

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TÍTULO:

“Diseño del sistema de matricería, determinación de maquinaria y equipos complementarios para el conformado del culote de la munición de escopeta calibre 16 en la División de Armas & Municiones para la Fábrica de Municiones Santa Bárbara.”

Previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico

REALIZADO POR: JOSE ANTONIO TOSCANO ROMERO

DIRECTOR: ING. PABLO FIGUEROA

CODIRECTOR: ING. JUAN PABLO ALCOSER

Sangolquí, 2010-12-10

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “*Diseño del sistema de matricería, determinación de maquinaria y equipos complementarios para el conformado del culote de la munición de escopeta calibre 16 en la División de Armas & Municiones para la Fábrica de Municiones Santa Bárbara.*” fue realizado en su totalidad por JOSE ANTONIO TOSCANO ROMERO, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Pablo Figueroa
DIRECTOR

Ing. Juan Pablo Alcocer
CODIRECTOR

Sangolquí, 2010-12-10

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

TÍTULO DEL PROYECTO

“DISEÑO DEL SISTEMA DE MATRICERÍA, DETERMINACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA EL CONFORMADO DEL CULOTE DE LA MUNICIÓN DE ESCOPETA CALIBRE 16 EN LA DIVISIÓN DE ARMAS & MUNICIONES PARA LA FÁBRICA DE MUNICIONES SANTA BÁRBARA.”

ELABORADO POR:

JOSE ANTONIO TOSCANO ROMERO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

EL DECANO

Sangolquí, 2010-12-10

DEDICATORIA

Al terminar esta tesis me es muy placentero dedicar este trabajo que es el fruto de mi esfuerzo y sacrificio a mis queridos padres que con su trabajo, sacrificio y gran amor supieron sembrar en mí la semilla del saber hasta ver culminada mi carrera profesional para hacer de mí un ser útil a la sociedad.

A mí padre Lcdo. José Toscano Haro quién con sus consejos, enseñanzas, valores éticos y morales me ha llevado a ser un hombre de bien.

A mí madre Aux. Zoila Romero Calero quién con su gran amor y paciencia ha cultivado un hombre sensible y de gran responsabilidad.

José Antonio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y la Virgen Santísima por darme la sabiduría así como el desarrollo personal .para poder desenvolverme tanto profesional como espiritualmente.

Agradezco a la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Ejercito por haberme brindado la formación académica y en especial a los señores Ingeniero Pablo Figueroa director y al Ingeniero Juan Pablo Alcocer codirector de esta tesis por su valiosa ayuda y comprensión a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Además agradezco a la Fábrica de Municiones Santa Bárbara tanto a su personal administrativo como operativo y muy en especial al Sr. Mayor Ing. Marcelo Murillo, gerente de la misma quién me brindo la oportunidad de realizar este proyecto y me brindó todo el apoyo necesario para la realización de este proyecto.

A mi familia que siempre estuvo pendiente de mí, a mis amigos y compañeros por brindarme su apoyo moral para concluir este trabajo.

José Antonio

INDICE

CAPITULO 1 : GENERALIDADES	1
1.1 introducción	1
1.2 ANTECEDENTES.	3
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	6
1.4 OBJETIVOS.	7
1.4.1 OBJETIVOS GENERAL	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
1.5 ALCANCE.	8
CAPITULO 2 : DESCRIPCION DE LA MUNICIÓN DE CAZA	9
2.1 Descripción de la munición de caza y sus partes principales.	9
2.1.1 La bobina.	10
2.1.2 La vaina.	11
2.1.3 El fulminante.	12
2.1.4 El taco.	13
2.1.5 El perdigón.	14
2.1.6 La pólvora.	15
2.1.7 Aplicaciones.	16
2.2 El Culote.	16
2.2.1 Características	17
2.2.2 Material utilizado	18
CAPITULO 3 : PROCESOS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DEL CULOTE	20
3.1 Descripción de los procesos de fabricación para el culote.	20
3.1.1 Matricería de Corte.	23
3.1.2 Matricería de Embutición.	39
3.1.3 Matricería de Estampe.	52
3.1.4 Matricería de Abombado.	56
3.1.5 Introducción a los materiales en matricería.	61
3.1.6 Fórmulas de diseño de la matriz	70

3.2	Selección de la Prensa.	73
3.2.1	Fórmulas para el Cálculo de fuerzas en corte.	78
3.2.2	Fórmulas para el Cálculo de fuerza en embutición.	80
3.2.3	Fórmulas para el Cálculo de fuerza en el estampe.	82
3.2.4	Fórmulas para el Cálculo de fuerza de abombado.	83
CAPITULO 4 :	DISEÑO DEL SISTEMA ALTERNOS DENTRO DE LA	
MATRIZ	85	
4.1	Mecanismo de ubicación y posicionamiento dentro de la matriz.	
	85	
4.1.1	Mecanismos de avance.	85
4.1.2	Reglas y Guías en la matriz.	86
4.2	Mecanismos de sujeción de la chapa metálica.	87
4.3	Mecanismo de extracción-expulsión en cada etapa.	88
4.4	Selección del Sistema de Alimentación.	89
4.4.1	Conjunto Alimentador.	90
4.4.2	Conjunto de enderezamiento del fleje.	91
4.4.3	Conjunto de Carrete para Bobina.	92
CAPITULO 5 :	ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO	93
5.1	ANALISIS ECONÓMICO.	93
5.1.1	ANÁLISIS DE COSTOS	94
5.2	ANALISIS FINANCIERO.	96
CAPITULO 6 :	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1	Conclusiones.	97
6.2	Recomendaciones.	98

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1: Calibres y unidades por año.</i>	3
<i>Tabla 1.2: Procedencia de cápsulas fulminadas.</i>	3
<i>Tabla 1.3: Costos por cartucho según el calibre.</i>	4
<i>Tabla 1.4: Costos por cartucho y su consideración.</i>	4
<i>Tabla 1.5: Componentes de la cápsula fulminada.</i>	5
<i>Tabla 1.6: Alturas del culote para los distintos cartuchos.</i>	5
<i>Tabla 2.1: Dimensiones del cartucho calibre 16</i>	17
<i>Tabla 3.1: Número de cavidades que se necesitaran en la matriz.</i>	25
<i>Tabla 3.2: Sobre medidas para el rebarbado (basada en la experiencia).</i>	26
<i>Tabla 3.3: Relación entre grueso de la matriz y espesor de la tira.</i>	29
<i>Tabla 3.4: Relación de espesor de la tira con ángulo interior de la matriz.</i>	29
<i>Tabla 3.5 Tabla de espesores normalizados para placas porta punzones en función del diámetro A del punzón.</i>	37
<i>Tabla 3.6: Radios para la matriz de embutición con relación a la chapa a embutir.</i>	46
<i>Tabla 3.7: Relación de radio del punzón de embutir ante el espesor de la chapa</i>	47
<i>Tabla 3.8: Relación de radio del punzón de estampe ante el espesor de la chapa</i>	53
<i>Tabla 5.1: Inversión para la producción del culote calibre 16.</i>	93
<i>Tabla 5.2: Costo del proyecto</i>	94
<i>Tabla 5.3: Costo de producción de la munición de caza</i>	95

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1: Despiece de la cápsula fulminada Cal 16. a.- vaina, b.- bobina, c.- culote, d.- fulminante. -----</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2.1: Sección del cartucho para escopeta Cal 16. a.-fulminante, b.- bobina, c.- culote metálico, d.- pólvora, e.- taco, f.- vaina, g.- perdigón. -----</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2.2: Bobina plástica.-----</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2.3: Vaina plástica. -----</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2.4: Fulminantes. -----</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.5: Taco plástico. -----</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2.6: Perdigón Ø 4,5 mm. -----</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.7: Pólvora utilizada en el cartucho de escopeta. -----</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.8: Culote metálico latonado. -----</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2.9: Ilustración de recamara de escopeta (izquierda) y cartucho calibre 16 (derecha).-----</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2.10: Rollo de acero latonado de e: 0,3 y ancho: 107 mm. -----</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3.1: Tira de corte en la 1ª estación. -----</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3.2: Tira de corte en la 2ª estación. -----</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3.3: Tira en la 3ª y 4ª estación de embutición. -----</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3.4: Tira saliendo de la 4ª y pasa a la 5ª estación de estampe. -----</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3.5: Tira en la 6ª estación de abombe y corte del producto. -----</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3.6: Tira con todos los pasos para obtener el culote calibre 16 a.- vista superior, b.- vista lateral. -----</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3.7: Esquema de corte de un disco, a.- Punzón, b.- tira del material, c.- matriz de corte, d.- disco recortado. -----</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3.8: Dimensiones del culote a.- culote de cartucho, b.- culote a ser ensamblado, c.- copa embutida para llegar a ser abombado y convertirse en culote -----</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3.9: Disposición de la figura dentro de la tira, se toma 2,3 para equilibrio dentro de la tira. -----</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3.10: Matriz para corte del disco de desarrollo.-----</i>	<i>27</i>

<i>Figura 3.11: Disposición geométrica del disco dentro de la tira a.- Agujero de desprendimiento del disco, b.- agujero previo a la cavidad del fulminante, c.- disco de desarrollo.</i> -----	28
<i>Figura 3.12: Esquema de una matriz de corte. A.- Vida útil, B.- Espesor de la placa matriz, N.- Ángulo interior para desalojo del disco cortado.</i> -----	29
<i>Figura 3.13: Punzón de corte del disco de desarrollo.</i> -----	30
<i>Figura 3.14. Esquema de un punzón de corte.</i> -----	32
<i>Figura 3.15: Placa porta matriz.</i> -----	35
<i>Figura 3.16: Placa porta punzones.</i> -----	36
<i>Figura 3.17 Esquema de punzón (arriba) y porta punzón (abajo).</i> -----	38
<i>Figura 3.18: Esquema de la matriz de embutición abierta; dp.- diámetro del punzón, Dd.- diámetro del disco de desarrollo, dm.- diámetro de la matriz.</i> ----	39
<i>Figura 3.19: Esquema de embutición cuando el pisador actúa. F.- es la fuerza</i> -----	40
<i>Figura 3.20: Esquema de la embutición cuando el punzón ejerce presión.</i> ----	40
<i>Figura 3.21: Finalización del proceso de embutición, s.- espesor del material, h.- la altura del producto.</i> -----	41
<i>Figura 3.22: Elemento embutido y su tipo de alargamiento de acuerdo al punto de ubicación.</i> -----	42
<i>Figura 3.23: Matriz de embutición.</i> -----	43
<i>Figura 3.24: Dimensiones del culote a desarrollar.</i> -----	44
<i>Figura 3.25: Número de operaciones necesarias con relación de profundidad del embutido (para piezas pequeñas) a.- a alcanzar en una operación, b.- a alcanzar en dos operaciones, c.- a alcanzar en tres operaciones, d.- a alcanzar en cuatro operaciones.</i> -----	45
<i>Figura 3.26: Punzón de embutir</i> -----	47
<i>Figura 3.27: Esquema del piloto dentro del punzón de embutición.</i> -----	48
<i>Figura 3.28: Descripción del estampe en el culote.</i> -----	52
<i>Figura 3.29: Punzón para abombar (izquierda), producto obtenidos por abombe (derecha).</i> -----	57
<i>Figura 3.30: Elementos de la pinza de abombe.</i> -----	57
<i>Figura 3.31: Matriz encajada a presión en un cuerpo de acero.</i> -----	63

<i>Figura 3.32: Prensa excéntrica. a.- volante, b.- excéntrica, c.- biela, d.- guía, e.- carro móvil, f.- mesa, g.- controladores y contadores, h.- botonera de paso a paso, i.- sujetador de la matriz, j.- bridas, k.- pedal de control automático. -----</i>	<i>75</i>
<i>Figura 3.33: Prensa manual. -----</i>	<i>77</i>
<i>Figura 3.34: Prensa hidráulica de simple efecto. -----</i>	<i>78</i>
<i>Figura 3.35: Siglas de identificación en el culote. -----</i>	<i>82</i>
<i>Figura 3.36: Datos obtenidos del área y perímetro del estampe para el culote. -----</i>	<i>82</i>
<i>Figura 3.37: Área de abombe. Izquierda.- abombado terminado, derecha.- copa con área previa al abombado. -----</i>	<i>83</i>
<i>Figura 4.1: Conjunto sujetador de la chapa. Arriba.- punzón con muelle, abajo.- sujetador de la chapa. -----</i>	<i>87</i>
<i>Figura 4.2: Expulsor ubicado en el interior de la matrices de embutición y estampe. Izquierda expulsor, derecha expulsor con muelle helicoidal interior. -----</i>	<i>88</i>
<i>Figura 4.3: Alimentador de cinta hacia la matriz. -----</i>	<i>90</i>
<i>Figura 4.4: Enderezador de cintas embobinadas. -----</i>	<i>91</i>
<i>Figura 4.5: Carrete regulable para cintas embobinadas. -----</i>	<i>92</i>

INDICE DE ANEXOS

RESUMEN

La Fábrica de Municiones Santa Bárbara en busca de nuevos rumbos se ha visto en la necesidad de incorporar a su línea de fabricación de munición la cápsula fulminada calibre 16 para lo cual se hace imprescindible una de sus partes más importantes como es el culote metálico.

En los actuales momentos esta cápsula fulminada se la importa de Francia para fines de carga en las instalaciones de la Fábrica, por lo que teniendo una comercializadora como lo es DINECOMS se realiza un análisis de costos y se obtiene un ahorro considerable de la capsula fulminada hecha en el Ecuador a comparación de la cápsula importada, con lo que se decide poner en marcha el proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto se parte de una evaluación de parámetros y conocimientos básicos de normas y características tanto del cartucho como de los componentes del mismo. Es decir saber el tipo de material con que se lo fabrica, el espesor del material, las dimensiones que debe tener; para lo cual se apoyo en las normas C.I.P.

Una vez obtenidos los parámetros característicos del cartucho calibre 16 se procede a buscar una forma de producción en serie y de grandes cantidades para cubrir el requerimiento de producción de la Fábrica de Municiones. Por lo que se debe optar por una matriz de tres cavidades accionada de una prensa de alrededor de 40 golpes por minuto que va ha ser la responsable de este trabajo.

Se realiza cálculos de matricería a través de una forma de regresión, es decir para llegar a la forma del culote metálico se debe calcular el disco de desarrollo y el número de embuticiones para alcanzar la copa desea.

La forma del culote calibre 16 se la obtiene a través de varias fases o etapas como:

La Etapa I en la que se realizarán agujeros para la posterior conformación de la cavidad del fulminante y agujeros para el fácil desprendimiento del futuro disco de desarrollo. Es en esta estación donde se logra dar de acuerdo a la geometría un paso para la matriz para que posea una secuencia continua de corte.

La Etapa II en la que se realiza el corte parcial de los disco de desarrollo los cuales se los realiza a continuación y en forma sucesiva a los agujeros de desprendimiento y del fulminante previamente realizados. Los discos deben sostenerse en la tira luego del corte, esto se consigue con la ayuda del diseño de un punzón del tipo estriado, con la finalidad de obtener corte en segmentos a 120° alrededor del disco.

La Etapa III en la que se realiza la embutición de los discos de desarrollo para obtener una copa previa a las dimensiones requeridas, en esta estación se hace imprescindible la presencia de piloto el cual asegurará el centramiento de punzón con el disco, así también, un prensa chapas para evitar los pliegues del material o arrugas no deseadas.

La Etapa IV en la que se realiza la segunda embutición y se da las medidas definitivas a la copa que pronto será el culote.

La Etapa V en la cuál realizamos un estampado de la designación del culote calibre 16 como son país de origen, calibre y fabricante todo esto en un solo golpe de prensa a través de un cuño de marcaje; en esta estación además se conforma lo que es la cavidad previa para el fulminante.

La Estación VI la cuál es la última estación de la matricería, en la cual se realiza el abombado de la copa previamente obtenida, este abombado es del tipo mecánico, es decir, una pinza de material flexible accionada por un punzón interno y con un mecanismo similar al de una jeringuilla realiza el estampado para formar el culote mecánico. Dentro de esta misma estación se realiza el corte final el cual desprende el producto de la tira.

A lo largo de las estaciones se diseña lo que son punzones, matrices, porta matrices, porta punzones, placa expulsora y expulsores en las estaciones que se requiera.

Posteriormente realizamos el diseño de guías, columnas, bujes placas superior e inferior, dependiendo del largo que sea la suma de estaciones. Los materiales dentro de cada estación son importantes como por ejemplo en la estación I y II para matrices y punzones es el DF-2 debido a que son estaciones de corte, en las estaciones de embutición y estampe el acero requerido es de temple como un XW – 5, para la pinza de abombe el material es de WX-41 debido al requerimiento de flexibilidad y para el resto de la matricería el acero puede ser de transmisión.

A continuación se escoge un sistema de alimentación automático el cual cumpla con las especificaciones de la materia prima, rollo de 2 toneladas, ancho de fleje de 107 mm por un espesor del fleje de 0,3 mm. Con lo que las opción es un alimentador neumático con graduación del ancho del fleje de materia prima, un desenrollador debido al bobinado de la materia prima y un carrete para la manipulación de la bobina de materia prima.

Por ultimo se realiza un estudio económico financiero para ver su viabilidad, para lo cual realizamos el cálculo del costo del culote como producto revela un precio de $0,0152 \text{ USD/culote}$, el cual comparado con un disgregamiento de la capsula importada para obtener el precio del culote importado se tiene que este costo es de $0,0238 \text{ USD/culote}$, con lo que existe un ahorro de $0,0086 \text{ USD/culote}$, para posteriormente obtener un VAN de 903.382,11 dólares y un TIR del 52% y cuya recuperación de inversión es de 2 años, con lo que se justificaría el proyecto

CAPITULO 1 : GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Fábrica de Municiones Santa Bárbara que es parte del Holding DINE, se dedica a la fabricación y ensamblaje de munición para aplicaciones militares y deportivas con veinte años de experiencia. Cuenta con tres líneas de fabricación.

- Munición
- Armamento y
- Servicios Industriales

Dispone de una variedad de de munición para cacería, deportiva, especial y de fuego central.

Dentro de lo que se refiere al armamento dispone de escopetas tipo desgonce sean de cañón recortado para empresas de seguridad y cañón largo para cacería, además posee, pistolas Cal. 9mm, revólveres Cal .38 y escopetas de repetición Cal. 12, 16, 20.

Santa Bárbara producía la munición 7.62 de guerra. Dadas las nuevas necesidades de la fábrica y las condiciones de seguridad interna/externa del país, esta munición se dejó de producir. Por lo que la producción ha tomado otras alternativas como lo es la munición 9 mm, 0.38 SPL y el ensamble de la munición para escopeta calibre 12, 16 y 20.

Dentro de lo que es la munición para escopeta en los actuales momentos se la importa desde Italia y Francia como cápsula fulminada (ensamblado el fulminante, culote, bobina y vaina) para que se pueda colocar sus demás componentes como: pólvora, taco y perdigón; posteriormente se realiza el sellado, imprime el logotipo y se embala.

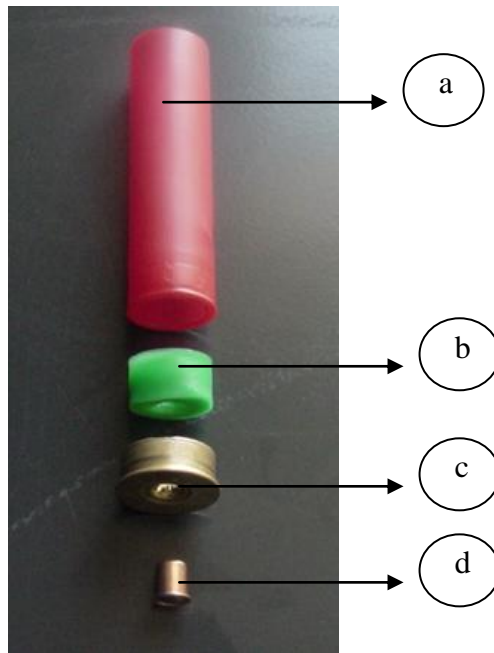


Figura 1.1: Despiece de la cápsula fulminada Cal 16. a.- vaina, b.- bobina, c.- culote, d.- fulminante.

Las escopetas tipo desgonce y tipo bomba utilizan la munición deportiva o de caza para sus objetivos sean estos de tipo militar o de seguridad siendo pública o privada, aplicable con mucho éxito en la piscicultura (control de plagas y depredadores naturales) entre las principales aplicaciones.

La fábrica Santa Bárbara desea producir el culote metálico calibre 16 en sus instalaciones con la finalidad de que la munición para escopeta disminuya sus costos como producto final.

De aquí, el presente proyecto esta destinado al análisis de la munición calibre 16 para escopeta, el diseño y costos para su viabilidad de construcción para la producción en serie. Para esto se dará las explicaciones básicas de la cartuchería semimetálica sus usos y aplicaciones para posteriormente entrar en el diseño en base a la matricería de corte, embutición, estampe y abombado llegando a obtener un producto final denominado culote metálico.

Así también se determinará la maquinaria para llegar a conformar el culote metálico con producto final de la matricería, siendo esta la prensa, necesaria para llevar todos los procesos y etapas dentro de la matricería; por otra parte el

ingreso de la materia prima hacia la matriz nos da lugar a determinar un sistema de alimentación puesto que la materia prima obtenemos en rollos de 2 toneladas en peso y 107 mm de ancho con un espesor de 0,3 mm.

Santa Bárbara cuenta con su División Industrial en la que se realizan trabajos de metal-mecánica como herrajes, estructuras metálicas y piezas en general, para lo cual posee su personal calificado y maquinaria para llevar a cabo sus proyectos.

1.2 ANTECEDENTES.

Este proyecto esta destinado a la Fábrica de Municiones Santa Bárbara la cual posee una demanda anual de alrededor de ocho millones de unidades desglosado por calibres de la siguiente manera:

Tabla 1.1: Calibres y unidades por año.

Calibre	Unidades/año
12	2'000.000
16	10'000.000
20	400.000

Fuente: Departamento de Ventas de la FMSB¹.

En la actualidad se importa la cápsula fulminada y la pólvora como materia prima para ensamblar en la fábrica y obtener un cartucho terminado. Esta materia prima se lo importa de Italia y Francia como se lo indica en el siguiente cuadro:

Tabla 1.2: Procedencia de cápsulas fulminadas.

Descripción	Marca	Procedencia
Cápsula Fulminada	Cheddite	Francia
Cápsula Fulminada	Nóbel Sport	Francia
Cápsula Fulminada	Fiocchi	Italia
Pólvora	Nóbel Sport	Francia

¹ F.M.S.B. Fábrica de Municiones Santa Bárbara

Fuente: Departamento de Control de Calidad de la FMSB.

Los precios finales de la munición como producto final se los menciona en el siguiente cuadro desglosado por calibre:

Tabla 1.3: Costos por cartucho según el calibre.

Calibre	USD/cartucho
12	0,29 + IVA.
16	0,29 + IVA.
20	0,29 + IVA.

Fuente: Departamento de Ventas de la FMSB

Para mejorar costos de demanda se dan ciertas consideraciones dentro de lo que es ventas:

Tabla 1.4: Costos por cartucho y su consideración.

Destinatario	Valor	Consideración
Público	0,29	Hasta una paca
FF-AA y Empresas de seguridad	0,28	
Detallistas	0,28	20 pacas o más
Minorista	0,27	20 – 50 pacas
Mayorista	0,26	50 pacas en adelante

Fuente: Departamento de Ventas de la FMSB.

Para la producción mencionada en el párrafo anterior se incursionan en gastos de importación lo cual hace que el precio final de la munición se encuentre en un nivel más alto y se tengan que reducir los costos operacionales como es la mano de obra para poder seguir entregando un producto con un precio razonable.

Por lo que se ve la necesidad de implementar un sistema de elaboración de los componentes principales de este tipo de munición dentro de las instalaciones de la fábrica para poder así reducir sus costos de producción; los componentes de las cápsulas fulminadas son los siguientes:

Tabla 1.5: Componentes de la cápsula fulminada.

Calibres	Componentes
12, 16 y 20	Fulminante
	Culote
	Bobina
	Vaina

Fuente: Departamento de Producción de la FMSB.

Lo que se desea dar solución es obtener el diseño para el culote ya que el culote es la parte fundamental de la cápsula fulminada ya que al ser metálico procura un cierre de la cápsula por un extremo; llevando el alojamiento para el fulminante, posee una amplia pestaña (burrelete) para facilitar la extracción del arma, es de acero latonado, su espesor es de 0.3 mm, se lo obtiene por métodos de embutición de chapa fina y una altura variable.

En cuanto a la altura se tiene algunas posibilidades que son:

Tabla 1.6: Alturas del culote para los distintos cartuchos.

Altura del culote	Cartucho
8 a 10 mm.	Económicos
10 a 16 mm.	De calidad
20 mm. o más	Mágnum de gran potencia

Fuente: Departamento de Producción de la FMSB.

De aquí que nosotros trabajaremos con un cartucho de calidad, con lo cual necesitamos que el culote cumpla con condiciones de altura y forma; para el diseño se trabajará con las normas C.I.P².

Las normas C.I.P. nos dan las medidas estándares del culote, vaina, cartucho y recámara del arma que utiliza la munición destinada.

² C.I.P. -Comisión Internacional Permanente para las Pruebas de Armas y Municiones.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

La Fábrica de Municiones Santa Bárbara al poseer una producción de 10'000.000 de cartuchos anuales, se ve en la necesidad de invertir en el proyecto de culotes metálicos calibre 16 debido a su alta demanda y la no existencia de este elemento en el mercado nacional ya que su uso es exclusivo de la Fábrica de Municiones; en los actuales momentos se lo importa como cápsula fulminada (ensamblados sus componentes) para localmente formar el cartucho.

De aquí que el problema es obtener este producto fabricado en las instalaciones de la Fábrica de Municiones para en futuro tener la línea de ensamble para la munición de escopeta y abaratar sus costos.

El culote debe estar dentro de parámetros balísticos³ por lo que el sistema con que se puedan realizar el producto con tal demanda y bajo las condiciones deseadas es la matricería progresiva

Para la matricería que se diseñará se necesita que esta sea de corte, embutición, estampe, abombado y corte final para obtención del producto; en una forma sucesiva o progresiva; es decir debe tener la capacidad de que entre la chapa fina para embutir como materia prima y se obtenga el producto final (culote) listo para su ensamble con sus demás componentes.

Al cabo de diseñar la matriz esta tendrá necesidades como la prensa adecuada y el equipo alimentador para que el proceso sea automático.

³ Diámetro, abombado y altura del culote desde el punto de vista dimensional

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 OBJETIVOS GENERAL

Diseñar el sistema de matricería así como la selección de la prensa necesaria y el sistema de alimentación para conformar el culote calibre 16 de la munición deportiva a fin de dar a la Fábrica de Municiones todos los elementos de juicio dentro de parámetros económicos y financieros necesarios que permitan decidir la puesta en marcha del proyecto.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar el sistema de matricería para conformar el culote Cal. 16.
- Obtener la memoria de cálculo del Sistema de matricería para conformador del culote Cal. 16.
- Seleccionar la prensa necesaria para este tipo de matricería así como el sistema de alimentación de la materia prima. (Fleje de acero latonado en rollo).
- Elaborar los planos de conjunto y detalle del Sistema de matricería para el conformado del culote Cal. 16.
- Calcular índices económicos y financieros para la toma de decisiones.

1.5 ALCANCE.

El alcance de este proyecto como tesis de grado es llegar al diseño de la matricería a través de todas sus etapas: Corte, primera embutición, segunda embutición, estampe y abombe por estaciones progresivas, así como la elaboración de los planos constructivos como de detalle para la construcción de la matricería

Llegar a determinar mediante todos los elementos de juicio necesario los requerimientos de la matriz como son:

- La prensa necesaria para este proceso y
- El equipo de alimentación necesario para la materia prima.

CAPITULO 2 : DESCRIPCION DE LA MUNICIÓN DE CAZA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUNICIÓN DE CAZA Y SUS PARTES PRINCIPALES.

La cartuchería semimetálica es la que se utiliza en escopetas de caza, de ánima⁴ lisa, cargadas generalmente con perdigones y pólvora; en donde la vaina de estos cartuchos suelen ser de cartón o plástico y su base es metálica. Los cartuchos más utilizados en el medio son los calibres 12, 16 y 20, pero también existen calibres 10, 24 y 28.

El calibre o el diámetro interior de los cañones de las escopetas se lo expresa por el número de esferas de plomo que, teniendo el diámetro del ánima, pesen una libra. Así el calibre 16 es aquel del cual se pueden hacer 16 esferas con una libra de plomo.

Descripción de las partes en la munición de escopeta:

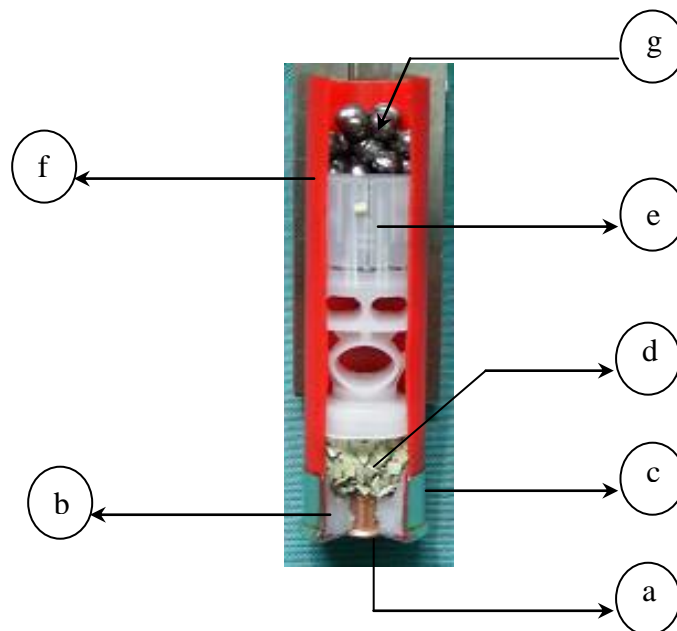


Figura 2.1: Sección del cartucho para escopeta Cal 16. a.-fulminante, b.- bobina, c.- culote metálico, d.- pólvora, e.- taco, f.- vaina, g.- perdigón.

⁴ Parte interior en el cañón de la escopeta

2.1.1 LA BOBINA.



Figura 2.2: Bobina plástica.

Es el elemento que forma parte de la vaina que une y mantiene solidarios tanto la vaina como el culote y que además sirve como un refuerzo en la resistencia de éste conjunto. Se suele fabricar de plástico de tal forma que su adaptación al culote sea perfecta, la parte anterior de la bobina va en contacto con la pólvora, esta cara posee formas particulares sean cónicas, planas o con formas predeterminadas, según los fabricantes para aprovechar de mejor manera la inflamación de la pólvora.

Existen ocasiones y dependiendo de las necesidades se desea obtener un cartucho de mayor potencia, para lo cual se necesita que el culote sea mas alto o a su vez colocar un cilindro de acero suave como refuerzo de la vaina de forma que no se deforme o rompa debido a la sobre presión que realiza la pólvora.

2.1.2 LA VAINA.



Figura 2.3: Vaina plástica.

Es el elemento en forma de cilindro hueco en el que se aloja la bobina, el taco, los perdigones y la pólvora; es la cavidad donde se realiza la combustión de esta última previamente introducida.

El material de la vaina puede ser de cartón, plástico, debido a la característica de potencia que el cartucho posea, pero se debe tener en cuenta que el cuerpo debe poseer tres características muy importantes que son: impermeabilidad, plasticidad y buena presentación.

Cuando la vaina lleva culote metálico, sus otras partes (bobina ensamblada en la vaina y esta en el culote) deben ser ensambladas con anterioridad para su posterior sellado. Por último la parte de la vaina que es contraria al culote se la certiza (sellado en su parte superior) para cerrar el cartucho de forma que sus componentes no escapen a menos que exista inflamación previa de la pólvora.

2.1.3 EL FULMINANTE.



Figura 2.4: Fulminantes.

Es la cápsula cilíndrica iniciadora del cartucho la cual va alojada en el agujero central del culote metálico y esta sujeto a presión dentro de la bobina para dar una fijeza y solides en el momento de la explosión de la pólvora.

Existen tres tipos de fulminantes cada uno con una aplicación concreta como lo son: *Tipo Bóxer de Aparato Abierto*, *Tipo Bóxer de Aparato Cerrado* y *el Tipo Bóxer Americano*.

El tipo *Bóxer de Aparato Abierto*, este es el más económico y de menor calidad, consta de la cápsula cargada con el explosivo iniciador y el yunque que se aloja en su cápsula y se acopla al culote y bobina mediante su cuerpo cilíndrico y una pestaña, generalmente el iniciador son mezclas de óxidos a base de fulminato de mercurio para encender las pólvoras vivas.

El tipo *Bóxer de Aparato Cerrado*, es más costoso que el anterior y de mejor calidad, consta de tres partes que son: la cápsula⁵, el yunque⁶ y una envuelta⁷ (que aloja al yunque y cápsula). Se carga con mezclas iniciadoras no oxidantes, sensibles y potentes. Este tipo de fulminante es utilizado en los cartuchos para concurso de precisión.

El tipo *Bóxer Americano*, es, al igual que el anterior costoso pero de buena calidad, consta de tres partes que son: la cápsula, el yunque y la envuelta, pero en este caso la envuelta esta abierta por ambos lados a diferencia del anterior que estaba cerrado; este fulminante posee los mismos usos e iniciador de el Bóxer de aparato abierto

⁵ Cápsula.- Tapa superior en el cuerpo del fulminante.

⁶ Yunque.- Accionador de la pólvora en el interior del fulminante.

⁷ Envuelta.- Elemento que forma el cuerpo del fulminante.

2.1.4 EL TACO.



Figura 2.5: Taco plástico.

Este es de plástico o cartón prensado es el encargado de llevar en si la munición (perdigón) como en una canastilla en la parte inferior se encuentra la pólvora, de modo que al iniciar esta se expulsa hacia el exterior del cartucho.

En general, los cartuchos de escopeta son cargados con tacos plásticos, el cual es perfectamente asegurado en la vaina para que durante la combustión de la pólvora nos de un efecto de sello y los gases no escapen.

El taco plástico esta provisto en el medio con una sección plegable el cual reduce el retroceso y estabiliza la trayectoria del disparo.

Además la parte superior del taco consiste en un contenedor en el cual se encuentra colocado el perdigón mientras atraviesa o sale de la vaina hacia el exterior del cartucho.

2.1.5 EL PERDIGÓN.



Figura 2.6: Perdigón Ø 4,5 mm.

Son esferas hechas de una aleación de plomo con un contenido de 2 a 3% de antimonio para incrementar su dureza, además recubierto por una fina capa de grafito para evitar su oxidación.

El perdigón es obtenido dentro de un rango dimensional desde 2 a 9 mm de diámetro, acorde a la aplicación en la que se lo utilice.

Existen dos procesos de fabricar el perdigón que son: por fundido (goteo) y por conformado (matrices).

Estos dos procesos son apropiados para obtener resultados satisfactorios en la elaboración del perdigón con respecto a la especificación de la esfera, dureza, consistencia, tamaño y peso. La calidad del perdigón conformado es generalmente más consistente, este proceso es recomendado para tamaños por encima de los 3 mm.

Los cartuchos de escopeta usados en los campeonatos de tiro pueden ser cargados con plomo duro o extra duro en una cubierta de cobre o níquel para realizar el disparo.

Para grandes competencia de cacería, como para siervos o animales salvajes, los cartuchos de escopeta son cargados con munición entre los 5 a 9 mm de diámetro.

2.1.6 LA PÓLVORA.



Figura 2.7: Pólvora utilizada en el cartucho de escopeta.

Se puede decir que la calidad de los cartuchos depende, entre otros factores; sobre el tipo de calidad de pólvora ya que esta es la que da la presión y la velocidad inicial para el disparo.

La pólvora negra es generalmente utilizada en propósitos de pruebas o para recargar armas antiguas.

Algunas tipos de pólvoras son:

- La pólvora de base simple hecha de nitrocelulosa usadas en algunos cartuchos para escopetas, sus características varían de acuerdo a sus propósitos finales.
- La pólvora de base doble constituida por nitroglicerina y añadido nitrocelulosa.

2.1.7 APLICACIONES.

Las aplicaciones de los cartuchos para escopeta son variadas como para la cacería, campeonatos deportivos, control de plagas en la piscicultura, tiro práctico.

En la actualidad dentro del Ecuador se esta utilizando este tipo de cartuchos para el control de plagas en camaroneras y la utilización por parte de las compañías de seguridad privada; debido a que este tipo de cartuchos puede ser tan versátil como se desea ya que puede convertirse en un cartucho antimotín o en un cartucho de caza simplemente cargando con la munición requerida.

2.2 EL CULOTE.



Figura 2.8: Culote metálico latonado.

Por lo general es metálico, este procura cerrar la vaina por un extremo y por el otro posee el alojamiento para el fulminante, en la parte posterior lleva una pestaña también denominado burrelete esta facilitará la extracción del cartucho.

Es de acero latonado o de latón de espesores pequeños y obtenidos por métodos de embutición y plegado, la altura puede variar, de 8 a 10 mm para los cartuchos llamados económicos, de 10 a 16 mm para los cartuchos de calidad y de 20 o más para aquellos de tipo mágnun (de gran potencia).

Sobre la base llevan estampado el calibre, su procedencia y a la fabrica que los esta produciendo.

En casos especiales como para publicidad o colección los culotes se niquelan o se utilizan algún tipo de tratamiento superficial para efectos de presentación.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS

Dentro de las características tanto físicas y de acuerdo a las normas C.I.P. presentamos la siguiente tabla especificado las características dimensionales de los cartuchos existentes en cual se incluye el calibre 16 que es motivo de nuestro estudio.

Tabla 2.1: Dimensiones del cartucho calibre 16

Num.		16	
En [mm]		16,8	
Recamara [mm]	G [tol +0,1]	20,75	
	T [tol +0,1]	1,65	
	K [tol +0,1]	15,80	
	L [tol +0,1]	65,10	
	D [tol +0,1]	18,85	
	H [tol +0,1]	18,60	
Dimensiones del Cartucho [mm]	l	Máx.	65,00
		Min	64,30
	d	Máx.	18,90
		Min	18,75
	b	Máx.	18,70
		Min	18,60
	h	Máx.	18,55
		Min	18,30
	g	Máx.	20,65
		Min	20,40
	c	Máx.	1,65
		Min	1,45

Fuente: Normas C.I.P.

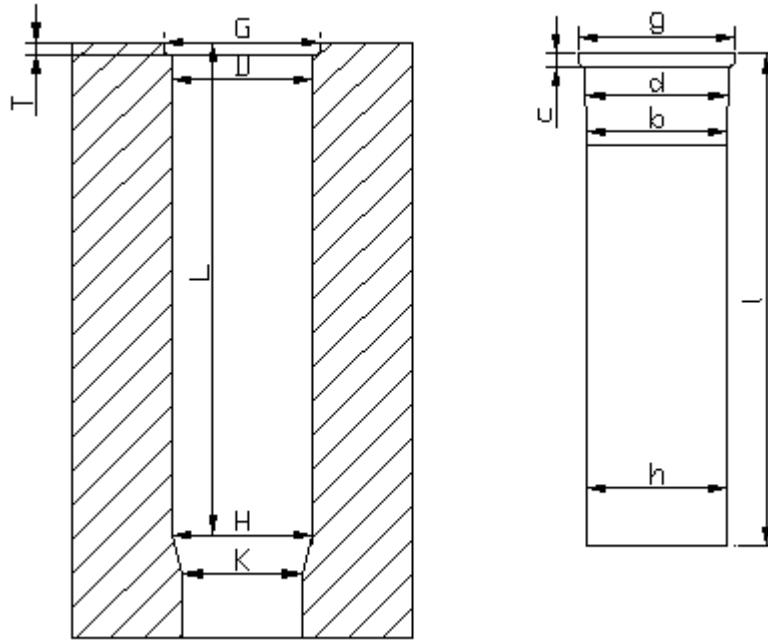


Figura 2.9: Ilustración de recámara de escopeta (izquierda) y cartucho calibre 16 (derecha).

2.2.2 MATERIAL UTILIZADO

El material utilizado para la fabricación del culote de los cartuchos de escopeta es acero de 0,3 mm de espesor y latonado superficialmente.

El latonado es un tratamiento superficial de recubrimiento brillante el cual posee un espesor de 4 a 7 μm con la finalidad de proteger el culote de la humedad y abrasiones del tiempo.

Este tipo de material es muy dúctil y apto para la embutición debido a que es obtenido por procesos de relaminación en frío, el modo de obtenerlo es en forma de rollo o bobina con diámetro interior de 400 mm y exterior de 850 mm, ancho de 107 mm y su peso aproximado por rollo es de 2 toneladas.

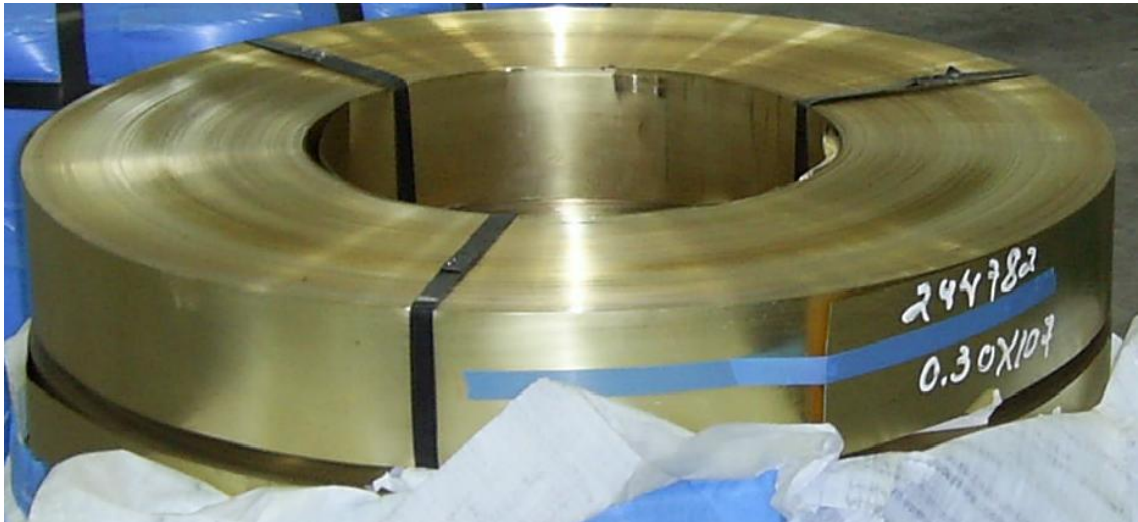


Figura 2.10: Rollo de acero latonado de e: 0,3 y ancho: 107 mm.

Este material posee un esfuerzo de corte o cizalladura de 28 kg/mm^2 y un esfuerzo de fluencia de 22 kg/mm^2 , estos datos fueron obtenidos tanto de ensayos a la tracción como ensayos de fluencia.

Ver Anexo A2 (Ensayos del material utilizado).

CAPITULO 3 : PROCESOS Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LA FABRICACION DEL CULOTE

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN PARA EL CULOTE.

Dentro del proceso de fabricación del culote se debe tener en cuenta que este proceso es de embutición de chapa fina en su esencia, es decir la chapa metálica entra a la matriz para que mediante punzonados sucesivos y progresivos obtengamos el producto final; por lo que es la necesidad de obtener estaciones unidas para aprovechar el paso del material a lo largo de la matriz.

Las estaciones o etapas si bien es cierto que están unidas poseen un diferente tipo de finalidad. De lo anterior podemos generar un esquema muy aproximado de lo deseado por la matriz dentro de nuestra materia prima para conseguir el producto final:

ETAPA I (CORTE)

Corte de orificios para seguimiento de la chapa fina, así como agujero para el fulminante y corte del disco de desarrollo

Primera Estación “Agujeros para fulminantes y guías de disco de desarrollo”

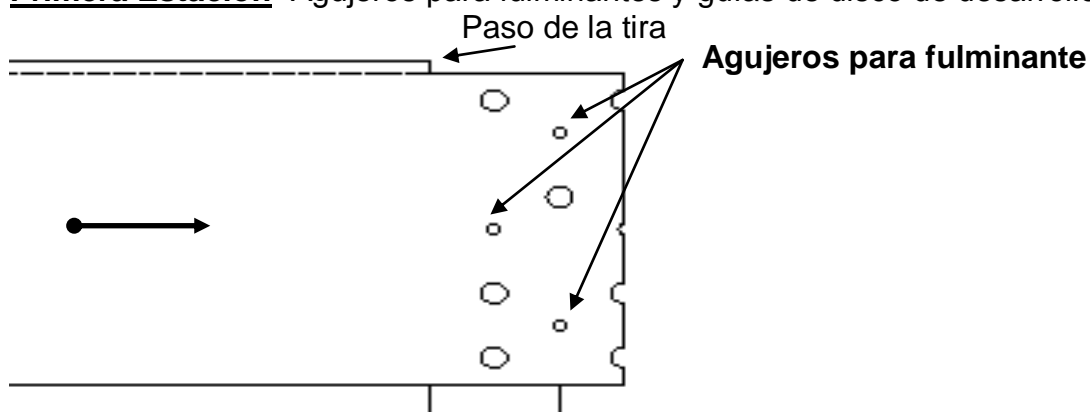


Figura 3.1: Tira de corte en la 1ª estación.

Segunda Estación “Corte del disco de desarrollo para embutición sin desprendimiento de la tira”

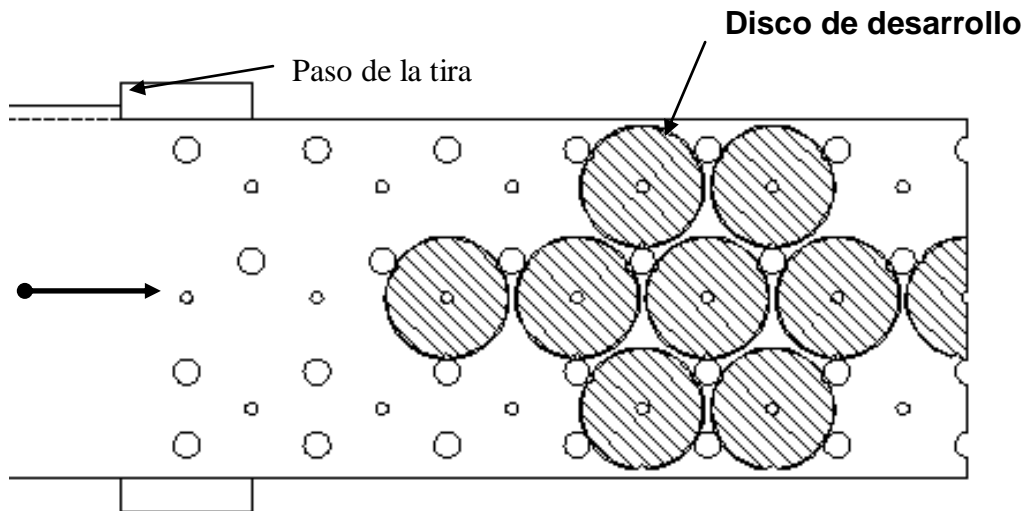


Figura 3.2: Tira de corte en la 2ª estación.

ETAPA II (EMBUTICION)

Etapa en la cual se logra dar la altura necesaria y el diámetro para lo cual se necesitarán dos estaciones de embutición.

Tercera y Cuarta Estación “Embutición de copas cilíndricas en dos pasos”

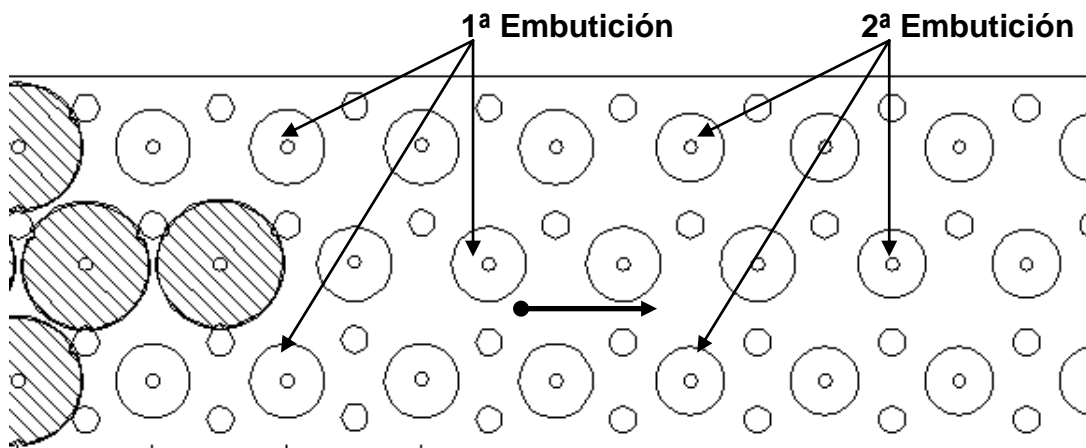


Figura 3.3: Tira en la 3ª y 4ª estación de embutición.

ETAPA III (ESTAMPE)

Dentro de esta etapa se llevará a cabo lo que es el estampado con las iniciales de la fábrica y calibre -del que en un futuro será la munición calibre 16- en la parte posterior exterior del culote.

Quinta Estación "Estampado"

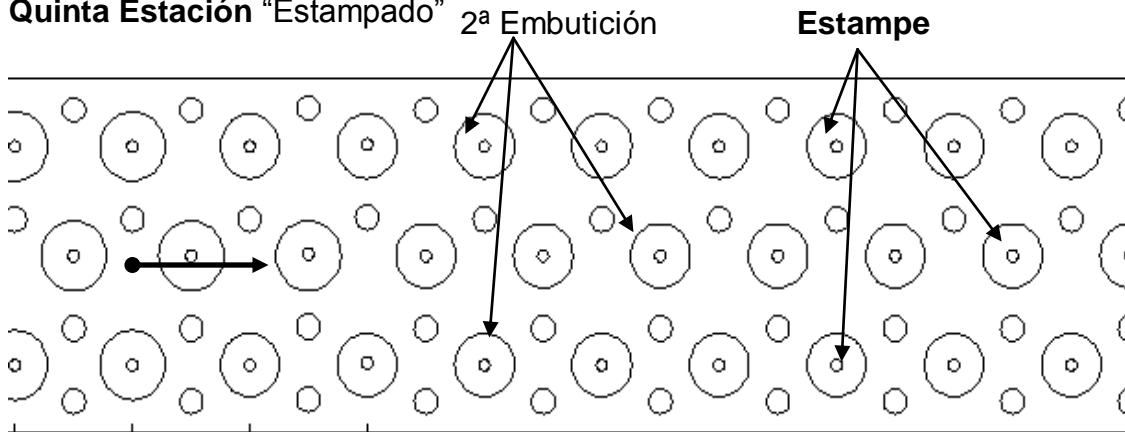


Figura 3.4: Tira saliendo de la 4ª y pasa a la 5ª estación de estampe.

ETAPA IV (ABOMBADO Y CORTE)

En esta etapa se lleva a cabo lo que es el conformado del burrelete, pestaña de extracción o abombado y el corte último para obtener el producto.

Cabe recalcar que en la etapas I, II y III sean discos, embutido y estampe respectivamente no se desprenden de la chapa metálica ya que perderíamos nuestra secuencia de elaboración y solo en la etapa IV es cuando existe un corte definitivo para que salga el producto final.

Sexta Estación "Abombe y corte del producto"

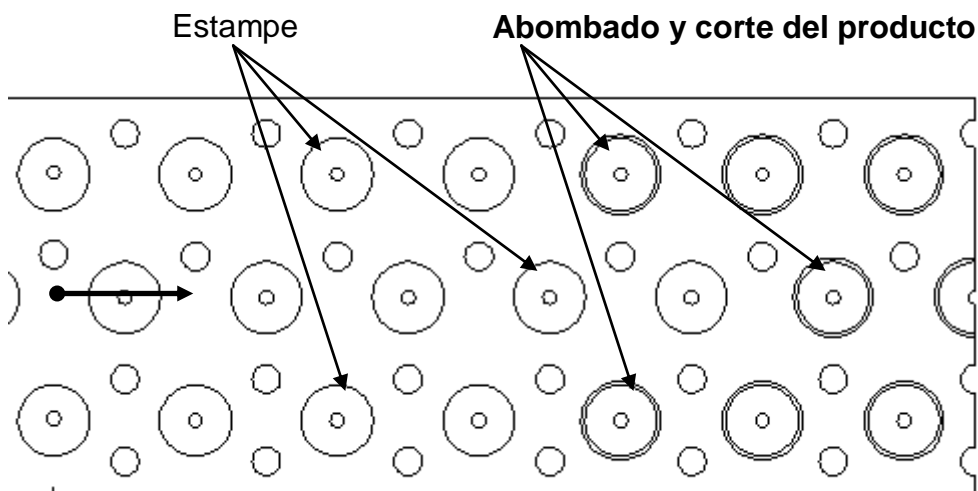


Figura 3.5: Tira en la 6ª estación de abombe y corte del producto.

ESQUEMA DE LA TIRA Y SUS ESTACIONES

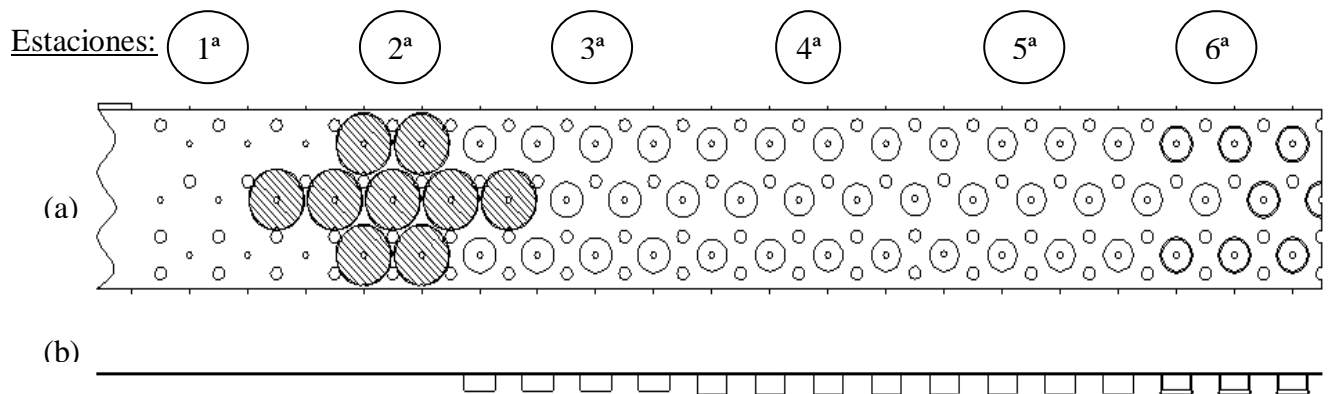


Figura 3.6: Tira con todos los pasos para obtener el culote calibre 16 a.- vista superior, b.- vista lateral.

3.1.1 MATRICERÍA DE CORTE.

La matricería de corte es aquella por la cual un punzón y una matriz desgarran el material, es decir, es una operación que está ligada a los fenómenos plásticos del material, casi siempre resulta ligada al proceso de estampado propiamente dicho; el punzón se encuentra suspendido en un principio hasta que el material se encuentre en posición, inmediatamente procede a descender para ejercer una presión sobre el material, finalizando con una compresión del material dando lugar a una deformación plástica de nuestra materia prima.

En esta primera etapa se forma un vientre cóncavo como se indica en la Figura 3.7, para posteriormente encontrarse este punzón libre y dentro de la matriz en la cuál el esfuerzo de compresión del punzón por un instante se convierte resistencia de corte o cizalladura; de estas condiciones podemos obtener un desgarramiento de las fibras que posee el material interpuesto entre la matriz y punzón de la plancha con forma del punzón que ejerció presión.

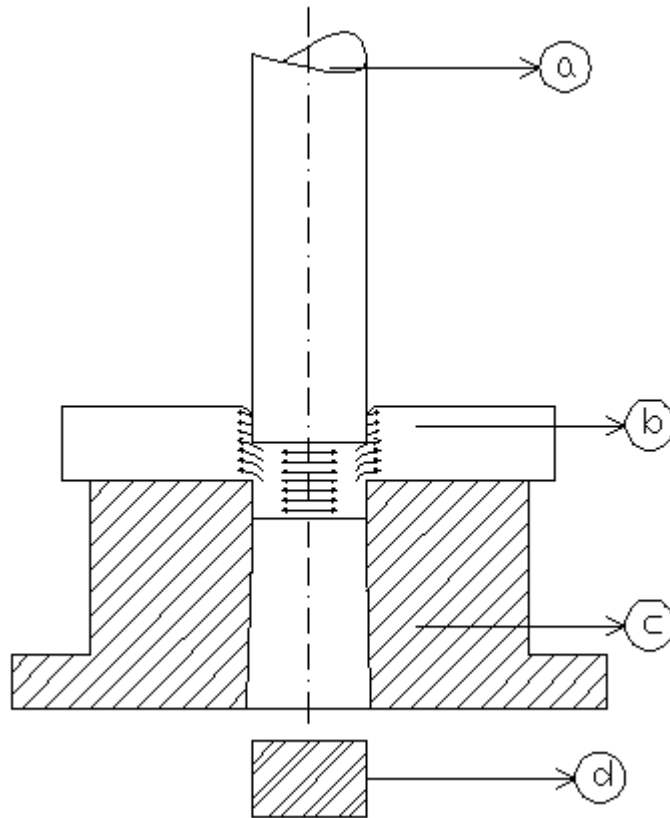


Figura 3.7: Esquema de corte de un disco, a.- Punzón, b.- tira del material, c.- matriz de corte, d.- disco recortado.

Debido a la elasticidad del material tienen lugar reacciones internas manifestadas en las fibras cortadas, con lo que se produce una fricción dentro de las paredes internas de deslizamiento, por consiguiente tal fricción va a dificultar la salida del material cortado en la matriz y dificulta la salida del punzón luego de haber terminado su función.

La matricería de corte se caracteriza por ser muy exacta, de precisión y de obtener piezas o productos en serie.

Antes de ingresar a la matricería de corte debemos partir de lo que se desea obtener, es decir, una tira de corte inicial como la expresada en la figura 3.6 del párrafo anterior, por lo que necesitamos diseñar el ancho de la tira de corte y el número de cavidades que se necesiten obtener para cubrir la demanda anual.

Número de cavidades.- este es un valor que deberá justificar la demanda anual por lo que:

Tabla 3.1: Número de cavidades que se necesitaran en la matriz.

	unidades
Producción anual	10000000
Producción diaria	41667
Producción por minuto	87

Golpes de la Prensa :	40
Número de cavidades :	3

Dimensiones del culote:

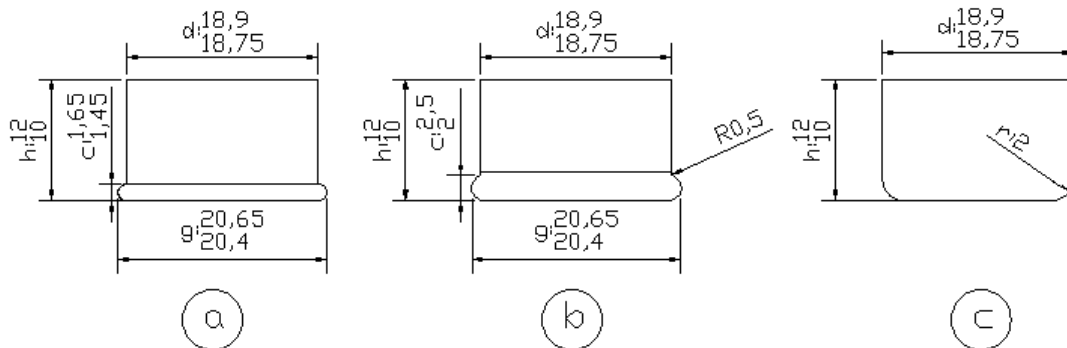


Figura 3.8: Dimensiones del culote a.- culote de cartucho, b.- culote a ser ensamblado, c.- copa embutida para llegar a ser abombado y convertirse en culote

$e := 0.3$ mm espesor de la chapa para su posterior embutici

$r := 2$ mm

$d := 18.8$ mm

$h := 12$ mm

$D := \sqrt{d^2 + 4 \cdot d \cdot h - r}$ **ec. 1**

$D = 35.41$ mm Diámetro del disco de desarrollo

Tabla 3.2: Sobre medidas para el rebarbado (basada en la experiencia).

H(mm.)	6	12	20	25	38	50	65	75	90	100	125	150	>150
h(mm.)	1.0	1.2	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5.5	6.5	5%H

H.- altura del objeto, h.- sobre medida para el rebarbado.

$$D_d = D + h_r$$

ec. 3.2

$$D_d = 35.41 + 1.1$$

$$D_d = 36.5 \text{ mm.}$$

DISPOSICION DE LA FIGURA DENTRO DE TIRA DE CORTE

El objetivo fundamental de la disposición de la figura dentro de la tira es la utilización óptima y lograr así la máxima economía de la materia prima.

$$s := e \cdot 5$$

ec. 3

$$s = 1.5 \text{ mm} \text{ separación mínima entre figura}$$

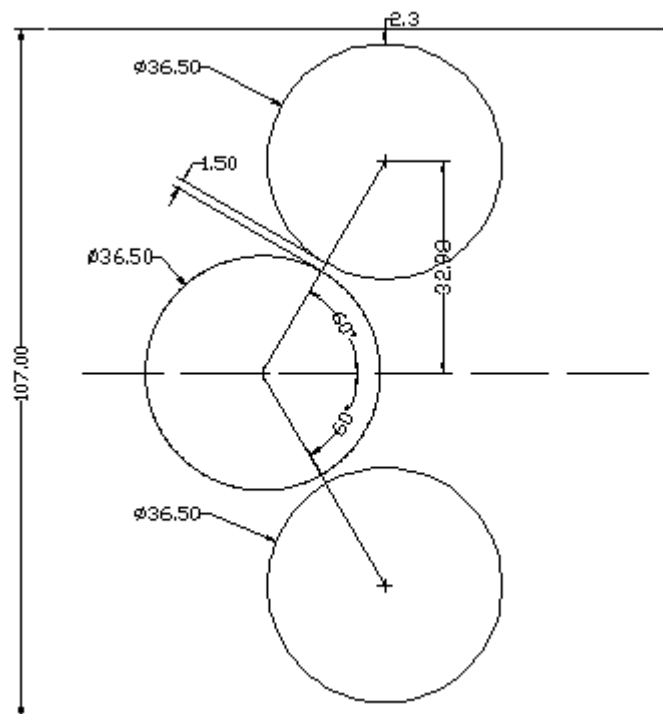


Figura 3.9: Disposición de la figura dentro de la tira, se toma 2,3 para equilibrio dentro de la tira.

Determinación del ancho de la tira de la cula deben cortarse los discos

$s = 1.5$ mm separación entre figuras

$s_1 := 2.3$ mm separación hasta la arista del material

$$l := 2 \cdot (Dd + s) \cdot \cos\left(30 \cdot \frac{\pi}{180}\right) + Dd + 2s_1 \quad \text{ec. 4}$$

$l = 106.944$ mm ancho de la tira

Se toma el ancho de 107 mm debido a la existencia en el mercado

3.1.1.1 Matrices de Corte.



Figura 3.10: Matriz para corte del disco de desarrollo.

Dentro del diseño de la matriz de corte se considera que el disco de desarrollo calculado anteriormente no debe desprenderse de la tira del material, además debe existir un agujero central en el disco de desarrollo para el posterior alojamiento del fulminante.

Además se necesitan realizar agujeros de sujeción para evitar su desprendimiento en la futura embutición; de esto se presenta un bosquejo de la tira de corte dentro de este paso.

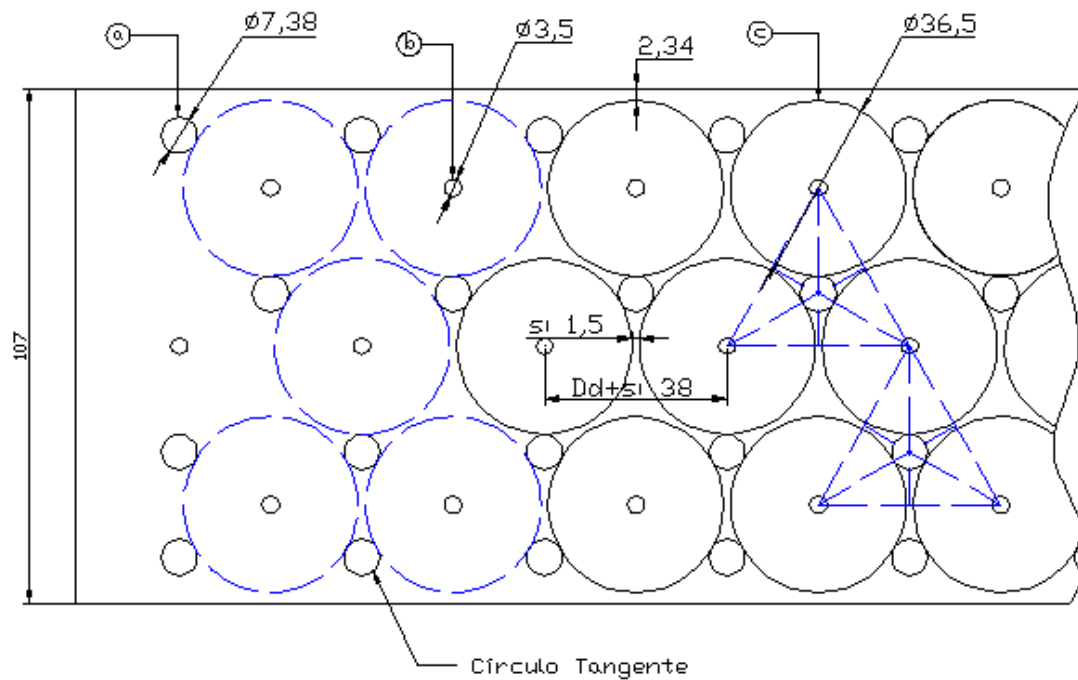


Figura 3.11: Disposición geométrica del disco dentro de la tira a.- Agujero de desprendimiento del disco, b.- agujero previo a la cavidad del fulminante, c.- disco de desarrollo.

De la figura anterior podemos observar la necesidad del diseño de la matriz para los agujeros de desprendimiento del disco, agujero para el futuro alojamiento del fulminante y agujero para el disco de desarrollo.

MATRIZ DE AGUJEROS DE DESPRENDIMIENTO DEL DISCO Y ALOJAMIENTO DE FULMINANTE.

Esta perforación tiene por función ayudar a desprenderse el disco de la tira pero no a su extracción debido a que se arrastrará hasta llegar a la etapa de embutición. Este orificio es tangente a dos o tres disco de desarrollo según la posición en que se encuentre dentro de la tira. Este procedimiento se lo hace dentro de la primera estación.

Para el diseño de éstas matrices se basa en tablas para especificar la vida útil y su altura mínima de la matriz.

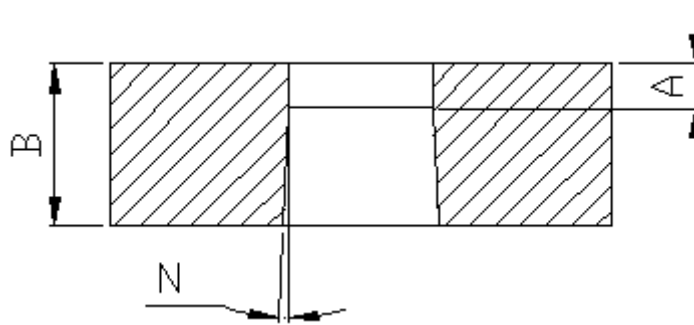


Figura 3.12: Esquema de una matriz de corte. A.- Vida útil, B.- Espesor de la placa matriz, N.- Ángulo interior para desalojo del disco cortado.

Tabla 3.3: Relación entre grueso de la matriz y espesor de la tira.

Espesor de la Tira (mm)	Espesor de la Placa Matriz "B" (mm)
0 – 1.6	25
1.6 – 3.5	30
3.5 – 4.8	35
4.8 – 6.4	42
6.4 en adelante	48

Tabla 3.4: Relación de espesor de la tira con ángulo interior de la matriz.

Espesor de la tira (mm)	Angulo N (°)
0 – 1.6	¼
1.6 – 4.8	½
4.8 – 8	¾
8 en adelante	1

Se debe tomar en cuenta que el diseño se basa en la colocación de casquillos debido a su alto número de ciclos de trabajo, es conveniente que se de fácil cambio de sus partes por tanto se diseñarán las matrices en forma de postizos.

VIDA UTIL DE LA MATRIZ

La vida útil de las matrices de corte depende específicamente del espesor de la chapa a cortar de donde:

Vida útil = 3 * espesor del material (hasta 6 mm.)

ec. 3.5

Vida útil = 0.9 mm.

“Vida útil = 5 mm. Debido a su alta producción.”

Los planos de estos casquillos tanto para los agujeros de desprendimiento del disco así como para los agujeros del fulminante se encuentran en Anexo A1 código MC-01 y MC-02 respectivamente.

En cuanto al corte del disco de desarrollo se toma en cuenta las observaciones anteriores en cuanto a su espesor y su vida útil.

Se detalla la matriz para corte del disco en el anexo A1 con código MC-03.

3.1.1.2 Punzones de corte.



Figura 3.13: Punzón de corte del disco de desarrollo.

El punzón de corte es el elemento que define según la sección que tenga el contorno de la pieza a cortar, este transmite a través de su cuerpo la fuerza que es otorgada por la prensa, el filo de corte lo constituye el perímetro exterior del punzón y el perímetro interior de la matriz.

El juego entre el punzón y la matriz depende del espesor de la chapa y de la calidad del material, que puede ser duro, dulce o blando. Para el caso de los agujeros de desprendimiento del disco, agujero para el fulminante y disco de desarrollo el juego no debería existir debido a que sus dimensiones son pequeñas, se toma del “Gráfico para determinar el juego entre punzón y matriz en función del material y el espesor del mismo” (Anexo A2).

Al determinar los diámetros del punzón y matriz es necesario tener en cuenta que el diámetro de la matriz determina las dimensiones de la pieza, por tanto el juego deberá obtenerse reduciendo el diámetro del punzón.

Los punzones de corte se utilizan muy comúnmente, son construidos con acero de herramientas de alta calidad, endurecido y rectificado en toda su superficie. Como regla general de diseño se otorga en la figura 3.12 al diámetro A un ajuste forzado con la placa base porta punzón, el diámetro B que se prolongue por lo menos 3.5 mm. (1/8”), entra en ajuste deslizante a fin de que la alineación sea buena en las operaciones de la prensa, el diámetro de resalto C suele ser 3.5 mm. (1/8”) mayor que el diámetro A. La altura de resalto D es de 3,5 – 5 mm. (1/8” – 3/16”) dependiendo del tamaño, el diámetro E es el de la figura a cortar, el radio del codo que conecta B y E de ser todo lo largo posible y su superficie deberá estar perfectamente pulida debido a que las nervaduras o fallas en su elaboración representarían puntos de posible fractura.

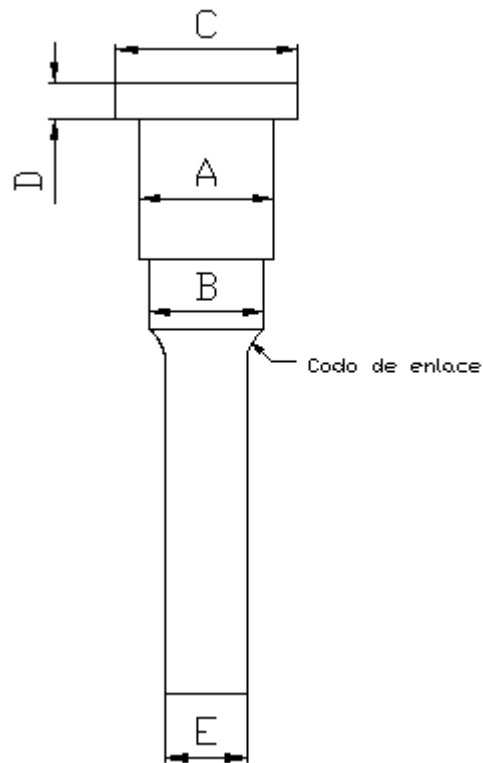


Figura 3.14. Esquema de un punzón de corte.

Resistencia al pandeo de los punzones de corte.

Los punzones bien templados, con aristas de corte afiladas, proporcionan un corte limpio (corte sin rebabas). Por lo general, conviene mantener una longitud normal de 60 mm en los punzones de corte, si bien por necesidades técnicas (como trabajos en serie) se requieren mayores dimensiones.

Puesto que la rotura de los punzones no solo desemboca en mayores costos, sino que, sobre todo es un retraso en los plazos de fabricación es conveniente realizar cálculos de comprobación como lo es la fuerza de pandeo P_s y l_{\max} longitud máxima.

$$P_s = \frac{\pi^2 * E * J}{l^2} \quad \text{ec. 3.6}$$

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 * E * J}{\sigma_c * s * L}} \quad \text{ec. 3.7}$$

Donde E es el modulo de elasticidad del material que para el acero de herramientas templado debe tomarse como máximo de 21500 kg/mm², J, el momento de inercia, el mismo que dependerá de la sección del punzón, σ , es el esfuerzo de corte o cizalladura de la chapa a cortar en nuestro caso igual a 28 kg/mm² (chapa de acero latonado), L, la longitud del corte, s, el espesor del material.

Para los punzones de corte del fulminante ($\varnothing=3,5$ mm.), agujeros de desprendimiento ($\varnothing=7,4$ mm.) y disco de desarrollo ($\varnothing=36,5$ mm.) la longitud máxima antes del pandeo tomado de la ecuación 6 es:

$$l_{\max}(\text{punzón agujero del fulminante}) = \sqrt{\frac{\pi^2 * E * J}{\sigma * s * L}}$$

$$l_{\max}(\text{punzón agujero del fulminante}) = 130 \text{ mm.}$$

$$l_{\max}(\text{punzón agujero de desprendimiento}) = \sqrt{\frac{\pi^2 * E * J}{\sigma * s * L}}$$

$$l_{\max}(\text{punzón agujero de desprendimiento}) = 400 \text{ mm.}$$

$$l_{\max}(\text{punzón disco de desarrollo}) = \sqrt{\frac{\pi^2 * E * J}{\sigma * s * L}}$$

$$l_{\max}(\text{punzón disco de desarrollo}) = 4381 \text{ mm.}$$

Cálculo del huelgo de corte. (μs)

Para mantener la capacidad de corte de una matriz es importante la magnitud del huelgo de corte, este debe ser uniforme en todos los puntos de corte; el huelgo depende del tipo de material y de su espesor.

Cuanto mas estrecho es este huelgo, tantos mayores son la fuerza y el trabajo; si mas estrecho es el huelgo mas limpio es el corte, la investigación a cerca de esto pone en manifiesto que existen dos huelgos de corte óptimo siendo el valor de limpieza que se presente en el corte y la intervención de una fuerza y un trabajo mínimo de corte; para lo que utilizamos la ec. 8 en donde la

constante es $c = 0,005$ para el primer caso de huelgo y $c = 0,035$ para el segundo.

$$\mu_s = c * s * \sqrt{\sigma c}$$

ec. 3.8

$$\mu_s = 0.05 \text{ mm de huelgo.}$$

Los planos de los punzones del agujero de desprendimiento y agujero para el fulminante se detallan en el Anexo A1 con código PC- 01 y PC-02 respectivamente.

Dentro del diseño para el punzón que corta el disco se debe tomar en cuenta que el disco de desarrollo no debe desprenderse totalmente de la tira ya que se perdería la secuencia debido a que estos deberán pasar a la etapa de embutición embebidos en la misma tira; para esto se debe obtener un punzón con tal virtud, esto se consigue estriando el punzón en tres partes a 120° en forma simétrica alrededor del perfil de corte de este punzón. La profundidad de este estriado es de acuerdo a la necesidad, el tamaño del disco y al diámetro de los agujeros que desprenden el disco de la tira. Otro aspecto importante dentro de este punzón es la utilización de pilotos para que el corte sea preciso.

El piloto es el elemento saliente de forma redondeada que se encuentra ubicado en la superficie de corte, tiene como finalidad ubicar el material en el centro del punzón para que éste posteriormente lo recorte.

La proporción del piloto debe poseer un diámetro de $3,5_{-0.1}^{0.0}$ mm.

El plano de este punzón esta detallado dentro del Anexo A1 con código PC-03.

3.1.1.3 Placa porta matrices de corte.

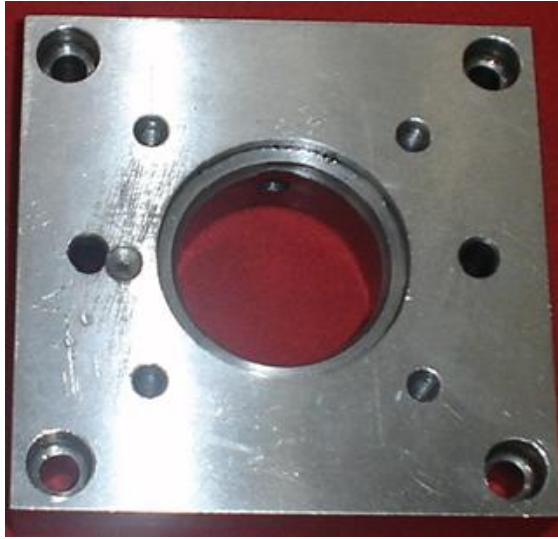


Figura 3.15: Placa porta matriz.

Las placas porta matrices al igual que las porta punzones son aquellas que retienen a las matrices de corte dentro de sí. Ordinariamente se las construye en acero de maquinas de alta calidad pero también se lo puede construir con acero de herramientas sin endurecer, para matrices de alto grado de desempeño.

Dentro del diseño se deben tener los siguientes aspectos a considerar:

1. Espesor adecuado para sujetar correctamente a la matriz de corte.
2. Buena práctica de unión con clavijas para asegurar la posición exacta.
3. Suficiente introducción de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación.

Para nuestro caso la placa porta matriz se divide en partes debido a que estamos realizando una matriz progresiva de estaciones continuas de forma que es menos costosa y más fácil de maquinar para la una estación que para todo el conjunto.

La placa porta matrices se la separa tanto para las matrices de corte de agujeros para fulminante y agujeros de desprendimiento como para las

matrices de corte del disco debido a la distribución que poseen y a demás al número de punzones que se tiene.

La placa porta matriz posee un espesor igual al a la altura de las matrices debido a la función que esta tiene ante las matrices. El ajuste con que debe ingresar las matrices a la placa se toma como un ajuste forzado para que pueda realizar su función sin ningún deslizamiento de la matriz sobre su placa porta matriz en el momento del trabajo.

Los planos de la placa porta matrices se encuentran en el Anexo 1 con código PPM – e1 y PPM – e2.

3.1.1.4 Placa porta punzones de corte.

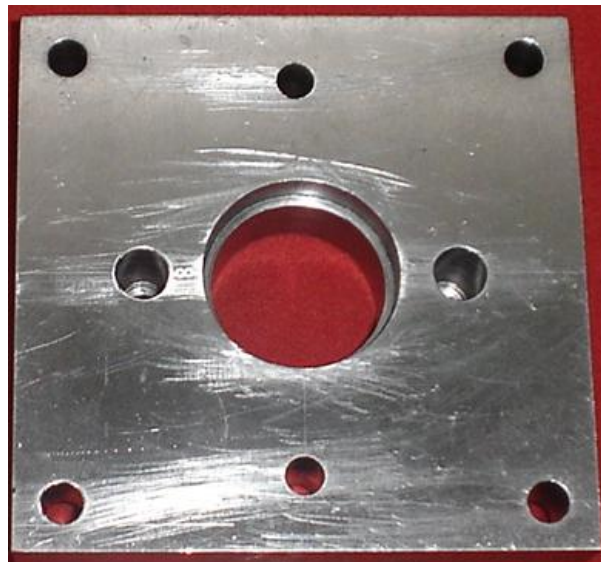


Figura 3.16: Placa porta punzones.

La placa porta punzones de igual forma que la anterior es la que retienen y soportan los punzones de corte.

Las placas porta punzones comprenden desde pequeños bloques sencillos para retener los punzones de perforación hasta aquellas placas grandes mecanizadas para sostener a varios perforadores a la vez. Dentro del diseño se debe tener en cuenta los mismos tres aspectos citados para el diseño de la placa porta matriz.

Las dimensiones de las placas porta punzones se las da en función de la necesidad, es decir, de acuerdo a la cabeza del punzón tanto en diámetros como en su espesor.

Por otra parte existen placas porta punzones normalizadas, cuando existen grandes cantidades de matrices se puede economizar tiempo y dinero normalizando las dimensiones de las placas porta punzones.

Tabla 3.5 Tabla de espesores normalizados para placas porta punzones en función del diámetro A del punzón.

A (plg.)	B (plg)
0 – 5/16	1/2
5/16 – 7/16	5/8
7/16 – 1/2	3/4
1/2 – 5/8	7/8
5/8 – 11/16	1
11/16 – 3/4	1 1/8
3/4 – 7/8	1 1/4
7/8 – 15/16	1 3/8
15/16 – 1	1 1/2

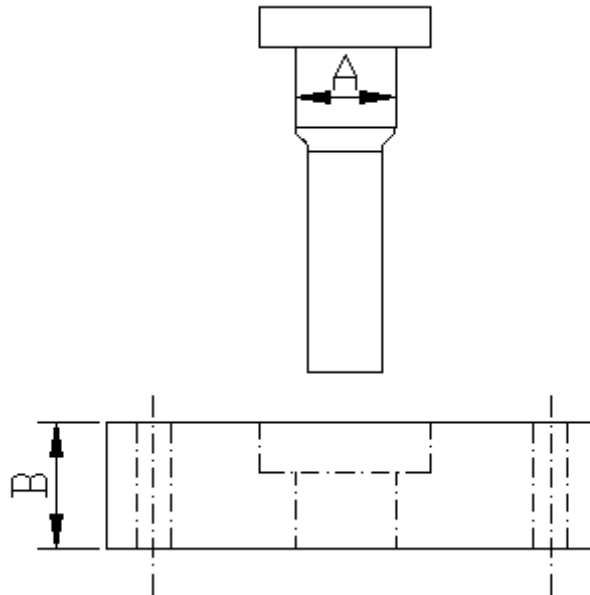


Figura 3.17 Esquema de punzón (arriba) y porta punzón (abajo).

Los planos de la placa porta punzón se encuentran en el Anexo 1 con código PPP – e1 y PPP – e2.

3.1.1.5 Placa expulsora de corte.

La placa expulsora es aquella placa que se encuentra sobre la placa porta punzón, esta tiene por finalidad guiar a la chapa durante su ingreso por la matriz, a la vez posee perforaciones que cumplen la función de guiar al punzón hacia la matriz.

Esta placa posee un función muy importante que es la expulsión del material, es decir cuando el punzón realiza su ataque empezando su asenso luego del corte, del cual, la chapa metálica se adhiere a la superficie de corte por lo que la necesidad de un tope para que el material quede suelto.

En cuanto al diseño de la placa expulsora se debe considerar:

1. Espesor adecuado para sujetar correctamente a la placa matriz.
2. Espacio necesario para alojar la chapa antes del ataque del punzón.
3. Perforaciones para que actúen como guías de los punzones.

Los planos de la placa expulsora se encuentran en el Anexo 1 con código PE – e1 y PE – e2.

3.1.2 MATRICERÍA DE EMBUTICIÓN.

La embutición es el proceso de la matricería mediante el cual, el material, que originariamente tiene una forma plana, se transforma en un cuerpo hueco por medio del alargamiento.

El disco de la chapa queda cogido entre la matriz de embutición y el pisador de sujeción de la chapa, el cual presenta un agujero en el centro para permitir el paso del punzón de embutir, este al ejercer presión sobre el disco de la chapa, lo hunde y lo transforma en un cuerpo cilíndrico hueco.

Este proceso se explica a continuación en los siguientes pasos:

1. Colocación del disco de diámetro D de la chapa sobre la matriz de embutir.

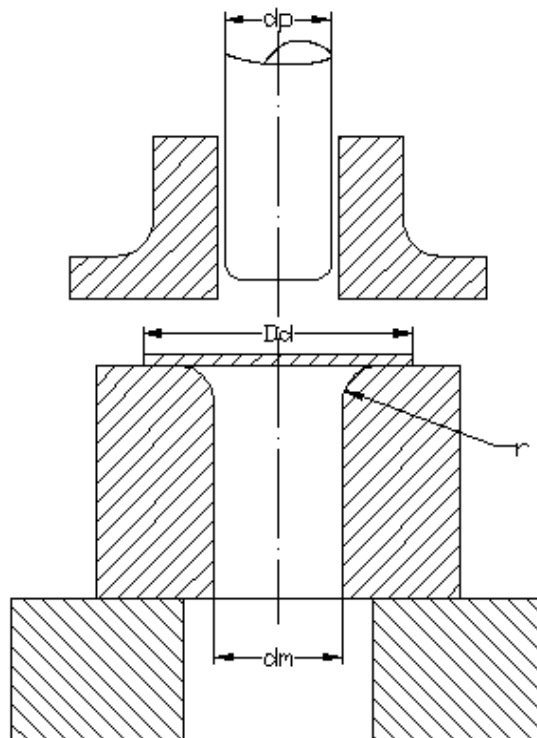


Figura 3.18: Esquema de la matriz de embutición abierta; dp .- diámetro del punzón, Dd .- diámetro del disco de desarrollo, dm .- diámetro de la matriz.

2. Descenso del pisador de sujeción y del punzón de embutir (el pisador entra en primero en contacto con el disco).

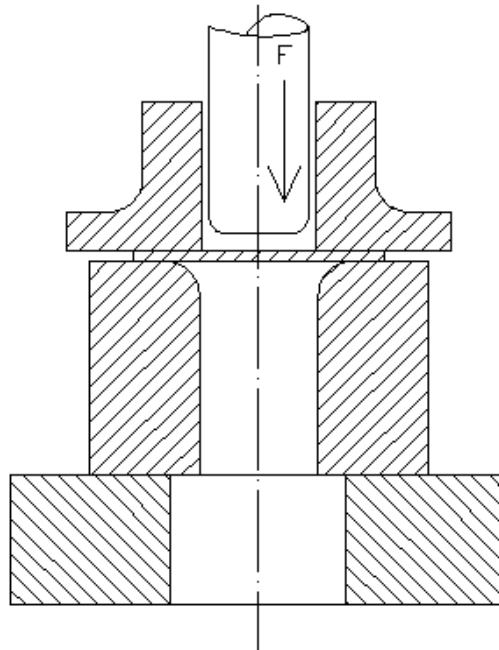


Figura 3.19: Esquema de embutición cuando el pisador actúa. F.- es la fuerza

3. El punzón establece contacto con la chapa y ejerciendo una presión la embute a través del agujero de la matriz de embutición, con lo que el material del disco de la chapa fluye por encima de los radios de embutición.

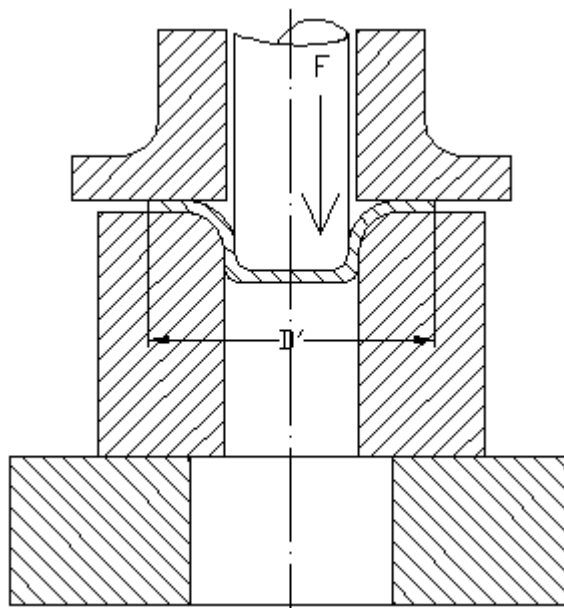


Figura 3.20: Esquema de la embutición cuando el punzón ejerce presión.

4. Se consigue la forma definitiva cuando el punzón alcanza la posición más baja, de esto el punzón y el pisador suben y el elemento embutido

que en esta etapa se encuentra pegado al punzón se despegar cuando entra en contacto con la superficie del pisador.

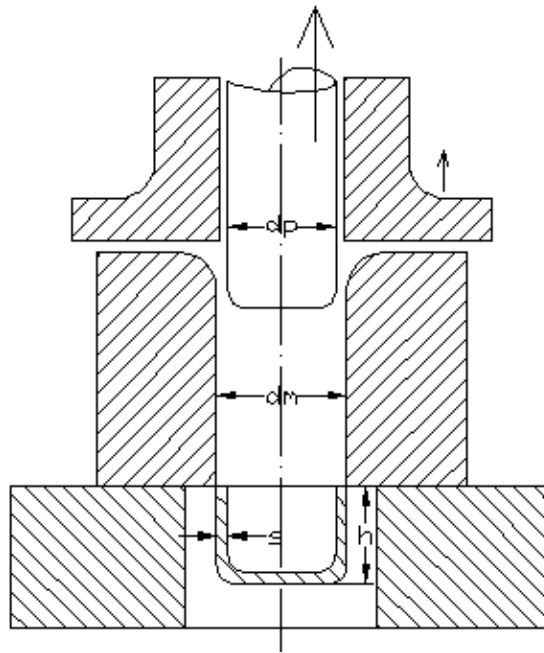


Figura 3.21: Finalización del proceso de embutición, s.- espesor del material, h.- la altura del producto.

El cuerpo obtenido de la embutición está formado por el fondo y una camisa cilíndrica hueca. El espesor inicial de la chapa solamente se conserva en el fondo, ya que debido al alargamiento al que es sometido las paredes se adelgazan sensiblemente, es en esta zona donde más a menudo sufren roturas las piezas embutidas.

En la figura 3.18 se denota los puntos A, B y C. Estos puntos sufren alargamientos debido a la posición en que se encuentran; A no sufre alargamiento, B sufren un alargamiento tangencial debido a que se encuentran en la base del elemento embutido y C sufre un alargamiento radial debido a que su posición es la parte superior del elemento embutido.

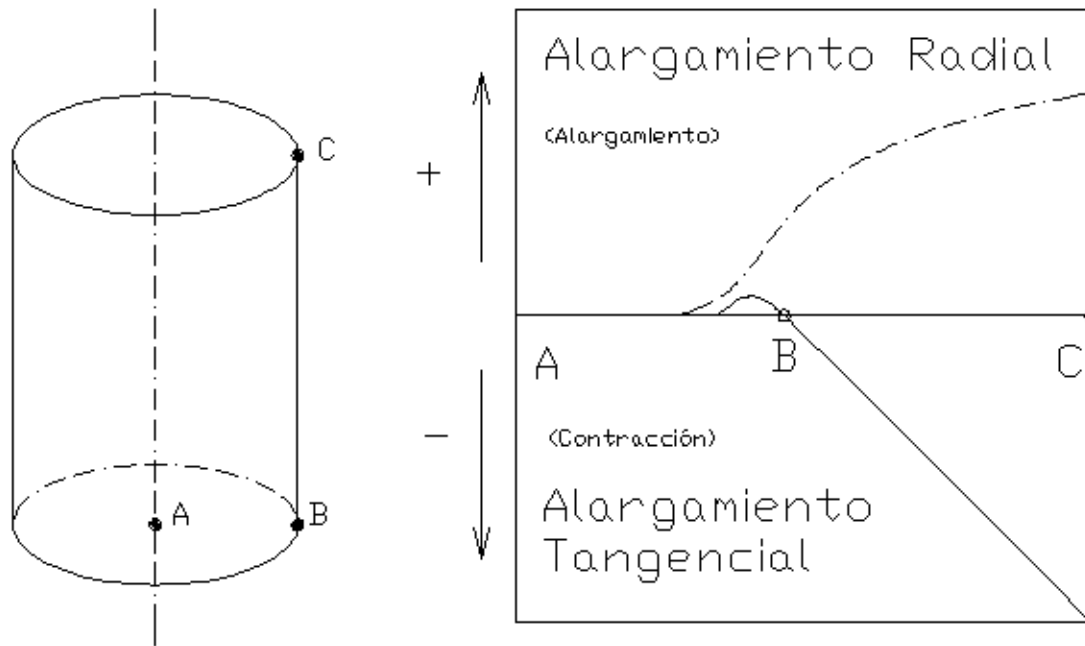


Figura 3.22: Elemento embutido y su tipo de alargamiento de acuerdo al punto de ubicación.

Para una embutición cilíndrica se evitan las variaciones de estructura en el fondo por medio del asentamiento inferior del punzón, debido a esto no se registran alargamientos radiales ni recalcos tangenciales en el centro del fondo, por el contrario en el contorno del fondo, la parte B de la figura 3.18, aumenta notablemente el alargamiento radial y continúa aumentando aunque en menor medida hasta el punto C del mismo gráfico.

3.1.2.1 Matrices de embutición.

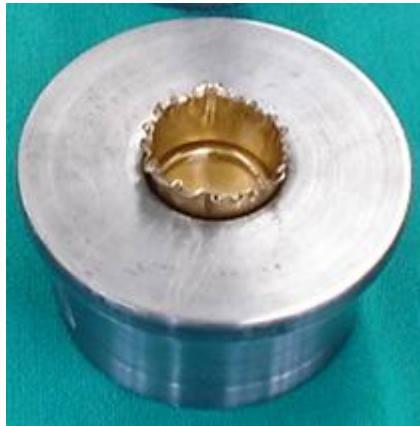


Figura 3.23: Matriz de embutición.

Una vez establecido y descrito el proceso de embutición de un disco de chapa fina de diámetro D para formar una copa cilíndrica con diámetro d y altura h ; ahora debemos tener en cuenta la relación D/d es siempre mayor que 1 pero tiene un límite puesto que con un valor demasiado elevado de esta relación el borde del fondo B (Figura 3.18) siempre se va a romper debido a elevados esfuerzos de tracción y alargamientos demasiado grandes.

Es por esto que los elementos de profundidad considerable deben embutirse en varias fases, de tal manera que en la primera fase se embute un cilindro hueco de diámetro mayor para en la siguiente fase se obtengan diámetros menores de acuerdo a la necesidad que se tenga.

CALCULO DEL NUMERO DE EMBUTICIONES (η).

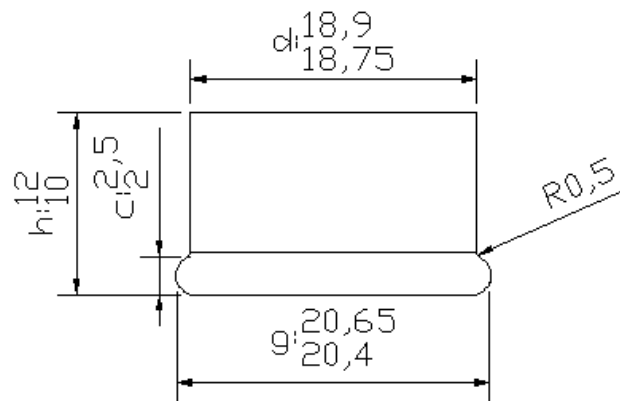


Figura 3.24: Dimensiones del culote a desarrollar.

$$\eta = \frac{m}{\varepsilon} \quad \text{ec. 3.9}$$

$$m = \frac{h}{d} \quad \text{ec. 3.10}$$

$$m = 0.68$$

Para la ec. 9, m es la relación de altura (h) con el diámetro (d) del elemento embutido, ε es $\frac{1}{2}$ para piezas pequeñas.

$$\eta = \frac{0.68}{\frac{1}{2}}$$

$$\eta = 1.36$$

Del resultado anterior se toma como el número de pasadas igual a 2 debido a que no se puede dar 0.36 pasadas o redondear a 1 ya que nos faltaría altura del elemento a embutir como producto final.

De aquí que necesitamos obtener dos estaciones de embutición por lo que ahora debemos calcular los diámetros y alturas para cada una de las pasadas requeridas.

Para operaciones de una serie de embuticiones se debe tomar en cuenta las siguientes relaciones de altura y diámetro por cada embutición.

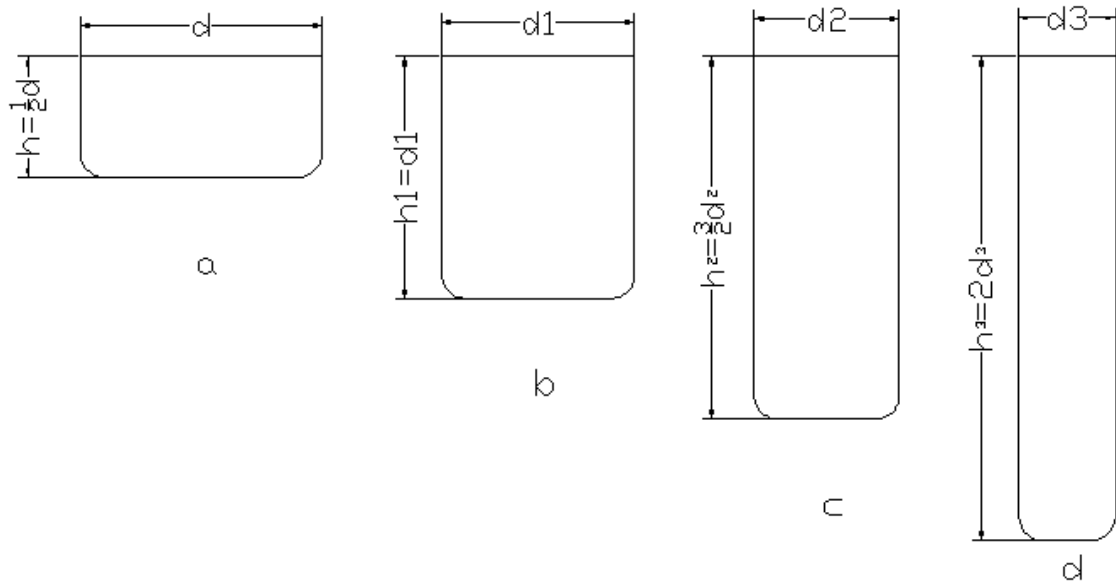


Figura 3.25: Número de operaciones necesarias con relación de profundidad del embutido (para piezas pequeñas) a.- a alcanzar en una operación, b.- a alcanzar en dos operaciones, c.- a alcanzar en tres operaciones, d.- a alcanzar en cuatro operaciones.

DIMENSIONES A ALCANZAR EN LA PRIMERA EMBUTICIÓN

Para la primera embutición se sabe que la altura debe ser igual al diámetro dividido entre dos, esto reemplazamos en la ecuación 1 para poder obtener el nuevo diámetro de la primera embutición.

Donde: $h_{1^{\text{a}}\text{pasada}} = d/2$

$$d_{\text{pieza}_{1^{\text{a}}\text{embutida}}} = \sqrt{\frac{Dd^2 + r}{3}} \quad \text{ec. 11}$$

$$d_{\text{pieza}_{1^{\text{a}}\text{embutida}}} = 21.095 \text{ mm}$$

$$h_{1^{\text{a}}\text{pasada}} = \frac{d_{\text{pieza}_{1^{\text{a}}\text{embutida}}}}{2} \quad \text{ec. 12}$$

$$h_{1^{\text{a}}\text{pasada}} = 10.547 \text{ mm}$$

DIMENSIONES A ALCANZAR EN LA SEGUNDA EMBUTICIÓN

En la segunda embutición se sabe ahora que la altura debe ser igual al diámetro, esto reemplazamos en la ecuación 1 para poder obtener el diámetro en la segunda embutición, en esta estación daremos las medidas definitivas al elemento embutido.

$$\text{Donde: } h_2 = d_2 \quad \text{ec. 13}$$

$$h_{2^{\text{a}}\text{pasada}} = \sqrt{\frac{Dd^2 + r}{5}} \quad \text{ec. 14}$$

$$h_{2^{\text{a}}\text{pasada}} = 16.34 \text{ mm}$$

Aquí se ajusta a $h = 12 \text{ mm}$ y $d = 18,8 \text{ mm}$

Ahora que se poseemos los datos necesarios para los productos en las dos etapas de embutición entramos con estos al diseño de las matrices de embutición.

El elemento mas importante en la matriz de embutición es su radio de embocadura, las condiciones serán sin duda mejores si la matriz tiene un buen radio de embocadura; este radio que llamaremos " r_e " puede producir una mayor o menor tensión de las fibras del material.

Los radios pequeños pueden producir la rotura del material. El radio r_e se hace generalmente:

r_e (veces el espesor)	Material a Embutir
8 – 10	Chapa de acero
3 – 5	Chapa de aluminio

Tabla 3.6: Radios para la matriz de embutición con relación a la chapa a embutir.

Los planos de la matriz de las matrices tanto para la primera como para la segunda embutición se encuentran en el Anexo A1 con código ME - e3, ME - e4

3.1.2.2 Punzones de embutición.



Figura 3.26: Punzón de embutir

El punzón de embutición es aquel que va a ejercer presión sobre la chapa para introducir en la matriz y obtener la pieza embutida.

Análogamente a las operaciones de las matrices de embutición, tendremos dos tipos de punzones, uno para la primera y otro para la segunda embutición.

Este tipo de punzones no debe tener un redondeado de su arista inferior menor que el redondeo correspondiente a la arista del cuerpo que se quiere embutir puesto que en tal caso el punzón cortaría el material. Las embuticiones con canto agudo solo se consiguen luego de varias fases o por procesos hidromecánicos de embutición.

Un redondeo del punzón que resulte ventajoso y que debe tenerse en cuenta incluso para el diseño de la pieza a embutir, ha de ser:

r (Radio del borde del punzón) f(e)	Materiales
8 – 10	Acero
4 – 5	Aluminio
6 – 8	Latón

Tabla 3.7: Relación de radio del punzón de embutir ante el espesor de la chapa

Este sistema necesita un juego entre la matriz y el punzón de embutición este juego debe corresponder al espesor de la chapa metálica (en diámetro, igual a dos espesores de la chapa).

Pero para evitar roces innecesarios y a un agarrotamiento⁸ ha de quedar además una holgura, que se ha de sumar a dicho espesor del material. Esta holgura a de ser del 10% al 20% del espesor de la chapa a embutir.

Los planos se encuentran dentro del Anexo A1 con código PE – e3 y PE – e4

3.1.2.3 Sistema de pilotos.

Los pilotos desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de las matrices de estaciones múltiples como lo en nuestro caso y muchas averías en los productos pueden ser atribuidas a un defecto de diseño en los pilotos.

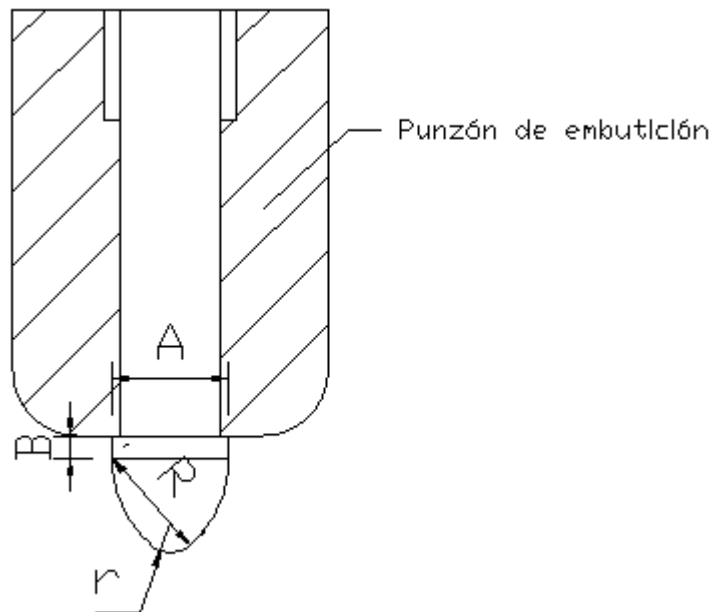


Figura 3.27: Esquema del piloto dentro del punzón de embutición.

⁸ Pliegue en la pared lateral que puede romper el material al endurecerse este debido a su estrechez

PROPOCINES DEL PILOTO

El diseño de un piloto se logra a través obteniendo su cabeza en forma curva y debe tener en cuenta los siguientes pasos (tomado como referencia la figura 3.21):

1. El diámetro A de la cabeza es aquel que realmente ajusta en el agujero de la tira para su posicionamiento. Es decir este diámetro es igual al del punzón que perforó el agujero menos el 3% del espesor del material.
2. La altura B es aproximadamente 2/3 a 1 vez el espesor del material.
3. El radio R es igual a la longitud del lado A.
4. El radio r debe ser aproximadamente 0,25 el diámetro de A.

Los planos se encuentran en el Anexo A1 con código PilE – e3 y PilE – e4.

3.1.2.4 Placa porta matrices de embutición.

Las placas porta matrices al igual que las porta matrices de la etapa de corte del disco son aquellas que retienen a las matrices de embutición dentro de sí. Ordinariamente para la embutición también se las construye en acero de maquinas de alta calidad pero también se lo puede construir con acero de herramientas sin endurecer, para matrices de alto grado de desempeño.

Dentro del diseño se deben tener los siguientes aspectos a considerar:

1. Espesor adecuado para sujetar correctamente a la matriz de corte.
2. Buena práctica de unión con clavijas para asegurar la posición exacta.
3. Suficiente introducción de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación.

Para nuestro caso la placa porta matriz de embutición se divide en partes debido a que estamos realizando una matriz progresiva de estaciones

continuas de forma que es menos costosa y más fácil de maquinar tanto para la estación de la primera como para la segunda embutición.

La placa porta punzones se la separa tanto para las matrices de corte de agujeros para fulminante y agujeros de desprendimiento como para las matrices de corte del disco debido a la distribución que poseen y a demás al número de punzones que se tiene.

La placa porta matriz posee un espesor igual al a la altura de las matrices debido a la función que esta tiene ante las matrices. El ajuste con que debe ingresar las matrices a la placa se toma como un ajuste forzado para que pueda realizar su función sin ningún deslizamiento de la matriz sobre su placa porta matriz en el momento del trabajo.

Los planos se encuentran en el Anexo A1 con código PPME – e3 y PPME – e4

3.1.2.5 Placa porta punzones de embutición

La placa porta punzones de igual forma que la placa porta punzón de corte tienen la función de retener y soportar los punzones de embutición.

Las dimensiones de las placas porta punzones se las da en función de la necesidad, es decir, de acuerdo a la cabeza del punzón tanto en diámetros como en su espesor.

Para las placas porta punzones en la embutición utilizaremos unas muy similares a las placas anteriores (en el corte), debido a que se dará una simetría en toda la matriz.

Los planos se encuentran dentro del Anexo A1 con código PPPE – e3 y PPPE – e4.

3.1.2.6 Sistema de expulsión en la embutición.

El sistema de expulsión es aquel que ayudará a sacar el elemento embutido del punzón de embutición una vez que este ha realizado su trabajo, este sistema funcionará como un pisador para el momento en que empieza la embutición y como expulsor el momento que termine su trabajo.

Para nuestra finalidad el pisador prensa chapas, al embutir es preciso atribuir una gran importancia a la presión ejercida por el sujetador durante el proceso de embutido. Una presión insuficiente provoca una disposición desordenada de la chapa durante su introducción en el agujero de la matriz, produciendo esto pliegues o arrugas; por otra parte una presión excesiva provoca el alargamiento y la rotura del material.

Para que sea correcta la presión ejercida por el sujetador en la chapa, este debe permitir con facilidad el fluído del material al interior de la matriz. La presión exacta se determina prácticamente a partir de la mínima, aumentándola por grados hasta conseguir una pieza embutida de paredes lisas.

Esta presión (p) está en relación a la superficie de la parte de la chapa comprendida entre la cara superior de la matriz y el plano del sujetador. Para chapas de acero, queda comprendida entre los 10 – 20 kg/cm² de superficie prensada.

La presión total P (kg) del sujetador para cuerpos cilíndricos se calcula de la siguiente forma:

$$P = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)p \quad \text{ec. 3.15}$$

Donde d es el diámetro del agujero de la matriz, D diámetro del disco de la chapa, p es la presión específica.

Los planos se encuentran en el Anexo A1 con código Exp – e3.

3.1.3 MATRICERÍA DE ESTAMPE.

3.1.3.1 Matrices de estampe.



Figura 3.28: Descripción del estampe en el culote.

Una vez establecido y descrito los procesos de embutición para formar una copa cilíndrica con diámetro d y altura h ; ahora debemos tener en cuenta la identificación de este a través de su estampación.

El proceso de estampe se lo realizará a través de un cuño de marcaje en el cual tendrá la identificación de la fábrica que lo construye (FMSB), el país de procedencia (Ecuador) y el número del calibre (16).

Por otra parte es en esta estación donde se dará una aproximación a la cavidad en la que posteriormente se la terminará para que se aloje el fulminante, este paso de la matricería es muy importante ya que se da a conocer su identidad como futuro cartucho.

El cuño de marcaje expuesto anteriormente tendrá la necesidad de ser un expulsor y un cuño de marcaje a la vez para evitar problemas en el recorrido de la tira del material por toda la matriz, con lo que se conseguirá la no ocasión de interrupciones debido al proceso que se esta realizando.

La matriz de estampe es la que tendrá como diámetro el mismo de la segunda embutición, siendo aquí un proceso de control de la altura y diámetro de la copa obtenida.

La base o cuño propiamente dicho se necesita que esté en alto relieve para luego del proceso de prensado la superficie del fondo de la copa embutida adopte la forma de las letras que se encuentran en esta operación.

Los planos se encuentran detallados en el Anexo A1 con código MEst - e5 y CM – e5

3.1.3.2 Punzones de estampe.

El punzón de estampe es aquel que va a ejercer presión sobre la chapa para introducir en la matriz y obtener la pieza grabada.

Análogamente a las operaciones de los punzones de embutición, tendremos un tipo de punzón, con el cual se dará un terminado en el diámetro y en la altura.

Este tipo de punzones no debe tener un redondeado de su arista inferior menor que el redondeo correspondiente a la arista del cuerpo que se quiere embutir puesto que en tal caso el punzón cortaría el material.

Un redondeo del punzón que resulte ventajoso y que debe tenerse en cuenta incluso para el diseño de la pieza a embutir y posteriormente a estampar, ha de ser:

r (Radio del borde del punzón) f(e)	Materiales
8 – 10	Acero
6 – 8	Latón

Tabla 3.8: Relación de radio del punzón de estampe ante el espesor de la chapa

Este sistema necesita un juego entre la matriz y el punzón de estampe este juego debe corresponder al espesor de la chapa metálica (en diámetro, igual a dos espesores de la chapa).

Los planos se encuentran dentro del Anexo A1 con código PEst – e5.

3.1.3.3 Placa porta matrices de estampe.

Las placas porta matrices al igual que las porta matrices de la etapa de corte del disco y embutición son aquellas que retienen a las matrices de embutición dentro de sí. Ordinariamente para la embutición también se las construye en acero de maquinas de alta calidad pero también se lo puede construir con acero de herramientas sin endurecer, para matrices de alto grado de desempeño.

Dentro del diseño se deben tener los siguientes aspectos a considerar:

1. Espesor adecuado para sujetar correctamente a la matriz de estampe.
2. Buena práctica de unión con clavijas para asegurar la posición exacta.
3. Suficiente introducción de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación.

Para nuestro caso la placa porta matriz de estampe se divide en partes debido a que está realizando una matriz progresiva de estaciones continuas de forma que es menos costosa y más fácil de maquinar casquillos matrices de modo que sean de fácil desmontaje.

La placa porta matriz posee un espesor igual al a la altura de las matrices debido a la función que esta tiene ante las matrices. El ajuste con que debe ingresar las matrices a la placa se toma como un ajuste forzado para que pueda realizar su función sin ningún deslizamiento de la matriz sobre su placa porta matriz en el momento del trabajo.

Los planos se encuentran en el Anexo A1 con código PPMEst – e5.

3.1.3.4 Placa porta punzones de estampe.

La placa porta punzones para la estación de estampe de igual forma que la placa porta punzón de embutición tienen la función de retener y soportar los punzones de estampe.

Las dimensiones de las placas porta punzones se las da en función de la necesidad, es decir, de acuerdo a la cabeza del punzón tanto en diámetros como en su espesor.

Para las placas porta punzones en el estampe utilizaremos unas muy similares a las placas anteriores (en la embutición), debido a que se dará una simetría en toda la matriz.

Los planos se encuentran dentro del Anexo A1 con código PPPEst – e5.

3.1.3.5 Sistema de expulsión en el estampe.

El sistema de expulsión dentro de la estación de estampe se lo hará de acuerdo a un cuño de marcaje que cumple dos funciones, la primera el marcaje y la segunda, la expulsión del producto hacia fuera de la matriz para poder obtener una secuencia de trabajo dentro de la matriz.

Este expulsor de estampe tiene también como función contener en si el sistema para formar la cavidad previa del alojamiento para el fulminante, hay que tomar en cuenta que esta cavidad no es la definitiva y dada el acabado final, debido a que luego que el culote este unido con sus demás partes y se lo selle definitivamente para formar un capsula, solo ahí se dará la forma de la cavidad definitiva para el fulminante.

En el plano del Anexo A1 con código CM – e5 hace referencia al expulsor de la matriz de estampe.

3.1.4 MATRICERÍA DE ABOMBADO.

Todas las piezas embutidas presentan la tendencia a abombarse debido a los esfuerzos de tracción que se superponen en la parte inferior de la pared lateral, en la zona inmediata al redondeo del fondo. Esta tendencia a la convexidad no puede medirse en las piezas embutidas por el proceso de embutición con estirado y disminución del espesor de las paredes, pero este abombado dentro de la embutición se aprecia mejor cuando el huelgo es ancho.

La caracterización de este tipo de formas es la ausencia de cualquier tipo de recalcado. Su alargamiento tangencial es siempre positivo, pero manteniéndose menor a alargamiento radial.

En los cuerpos que presentan una superficie en forma de un sombrero semiesférico dispuesto en la parte inferior, es decir, el alargamiento superficial es máximo en el interior de la zona anular del inferior del electro previamente embutido.

3.1.4.1 Matrices de abombado.

La matriz de abombe para esta aplicación en particular debe tener la forma de la pestaña con que sale el producto terminado, es decir, tendrá una cavidad cilíndrica para que se aloje el elemento embutido y en la parte inferior un sobre diámetro en el cual el punzón de abombe realizara su trabajo.

En el sobre diámetro debe ser pulido con la finalidad que el producto no adquiera ningún tipo de aspereza o se raye debido a cualquier grieta que se encuentre dentro de esta.

La zona de abombe que el producto requiere debe estar en contraposición del como se desee el producto terminado.

Los planos se encuentran en el anexo A1 con código MAb – e6.

3.1.4.2 Punzones de abombado y corte.

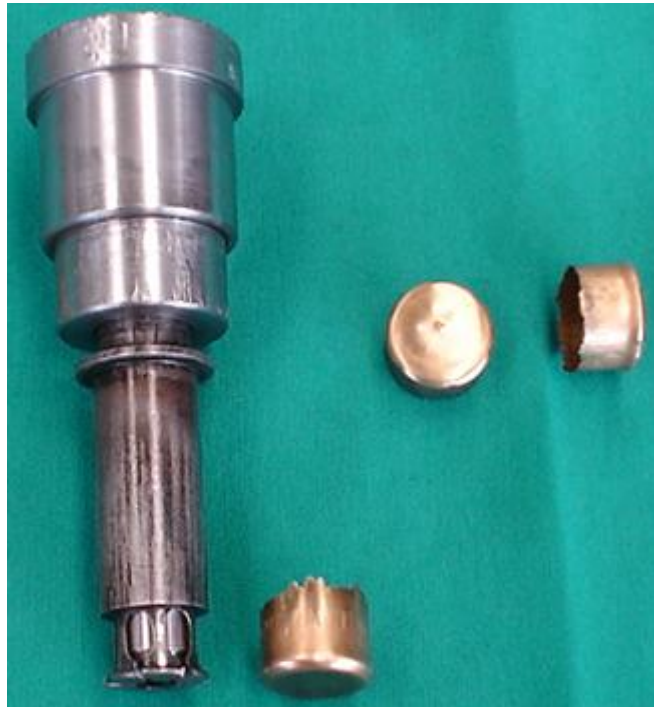


Figura 3.29: Punzón para abombar (izquierda), producto obtenidos por abombe (derecha).

El punzón de abombe es en realidad un sistema encerrado en un punzón para abombar, este sistema de abombe esta conformado por un pinza exterior (a), un punzón interno (b), un alojamiento para el muelle de retracción de la pinza (c), un muelle helicoidal (d) y una cabeza de punzón (e).

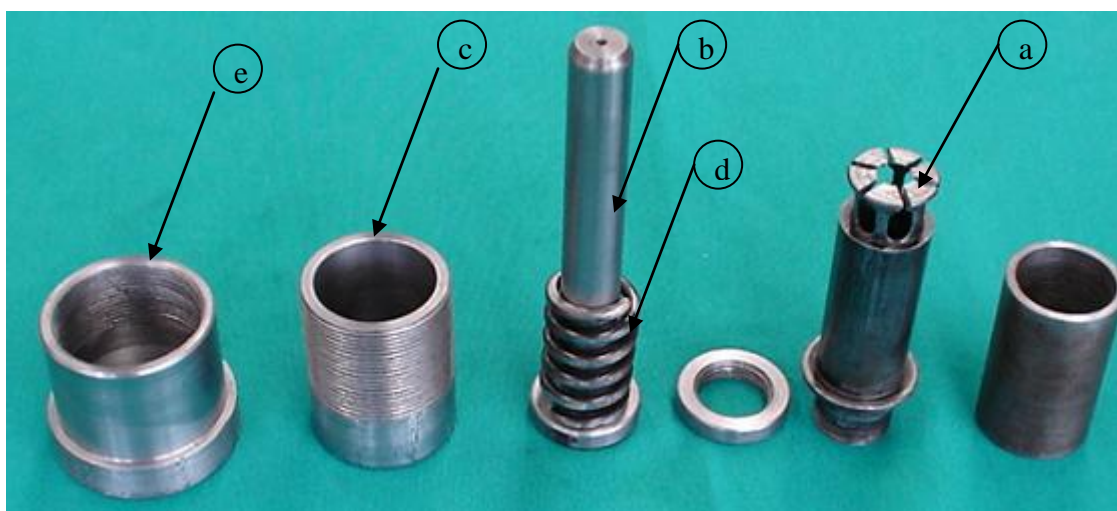


Figura 3.30: Elementos de la pinza de abombe.

La pinza exterior (a).- Es la que va a dar la forma a la parte inferior de la copa previamente embutida y estampada, es la que en realidad realiza el trabajo de abombe, además posee un arista con filo vivo para el corte del producto final.

El punzón interno (b).- Es aquel que se acciona cuando la pinza a llegado a la parte inferior del elemento embutido, este punzón es aquel que hace abrir a la pinza para que esta realice su trabajo de abombe.

Alojamiento para el muelle(c).- Dentro de este elemento va a jugar de arriba hacia abajo el punzón interno gracias al muelle que se encuentra dentro de este alojamiento, este tiene la finalidad de que la pinza se abra y se cierre.

Muelle helicoidal (d).- Este tiene la función de subir el punzón interno cuando este haya terminado el ataque interno a la pinza.

Cabeza de punzón (e).- Este sirve para sostener todo el conjunto de abombe y a la vez sujetarse en la placa porta punzones.

Los planos se encuentran detallados en el Anexo A1 con código PAb – e6.

3.1.4.3 Placa porta matrices de abombado.

Las placas porta matrices dentro de la estación de abombe es igual que las placas porta matrices de la etapa de embutición, y estampe, son aquellas que retienen a las matrices de abombado dentro de sí. Ordinariamente para el abombe también se las construye en acero de máquinas de alta calidad pero también se lo puede construir con acero de herramientas sin endurecer, para matrices de alto grado de desempeño.

Dentro del diseño se deben tener los siguientes aspectos a considerar:

1. Espesor adecuado para sujetar correctamente a la matriz de abombado.
2. Buena práctica de unión con clavijas para asegurar la posición exacta.

3. Suficiente introducción de los tornillos para soportar el esfuerzo de separación.

Para nuestro caso la placa porta matriz de abombado posee agujeros en los cuales se alojaran las matrices de modo se tenga un fácil cambio o repocisión de las matrices únicamente.

La placa porta matriz posee un espesor igual al a la altura de las matrices debido a la función que esta tiene ante las matrices. El ajuste con que debe ingresar las matrices a la placa se toma como un ajuste forzado para que pueda realizar su función sin ningún deslizamiento de la matriz sobre su placa porta matriz en el momento del trabajo.

Los planos se encuentran en el Anexo A1 con código PPMAb – e6.

3.1.4.4 Placa porta punzones de abombado.

La placa porta punzones al igual forma que la placa porta punzón de embutición y estampe tienen la función de retener y soportar los punzones de abombado desde sus cabezas.

Las dimensiones de las placas porta punzones se las da en función de la necesidad, es decir, de acuerdo a la cabeza del punzón de abombe tanto en diámetros como en su espesor.

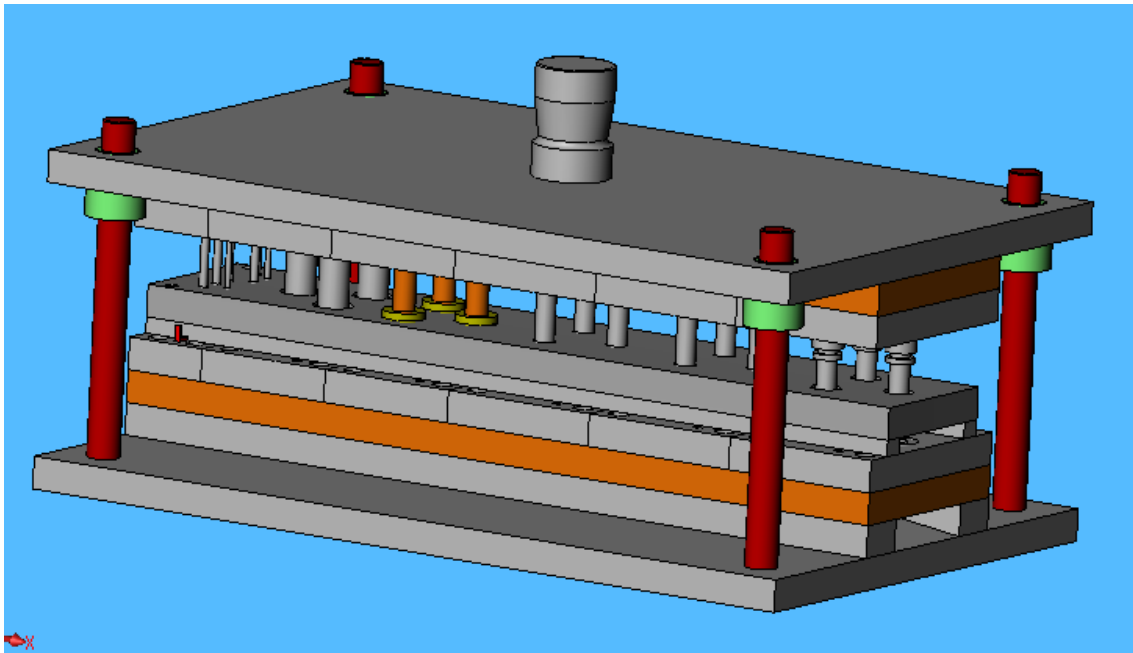
Para las placas porta punzones en el abombado se utilizarán unas muy similares a las placas anteriores tanto como para el embutido como para el estampe, debido a que se dará una simetría dentro de toda la matriz.

Los planos se encuentran dentro del Anexo A1 con código PPPAb – e6.

3.1.4.5 Sistema de expulsión en el abombado.

Una vez concluido el abombado la expulsión del elemento terminado debe ser inminente, el producto deberá desprenderse de la tira para que por efecto de la gravedad caiga a través de un ducto inferior de la matriz de abombe y por ende la extracción de la matriz.

Para conseguir el desprendimiento del producto se necesita que el punzón de abombe contenga en su exterior una arista de corte para poder llevar a cabo el objetivo de desprendimiento.



3.1.5 INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES EN MATRICERÍA.

En la construcción de matrices y matricería en general se emplean materiales férreos (fundición y gran variedad de aceros) y algunos otros materiales metálicos y no metálicos.

Materiales férreos utilizados en matricería.- Recordemos que los aceros se dividen, según sus aplicaciones, en *aceros de construcción* y *aceros de herramientas*. Ambos tipos se emplean para hacer los troqueles y estampas.

Entre los *aceros de construcción* mas empleados en matricería están los siguientes:

- Acero común al carbono (Bessemer F-612 o Siemens F-622).
- Acero fino semiduro al carbono (F-114, antiguo F5).
- Acero aleado para muelles (F-143).

En ocasiones se emplean otro tipo de aceros, como aceros de alta resistencia o de cementación.

Entre los *aceros de herramientas* más empleados en matricería se encuentran:

- Acero duro al carbono de 0,8 o 0,9% de carbono (F-514 o F-515).
- Aceros indeformables⁹, en sus diversos tipos, al 12% de Cr, de alta calidad y rendimiento; al cromo manganeso, de gran uso en matricería (DF-2 / SAE 01).
- Aceros para trabajo en caliente, al wolframio, al cromo o al cromo níquel molibdeno.

También se emplean como materiales férreos el acero semiduro moldeado y la fundición gris. Por otra parte rara vez se emplean los aceros rápidos o semirrápidos dentro de la matricería.

⁹ Aquellos aceros que al sufrir el temple no se deforman de manera apreciable.

Formas de utilización de los materiales férreos.

Estos materiales se encuentran dentro de la matricería de distintas y variadas formas como.

- En *forma de piezas prefabricadas*, como tornillos, muelles, pasadores. Importancia especial tienen los elementos normalizados para utillaje y matricería como son las bases y columnas.
- En *bruto*, frecuentemente en forma de ejes, platinas o bien como chapa media o gruesa. El estado en que se encuentran en el comercio pueden ser: bruto de laminación, normalizado o recocido y bonificado (templado y revenido).
- *Semielaborados*. Así, por ejemplo, los aceros de muelles, si son delgados, vienen generalmente en forma de alambre y aquellos aceros especiales pueden adquirirse en forma de acero plata.

El acero plata no es ninguna calidad especial de acero, sino simplemente un barra redonda de acero de cualquier calidad, con toda la superficie rectificadas; de aquí que la ventaja de trabajar con acero plata es la exactitud de sus medidas, que permite emplearse con muy poco trabajo posterior y además la ausencia de defectos superficiales y de capa descaburada que permite confiar plenamente en la homogeneidad del material.

- *Moldeados*. Las piezas de fundición gris y de acero moldeado, se mandan a fundir según los moldes que se hagan previamente en madera.

Otros materiales metálicos.

Poseen importancia los metales duros, o carburos metálicos, generalmente a base de carburo de tungsteno (widia y similares). Estos materiales son de gran dureza y se expenden en el comercio en forma de pastillas de tamaños y formas normalizadas. No admiten tratamiento y no se pueden trabajar mas que

con una muela abrasiva o por electroerosión, pueden utilizarse en forma de piezas postizas o bien encajadas a presión a un cuerpo de acero.

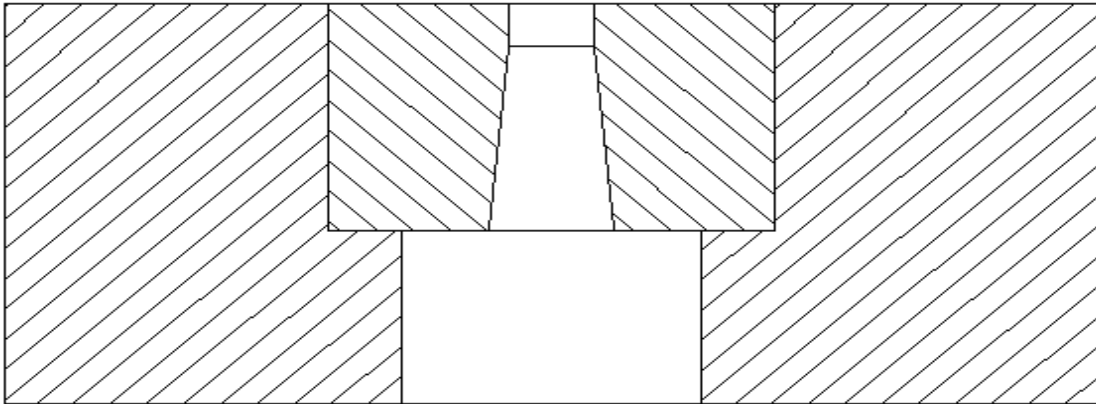


Figura 3.31: Matriz encajada a presión en un cuerpo de acero.

Los metales duros generalmente son bastante frágiles (a más dureza más fragilidad) por lo cual debe cuidarse su elección.

Otros metales empleados en matricería son el bronce (generalmente bronce fosforoso de cojinetes) que en el mercado se expenden en forma de barras huecas o macizas, y las aleaciones de aluminio, que se utilizan en grandes troqueles para ahorrar peso, siempre que se trate de piezas no sometidas al desgaste.

Materiales No Metálicos.

En primer lugar tenemos los poliestirenos especiales o goma, en dos calidades.

- *Goma virgen.*- Es muy elástica y que se emplea para punzones y matrices elásticas.
- *Goma bastante vulcanizada.*- Para que tenga resistencia y se la emplea para elementos elásticos de sujeción y expulsión.

Para punzones de estampado de piezas muy grandes se han empleado también la madera contrachapeada especial y la pasta de madera.

Por otra parte es bueno notar el empleo de plásticos en matricería. Se emplean mucho hoy en día las resinas sintéticas del tipo epoxi, con los nombres comerciales de Araldit y similares. De estos materiales hay distintas variedades, con diversas aplicaciones como.

- Araldit para construcción de matrices y punzones de gran embutición; es fácil de manejar y de dureza relativamente grande, se emplea mezclándolo en el momento de usarlo con un endurecedor.
- Araldit para construir modelos y patrones de moldes y matrices que han de ser ejecutados en fresadora copiadora o pantógrafo.
- Araldit para fijar punzones al porta punzones, relleno de holguras y quedando todo hecho una pieza al momento de su endurecimiento¹⁰.

3.1.5.1 Materiales dentro de la matricería.

Para la elección de los materiales que se han de emplear en la construcción de los troqueles es necesario estudiar las condiciones en que trabajan. Se estudiarán las condiciones de trabajo especial del punzón y la matriz que son las piezas más delicadas, tanto porque estas efectúan directamente el trabajo, así como porque su forma viene muchas veces determinada por la pieza a fabricar, sin haber libertad para dimensionarlos según los esfuerzos a los que han de estar sometidos.

Para **punzones y matrices**, según las condiciones de trabajo varían así:

- a) Para *matrices de corte* se precisa la dureza, tanto en el punzón como en la matriz, para poder conservar el filo y tanta más dureza cuanto mayor sea la serie de piezas que se hayan de hacer. Dado que hay un ajuste muy preciso entre el punzón y la matriz, que han de ser templados y que difícilmente pueden ser retocados después del temple, los aceros empleados deben ser de una buena indeformabilidad, tanto mas cuanto mas complicada sea la pieza a construir. La resistencia a los esfuerzos e

¹⁰ La utilización de los Araldit se lo hace de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

impactos no da lugar a muchos problemas en matrices sencillas, pero ha de ser tomado muy en cuenta cuando se trata de perfiles delicados o piezas postizas finas.

- b) *Doblado y Curvado*. En las matrices y punzones de doblar y curvar no suele haber problemas de dureza (muchas veces se emplean materiales sin temprar), ni tampoco de deformaciones en el temple, ya que las piezas suelen ser de formas bastante compactas, pero si es necesario de una buena resistencia al choque.
- c) *Embutido*. En el embutido las condiciones del punzón son parecidas a las que tienen en el doblado, pero en cambio en la matriz suelen haber problemas graves de desgaste, tanto más fuertes cuando las embuticiones sean más profundas. Con respecto a la resistencia al desgaste son mucho más difíciles las pequeñas matrices de embutido profundo que las grandes matrices de estampado de grandes piezas de poco relieve, en las cuales las condiciones se acercan a las del doblado. Si la embutición es lenta por ser prensa hidráulica, las condiciones del choque son menos severas.

Las condiciones en que trabaja el punzón y la matriz varían como es natural según el material a troquelar, es decir, las condiciones para troquelar el latón son muchísimo menos severas que si hay que cortar, doblar o embutir una chapa magnética al silicio que es muy abrasiva y de mucha resistencia.

Para otras piezas las condiciones de trabajo suelen ser menos severas, porque aunque están sometidos a esfuerzos y rozamientos se pueden dimensionar con más holgura. Sin embargo se debe tener en cuenta algunos puntos como:

- Los sujetadores no suelen trabajar en condiciones difíciles, pero en el embutido deben ser de un material resistente al desgaste.
- No hace falta que los muelles y elementos elásticos posean altas cualidades, cuando se pueden poner fuera del troquel, con sitio de sobra pero, en cambio crean problemas y están sometidos a condiciones duras cuando deben ir dentro de la matriz y por tanto con poco sitio como sucede por ejemplo en los troqueles coaxiales.

- Cundo es una sola parte de la pieza la que soporta todo el trabajo duro puede hacerse el cuerpo de esta pieza de un material más común y ponerse una añadidura postiza en el sitio débil como una pastilla de widia o una lámina templada.

3.1.5.2 Tratamientos térmicos para matricería.

Dentro de lo que son los tratamientos térmicos se debe Omar como regla general las condiciones y temperaturas determinadas en las hojas de características de los aceros que suministra el fabricante.

Sin embargo se mencionará algunos tratamientos propios para matrices de corte, embutición y abombado dentro de la matricería.

Recocido.- Deberá ser efectuado con los materiales que vengan en bruto de la laminación o que hayan sido objeto de un tratamiento anterior. Igualmente será necesario en los aceros matricería si han tenido temple defectuoso y debe volver a repetírsele.

Se efectúa en un horno de mufla, con enfriamiento lento, como se haría con cualquier otra pieza. En caso de que haya peligro de descarburación (cuando las piezas ya han sido fabricadas), no se deberá exponerlas al aire directamente sino encerradas en un recipiente con carbón vegetal u otra sustancia reductora.

Temple.- Es el tratamiento más delicado, se deberá cuidar muy bien de que las temperaturas sean uniformes a lo largo y ancho de toda la pieza. Si la pieza es complicada evítese todo calentamiento rápido a temperaturas bajas, conviene un precalentamiento.

Los aceros de matricería son generalmente de temple al aceite. Se debe cuidar la forma de introducir las piezas al baño de enfriamiento debido a que por muy indeformable que sea el acero sufrirá un enfriamiento inadecuado.

Revenido.- El revenido de punzones y matrices se lo hace siempre con calor externo, es decir que una vez enfriada completamente la pieza se la vuelve a calentar. En matricería no se debe fiar de los colores de revenido por lo que se debe utilizar un termómetro de metálico de mercurio.

El revenido se lo debe hacer preferiblemente en sales (con sales de baja temperatura adaptada a la que necesite el acero del que se desee revenir) o en horno mufla eléctrico, también pueden calentarse las piezas en un recipiente de hierro lleno de arena en las que se introducirán las piezas a revenir. En la arena se dejan introducidas unas barras-testigo distintas de la pieza por revenir, y que se sacan periódicamente para observar por el color de revenido la temperatura de la arena.

Después del tratamiento siempre es conveniente comprobar siempre la dureza obtenida por medio de un durómetro Rockwell.

Defectos en los tratamientos térmicos.

Debido a que dentro de la matricería el temple es el tratamiento térmico mas empleado es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Si la pieza se ha roto se debe terminar de romperla y observar la fractura, porque por el tamaño y aspecto del grano así como por la superficie rota se pueden observar datos importantes sobre la causa de la rotura. La superficie rota de un acero de matricería templado debe presentar siempre un grano muy fino y mate, casi aterciopelado. Si no presenta este tipo de grano hay que sospechar que hubo defectos en la temperatura o en el tiempo de calentamiento.
- Si la pieza presenta señales de grietas cuya superficie interior está oxidada existen grandes probabilidades de que el defecto estuviese ya en el material antes de calentarlo o al menos que haya sido producido por un calentamiento demasiado rápido, el lugar donde estén las grietas y su dirección pueden darnos la información sobre cual de las dos causas es la responsable del problema.

- Si por otra parte las grietas no presentan una superficie oxidada es seguro que se han producido por un enfriamiento defectuoso.

3.1.5.3 Selección del Material para matrices y punzones.

Según las consideraciones expuestas a cerca de los materiales en el numeral 3.15.1 se elegirá para cada pieza el material compatible con el funcionamiento de la matriz y la duración exigida a la misma así como la serie de piezas que se deseen obtener, según esto se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La pieza que se ha de elaborar, por tanto el tipo de trabajo que va a realizar la matriz.
- El material de la pieza a ser trabajada por la matriz.
- La temperatura a que se va ha trabajar (en frío o en caliente).

Como aplicación a los casos más frecuentes se da:

- a) Las *matrices* se harán de un acero apropiado, es decir, si el trabajo es de corte, un acero indeformable (cromo-manganeso para trabajos corrientes y 12% de cromo para trabajos duros en matrices de alto rendimiento “DF-2”), si el trabajo es de embutición, un acero duro; si se trata de matrices híbridas o de un acero indeformable; si se trata de un doblador podrá bastar un acero semiduro; para grandes matrices de embutición no muy profunda, bastará una pieza de acero fundido y aun de fundición gris cuando la embutición es lenta.

Para matrices de corte de alto rendimiento puede recomendarse que algunas partes o piezas postizas sean de metal duro. En cambio en embuticiones de grandes piezas en pequeñas series podrá emplearse aleaciones de aluminio.

- b) Los *punzones de corte* se hará con acero indeformable DF-2 y si son de alto rendimiento pueden hacerse con la parte cortante postiza si es el caso de metal duro. Los *punzones de doblado o de embutición* pueden

hacerse de acero semiduro, sin embargo, cuando hay peligro de golpes puede ser necesario un acero de alta resistencia; para los punzones de estampe es necesario que se un acero de alta resistencia debido al impacto que debe hacer en su trabajo.

Los punzones híbridos deben ser de acero indeformable. El aluminio se utiliza en los mismos casos en que se emplea en las matrices.

- c) Los *porta punzones, las guías de punzones, los mangos porta punzones*, así como todas las piezas que no sean muy grandes y no estén sometidas a esfuerzos especiales se harán de acero maquinable suave y sin ningún tratamiento.
- d) Las *bases, contraplacas* y otros elementos de sostén suelen hacerse de acero maquinable suave, sin embargo, si estas están sometidas a esfuerzos extraordinarios deberán hacerse de acero más resistente, en muchos casos es suficiente la utilización de fundición gris. La plancha que se añade (placa sufridera) a la contraplaca para evitar que se claven los punzones delgados se suelen hacer de acero semiduro.
- e) Los *sujetadores de la matricería* de embutir deberán ser de un acero resistente al desgaste, para los demás casos bastará un acero suave común.
- f) Las *columnas de guía* suelen hacerse de acero semiduro al carbono, templado y rectificado, en algunos casos conviene las guías de rodamiento o jaula de bolas.
- g) Los *casquillos de guía* pueden hacerse de bronce, pero en ocasiones en que la matriz es pequeña la fundición gris es suficiente.
- h) Los *tornillos, clavijas y demás elementos de sujeción*, se construyen de acero suave si no se encuentran sometidos a esfuerzos especiales, pero aquellos normalizados son preferibles adquirirlos.

- i) Los *elementos elásticos*, se hace de acero de muelles (cuerda de piano, platina o redondos calibrados, según la forma y el tamaño de la pieza). De material semejante son las arandelas elásticas o muelles de plato, por parte de las gomas se encuentran normalizados y es mejor adquirirlos.

De lo expuesto en este capítulo se desprende que el material a ser utilizado para matrices y punzones es el DF – 2 (ver anexo A2 “Características del material empleado en matrices y punzones”), debido a su gran aplicabilidad a la matricería, para las demás partes de la matricería se irá tomando el material de acuerdo con las observaciones previamente anotadas (Anexo A3 “Característica del material utilizado en el resto de la matricería”).

3.1.6 FÓRMULAS DE DISEÑO DE LA MATRIZ

A continuación se enlistarán las formulas requeridas dentro del diseño de esta matricería.

3.1.6.1 Cálculo de disco de partida.

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh} - r \quad \text{ec. 3.1}$$

D : diámetro del disco.

d : diámetro del elemento embutido.

h : altura del elemento a embutir.

r : radio de la embutición.

$$Dd = D + hr \quad \text{ec. 3.2}$$

Dd : diámetro del disco de desarrollo.

D : diámetro del disco.

hr : altura de rebarbado.

$$s = 5 * e \quad \text{ec. 3.3}$$

s : separación entre elementos.

e : espesor del material a trabajar.

$$l = 2 * (Dd + s) * \cos(30^\circ) + Dd + 2s1 \quad \text{ec. 3.4}$$

l: ancho de la tira a ser trabajada.

Dd: diámetro del disco de desarrollo.

S: separación entre elementos.

$\cos(30^\circ)$: debido a la disposición de tres piezas dentro de la tira.

s1: separación desde la figura hasta el borde de la tira.

$$d_{\text{pieza}_1^{\text{a embutida}}} = \sqrt{\frac{Dd^2 + r}{3}} \quad \text{ec. 3.11}$$

d_pieza_1ª embutida: diámetro del elemento a embutir en la primera operación.

Dd: diámetro del disco de desarrollo.

r: radio de la base del elemento a embutir.

$$h_{1^{\text{a pasada}}} = \frac{d_{\text{pieza}_1^{\text{a embutida}}}}{2} \quad \text{ec. 3.12}$$

h_1ª pasada: altura a obtener en la primera operación.

d_pieza_1ª embutida: diámetro del elemento a embutir en la primera operación.

$$h_{2^{\text{a pasada}}} = d_{2^{\text{a pasada}}} \quad \text{ec. 3.13}$$

h_2ª pasada: altura a obtener luego de la segunda operación.

d_2ª pasada: diámetro a obtener luego de la segunda operación.

$$h_{2^{\text{a pasada}}} = \sqrt{\frac{Dd^2 + r}{5}} \quad \text{ec. 3.14}$$

h_2ª pasada: altura a obtener luego de la segunda operación.

Dd: diámetro del disco de desarrollo.

r: radio de la base del elemento a embutir.

3.1.6.2 Cálculos de embutición.

$$\eta = \frac{m}{\varepsilon} \quad \text{ec. 3.9}$$

η : Número de operaciones

m : Número de los diámetros, incluso en fracciones, contenidos en una profundidad.

$\varepsilon = 1/2$ para piezas pequeñas y $1/3$ para piezas grandes.

$$m = \frac{h}{d} \quad \text{ec. 3.10}$$

m : número de los diámetros, incluso en fracciones, contenidos en una profundidad.

h : altura del elemento a embutir.

D : diámetro del elemento embutido.

$$P = \frac{\pi}{4} (Dd^2 - d^2) p \quad \text{ec. 3.15}$$

P : presión del sujetador de la chapa para la embutición.

Dd : diámetro del disco de desarrollo.

d : diámetro del agujero de la matriz de embutir.

p : presión específica para la chapa de latón (15 kg/cm^2)

3.1.6.3 Diseño de matrices y punzones.

$$\text{Vida útil} = 3 * e \quad \text{ec. 3.5}$$

Vida útil: espesor de corte de las matrices de corte.

e : espesor del material a trabajar.

$$P_s = \frac{\pi^2 * E * J}{l^2} \quad \text{ec. 3.6}$$

P_s : fuerza máxima de pandeo de los punzones.

E : modulo de elasticidad para acero de herramientas templado, en matricería se toma 21500 kg/mm^2 .

J : momento de inercia de la sección del punzón.

l : la longitud del punzón.

$$l_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 * E * J}{\sigma_c * s * L}} \quad \text{ec. 3.7}$$

l_{\max} : longitud máxima del punzón antes del pandeo.

E : modulo de elasticidad para acero de herramientas templado, en matricería se toma 21500 kg/mm^2 .

J : momento de inercia de la sección del punzón.

σ_c : esfuerzo de cizalladura del material ($28\text{-}29 \text{ kg/mm}^2$).

s : espesor del material a cortar.

L : longitud a cortar por el punzón.

$$\mu s = c * s * \sqrt{\sigma_c}$$

ec. 3.8

μs : huelgo entre el punzón y el material en el momento de la embutición.

S : espesor del material a embutir.

σ_c : esfuerzo de cizalladura del material ($28\text{-}29 \text{ kg/mm}^2$).

3.2 SELECCIÓN DE LA PRENSA.

Las máquinas que se utiliza para el trabajo de la chapa se dividen en tres clases que son:

1. Máquinas de movimiento rectilíneo alternativo.
2. Máquinas de movimiento circular continuo.
3. Máquinas de movimiento basculante.

Al primer grupo pertenecen los diversos tipos de prensas, guillotinas y cizalladoras.

Al segundo grupo pertenecen las laminadoras, baroladoras y bordonadoras.

Y al tercer grupo pertenecen las del tipo de plegado de la chapa.

Las máquinas utilizadas dentro de la matricería son las de movimiento rectilíneo alternativo y específicamente las prensas.

La *Prensa* es una máquina capaz de proporcionar una fuerte presión, aprovechando la energía mecánica acumulada con anterioridad o ya sea por medio de algún fluido, generalmente trabajan por un impacto seco dentro de lo que son los trabajos de matricería, pero en ocasiones trabajan con una presión

continuada como lo es en los trabajos de forja, en embutición de chapas grandes o en el trefilado.

Los tipos de prensa principales se pueden clasificar en dos grandes grupos según su sistema de accionamiento.

1. Prensas Mecánicas.
2. Prensas Hidráulicas.

Las *prensas mecánicas* a su vez comprenden un gran número de tipos diferentes que aquí que las principales son:

- ✘ Prensa de volante y excéntrica.
- ✘ Prensa excéntrica de rodilla.
- ✘ Prensa de husillo manual.
- ✘ Prensa de husillo con discos de fricción.

Las *prensas hidráulicas* de forja, prensas lentas de embutido de grandes piezas, prensas hidráulicas rápidas.

Según el tipo de alimentación que posean las prensas se dividen en:

- ✘ Prensas normales de alimentación manual.
- ✘ Prensas automáticas o semiautomáticas.

Según el tipo de trabajo que realizan, pueden ser:

- ✘ Prensas de simple efecto.
- ✘ Prensas de doble efecto.

Prensas mecánicas de excéntrica o prensas mecánicas excéntricas.- en las prensas mecánicas excéntricas un motor mueve un volante de peso proporcionado a la potencia de la máquina. Este volante acumula una cantidad de energía que cede parcialmente en el momento en que la pieza se ha de

cortar, embutir, estampar o abombar, en el mismo eje de volante se dispone de una excéntrica, que por medio de una biela accionará un carro que se desliza sobre unas guías. Sobre este carro se dispone convenientemente la sujeción mediante una espiga de la matriz

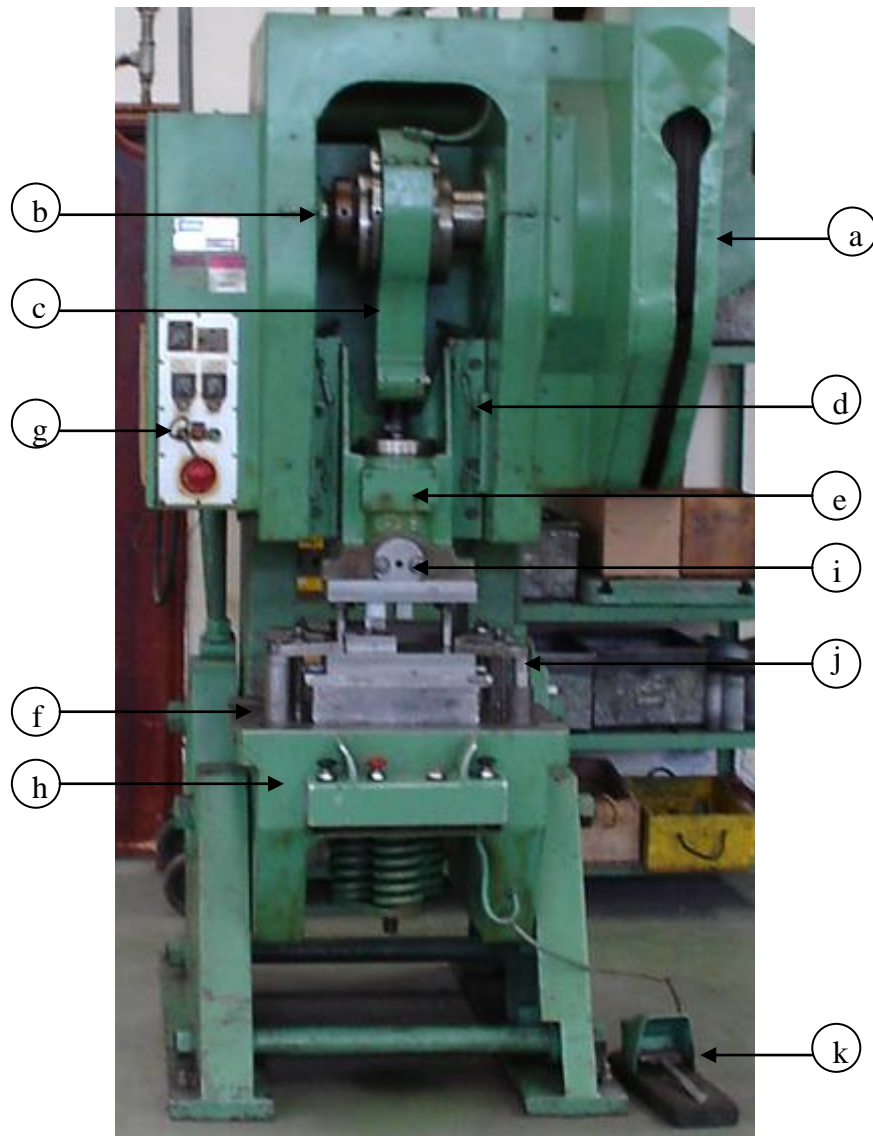


Figura 3.32: Prensa excéntrica. a.- volante, b.- excéntrica, c.- biela, d.- guía, e.- carro móvil, f.- mesa, g.- controladores y contadores, h.- botonera de paso a paso, i.- sujetador de la matriz, j.- bridas, k.- pedal de control automático.

En la figura 3.29 se observa una prensa excéntrica, estas prensas para matricería pueden tener un movimiento vertical (prensas verticales), como la anterior, pero también pueden inclinarse todo el cuerpo de la prensa un ángulo

determinado con la finalidad de que los productos puedan caer por su propio peso, esto cuando lo exija la matriz.

En las prensas de simple efecto existe un solo carro, pero en las prensas de doble efecto existen dos carros, uno interior a otro, y cuyo movimiento va retrazado respecto al exterior un cuarto de vuelta. El interior es movido por una excéntrica como las prensas de simple efecto y es el que generalmente mueve el punzón de embutir. El exterior es movido por una leva que se acciona sobre un cuadro llamado nuez y es el que acciona el sujetador, y en matrices coaxiales es el que acciona generalmente el cortador.

Dentro de estos tipos de prensas existen numerosas variedades, según el tamaño y la potencia necesaria. La variedad más común es la de volante lateral, que se encuentra en la figura 3.29 en la cual el eje principal va apoyado en dos cojinetes separados por la excéntrica.

Otras prensas tienen el eje en direcciones de atrás adelante y se llaman *prensas frontales*, otras son de gran tamaño con dos columnas (prensa de doble montante). En estas prensas si el tamaño o la potencia lo exigen pueden haber más de una excéntrica para el movimiento del carro, actuando todas conjuntamente o bien independientemente unas de otras, cada una con un carro, sirve para producciones masivas, en caso de embutición múltiple de grandes piezas.

Aplicaciones de las prensas excéntricas.

Las prensas excéntricas son las de uso más general, utilizándolas en casi todos los trabajos de matricería. Sin embargo por no prestarse para una graduación fácil y exacta del recorrido, presentan problemas en los trabajos de embutición ciega, pues un descuido en esta graduación puede tener como consecuencia la rotura de los útiles y aún de la prensa.

Prensas de Husillo.



Figura 3.33: Prensa manual.

Las prensas de husillo de accionamiento manual, son de muy poco rendimiento; pero en cambio prestan muy útiles servicios en el taller de matricería para el ensayo de troqueles y la puesta a punto de los mismos.

Prensas Hidráulicas.

Las prensas hidráulicas se mueven por presión de agua o más generalmente de aceite; el líquido a presión empuja un émbolo que a su vez oprime la pieza a embutir entre las partes de la matriz.

En estas prensas el fluido entra a poca presión hasta cuando la matriz entra en contacto con la chapa metálica para luego dar fluido con mucha presión.

Generalmente las prensas hidráulicas son más lentas que las mecánicas y solo se emplean para grandes piezas. También pueden ser de simple y doble efecto. Para embuticiones pequeñas existen también prensas hidráulicas rápidas.



Figura 3.34: Prensa hidráulica de simple efecto.

3.2.1 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE FUERZAS EN CORTE.

PRIMERA ESTACIÓN

Perforación de agujeros de desprendimiento

$$\sigma_c := 28 \quad \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$d_{a_d} := 7.4 \quad \text{mm}$$

$$e = 0.3 \quad \text{mm}$$

$$N^{\circ}_p := 4$$

$$F_{c_a_d} := \sigma_c \cdot (\pi \cdot d_{a_d}) \cdot e$$

$$F_{c_a_d} = 195.28 \quad \text{kg}$$

$$F_{t_c_a_d} := N^{\circ}_p \cdot F_{c_a_d}$$

$$F_{t_c_a_d} = 781.126 \quad \text{kg}$$

Fuerza total en los agujeros c
desprendimiento

Perforación de agujeros para fulminante

$$\sigma_c := 28 \quad \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$d_{a_f} := 3.5 \quad \text{mm}$$

$$e = 0.3 \quad \text{mm}$$

$$N^{\circ}_p := 3$$

$$F_{c_{a_f}} := \sigma_c \cdot (\pi \cdot d_{a_f}) \cdot e$$

$$F_{c_{a_f}} = 92.36 \quad \text{kg}$$

$$F_{t_{c_{a_f}}} := N^{\circ}_p \cdot F_{c_{a_f}}$$

$$F_{t_{c_{a_f}}} = 277.09 \quad \text{kg} \quad \text{Fuerza total en los agujeros del fulminante}$$

FUERZA TOTAL EN LA PRIMERA ESTACIÓN

$$F_{\text{total1}} := F_{t_{c_{a_d}}} + F_{t_{c_{a_f}}}$$

$$F_{\text{total1}} = 1058.21 \quad \text{kg}$$

SEGUNDA ESTACIÓN

Recorte del disco de desarrollo

$$\sigma_c := 28 \quad \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$d_{dd} := 36.5 \quad \text{mm}$$

$$e = 0.3 \quad \text{mm}$$

$$N^{\circ}_p := 3$$

$$F_{c_{dd}} := \sigma_c \cdot (\pi \cdot d_{dd}) \cdot e$$

$$F_{c_{dd}} = 963.212 \quad \text{kg}$$

$$F_{t_{c_{dd}}} := N^{\circ}_p \cdot F_{c_{dd}}$$

$$F_{t_{c_{dd}}} = 2889.64 \quad \text{kg}$$

Fuerza total en los disco de desarrollo

FUERZA TOTAL EN LA SEGUNDA ESTACIÓN

$$F_total2 := Ft_dd$$

$$F_total2 = 2889.64 \quad \text{kg}$$

FUERZA TOTAL EN EL CORTE

$$F_TOTAL_c := F_total1 + F_total2$$

$$F_TOTAL_c = 3947.85 \quad \text{kg}$$

3.2.2 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE FUERZA EN EMBUTICIÓN.

TERCERA ESTACIÓN

Fuerza en la primera embutición

$$d_e1 := 21.1 \text{ mm} \quad \text{diámetro del elemento en la primera embutición}$$

$$\eta e1 := 1 \quad \text{relación para la primera embutición (cuando } m1=0.1)$$

$$\sigma e := 15 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$N^{\circ}_e := 3$$

$$F_e1 := \pi \cdot e \cdot (d_e1 - e) \cdot \sigma e \cdot \eta e1$$

$$F_e1 = 294.05 \quad \text{kg}$$

FUERZA TOTAL EN LA TERCERA ESTACIÓN

$$F_TOTAL3 := F_e1$$

$$F_TOTAL3 = 294.05 \quad \text{kg}$$

CUARTA ESTACIÓN

Fuerza en la segunda embutición

$d_{e2} := 18.8 \text{ mm}$ diámetro del elemento en la primera embutición

$\eta_{e2} := 0.4$ relación para la primera embutición (cuando $m1=0$)

$\sigma_e := 15 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$

$N^{\circ}_e := 3$

$$F_{e2} := \pi \cdot e \cdot (d_{e2} - e) \cdot \sigma_e \cdot \eta_{e2}$$

$$F_{e2} = 104.62 \quad \text{kg}$$

FUERZA TOTAL EN LA CUARTA ESTACIÓN

$$F_{\text{TOTAL4}} := F_{e2}$$

$$F_{\text{TOTAL4}} = 104.62 \quad \text{kg}$$

FUERZA TOTAL EN LA EMBUTICIÓN N

$$F_{\text{TOTAL}_e} := F_{\text{TOTAL3}} + F_{\text{TOTAL4}}$$

$$F_{\text{TOTAL}_e} = 398.67 \quad \text{kg}$$

3.2.3 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE FUERZA EN EL ESTAMPE.



Figura 3.35: Siglas de identificación en el culote.

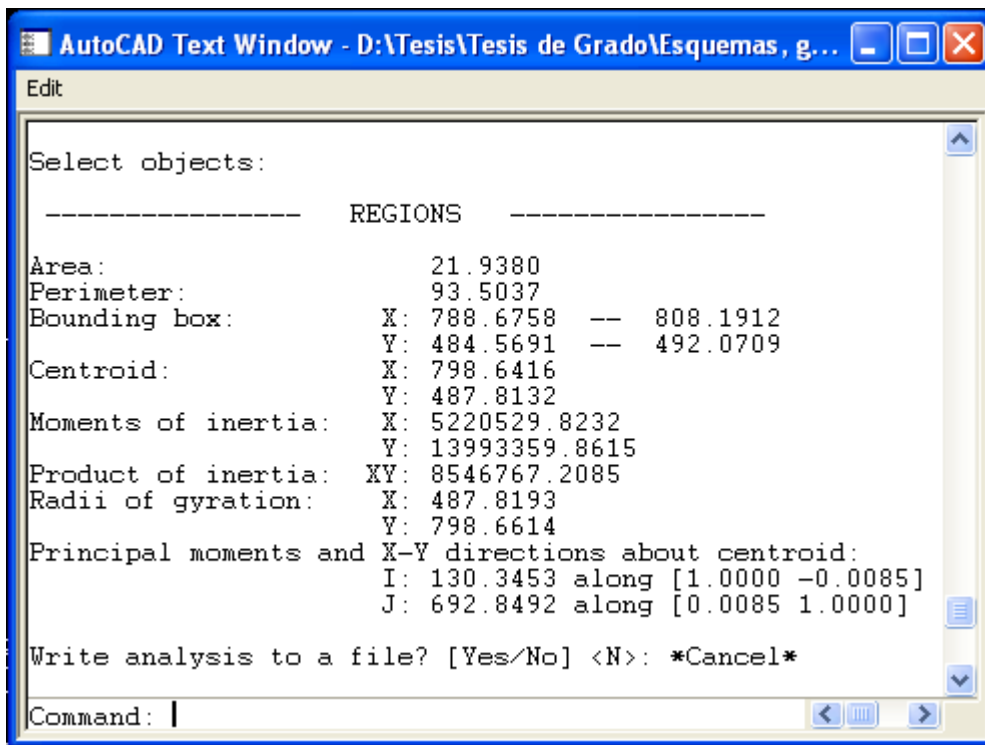


Figura 3.36: Datos obtenidos del área y perímetro del estampe para el culote.

QUINTA ESTACIÓN

Fuerza en el estampado

$p_{est} := 93.5 \text{ mm}$ perímetro de estampe

$\sigma_p := 22 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ esfuerzo plástico

$p_e := 0.2 \text{ mm}$ profundidad de estampe

$N^{\circ}_{est} := 3$

$$F_{est} := p_{est} \cdot p_e \cdot \sigma_p$$

$$F_{est} = 411.4 \text{ kg}$$

FUERZA TOTAL EN LA ESTACIÓN DE ESTAMPE

$$F_{TOTAL5} := F_{est} \cdot N^{\circ}_{est}$$

$$F_{TOTAL5} = 1234.2 \text{ kg}$$

3.2.4 FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE FUERZA DE ABOMBADO.

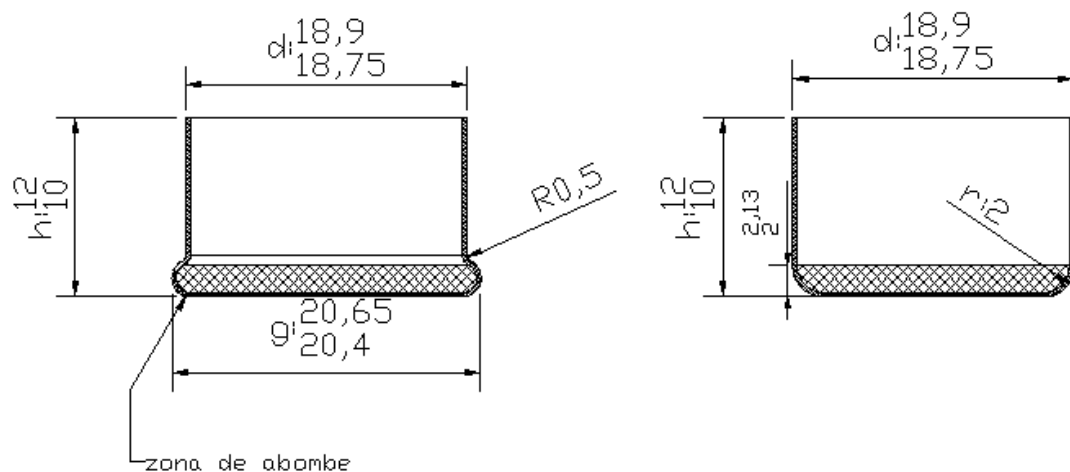


Figura 3.37: Área de abombe. Izquierda.- abombado terminado, derecha.- copa con área previa al abombado.

SEXTA ESTACIÓN

Fuerza en el Abombado

$d_{ab} := 93.5 \text{ mm}$ diámetro de la copa para abombar

$\sigma_e := 15 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$ es fuerza plástica

$h_{ab} := 0.2 \text{ mm}$ altura de abombado

$N^{\circ}_{ab} := 3$

$$F_{ab} := \pi \cdot d_{ab} \cdot h_{ab} \cdot \sigma_e$$

$$F_{ab} = 881.22 \text{ kg}$$

FUERZA TOTAL EN LA ESTACIÓN DE ABOMBE

$$F_{TOTAL6} := F_{est} \cdot N^{\circ}_{ab}$$

$$F_{TOTAL6} = 1234.2 \text{ kg}$$

FUERZA TOTAL PARA LA MATRICERÍA

$$F_{TOTAL} := F_{TOTAL_c} + F_{TOTAL_e} + F_{TOTAL5} + F_{TOTAL6}$$

$$F_{TOTAL} = 6814.92 \text{ kg}$$

$$F_{TOTAL} = 7 \text{ Tn.}$$

CAPITULO 4 : DISEÑO DEL SISTEMA ALTERNOS DENTRO DE LA MATRIZ

4.1 MECANISMO DE UBICACIÓN Y POSICIONAMIENTO DENTRO DE LA MATRIZ.

4.1.1 MECANISMOS DE AVANCE.

El mecanismo de avance suele estar dado por los topes, siendo estos manuales o automáticos.

Los topes manuales o también conocidos como topes primarios se utilizan en las matrices de dos o más estaciones. Sitúan la tira para la realización de las operaciones.

El número de topes manuales utilizado en una matriz depende del número de estaciones que esta posea. Para una alimentación manual siempre es igual al número de estaciones menos uno. Para alimentación automática solamente se requiere un tope manual.

Los topes manuales se los elaboran en acero laminado en frío, templado y cementado.

Los topes automáticos o topes disparadores son aquellos que sitúan la tira en la estación final de la matriz. Difieren de los topes manuales en que detienen automáticamente la tira de modo que el operador se limita a empujar la tira contra el tope en su desplazamiento a través de la matriz.

Los topes automáticos se pueden construir con acero laminado en frío o con acero de máquinas, templado y cementado, pero cuando se prevé que han de funcionar mucho tiempo se deben construir con acero de herramientas, templado después de mecanizado.

Las consideraciones en que se diseñen los topes automáticos deben tener en cuenta:

1. Acción eficaz en condiciones de alta velocidad y choque intenso.
2. Mínimo mecanizado de la placa expulsora para mayor resistencia.
3. Diseño robusto y seguro.

Los topes automáticos realizan un servicio esencial en el funcionamiento de las matrices por lo que un diseño débil puede ser causa de averías y por ende paros en la producción.

4.1.2 REGLAS Y GUÍAS EN LA MATRIZ.

Las reglas deben ser consideradas en el diseño de las herramientas de prensa a causa de que estos componentes posicionan la tira longitudinalmente en su desplazamiento a través de la matriz.

En las matrices de operaciones secundarias, las reglas sitúan las piezas formadas previamente por las operaciones anteriores de los determinados procesos.

Las consideraciones de diseño deben incluir:

1. Elección del material. Para reglas de matrices de buena calidad se utiliza materiales para reglas o bien acero de herramientas templado.
2. Espesor adecuado, la regla debe ser suficientemente gruesa para evitar que la tira quede aprisionada entre la placa expulsora y la placa porta matriz, a causa de la posible flexión de la tira. La flexión o curvatura es más pronunciada cuando se trabaja con un material embobinado y no se lo hace pasar a través de un enderezador.
3. Buena fijación con clavijas, debido a que las reglas sitúan la tira deben estar siempre ensambladas con clavijas para asegurar su posición.
4. Exactitud de posición. Las dimensiones desde el agujero de la matriz hasta las paredes de las reglas deben darse con exactitud.

5. Exactitud de las superficies en contacto con la tira. Las superficies de las reglas a las que se apoya la tira o la pieza deben ser rectificadas para evitar cualquier tope o roce innecesario de la tira.

4.2 MECANISMOS DE SUJECIÓN DE LA CHAPA METÁLICA.



Figura 4.1: Conjunto sujetador de la chapa. Arriba.- punzón con muelle, abajo.- sujetador de la chapa.

La sujeción de la chapa es muy importante dentro del proceso de embutición debido a que se lo realiza con un sujetador o también llamado pisón de sujeción de la chapa evita que se formen arrugas o embuticiones defectuosas debido a la presión a que es sometido el material en el momento de la operación.

En la figura 4.1 podemos apreciar el sujetador de la chapa y alrededor del punzón de embutición un muelle que es el que va a mantener fijo el sujetador contra la chapa.

La presión específica del sujetador prensa chapas se saca de tablas “Ver Anexo A2”. La multiplicación de este valor por la superficie del disco de corte nos da la fuerza del pisón prensa chapas.

CALCULO DE LA FUERZA NECESARIA DEL PISON PRENSACHAPAS

$Dd := 36.5 \text{ mm}$ Diámetro del disco de desarrollo

$A := \frac{\pi \cdot Dd^2}{4}$ Area del disco de desarrollo

$A = 1046.35 \text{ mm}^2$

$Pn := 20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ Presión específica de la chapa de latón

$Pp := \frac{Pn}{100} \cdot A$

$Pp = 209.27 \text{ kg}$ Presión que debe ejercer el resorte sobre el pisador

El acortamiento mínimo que debe tener los resortes es de 11 mm debido al trabajo que a realizar en la estación de primera embutición.

4.3 MECANISMO DE EXTRACCIÓN-EXPULSIÓN EN CADA ETAPA.



Figura 4.2: Expulsor ubicado en el interior de la matrices de embutición y estampe. Izquierda expulsor, derecha expulsor con muelle helicoidal interior.

El mecanismo de expulsión de las estaciones de embutición y estampe es un casquillo comandado por un resorte interior el cual realiza la función expulsar al elemento sea embutido o estampado dependiendo de la estación.

Para estos resortes se precisa una compresión previa relativamente baja. La fuerza 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, la cual, según el grado de fijación, la dureza de la chapa, la flecha de regresión y el rozamiento condicionado por la rugosidad de la superficie, todo ello en relación con la superficie agarrada, Se estima entre 2 y 10 kg/cm². Con respecto a nuestros productos, en nuestro caso el peso del casquillo expulsor

es despreciable con respecto a la fuerza que debe ejercer para extraer a los elementos de las estaciones antes mencionadas.

FUERZA DEL RESORTE PARA EXPULSORES

$$F := 0.06 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \quad \text{Recomendación de OEHLER-KAISEI}$$

$$A := \pi \cdot 21.1 \cdot 10.5 \quad \text{Area lateral en la 1ª embutición}$$

$$A = 696.02 \text{ mm}^2$$

$$P := F \cdot A$$

$$P = 41.761 \text{ kg} \quad \text{Fuerza necesaria para la expulsión}$$

Los resortes para los expulsores deben por su parte tener un acortamiento mínimo de 12 mm de acuerdo al trabajo que resisten, es decir en la estación de segunda embutición y estampe es donde el elemento embutido va a tener su mayor profundidad.

4.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

En las prensas, también se pueden montar otros dispositivos especiales para hacer avanzar automáticamente la cinta de chapa metálica, la cual va a sufrir posteriormente diversas operaciones a lo largo de cada una de las estaciones. Estos aparatos tienen por objeto mecanizar todos los movimientos manuales. Al mismo tiempo se reduce los tiempos de estampación ya que es posible utilizar todos los golpes de la prensa. Se tiene además la ventaja de que el operador se encuentra debidamente protegido contra cualquier tipo de descuido.

Debido a la utilización de rollos de cita latonada con 107 mm de ancho y 0,3 mm de espesor, además, la producción anual de 10'000.000 de unidades hace necesario un sistema de alimentación de esta cinta o rollo a la matriz para no utilizar trozos de plancha, con lo cual la producción será lenta.

4.4.1 CONJUNTO ALIMENTADOR.

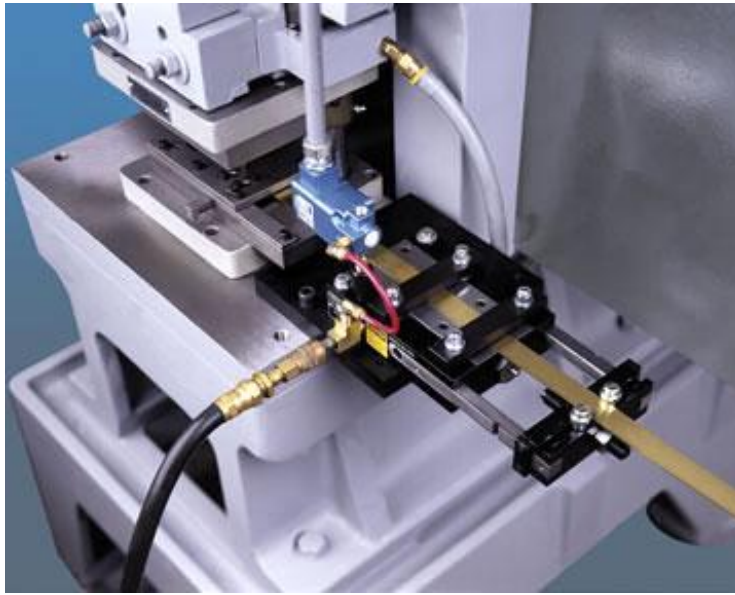


Figura 4.3: Alimentador de cinta hacia la matriz.

Este conjunto alimentador debe cubrir la necesidad de la matricería que es de 40 golpes por minuto y con una longitud de paso entre cada golpe igual a 38 mm.

Este alimentador a más de tener las características mencionadas en el párrafo anterior, debe ser de fácil montaje a la meza de la prensa para que este y la matriz progresiva sean un solo conjunto para que el trabajo tenga la secuencia requerida por la matricería.

En la figura 4.3 se puede observar un alimentador automático del tipo neumático para materiales planos, estos dependiendo del modelo pueden variar de 10 hasta 406 mm de ancho, hasta 3,8 mm de grosor, son del tipo regulable apto para matrices de secuencia o progresiva, con una capacidad de tiro de hasta los 114 kg.

Ver Anexo B1 “Máquina alimentadora”

4.4.2 CONJUNTO DE ENDEREZAMIENTO DEL FLEJE.



Figura 4.4: Enderezador de cintas embobinadas.

La función del enderezador de la cinta es muy importante ya que debido a la envoltura del rollo hace que este no sea de fácil manejo debido a su estado, por lo cual se hace necesaria la presencia de un desenrollador.

Para el conjunto de alimentación es necesario que la cinta se encuentre enderezada para que esta no tenga problemas de atascamiento en el interior del alimentador, por otra parte como el rollo se lo va a transportar existe el riesgo de que se fleje los bordes de la cinta con lo cual tendríamos un problema de alimentación, es por esto que se requiere un desenrollador.

El desenrollador debe poseer la cavidad necesaria para alojar la cinta de 107 x 0,3 mm. Con lo cual se evita la presencia del operador para este tipo de trabajo, por lo que se evitará el riesgo de alguna lesión al tratar de enderezar manualmente.

Ver Anexo B2 “Máquina desenrolladora”

4.4.3 CONJUNTO DE CARRETE PARA BOBINA.



Figura 4.5: Carrete regulable para cintas embobinadas.

Este accesorio es importante ya que es el encargado de sostener el rollo del material (ver Capítulo 2, material utilizado para el culote), es básicamente un carrete con bases de soporte, en el cual va a girar la bobina para pasar posteriormente al desenrollador.

Este carrete se ajusta a las dimensiones de la cinta embobinada, es decir debe tener un alojamiento para el diámetro interior del carrete de 400 mm, un diámetro externo igual o mayor a 850 mm, soportar un peso neto de 2 toneladas y una ancho mínimo de 107 mm¹¹.

Ver Anexo B1 “Carrete para material bobinado”

¹¹ Datos obtenidos de la empresa Brasileña BRASMETAL producto de este tipo de rollos

CAPITULO 5 : ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO

5.1 ANALISIS ECONÓMICO.

ANÁLISIS Y PROYECCIONES ECONOMICAS

El análisis financiero está proyectado para un período de diez años y se lo calcula para cada costo mediante los siguientes índices:

- Crecimiento Anual de Materia Prima 2.0%
- Crecimiento Anual de Insumos 2.5%
- Crecimiento Anual de Materiales y Suministros 3.0%
- Crecimiento Anual de Sueldos y Salarios 10.0%
- Incremento Precio de Producto Terminado Anual 3.0%
- Crecimiento de Producción del Proyecto Anual 15.0%
- Incremento De Gastos Indirectos 2.0%
- Tasa de Interés Anual 12.0%
- Factor Sobre Sueldos O Salarios Nominales 0,30%

Los recursos financieros necesarios en la construcción de la matricería, adquisición de la maquinaria y equipos complementarios para la producción del culote calibre 16 de la munición de escopeta es de 206280,50 USD, divididos en costos de inversión fija y costos preoperativos cuyos valores son 205680,00 USD y 600,00 USD respectivamente. La tabla 5.1 muestra el desglose de estos valores.

Tabla 5.1: Inversión para la producción del culote calibre 16.

COSTO DE INVERSIÓN FIJA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
MAQUINARIA, MANO DE OBRA E INSUMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	3912,50
MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRICERÍA DEL CULOTE CAL. 16	1768,00
EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULOTE CAL 16	200000,00
INVERSIÓN FIJA	205680,50
COSTOS PREOPERATIVOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE INGENIERÍA	0
MATRIZ DE PRUEBA Y ENSAYOS	600,00
INVERSIÓN PREOPERATIVA	600,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	206280,50

5.1.1 ANÁLISIS DE COSTOS

Para realizar el análisis de costos del proyecto se evaluó inicialmente el costo del diseño de la matricería así como la maquinaria y los equipos accesorios para la fabricación del culote metálico del cartucho calibre 16. Detallado en el Anexo el anexo C4 “Costos de la implementación” para lo cual se considera:

- Materia prima (Acero, rollo latonado).
- Mano de obra directa (Personal técnico).
- Costos indirectos de fabricación (Maquinaria, M.O.I y asesoramiento).
- Gastos de administración e imprevistos.

Los mismos que se resumen de la siguiente manera:

Tabla 5.2: Costo del proyecto

COSTO DE INVERSIÓN FIJA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
MAQUINARIA, MANO DE OBRA E INSUMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	3912,50
MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MATRICERÍA DEL CULOTE CAL. 16	1768,00
EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN DEL CULOTE CAL 16	200000,00
INVERSIÓN FIJA	205680,50

COSTOS PREOPERATIVOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
ESTUDIOS TÉCNICOS Y DE INGENIERÍA	0
MATRIZ DE PRUEBA Y ENSAYOS	600,00
INVERSIÓN PREOPERATIVA	600,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	206280,50

Una vez determinado el costo del proyecto se debe determinar el costo del culote calibre 16 así como su costo de producción, teniendo e cuenta principalmente:

- Materia prima (rollo latonado)
- Mano de obra directa (Operarios)
- Costos indirectos de fabricación (Maquinaria y M.O.I)

Ver Anexo C5 “Costo del culote cal. 16”

Tabla 5.3: Costo de producción de la munición de caza

PARAMETROS DE EVALUACIÓN		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO
Costo materia prima	USD/rollo	5370
Longitud del rollo	m	7937
Longitud de 3 productos	m	0,0585
Cantidad de producto	u/rollo	407026
Producción proyectada	u/año	10000000
	u/día	41667
	u/min	87
Cantidad materia prima	rollos	25
Costo materia prima	USD/año	134250

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL CULOTE				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO	%
MATERIAL	Materia prima	USD/producto	0,0132	86,5
COSTO DE FABRICACIÓN	Mano de obra directa	USD/producto	0,0009	5,6
	Mano de obra indirecta	USD/producto	0,0010	6,3
	Materia prima indirecta (Insumos)	USD/producto	0,0002	1,6
	Total costo de fabricación			0,0021
TOTAL	Costo unitario de producción	USD/producto	0,0152	100,0

De la tabla 5.2 se puede observar que el costo del culote es directamente proporcional al costo de la materia prima, esta con un 86% del costo ante un costo de fabricación del 13.5%.

El costo unitario obtenido fue hechos en la base del requerimiento del departamento de producción de la Fábrica de Municiones Santa Bárbara con una producción anual de 10'000.000 de cartuchos anuales.

El análisis de costos del culote revela un precio de 0,0152 USD/culote , el cual comparado con un disgregamiento de la capsula importada para obtener el precio del culote importado se tiene que este costo es de 0,0238 USD/culote , con lo que existe un ahorro de 0,0086 USD/culote .

Ver Anexo C5 "Costo del culote cal. 16"

5.2 ANALISIS FINANCIERO.

En el análisis financiero se determina la rentabilidad del proyecto por medio de tres indicadores que muestran cuantitativamente el impacto dentro de la empresa. Estos son: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el tiempo de recuperación de la inversión. Sin embargo, para poder calcular estos indicadores, es necesario primero elaborar el flujo de caja presupuestado correspondiente a diez períodos, que en este caso equivalen a diez años.

Como se puede observar en los cuadros del anexo C4 “Cálculo del VAN y TIR”, los valores del valor actual neto (VAN) que es el valor monetario que excede la rentabilidad deseada después de que se ha recuperado toda la inversión, es de 903.382,11 dólares.

Por otra parte se obtiene una tasa interna de retorno (TIR) que es el porcentaje máximo que puede ser exigido al proyecto, es decir, cuando el VAN es cero el TIR es el 52%.

El indicador del análisis financiero referido al tiempo de recuperación de la inversión el cual es de aproximadamente dos años.

Es importante tomar en cuenta que el mantenimiento de la maquinaria es un rubro que por su importancia debe ser tomado en cuenta dentro de este análisis, debido a que permitirá mantener operativos los elementos mecánicos como son las matrices, punzones, maquinaria y los equipos necesarios para la producción.

El análisis económico – financiero ha demostrado que el proyecto es viable y que su ejecución está plenamente justificada.

CAPITULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

La matricería se lo hace en varias etapas o estaciones debido a su complejidad y más aún por si llegase a tener algún problema de tipo externo se pueda reemplazar sus partes sin que conlleve a costos innecesarios. Además se la diseño en forma que sus partes más importantes puedan ser cambiadas o a su vez con la finalidad de poder cambiar de un calibre 16 a calibre 12 o a un calibre 20.

En el diseño de la matricería para la producción del culote calibre 16 se hace necesario una placa llamada sufridera que es la que va distribuir el esfuerzo debido al golpe de la prensa a lo largo y ancho de todas las estaciones de operación.

En el diseño de la matricería debido a sus dimensiones hace que se la realice con gran exactitud y un muy buen centramiento entre sus partes móviles por lo que se ubican cuatro columnas, una en cada extremo, para asegurar el correcto desempeño de la matriz.

La matricería para la fabricación del culote calibre 16 por ser del tipo progresiva y de gran tamaño requiere necesariamente un sistema de alimentación automático para poder llegar a la demanda de 10'000.000 de unidades anuales.

Así también el conjunto del carrete es muy importante debido a que la materia prima utilizada en la matricería no es manipulable manualmente debido a que es una bobina que posee un peso de 2 toneladas.

Luego de realizado el estudio económico financiero y tomando un producción anual de 10'000.000 de cartuchos al año se observa que el valor actual neto (VAN) siendo el valor monetario que excede la rentabilidad después de haber recuperado toda la inversión igual a 903.382,11 dólares con una tasa interna de retorno (TIR) de 52% y cuya recuperación de inversión es de 2 años, hace que se pueda concluir la viabilidad de este proyecto.

6.2 RECOMENDACIONES.

La Fábrica de Municiones “Santa Bárbara” debe seguir el proceso de construcción e implementación de la matricería para elaborar el culote calibre 16 del cartucho de escopeta debido a su gran demanda y aplicación al mercado.

Fabricar las partes como son los punzones y matrices para poder elaborar un culote de distinto calibre siendo 12 o 20 ya que esta matricería posee la virtud de poder cambiar sus partes más principales.

El instante que se realice la construcción de las piezas mecánicas indicadas en los planos debe cumplirse con los parámetros de construcción, de manera de que no exista problemas en el momento del montaje y puesta en funcionamiento de la matriz.

Es importante que se que dentro la matricería sobre todo lo que corresponde a la parte de corte se de un mantenimiento, es decir se lo rectifique las superficies de matrices y punzones de corte para recupera su filo de corte y así obtener un buen producto final.

El sistema automático de alimentación es muy importante que la matricería lo tenga, pero también se lo puede diseñar de a cuerdo a la prensa con trabaje la matricería, con la finalidad de disminuir el costo de la inversión del proyecto.

Como recomendación al ejecutar un proyecto se produce un incremento (positivo o negativo) en la riqueza. El VAN calcula el aumento en la riqueza en el momento actual que resulta equivalente a ejecutar el proyecto y, por lo tanto, es mejor cuanto más alto es el VAN del proyecto.

La TIR mide la tasa de crecimiento (positivo o negativo) del capital por período, por lo que, si se trata de una inversión, cuanto más grande mejor.

BIBLIOGRAFIA

- VALENCIA Antonio, MATRICERÍA, Editorial Salesiana, Tercera Edición, Barcelona 1976.
- OEHLER – KAISER, HERRAMIENTAS DE TROQUELAR, ESTAMPAR Y EMBUTIR, Editorial Gustavo Pili, Tercera Edición, Barcelona 1977.
- ROSSI Mario, ESTAMPADO EN FRIO DE CHAPA METALICA, Editorial Dossat, Tercera Edición, Madrid 1978.
- LANZA Francisco, TRATADO DE CARTUCHERÍA, Editorial Merino AG, Tercera Edición, Madrid 1978.
- SHIGLEY Joseph, DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA, Editorial McGraw-Hill, Quinta Edición, México 1990.
- LARBURU Nicolás, MÁQUINAS PRONTUARIO, Editorial Paraninfo, Décima Edición, Madrid 1998
- PALACIOS Carlos, EL PROYECTO COMO TESIS DE GRADO, Ecuador 1997

PLANOS

Planos de Conjunto.

Planos de Detalle

ANEXOS