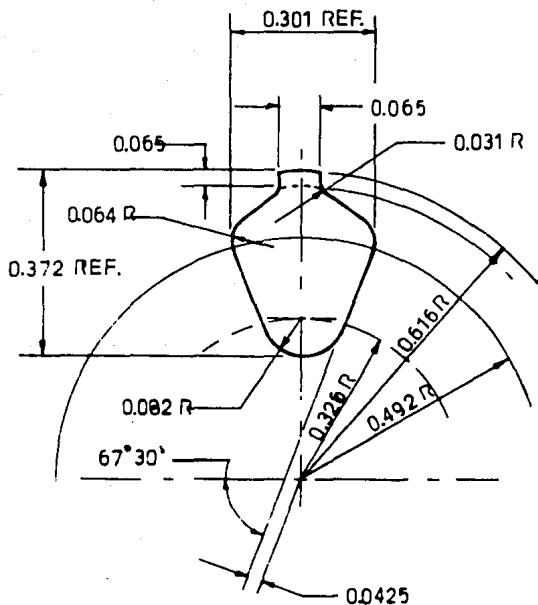


TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7			
MAT. 0-1		T.T. 52-54 Rc.	
ESC. 1:1	\pm pulg.	APR.	ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV.	DR. RUSEK	
fecha	enero 1990	REF.	P-31

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

BOQUILLAS PARA PILOTOS

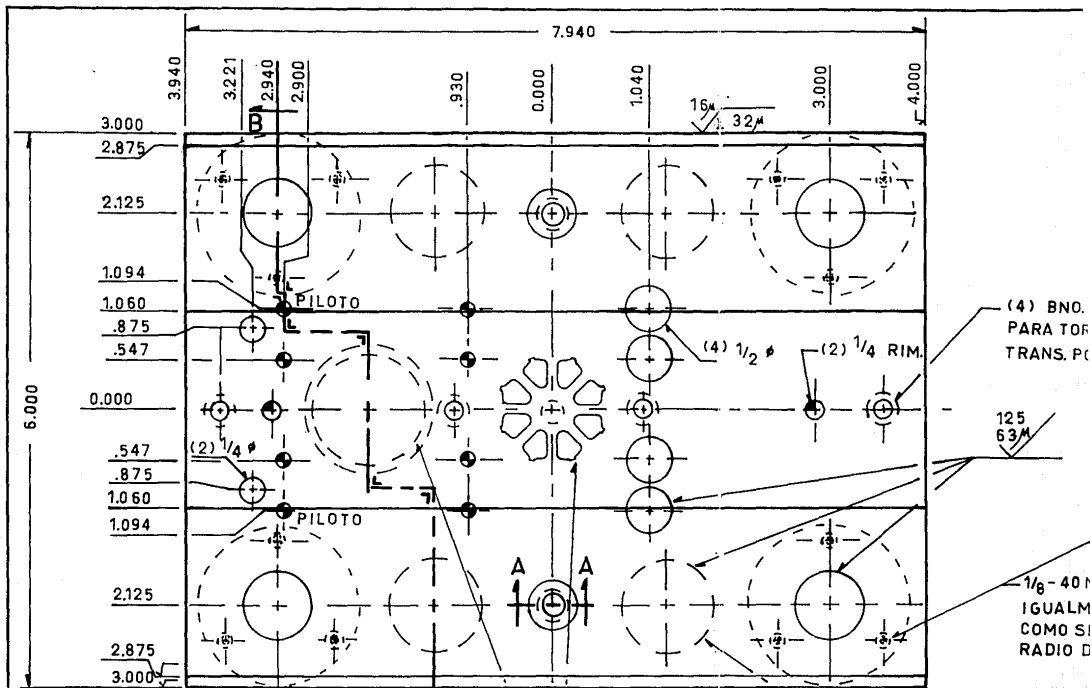


TOL.GRAL. ± 0.002 VER H7			
MAT. TIC		T.T.66-68 Rc.	
ESC. 1:10	esc. pulg	APR. ING. BONILLA	
DIB. CASS-LOPEZ		REV. Dr. RUSEK.	
fecha enero 1990.		REF	P. 33

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

PUNZONES



(4) BNO.
PARA TOR
TRANS. PC

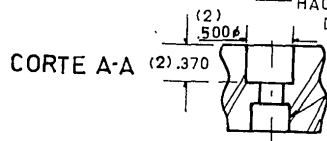
125
63M

1/8 - 40 r
IGUALM
COMO SI
RADIO D

B ←

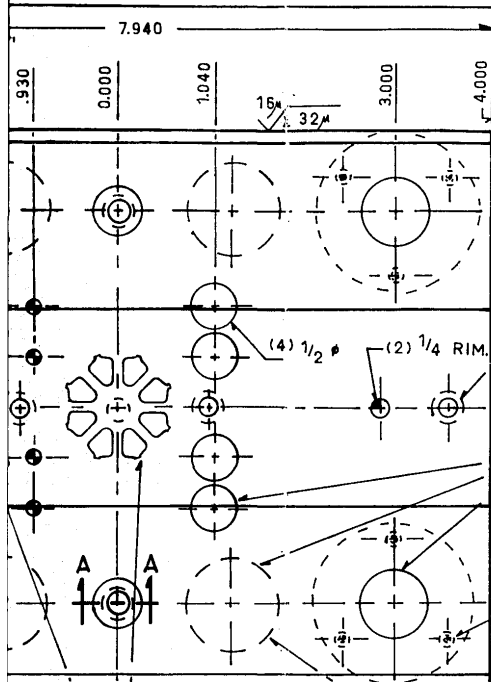
MEDIDAS IGUALES A LOS PUNZONES CON 0.005" DE HOLG. PARA DETALLES VER PARTES 33y42 HACER RANURA PARA ALOJAMIENTO DE RESINAS PARA DETALLES VER PARTE No. 54

TRANSFERIR POS. PARTE No.36



BNO. CON CAJA PARA TORNILLO DE 1/4 STD.

INGENIERIA	I.M.E.	PLANCHADOR
U. PANAMERICANA		



(4) BNO. CON CAJA
PARA TORN. DE 1/4
TRANS. POS. PARTE No. 34

125
63M

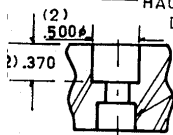
250M PARA TODOS
LOS BNOs.

1/8 - 40 NC x 1/4
IGUALMENTE ESPACIADOS
COMO SE MUESTRA EN
RADIO DE 3/4

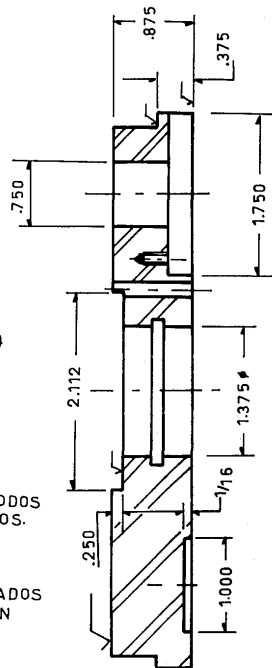
MEDIDAS IGUALES
A LOS PUNZONES CON
0.005" DE HOLG. PARA
DETALLES VER PARTES 33y42

HACER RANURA PARA ALOJAMIENTO
DE RESINAS PARA DETALLES VER
PARTE No. 54

TRANSFERIR
POS. PARTE No. 36



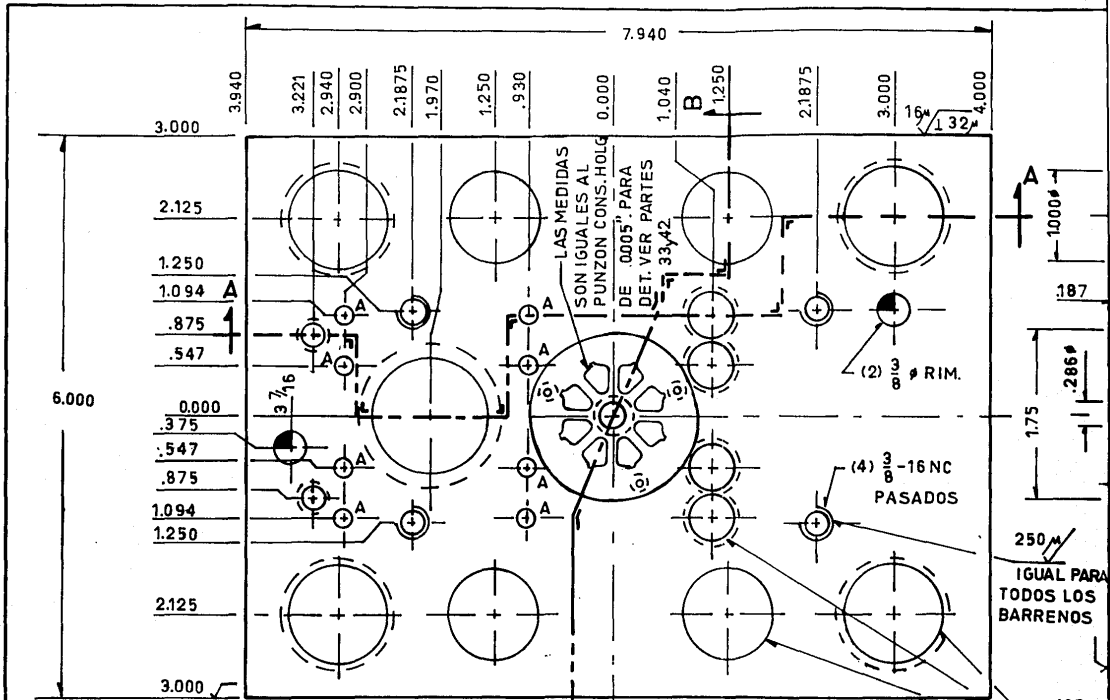
BNO. CON CAJA
PARA
TORNILLO DE 1/4 STD.



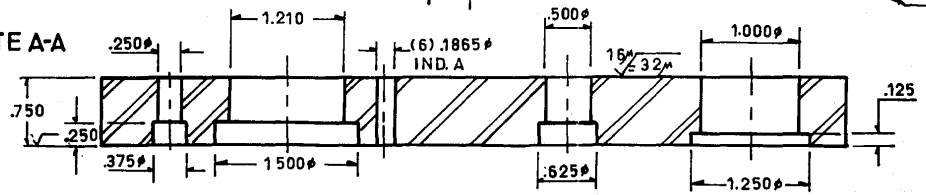
CORTE B-B

PLANCHADOR

TOL. GRAL. ± 0.005 pulg.	W
MATERIAL 0-2	TRAT. TERM. 44 Rc
ESC. 1:1	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK
fecha ENERO 1990	REF. P 35



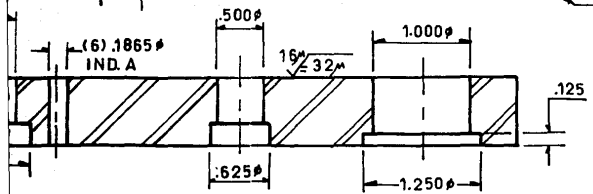
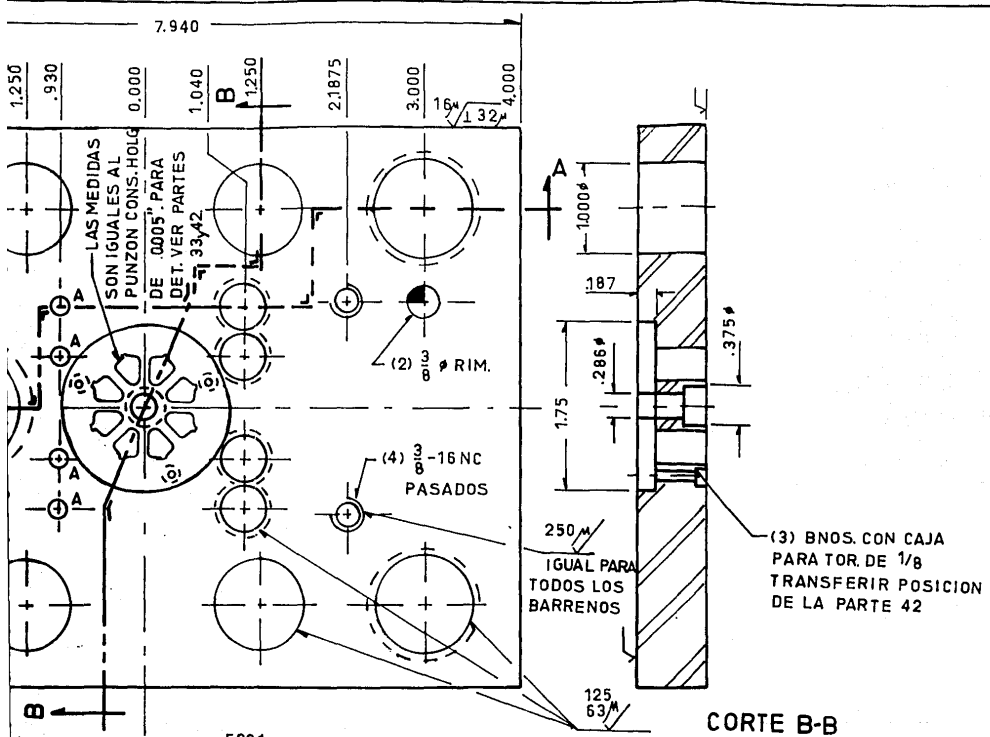
CORTE A-A



INGENIERIA
U. PANAMERICANA

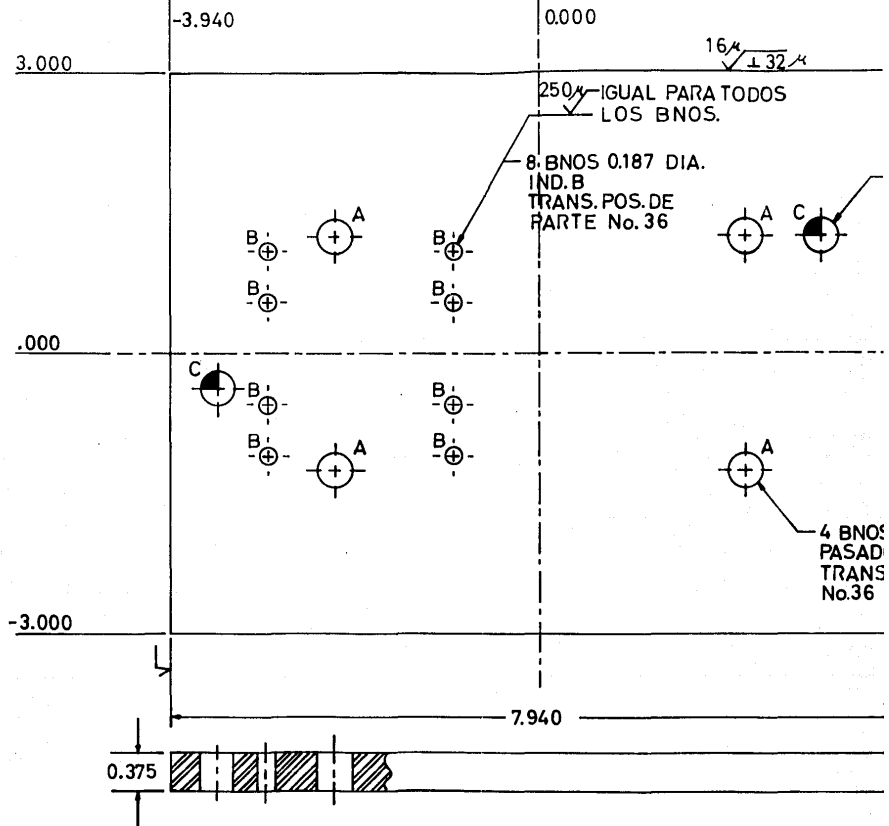
I.M.E.

PORTA PUNZONES



PORTA PUNZONES

TOL. GRAL. \pm 0.005 pulg.		WW	
MATERIAL O-2		TRAT. TERM. 50 Rc	
ESC. 1:1	ϕ pulg.	APR. ING. BONILLA	
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK		
fecha ENERO 1990	REF. P 36		



INGENIERIA
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

SUFRIDERA

.940

0.000

4.000

16 μ \perp 32 μ

250 μ IGUAL PARA TODOS
LOS BNOS.

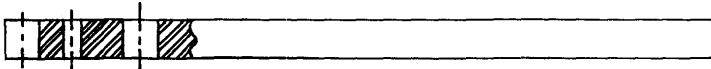
8 BNOS 0.187 DIA.
IND. B
TRANS. POS. DE
PARTE No. 36

2 BNOS 3/8 DIA. RIM. IND. C
TRANS. POS. DE PARTE
No. 36

6.000

4 BNOS 19/32 DIA.
PASADOS IND. A
TRANS. POS. DE PARTE
No. 36

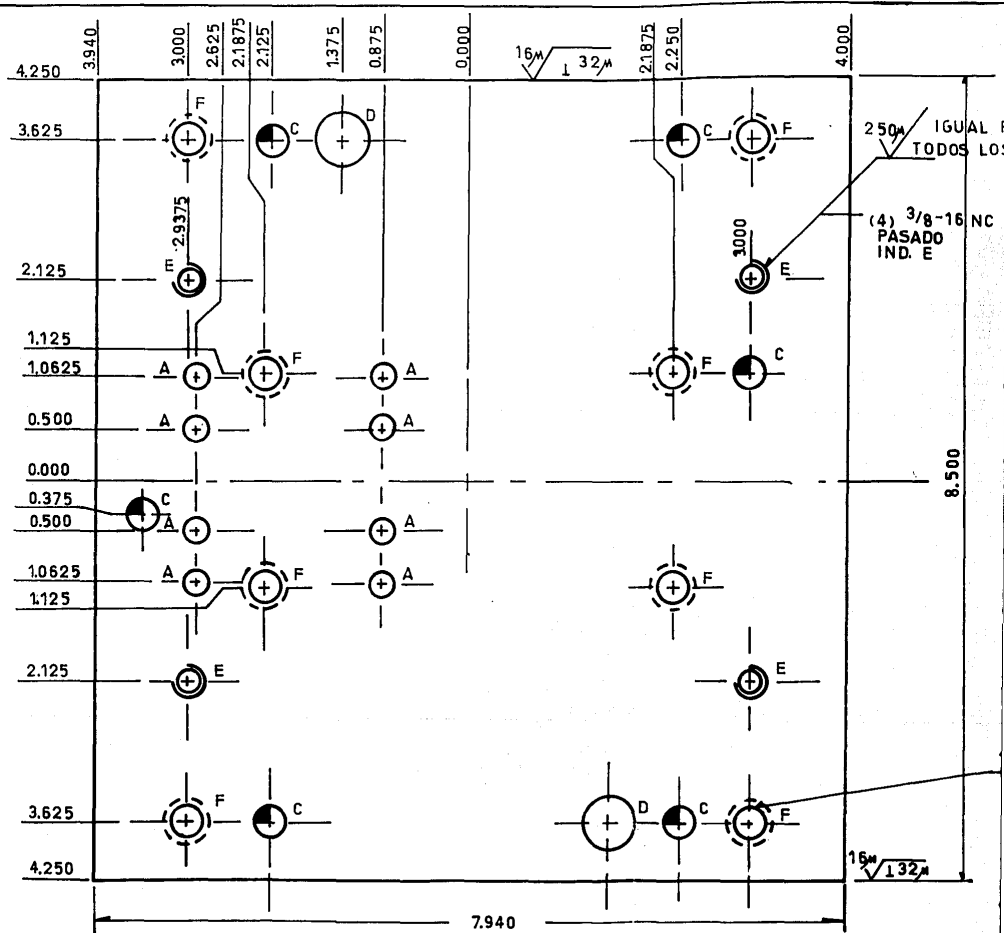
7.940



TOL. GRAL. ± 0.005	VER H-7	W
MATERIAL. O-1	TRAT. TERM. 56-58 Rc.	
ESC. 1:1	APR. ING. F.J. Bonilla.	
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. P. RUSEK.	
fecha	ENERO 1990.	REF. P 37

M.E.

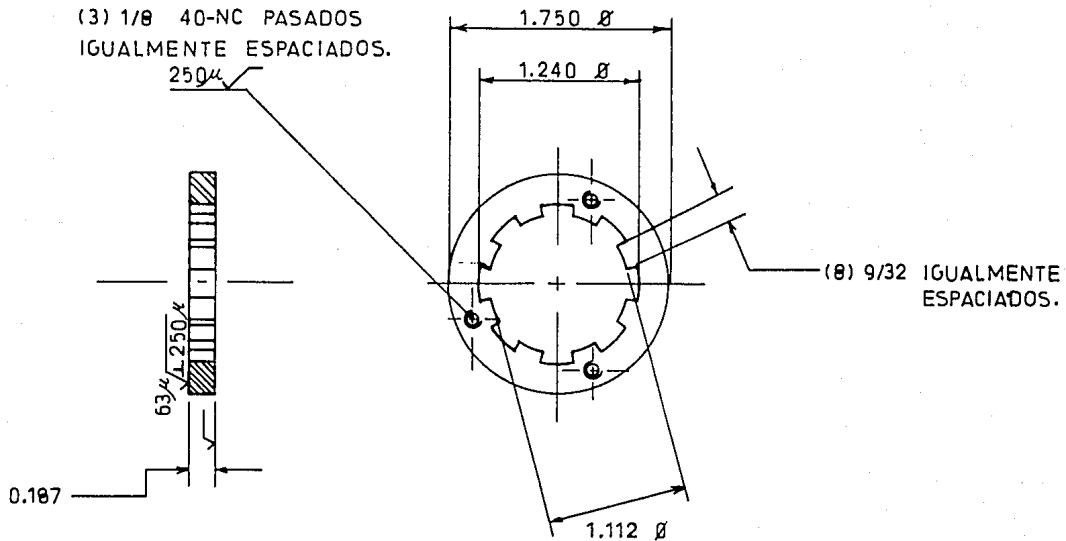
SUFRIDERA



INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

PLACA ENSAMBLE

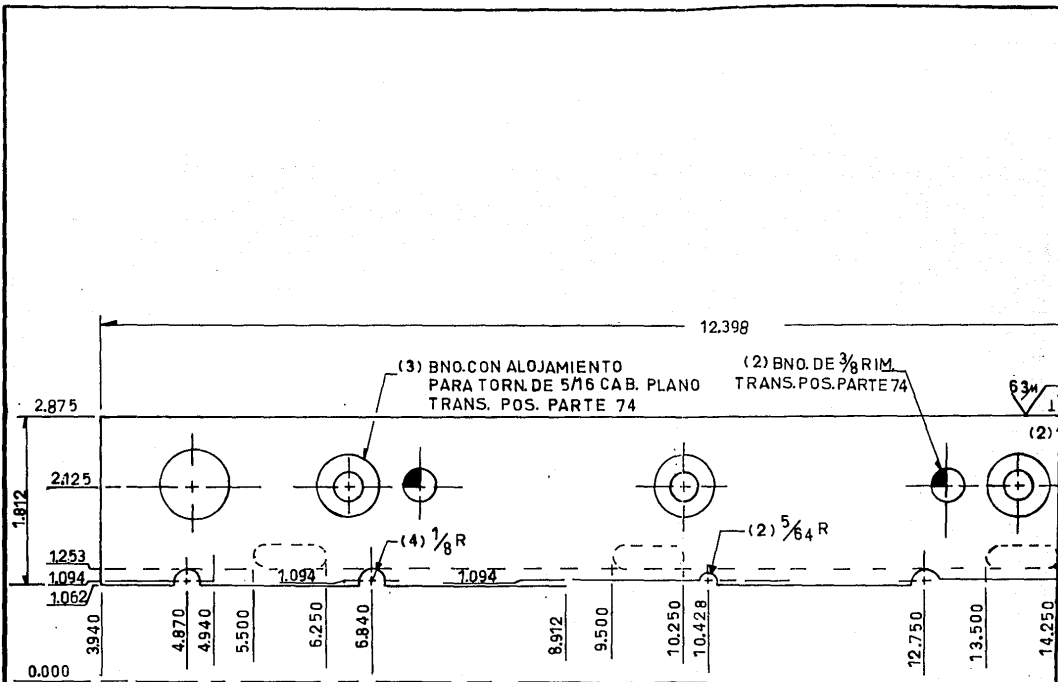


TOL.GRAL.±0.002 VER H7 $\nabla\nabla$			
MAT.Ac. Trat.		T.T.50-52 Rc.	
ESC. 1:1	\varnothing pulg	APR.	ING.BONILLA
DIB.	CASS-LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK.
fecha	enero 1990.	REF	P. 42

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

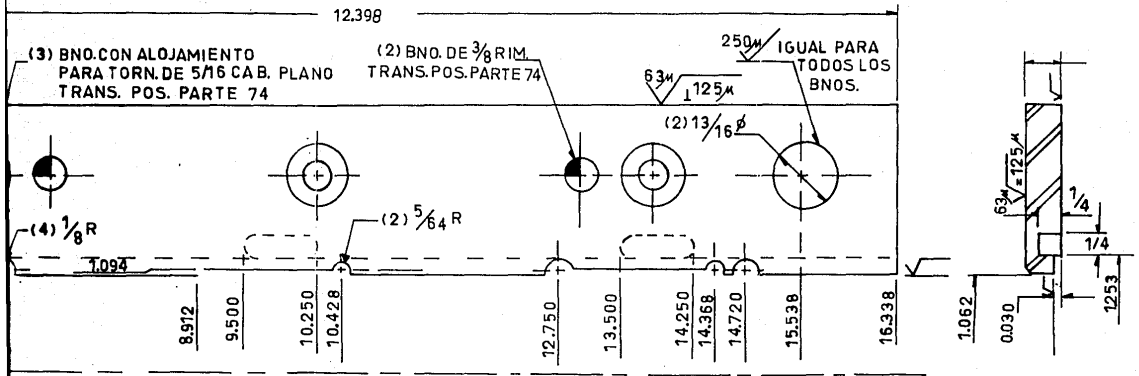
SEGURO
PUNZONES



INGENIERIA
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

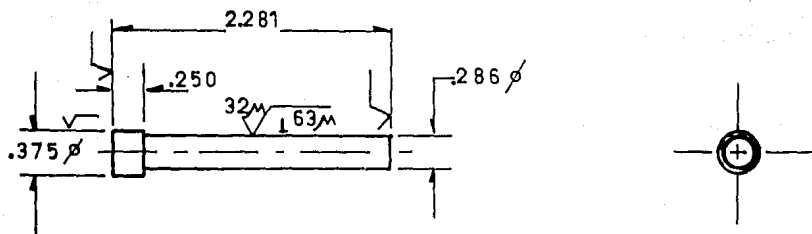
GUIAS LATERALES (IZQ.-DER.)



TOL. GRAL. ±0.002 pulg. VER H7		vvv
MATERIAL. 0-2		TRAT. TERM. 44-46 Rc.
ESC. 1:1	± pulg.	APR. ING. F.J. Bonilla.
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. P. RUSEK.	
fecha	ENERO 1990.	REF. P-43

I.M.E.

GUIAS LATERALES (IZQ.-DER.)

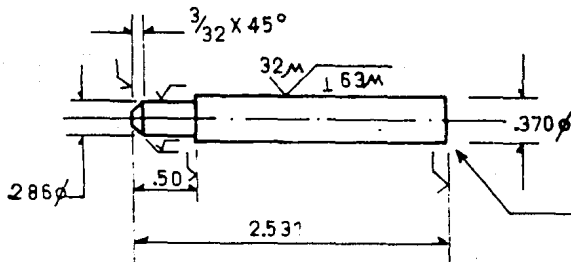
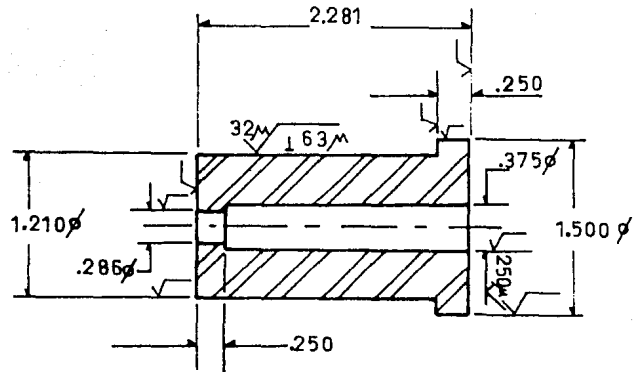
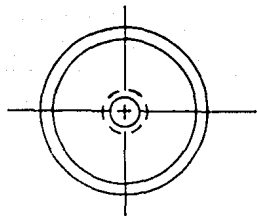


TOL. GRAL. .0002 pulg. VER H 7			
MAT. TiC		T.T. 66-68 Rc.	
ESC. 1:1	4 pulg.	APR.	ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ		REV.	Dr. RUSEK
fecha enero 1990		REF.	P 46

INGENIERIA.
U.PANAMERICANA.

I.M.E.

PUNZON



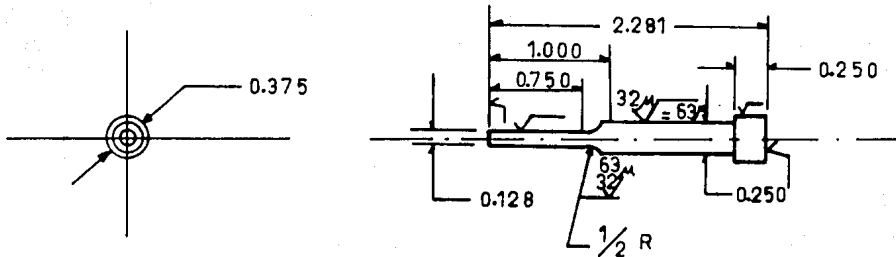
INSERTO PARA PUNZON
 MAT. D2
 T.T. 54-56 Rc.
 REF. P 50 VV

TOL. GRAL. .0002 pulg. VER H 7			
MAT. TiC		T.T. 56-68 Rc.	
ESC.	1:1	APR.	ING. BONILLA
DIB.	CASS-LOPEZ	REV.	DR. ROSEK
fecha	enero 1990	REF.	P 48

INGENIERIA
 U. PANAMERICANA

I.M.E.

PUNZON E. INSERTO
 (CENTRADOR)



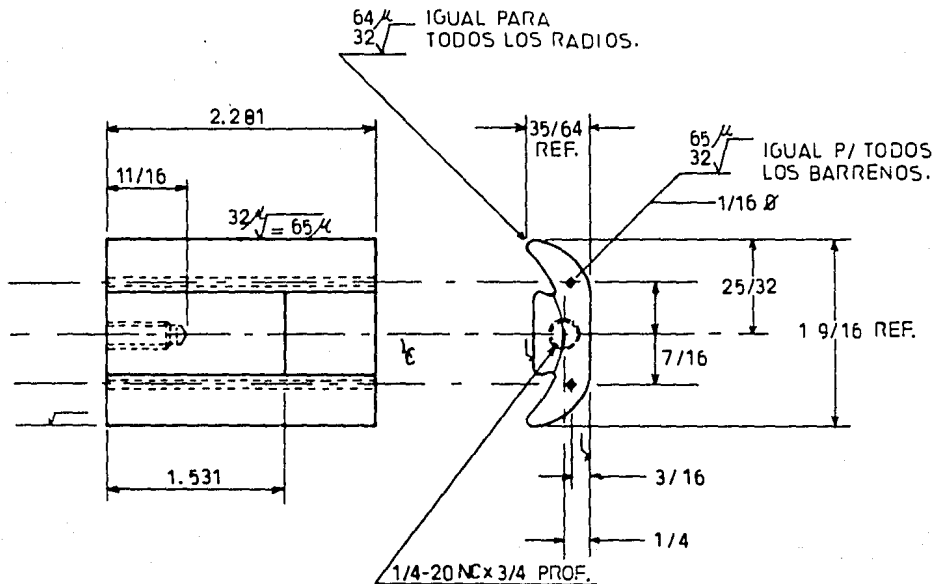
TOL. GRAL. ± 0.002 pulg. VER H 7			
MAT. TiC		T.T. 55-58 Rc.	
ESC. 1:1	← 4 pulg.	APR. ING. BONILLA	
DIB. CASS-LOPEZ		REV. Dr. RUSEK	
fecha enero 1990		REF. P 51-52	

INGENIERIA.

I.M.E.

PUNZON

U. PANAMERICANA.

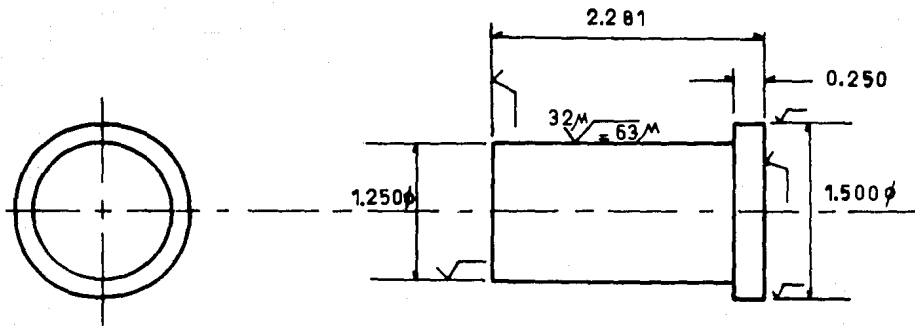


TOL.GRAL. ±0.002 VER H7	
MAT. TIC	T.T. 66-68 Rc.
ESC. 1:1	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990.	REF P. 53

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

PUNZON

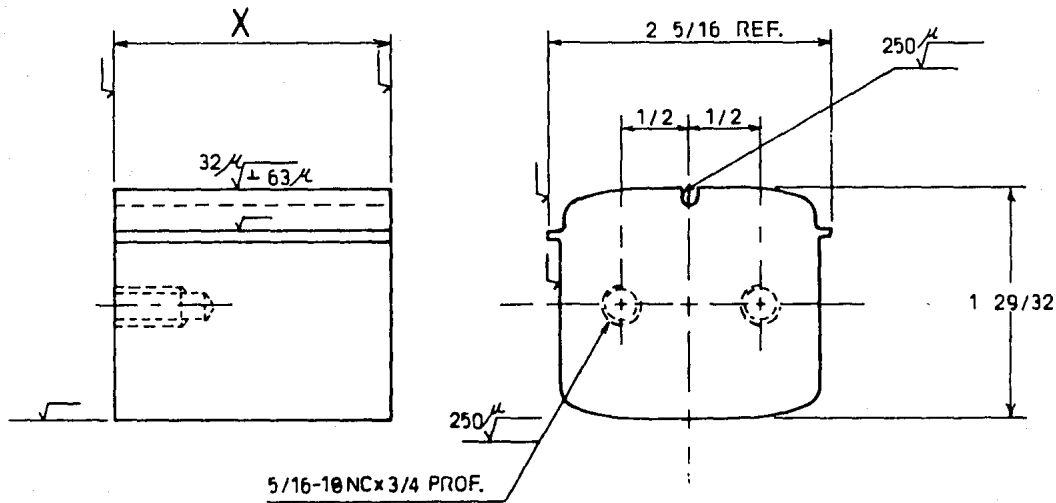


TOL. GRAL. :0002 pulg. VER H 7			
MAT. TIC		T.T. 55-58 Rc.	
ESC. 1:1	4 pulg.	APR.	ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV.	DR. RUSEK	
fecha	enero 1990	REF.	P 54

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

PUNZON



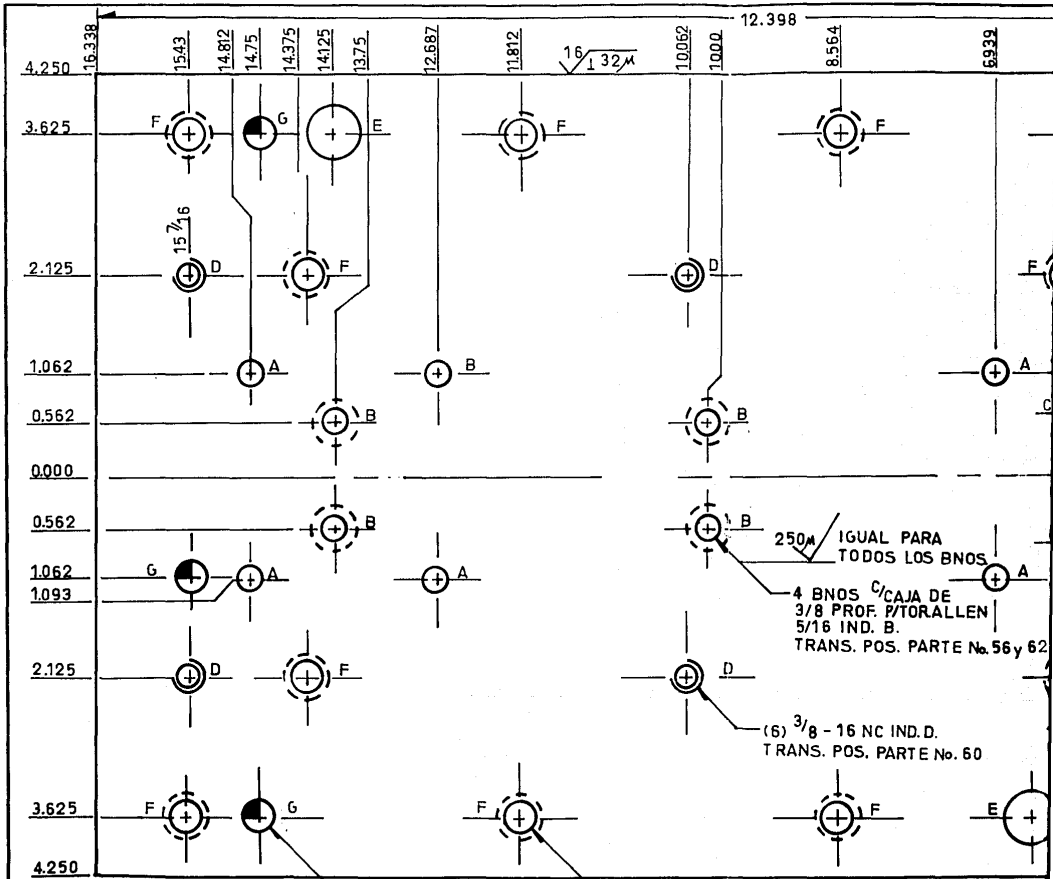
NOTA: HACER UN PUNZON DE
 X = 2.201 Y OTRO DE
 X = 2.230
 PARA DIM. FALTANTES
 VER PLANO (D-2)

TOL. GRAL. ±0.002 VER H7	
MAT. T1C	T.T. 66-68 Rc.
ESC. 1:1 @ pulg	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990	REF. P.56-62

INGENIERIA
 U. PANAMERICANA

I.M.E.

PUNZON

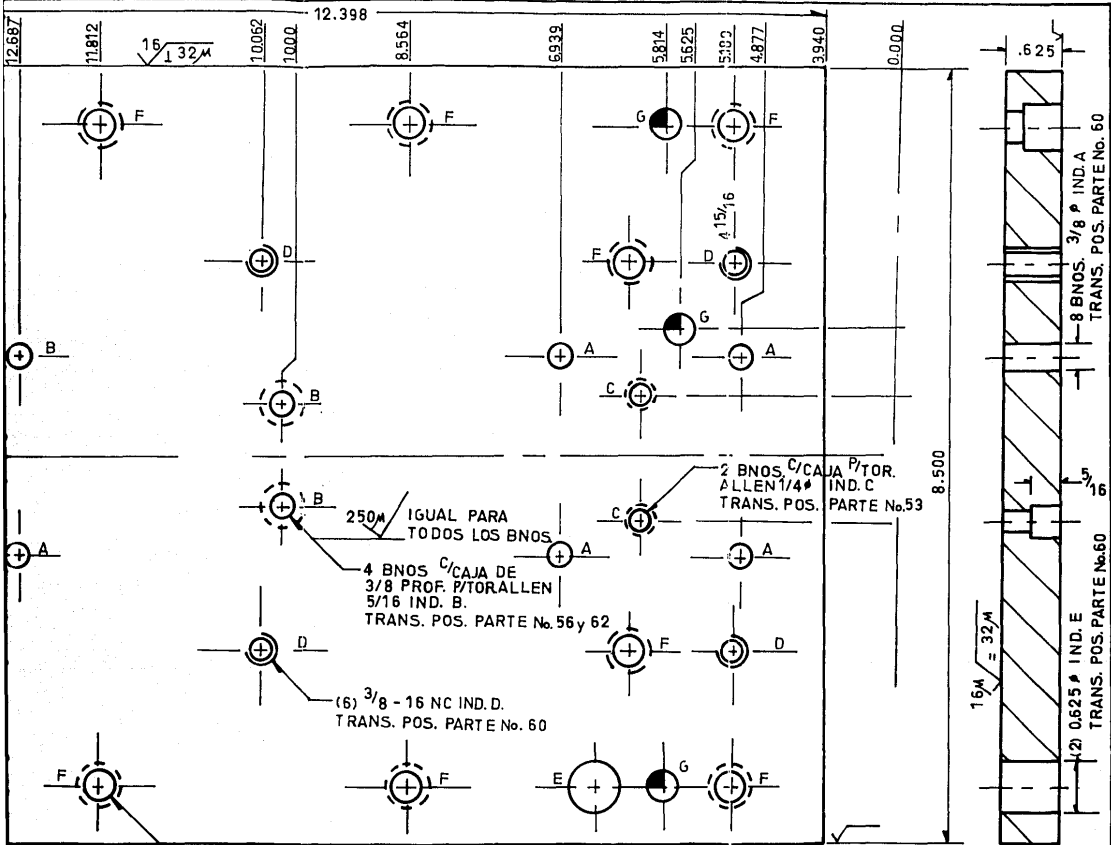


INGENIERIA

U. PANAMERICANA

I.M.E.

PLACA ENSAMBLE



16 # RIM, IND. G
3 POS. PARTE No. 43 y 60

12 B.NOS. C/CAJA DE 7/16 PROF. PARA TOR. ALLEN
3/8 # IND. F TRANS. POS. PARTE No. 43 y 60

TOL. GRAL. ± 0.005 pulg.	▽
MATERIAL H.D.	TRAT. TERM.
ESC. 1:1 $\frac{1}{16}$ pulg.	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK
fe chz ENERO 1990	REF. P 58

M.E.

PLACA ENSAMBLE

-16.431

3.000

4 BNOS. 19/32 DIA .
PASADOS IND. B
TRANS. POS. DE PARTE
No: 60

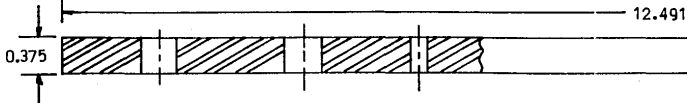
250/4 IGUAL PARA
TOOS LOS BNOS.

8 BNOS. 0.107 DIA.
PASADOS IND. A
TRANS. POS. DE PARTE
No: 60

0.000

-3.000

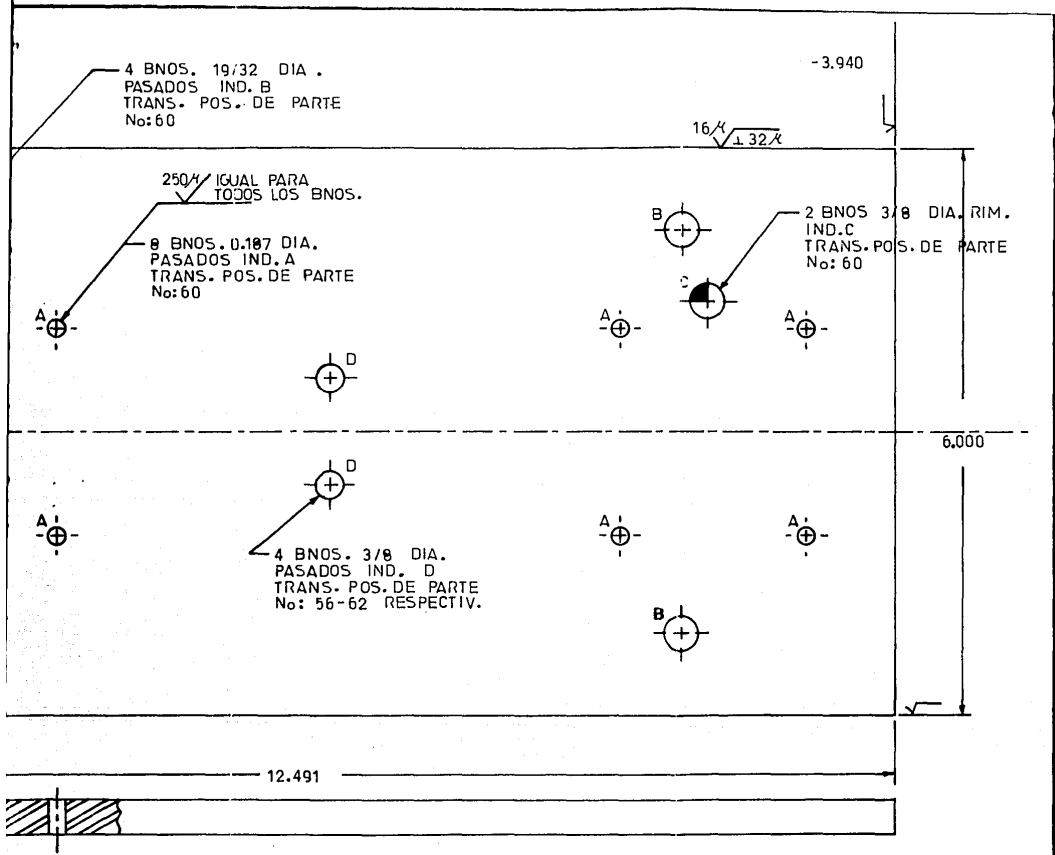
4 BNOS. 3/8 DIA.
PASADOS IND. D
TRANS. POS. DE PARTE
No: 56-62 RESPECTIV.



INGENIERIA
U. PANAMERICANA.

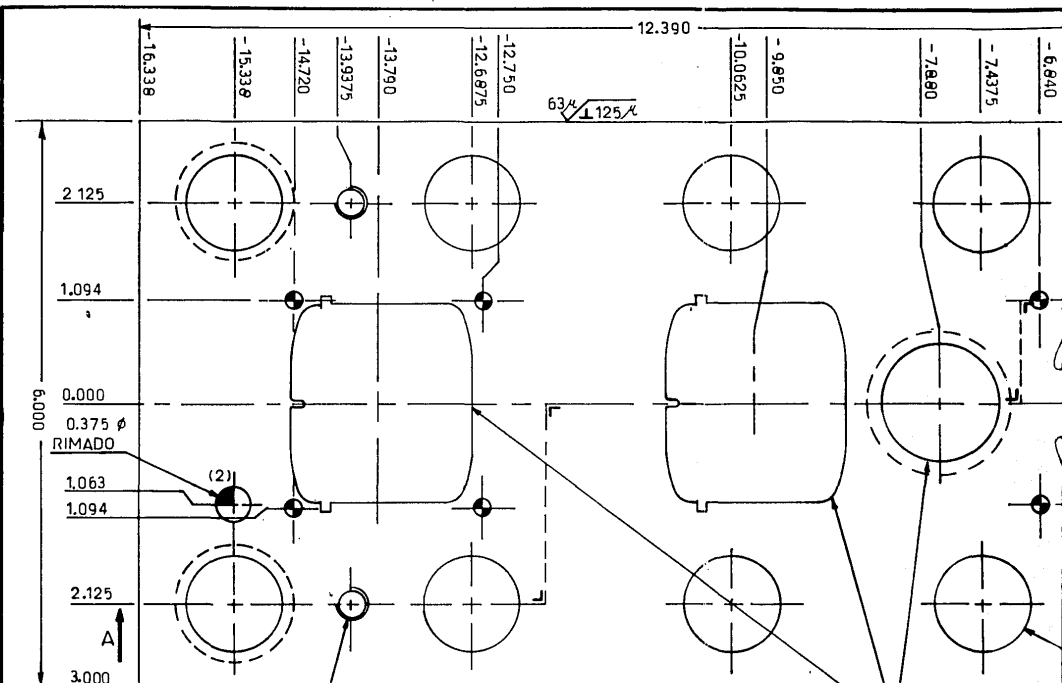
I.M.E.

SUFRIDERA (SEGUNDA ETAPA)



SUFRIDERA (SEGUNDA ETAPA)

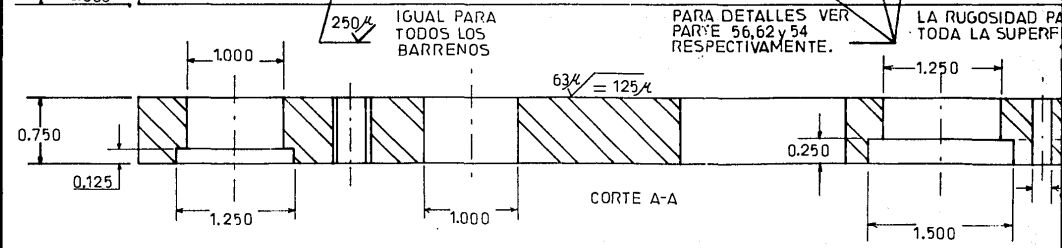
TOL. GRAL. ±0.005	VER-H 7	W
MATERIAL. 0-1	TRAT. TERM. 56-58 Rc.	
ESC. 1:1	ING. F.J. Bonilla.	
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr.P. RUSEK.	
fecha	ENERO 1990.	REF. P 59



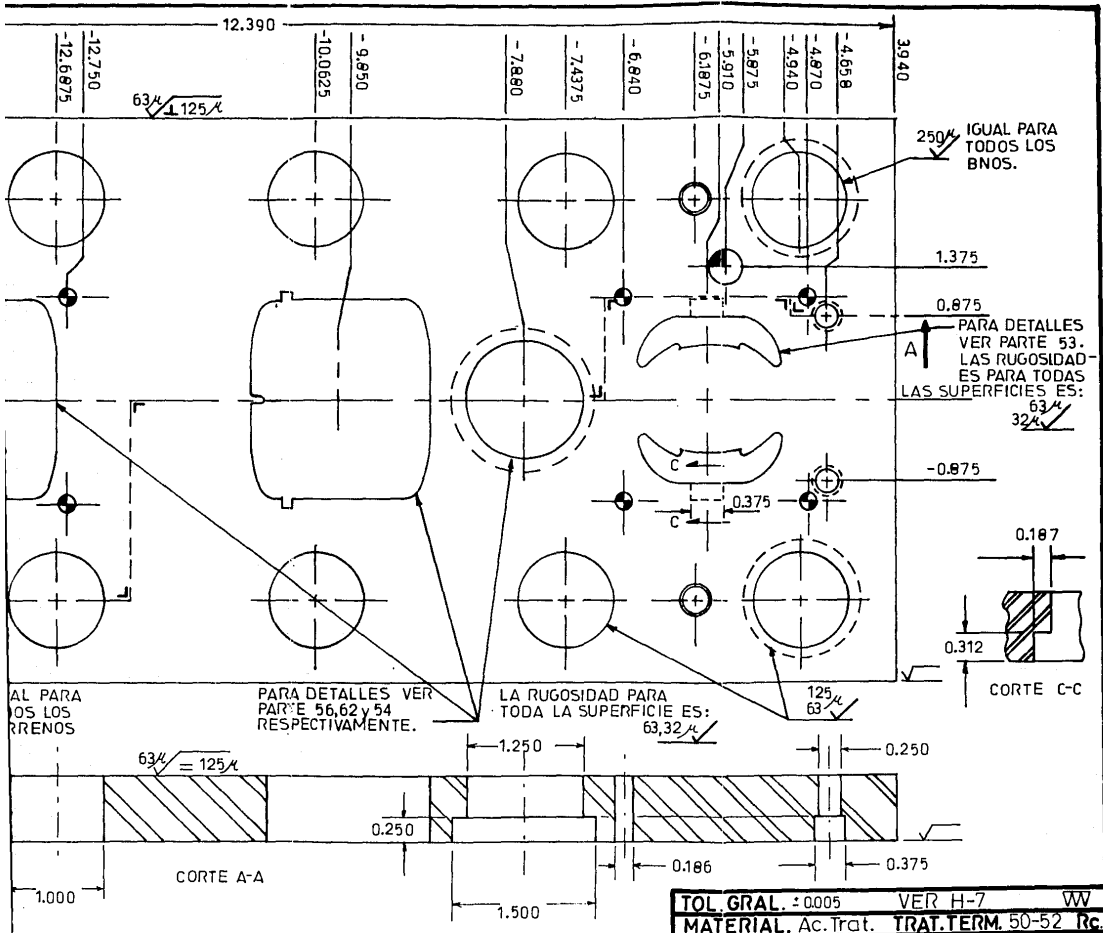
250µ IGUAL PARA TODOS LOS BARRENOS

PARA DETALLES VER PAR'E 56,62 y 54 RESPECTIVAMENTE.

LA RUGOSIDAD PA TODA LA SUPERF

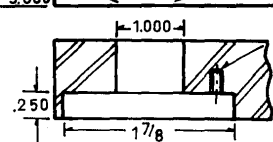
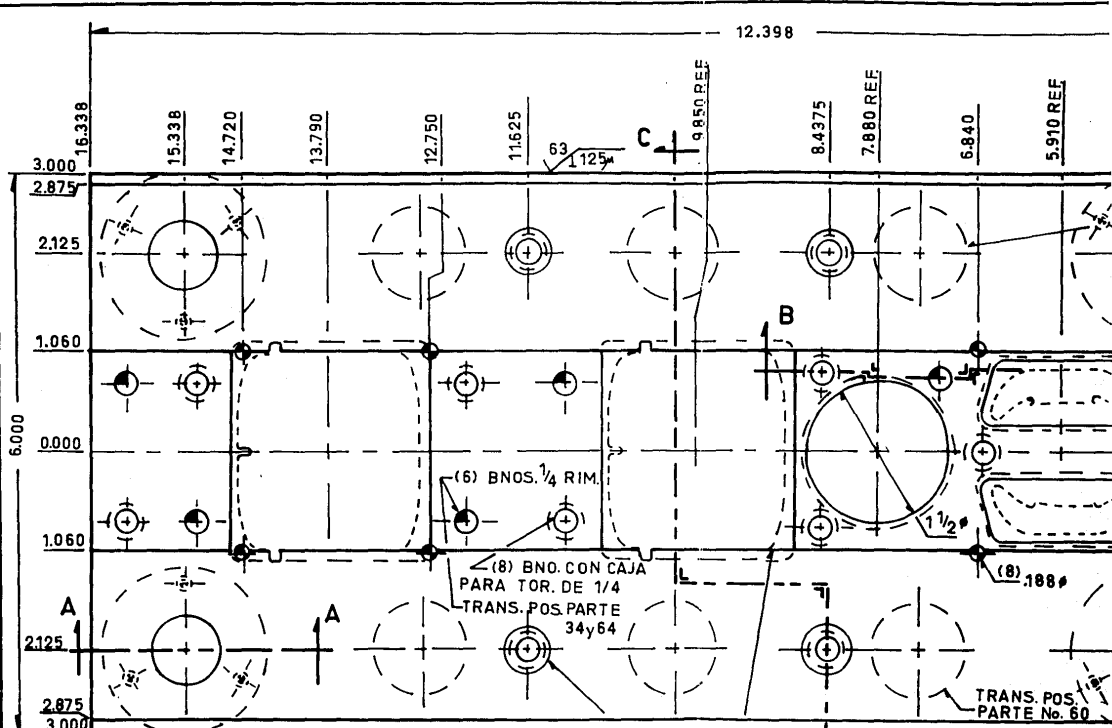


<p>INGENIERIA U. PANAMERICANA.</p>	<p>I.M.E.</p>	<p>PLACA PORTAPUNZONES. (2ª etapa)</p>
--	---------------	--



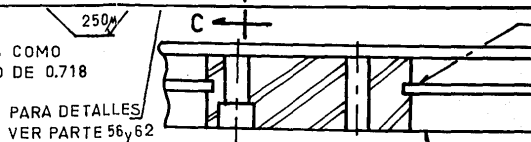
E. PLACA PORTAPUNZONES. (2ª etapa)

TOL. GRAL. : 0.005	VER H-7	VW
MATERIAL Ac.Trat.	TRAT.TERM. 50-52 Rc.	
ESC. 1:1	ING. F.J. Bonilla.	
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr.P. RUSEK.	
fecha	ENERO 1990.	REF. P 60



CORTE A-A

1/8 - 4NCx 1/4
 IGUALMENTE ESPACIADOS COMO
 SE MUESTRA EN UN RADIO DE 0.718



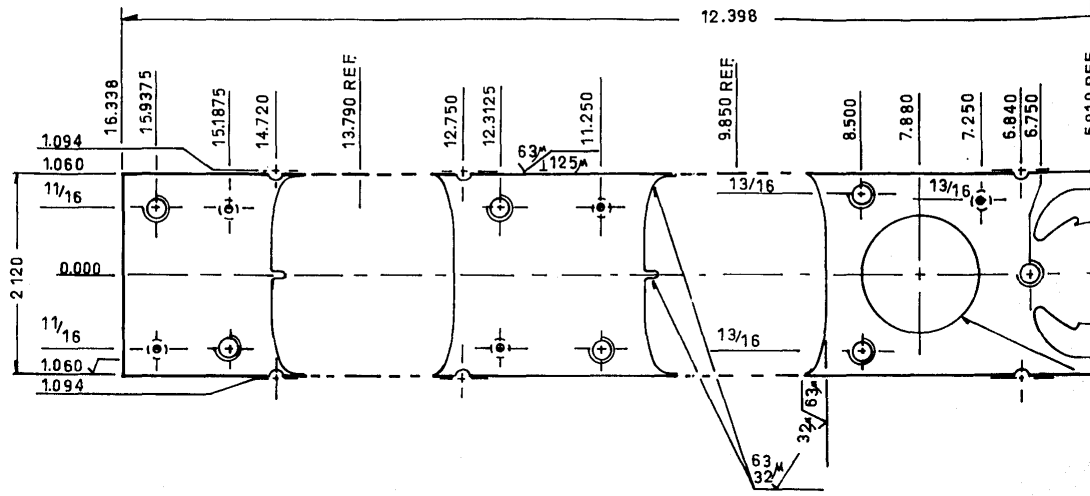
PARA DETALLES
 VER PARTE 56 y 62

INGENIERIA
 U. PANAMERICANA

I.M.E.

PLANCHADOR

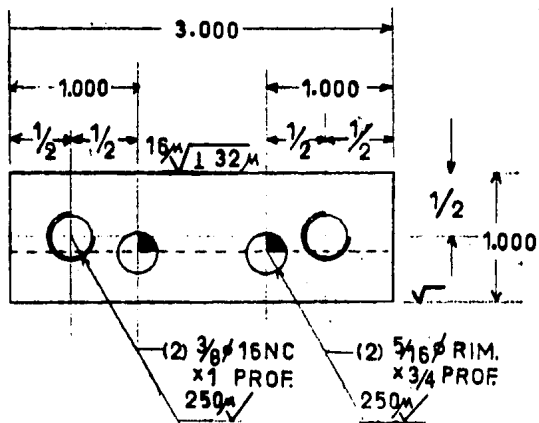
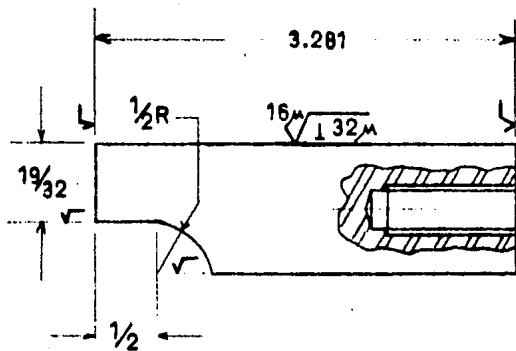
T
 P
 E
 D
 I
 f e



INGENIERIA
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

PLACA DE CHOQUE



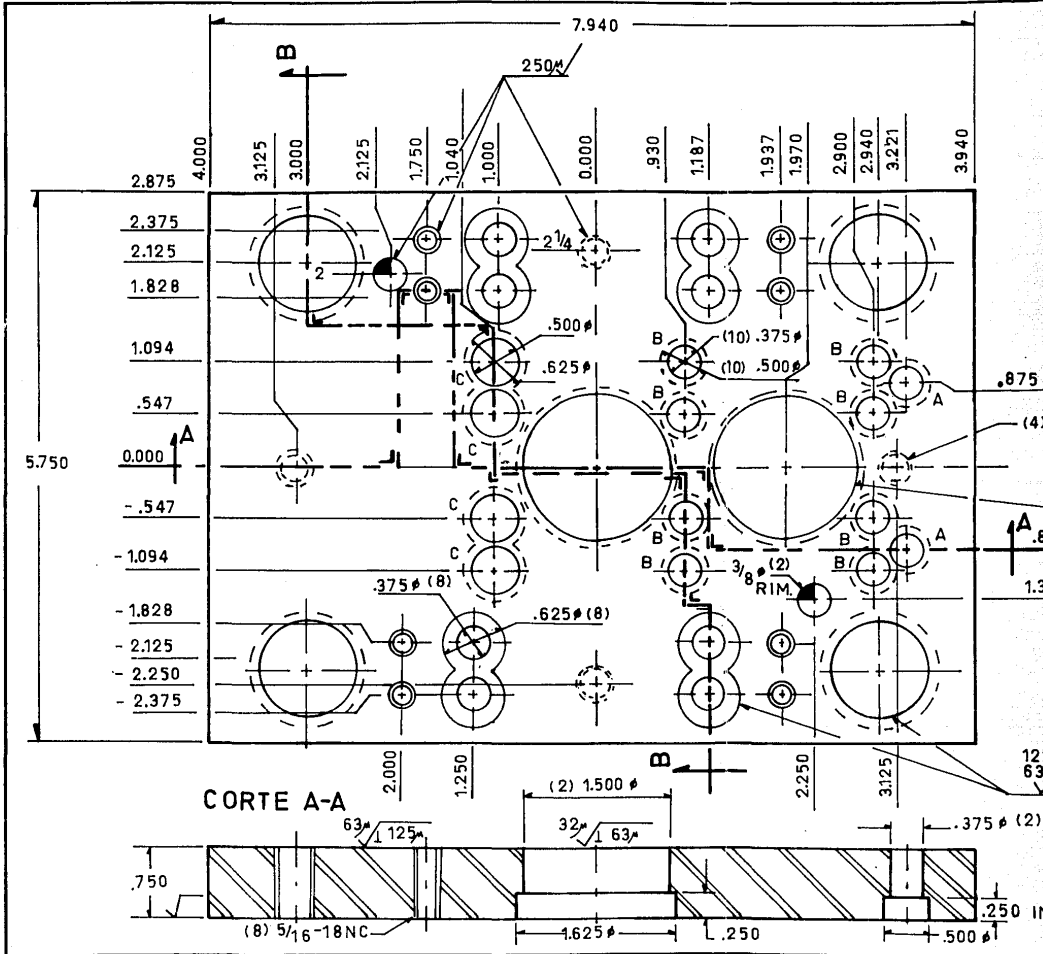
TOL. ±0.002 pulg.		VVV	
MAT. TiC		T.T. 66-68 Rc.	
esc. 1:1	☐	apr.	FJB
dib. CASS-LOPEZ		rev.	Dr. RUSEK
fecha enero 1990		ref.	P 65

INGENIERIA

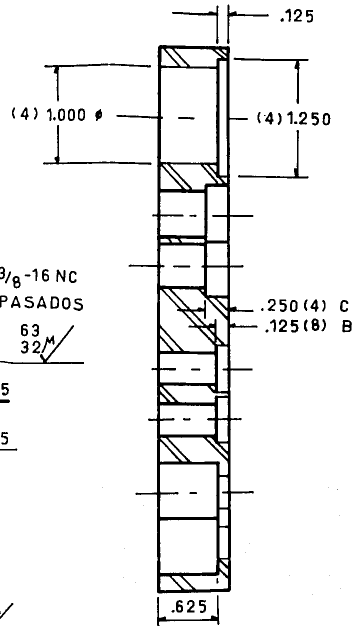
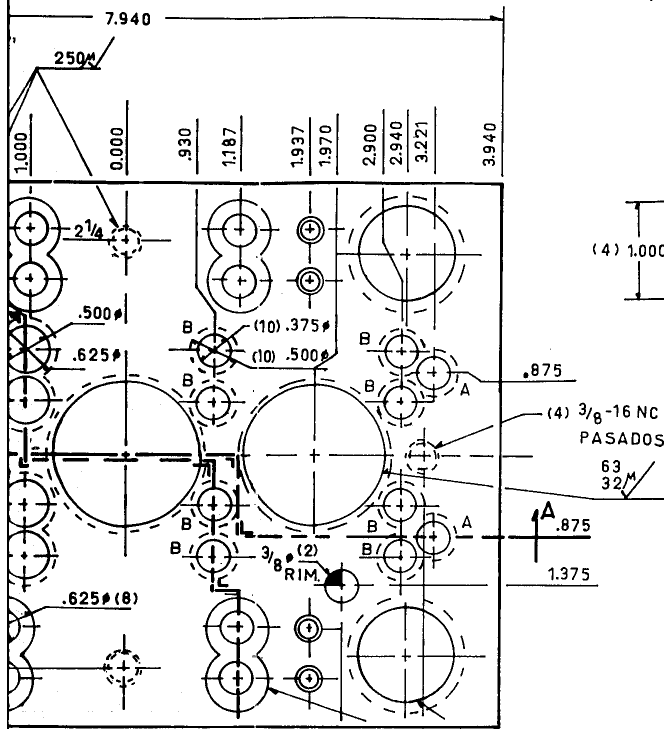
U. PANAMERICANA

I.M.E.

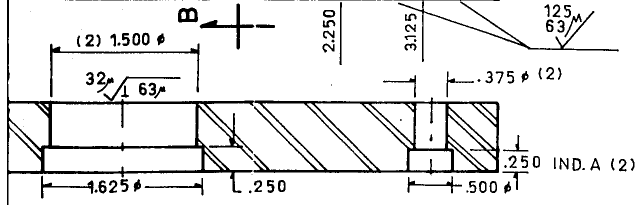
PUNZON RECORTE



INGENIERIA	I.M.E.	PORTAMATRIZ
U. PANAMERICANA		

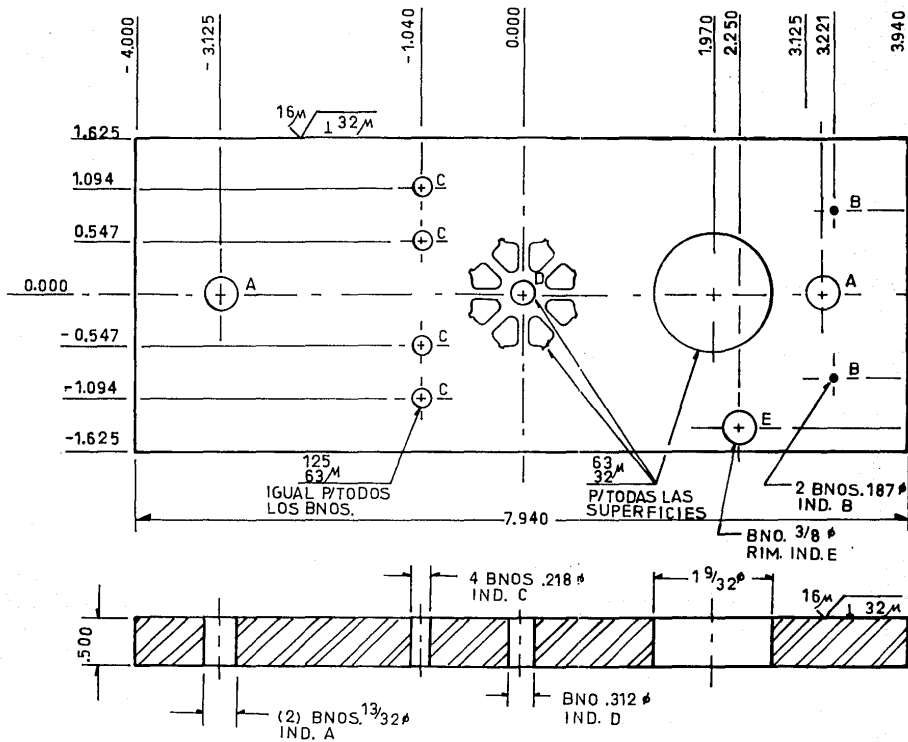


CORTE B-B



PORTAMATRIZ

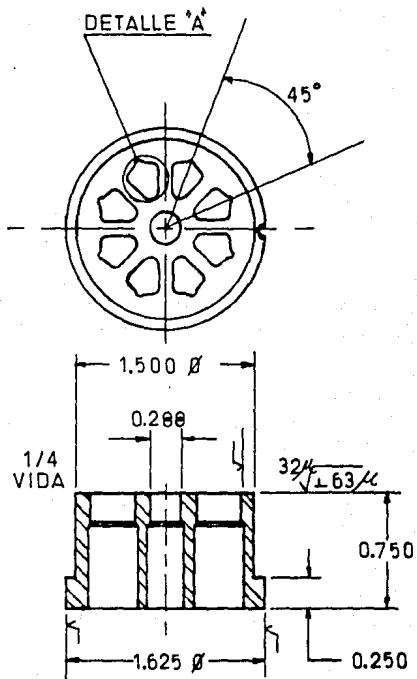
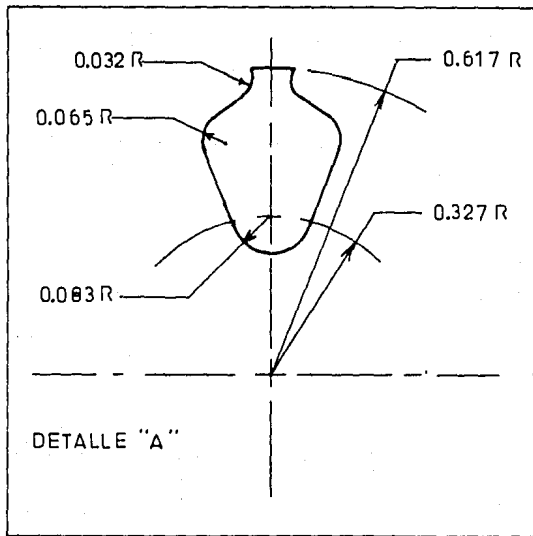
TOL. GRAL.	±0.005 pulg	VER H7	VVV
MATERIAL	0-2	TRAT. TERM.	44-46 Rc.
ESC.	1:1	pulg.	APR. ING. BONILLA
DIB.	CASS - LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK
fecha	ENERO 1990	REF.	P 66



INGENIERIA
U. PANAMERICANA.

L.M.E.

PLACA SUFRIDERA



±0.25°

TOL.GRAL.±0.002 VER H7

MAT. TiC T.T.66-68 Rc.

ESC. 1:1 espulg APR. ING. BONILLA

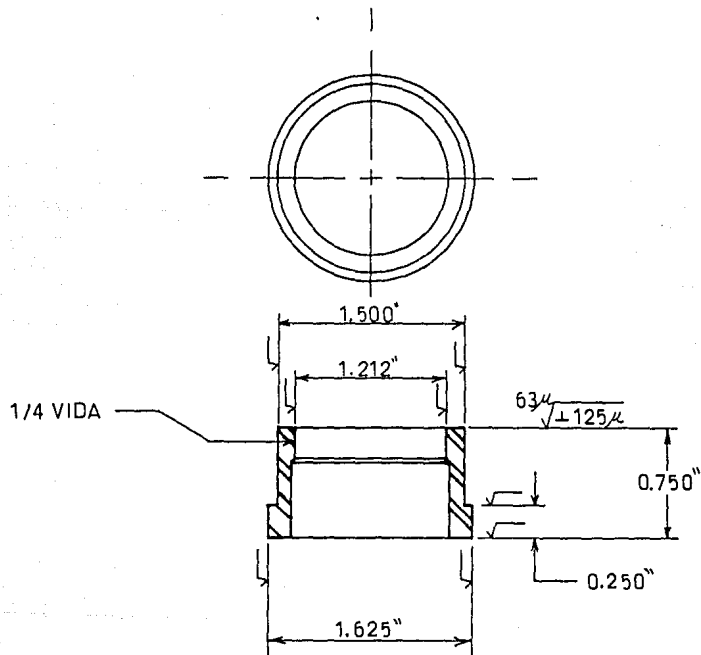
DIB. CASS-LOPEZ REV. Dr. RUSEK.

fecha enero 1990. REF P. 69

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

INSERTO



TOL. VER CAT.

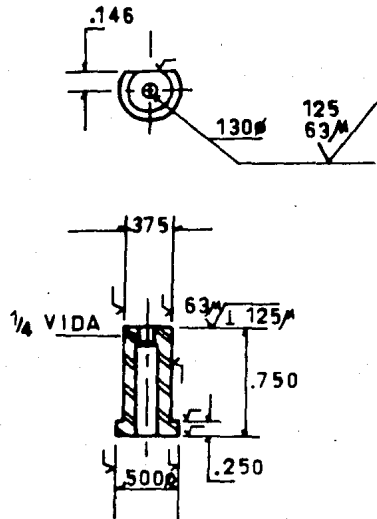
TOL. GRAL. ± 0.002 VER H7 \forall	
MAT. TIC	T.T. 66-68 Rc.
ESC. 1:10 $\frac{1}{16}$ pulg	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990.	REF P. 70

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

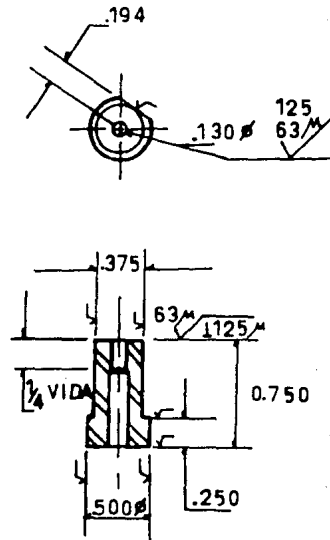
I.M.E.

BOQUILLA

BOQUILLAS PARA
PUNZONADO.
REF. P 71 A



BOQUILLAS PARA
PUNZONADO.
REF. P 71

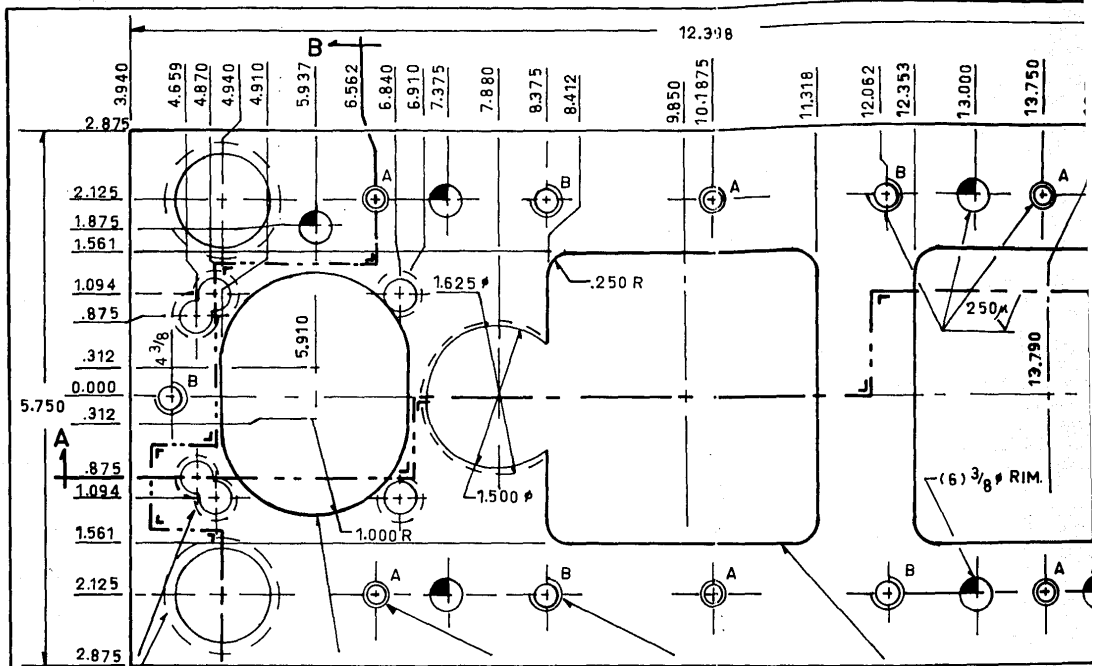


TOL. GRAL. ±.0002 pulg. VER H 7			
MAT. TiC		T.T. 66-68 Rc.	
ESC. 1:1	↻ pulg.	APR.	ING. BONILLA
DIB.	CASS-LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK
fecha	enero 1990	REF.	P 71

INGENIERIA.
U. PANAMERICANA.

I.M.E.

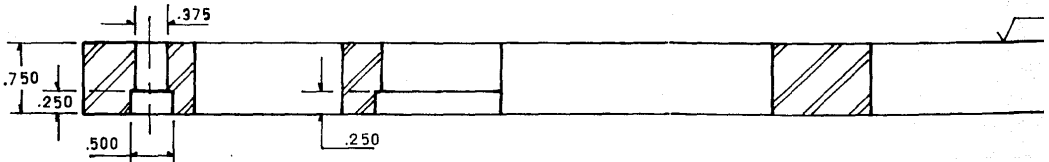
BOQUILLAS.



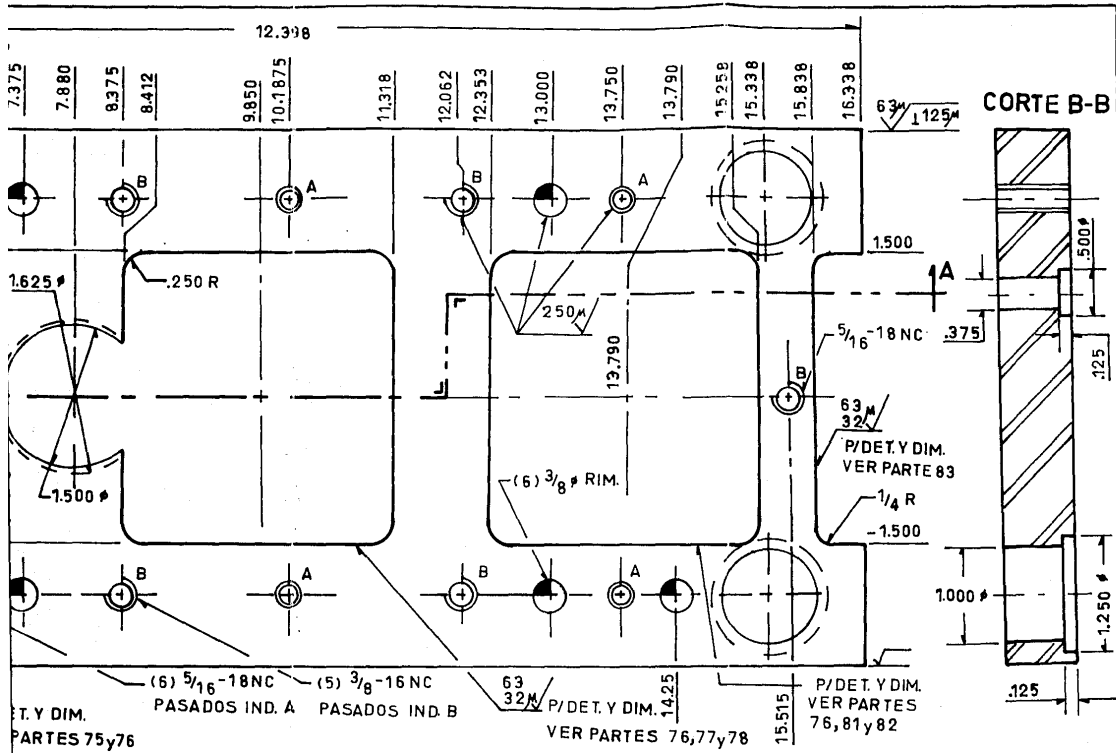
$\frac{125}{63M}$ $\frac{63}{32M}$ (6) $\frac{5}{16}$ -18NC (5) $\frac{3}{8}$ -16NC $\frac{63}{32M}$ P/DET. Y DIM. PASADOS IND. A PASADOS IND. B P/DET. Y DIM.

VER PARTES 75y76

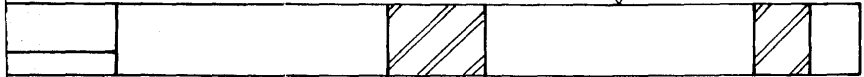
VER PARTES



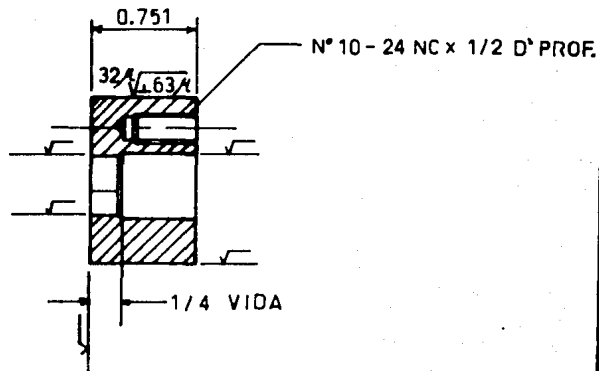
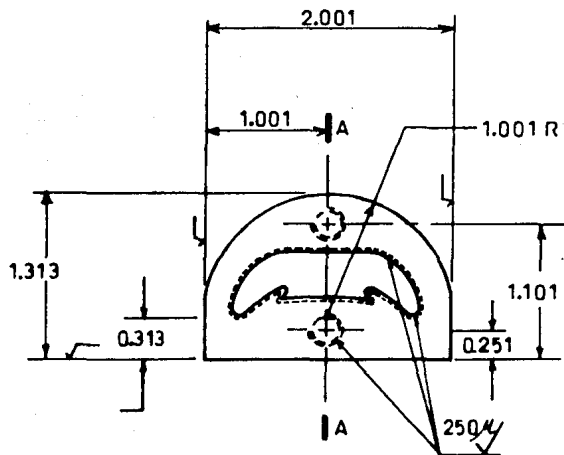
INGENIERIA	I.M.E.	PORTAMATRIZ
U. PANAMERICANA		



CORTE A-A



E.	PORTAMATRIZ	TOL. GRAL. ± 0.005 pulg. VER H 7		VVV
		MATERIAL 0-2		TRAT. TERM. 44-46 Rc.
		ESC. 1:1	← pulg.	APR. ING. BONILLA
		DIB. CASS - LOPEZ	REV. Dr. RUSEK	
		fecha ENERO 1990	REF. P 74	

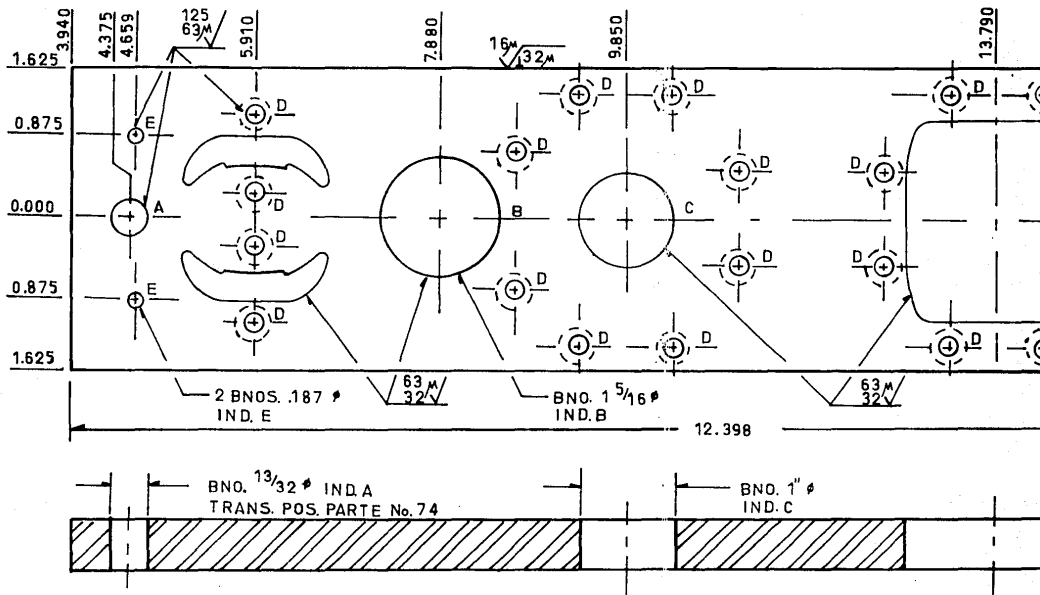


CORTE A-A

TOL.GRAL.±0.002 VER H7	
MAT. TIC.	T.T.66-68 Rc.
ESC. 1:1	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990	REF. P. 75

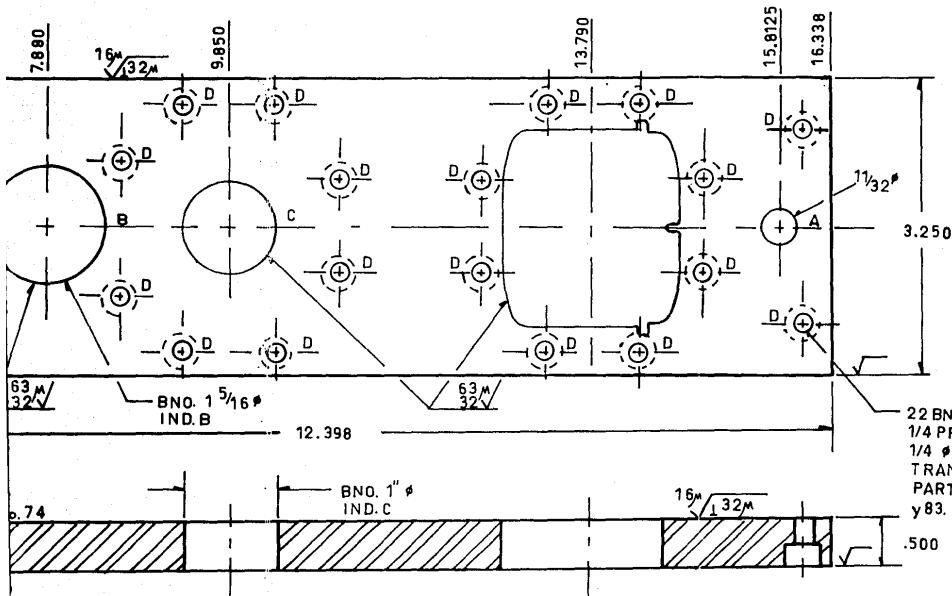
INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E. INSERTO MATRIZ.



NOTA: LAS DIMENSIONES FALTANTES TOMARLAS
 DE LOS DIBUJOS CORRESPONDIENTES CONSIDERANDO
 UNA HOLGURA DE 1/32 PARA SALIDA DE MATERIAL
 INCLUYENDO E.

INGENIERIA	I.M.E.	SUFRIDERA
U. PANAMERICANA		

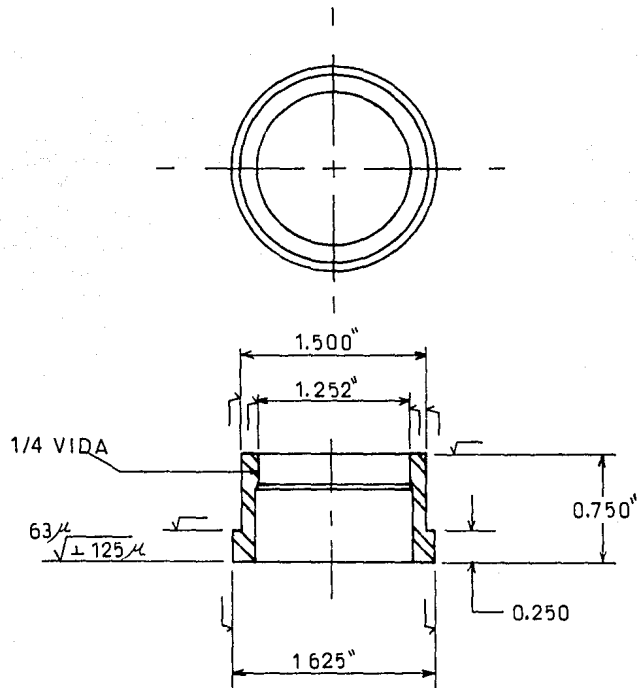


22 BNO. C/CAJA DE
1/4 PROF. P/TOR, ALLEN
1/4 ϕ IND. D
TRANS. POS. DE
PARTES No. 75, 81, 82
y 83.

S TOMARLAS
ES CONSIDERANDO
DE MATERIAL

E. SUFRIDERA

TOL. GRAL. \pm 0.005 pulg.		W	
MATERIAL	0-1	TRAT. TERM.	56-58 Rc
ESC.	1:1 $\frac{1}{4}$ pulg.	APR.	ING BONILLA
DIB.	CASS - LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK
fecha	ENERO 1990	REF.	P 76



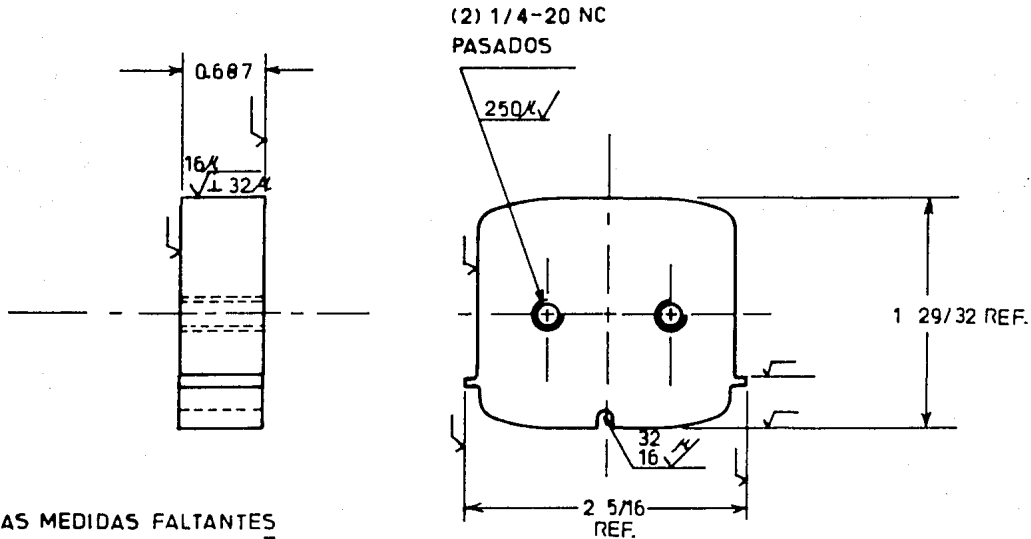
TOL. VER CAT.

TOL. GRAL. ±0.002 VER H7 \overline{w}	
MAT. TiC	T.T. 66-68 Rc.
ESC. 1:10 \overline{p}	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990.	REF P. 77

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

BOQUILLA



NOTA: LAS MEDIDAS FALTANTES
TOMARLAS DEL PLANO DE DISEÑO
DEL ESTATOR CONSIDERANDO UNA HOLGURA
DE 0.005 POR LADO MENOS.

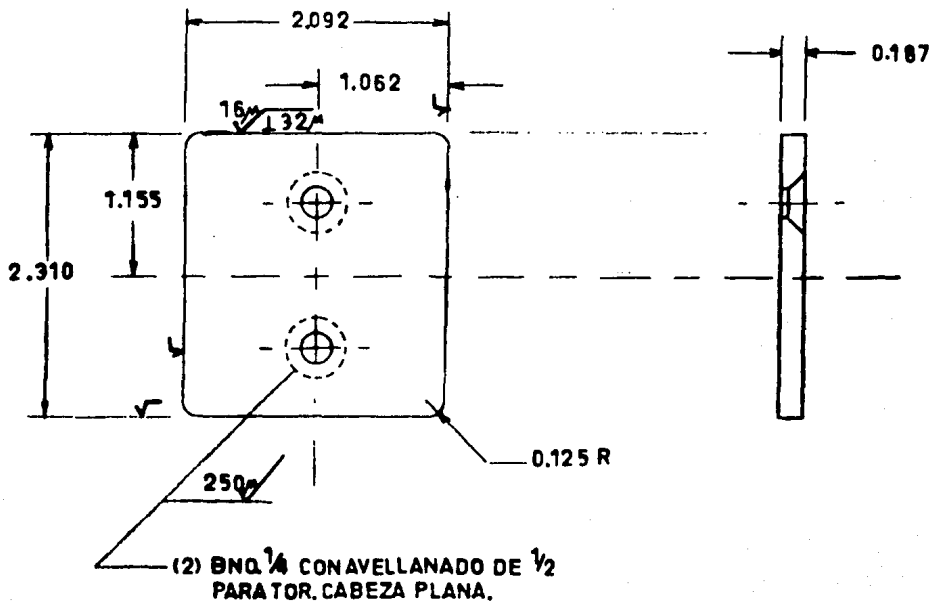
-0.000

TOL.GRAL. +0.002 VER H7 w			
MAT. 0-1		T.T. 54-56 Rc.	
ESC. 1:1	apulg	APR. ING. BONILLA	
DIB. CASS-LOPEZ		REV. Dr. RUSEK.	
fecha enero 1990	REF	P. 78	

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

BOTADOR

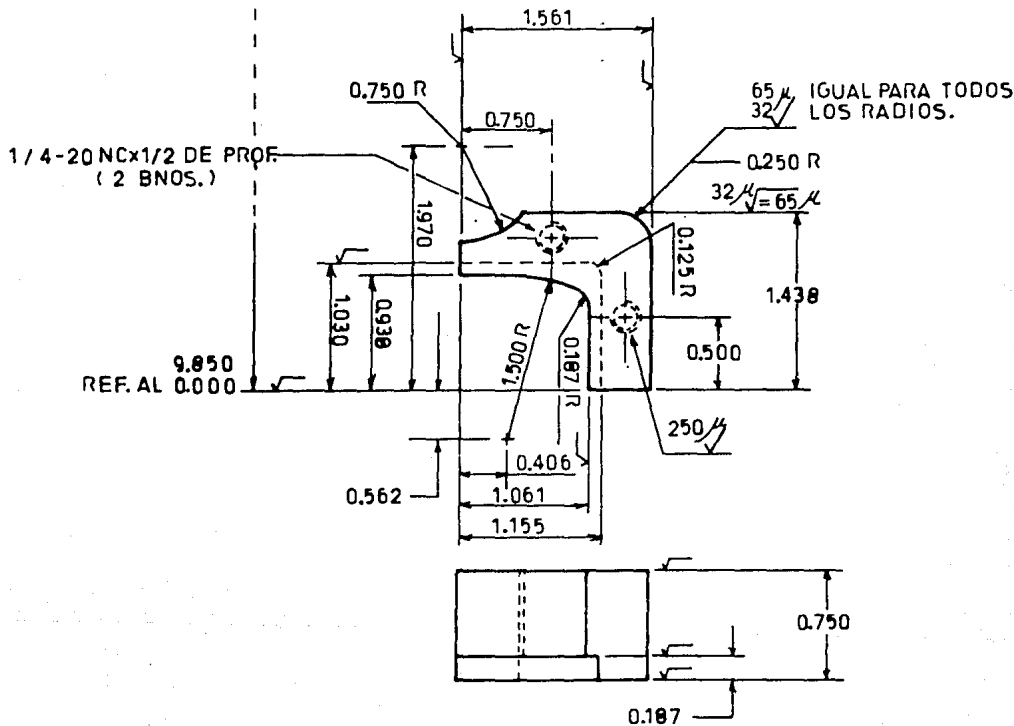


INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

TAPA

TOL. ± 0.002 pulg.		VV	
MAT. O-1		T.T. 56-58 Rc.	
esc. 1:1	◆	apr. FJB	
dib. CASS-LOPEZ		rev. Dr. RUSEK	
fecha enero 1990		ref. P 79	

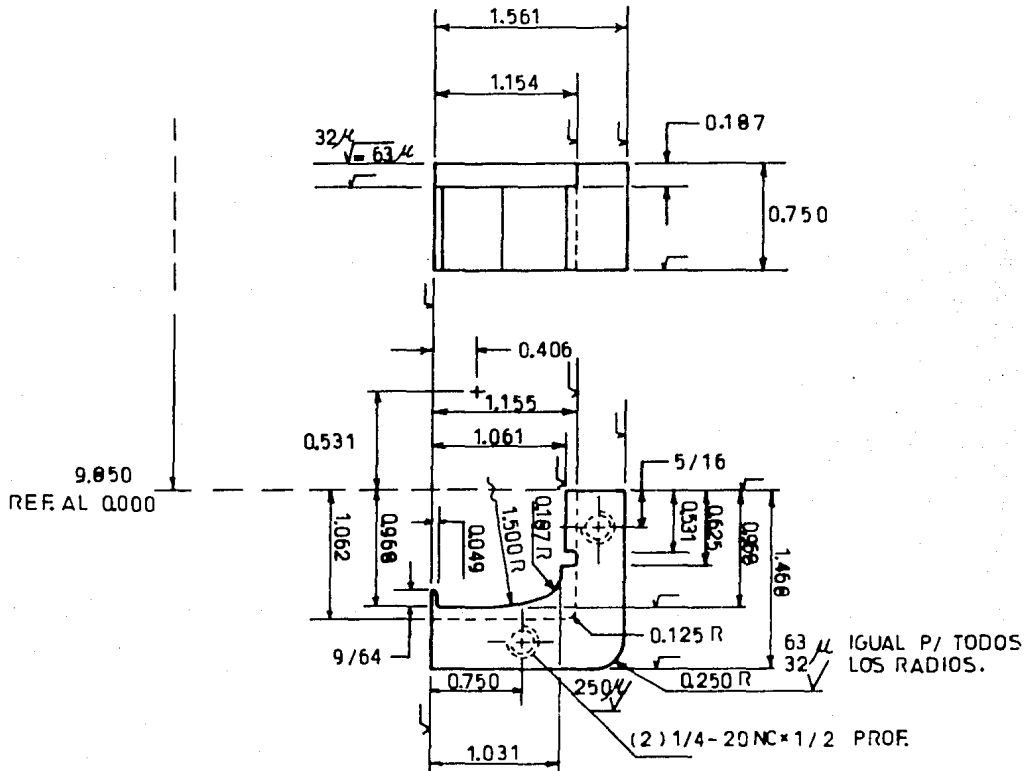


TOL. GRAL. ± 0.002 VER H7 $\forall \forall$			
MAT. TIC		T.T.66-68 Rc.	
ESC. 1:1	REPULG	APR.	ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK.	
fecha enero 1990.	REF	P. 81	

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

INSERTO

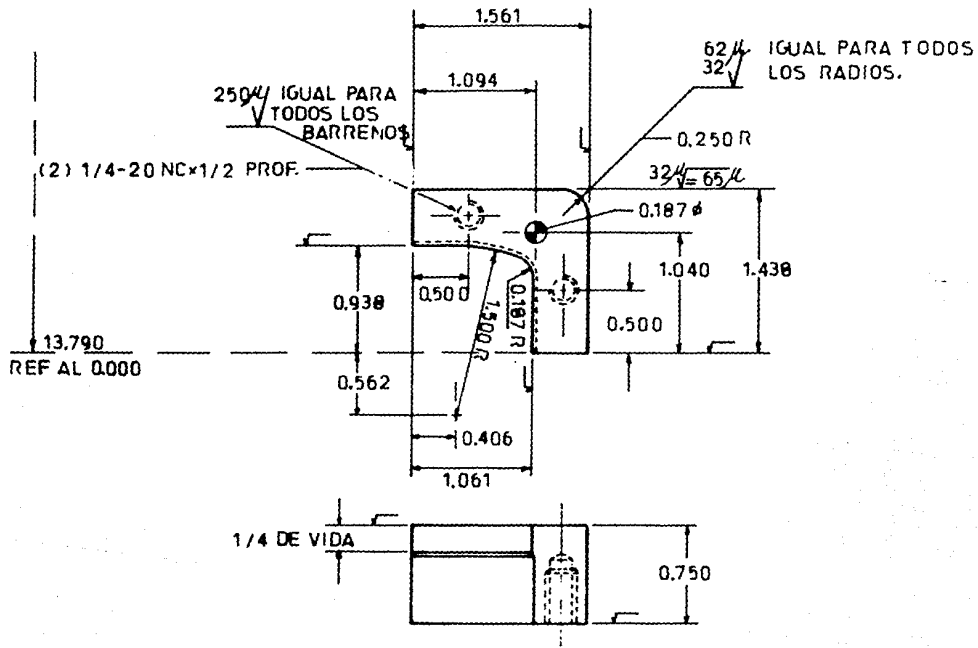


TOL.GRAL ±0.002 VER H7			
MAT.	TIC.	T.T. 66-68 Rc	
ESC.	1:10	APR.	ING. BONILLA
DIB.	CASS-LOPEZ	REV.	Dr. RUSEK.
fecha	enero 1990.	REF.	P. 81-A

INGENIERIA
U. PANAMERICANA

I.M.E.

INSERTO

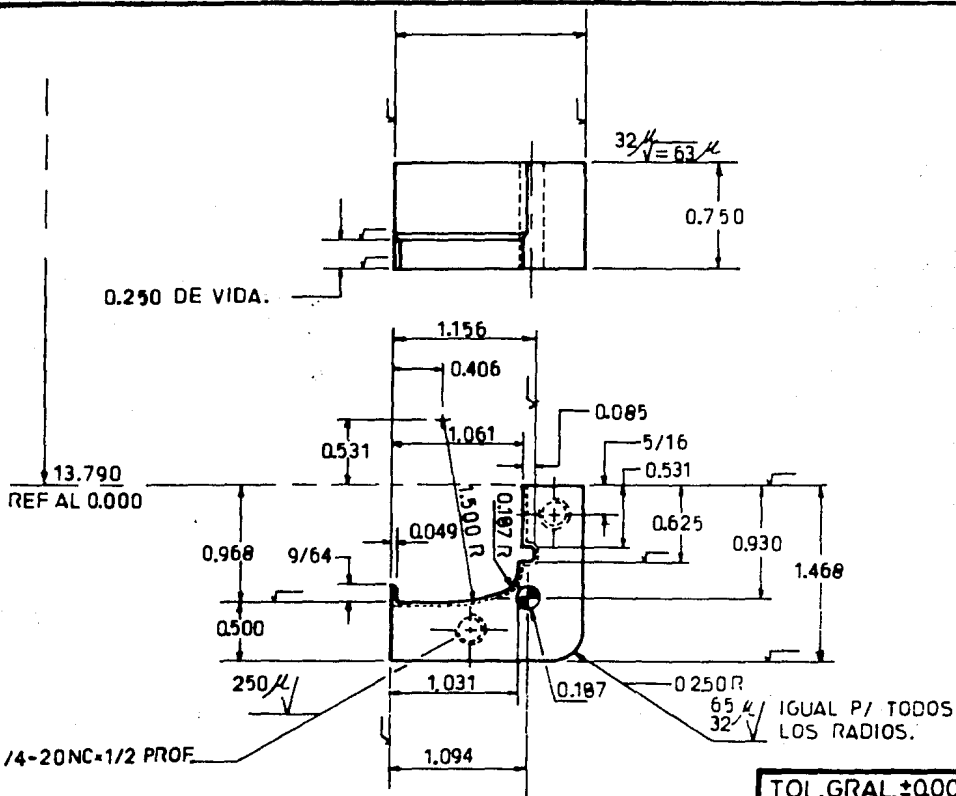


TOL.GRAL ±0.002 VER H7	
MAT. TIC.	T.T.66-68 Rc.
ESC. 1:1	APR. ING. BONILLA
DIB. CASS-LOPEZ	REV. Dr. RUSEK.
fecha enero 1990	REF. P. 82

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

INSERTO



TOL.GRAL ±0.002 VER H7

MAT. TIC. T.T.66-68 Rc.

ESC. 1:1 DIB. CASS-LOPEZ APR. ING. BONILLA

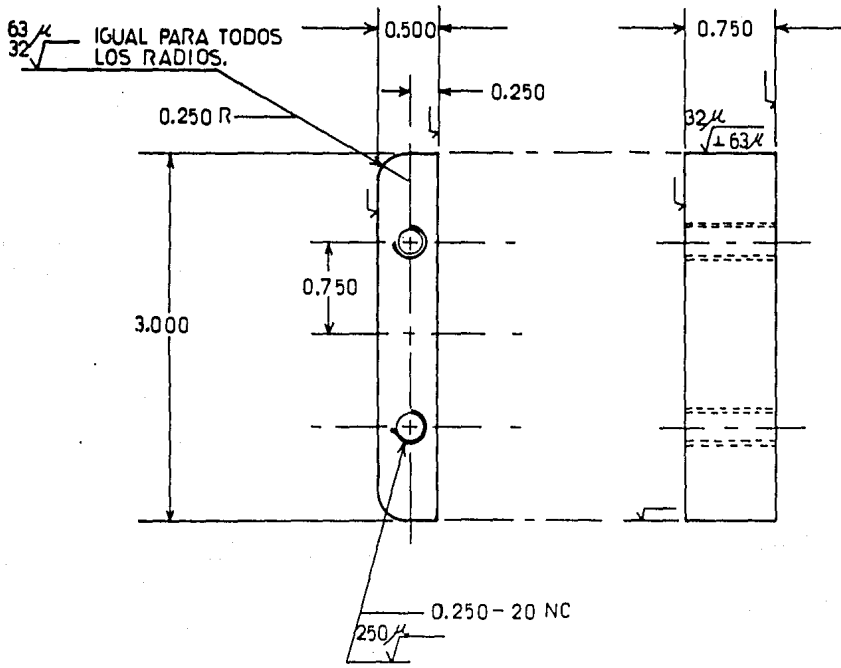
DIB. CASS-LOPEZ REV. Dr. RUSEK.

fecha enero 1990 REF. P.82-A

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

INSERTO



TOL.GRAL. ±0.002 VER H7

MAT. TiC T.T.66-68 Rc.

ESC. 1:1 Espulg APR. ING. BONILLA

DIB. CASS-LOPEZ REV. Dr. RUSEK.

fecha enero 1990 REF P. 83

INGENIERIA
U.PANAMERICANA

I.M.E.

INSERTO