

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

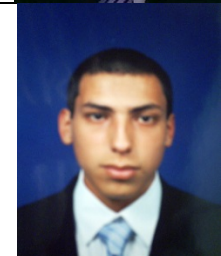
Ejecutor 1

Nombre (s):	LUÍS FEIVER
Apellido (s):	FONSECA
Código:	201022750
E-mail:	lufefo@gmail.com
Teléfono fijo:	5711290
Celular:	3125633662



Ejecutor 2

Nombre (s):	DIEGO FERNANDO
Apellido (s):	RUIZ PEÑA
Código:	20102275012
E-mail:	Diego726@hotmail.com
Teléfono fijo:	7619592
Celular:	3102437622



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Diseño de una prensa neumática y sus herramientas para la producción de un reflector tipo rejilla (part-v) en aluminio especular para la empresa Dipromet S.A.S.	
Duración (estimada):	7 meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	x
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	Proyectos Científicos y Comunitarios	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de Procesos	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular:	Diseño en ingeniería mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Procesos de manufactura, Neumática, seguridad industrial, diseño de máquinas.	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

CONTENIDO

PÁG.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	5
1.1 ESTADO DEL ARTE.	
1.1.1 Luminaria.	7
1.1.2 Prensa.	8
1.1.3 Actuadores Neumáticos.	14
1.1.4 Troqueladoras.	17
1.2 JUSTIFICACIÓN.	22
2. OBJETIVOS.	23
2.1 Objetivo general.	23
2.2 Objetivos específicos.	23
3. MARCO TEÓRICO.	24
3.1 El troquel.	24
3.2 Diseño del troquel.	24
3.3 Punzonado.	25
3.4 Mecánica del corte.	25
3.4.1 Holgura de corte.	27
3.5 Disposición de la lámina a troquelar.	27
3.6 Fuerza de corte.	28
3.7 Operaciones de doblado.	29
3.7.1 Descripción operaciones de doblado.	30
3.7.2 Estudio de los ángulos de doblado.	30
3.7.3 Dilatación lateral.	31
3.7.4 Cálculo fibra neutra.	31
3.7.5 Dobrado en forma "V".	32
3.8 Neumática.	33
3.8.1 Caudal.	33
3.8.2 Presión de trabajo.	33
3.8.3 Cálculo de la fuerza de trabajo de los actuadores neumáticos.	34
3.8.4 Cálculo del consumo de aire de los actuadores neumáticos.	34
3.9 Elementos finitos	34

CONTENIDO

	PÁG.
4. METODOLOGIA.	36
4.1 Etapa documentación.	37
4.2 Etapa diseño primario.	37
4.3 Etapa diseño secundario.	37
4.4 Etapa modelación.	37
4.5 Etapa de análisis por elementos finitos.	37
4.4 Etapa elaboración documento final.	38
5. CRONOGRAMA.	39
6. PRESUPUESTO.	41
7. BIBLIOGRAFIA.	42

INDICE DE FIGURAS

	PÁG
<i>Fig.1. Descripción y caracterización de las prensas</i>	11
<i>Fig.2. Partes y accesorios Actuadores neumáticos</i>	14
<i>Fig.3. Partes actuador neumático simple efecto.</i>	15
<i>Fig. 4 Actuador neumático doble efecto.</i>	16
<i>Fig.5 Maquina centradora accionada manualmente.</i>	17
<i>Fig.6. Corte o punzonado.</i>	19
<i>Fig.7. Radios de curvatura en láminas.</i>	20
<i>Fig.8 .Esquema de punzonado.</i>	25
<i>Fig.9 juego entre punzón y matriz.</i>	26
<i>Fig.10 Determinación de holgura de corte.</i>	27
<i>Fig.11 Disposición de figuras.</i>	28
<i>Fig.12 Partes esenciales matriz punzón.</i>	29
<i>Fig.13 Dilatación lateral.</i>	31
<i>Fig.14 Factor r/s.</i>	32
<i>Fig.15 Doblado en forma de "V".</i>	32
<i>Fig.16 Análisis por elementos finitos.</i>	35

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla.1. Prensas ligeras y medianas con disposición abierta en "C".</i>	13
<i>Tabla.2. Cronograma</i>	38
<i>Tabla.3. Presupuesto</i>	39

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el mercado es un espacio de gran competencia, por tal motivo las empresas buscan nuevos diseños e innovaciones para integrarlas en su portafolio de productos, y lograr posicionarse en el mercado.

Los países industrializados como Alemania y Estados Unidos gracias a sus avances tecnológicos son líderes en la producción de máquinas – herramientas, han desarrollado troqueladoras de alto tonelaje y optimizadas a tal punto que son controladas por CNC¹ o sistemas de PLC² sin dejar a un lado el producir maquinaria de baja capacidad en las que se encuentran las prensas neumáticas para tareas muy específicas como el termosellado de plásticos que no requieren grandes cargas de trabajo. A nivel mundial la adquisición de maquinaria de última tecnología por parte de los países que se encuentran en vía de desarrollo, es posible para aquellas empresas que cuentan con los rubros suficientes para optimizar sus procesos de producción e ir a la par con la industrialización global mejorando en cuanto a, calidad, tiempos y el desarrollo de nuevos productos. La implementación de estrategias como nuevos procesos en la fabricación de productos acarrea inversiones altas en la adquisición de tecnología. En países como Ecuador, Perú y Bolivia encontramos una situación muy parecida a la de nuestro país Colombia, en el cual en algunos casos las microempresas y las empresas pequeñas no cuentan con los recursos suficientes en la adquisición de tecnología de punta y la solución que brindan las empresas extranjeras productoras de equipos sigue siendo inalcanzable, ya que los valores de estos son en la moneda local donde se realiza su fabricación elevando el costo en un país con una economía como la nuestra.

La empresa **DIPROMET S.A.S.** es una pequeña empresa ubicada en la ciudad de Bogotá constituida hace 2 años especializada en la fabricación y comercialización de luminarias para oficinas, locales comerciales y zonas sociales entre otras. La misión de la empresa tiene como objetivo desarrollar nuevos productos que satisfagan las necesidades de sus clientes. Estudiando las nuevas tendencias en iluminación a nivel mundial buscando nuevos productos para incluirlos en su portafolio se encontró una línea de iluminación, en la cual tiene en su diseño como componente principal un reflector en aluminio tipo rejilla (**part-v**).

Con base a esta investigación la empresa buscó el cómo desarrollar esta nueva línea de luminarias y se encontró con algunos inconvenientes en materia de costos, en el desarrollo del reflector tipo rejilla, en el cual la totalidad de sus piezas son fabricadas en procesos de troquelado y plegado, en primer lugar la empresa no cuenta con una línea de troquelado. Al recibir una asesoría técnica en el montaje de este tipo de líneas y lograr suplir la productividad contemplada, los requerimientos mínimos, que les fueron propuestos es la inversión de equipos y herramientas, la cual consta en la compra de 4 troqueladoras de bajo tonelaje y

¹ CNC: Control numérico por computadora (*computer numerical control*).

² PLC: Control lógico programable (*Programmable Logic Controller*)

la fabricación de 7 troqueles. **DIPROMET S.A.S.** en la actualidad no cuenta con un músculo financiero que respalde esta inversión en la adquisición de estos equipos y herramientas propuestas en la asesoría técnica.

Como segunda opción estudiaron la posibilidad de comercializar los productos fabricados en el exterior, pero encontraron varias limitantes en la importación de esta línea de productos **DIPROMET S.A.S.** sólo se encuentra interesado en el reflector tipo rejilla y la luminaria sólo la venden completa, teniendo en cuenta que la empresa posee el recurso físico para la fabricación de los componente de una luminaria es decir el cuerpo y los accesorios internos, las cuales fabrican en sus instalaciones a un precio más cómodo, cumpliendo con los estándares de calidad especificados en la norma Retilap para Colombia, de tal manera importando el producto completo tendría un costo más elevado que si se importara solo el reflector y los demás componentes que se fabrican en su planta, además de ello el manejo de garantías de los productos importados acarrea aumento de tiempos ya que después de haber esperado el transcurso del viaje y la legalización del producto se perdería aún más en el regreso del producto por parte de **DIPROMET S.A.S.** al fabricante y el tiempo de vuelta a Colombia del producto en óptimas condiciones.

Además la compra de productos extranjeros conlleva a una reducción de ingresos en el país. Este tipo de negocios genera problemas económicos, como mayores importaciones que exportaciones, lo cual significa la reducción de fuentes de empleo, y provocan la salida de moneda nacional que se cambia por moneda extranjera e incide en la dependencia hacia los países industrializados generando un desplazamiento de la producción nacional a estos países.

La gerencia de **Dipromet S.A.S.** ha tomado la decisión de no realizar importaciones temiendo por el riesgo que le implica los tiempos de espera en la llegada del producto para el despacho a sus clientes y posibles pérdidas de los mismos por este tipo de incumplimientos. Sin olvidar el costo que le representa el flete y el pago de impuestos en la legalización de la mercancía.

Con la recolección de información y datos, cabe preguntarnos si al diseñar una prensa neumática de bajo tonelaje, versátil, compacta con los herramientas necesarios, lograremos la solución más idónea para la fabricación del reflector tipo rejilla (Part-v). a un costo el cual la empresa Dipromet S.A.S pueda asumir llenando las expectativas en cuanto a producción y calidad, con los cuales cumplirá a sus clientes a satisfacción, y de esta forma fomentaremos la producción de equipos diseñados para cumplir tareas específicas producidos para la industria Colombiana.

1.1 ESTADODEL ARTE

1.1.1 Luminaria³

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión entre la red eléctrica y las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.

Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

Se define luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes elementos

1. Armadura o carcasa: Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.

2. Equipo eléctrico: Sería el adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:

Incandescentes normales sin elementos auxiliares.

³Información obtenida en <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>, consultada el 22 de febrero de 2013.

Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.

Fluorescentes. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

De descarga. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

3. Reflectores: Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:

Simétrico (con uno o dos ejes) o asimétrico.

Concentrador (haz estrecho menor de 20°) o difusor (haz ancho entre 20 y 40°; haz muy ancho mayor de 40°).

Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo).

Frío (con reflector dicróico) o normal.

5. Difusores: Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa.⁴

1.1.2. Prensas

➤ Generalidades históricas de la prensa.⁵

Se ignora si en realidad fue Gutenberg (entre 1394-1399-1468) el inventor de la primera prensa, o si la prensa que hizo construir en 1439 a Conrad Saspachno era más que una mejora de algún tipo de prensa ya existente, sin embargo la prensa que fue fabricada tenía un gran parecido con las prensas de husillo para exprimir uvas en la época.

La primera prensa de la que se tiene conocimiento (o al menos una de las primeras) es la usada en impresión tipográfica, precisamente por Gutenberg.

La descripción de esta prensa es relativamente sencilla: sobre un mármol o platinina inamovible y horizontal, se fijaba la forma de impresión, se entintaba mediante tampones y se cubría con una hoja de papel haciendo descender encima un plano

⁴Ibíd.;

⁵ AMÉZQUITA GUILLERMO. Diseño de una prensa neumática, Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, sección de estudios de posgrado e investigación, México D.F., México, (2003).

mecánico o tímpano con la ayuda de un tornillo vertical; todas las piezas eran de madera. Esta prensa cuya fuerza motriz era suministrada por el impresor, alcanzaba una producción diaria de 250 hojas.

El mismo procedimiento se siguió usando durante 4 siglos. En ese tiempo hubo perfeccionamiento de detalles inherentes a los progresivos adelantos técnicos: tornillos metálicos, mármol móvil sobre guías que permitían el entintado fuera del plano.

Posteriormente, hacia 1810, en Inglaterra, Charles Stanhope (1753-1816) hizo construir la primera prensa completamente metálica con un contrapeso que equilibraba el plato: la producción alcanzó entonces de 2000 a 3000 hojas diarias.

Las actuales prensas de impresión ofrecen importantes diferencias, aunque la mayoría son máquinas de producción en masa y tienen en común una determinada cantidad de dispositivos que aseguran, por ejemplo, el entintado correcto, alimentación de papel, retirada de papel impreso, etc.

De lo anterior, la prensa como instrumento de producción masivo ha extendido sus horizontes a otros campos de aplicación y disciplinas como la ingeniería industrial, la ingeniería mecánica o la industria automotriz.

Dentro de este ramo de la actividad humana la prensa ha tenido un enorme desarrollo y aún sigue teniendo un gran potencial de aportación a la actividad industrial. La prensa tiene muchas aplicaciones y es difícil clasificarla, sin embargo, a lo largo de la historia, de la prensa se han observado características muy importantes y con ese panorama se ofrece a continuación una primera clasificación.

El segundo grupo de prensas, cuya clasificación se basa atendiendo a la fuente de energía que acciona a la prensa, puede a su vez subdividirse en tres grupos; según esto, las prensas pueden dividirse en mecánicas (llamadas así por el método de aplicación de la potencia al ariete), si la energía del motor eléctrico es convertida en energía mecánica del porta-punzón mediante un mecanismo de biela-manivela, o bien, mediante un sistema cremallera-piñón; en hidráulicas, si los pistones (de sección distinta y deslizables dentro de tubos comunicantes entre sí) son accionados por un fluido, normalmente aceite, los cuales convierten la energía hidráulica en energía mecánica del porta-punzón; y por último neumáticas, en las cuales se convierte la energía neumática (aire comprimido) en energía mecánica. La clasificación se presenta a continuación:

- Prensas mecánicas.
- Prensas hidráulicas.
- Prensas neumáticas.

Estas prensas requieren o utilizan valores muy variables de energía, por lo que pueden ir provistas de acumuladores hidráulicos o volantes.

➤ ***Prensas mecánicas***⁶

Por último las prensas mecánicas (llamadas así por el método de aplicación de potencia al ariete) se subdividen en:

- Biela-manivela.
- Leva.
- Excéntrica.
- Cremallera-piñón.
- Tornillo de potencia.
- Acodada, etc.

En todos los tipos de prensas clasificados anteriormente e independientemente del tipo, forma y función de prensa que se seleccione para un trabajo específico, conviene tener muy en cuenta las siguientes formas de funcionamiento de la alimentación o distribución de la materia prima hacia el porta-punzón:

⁶FUNDACIÓN ASCAMM, centro tecnológico. Seminario introducción a la Tecnología de troqueles. [Base de datos]. [Consultado Marzo 2013].

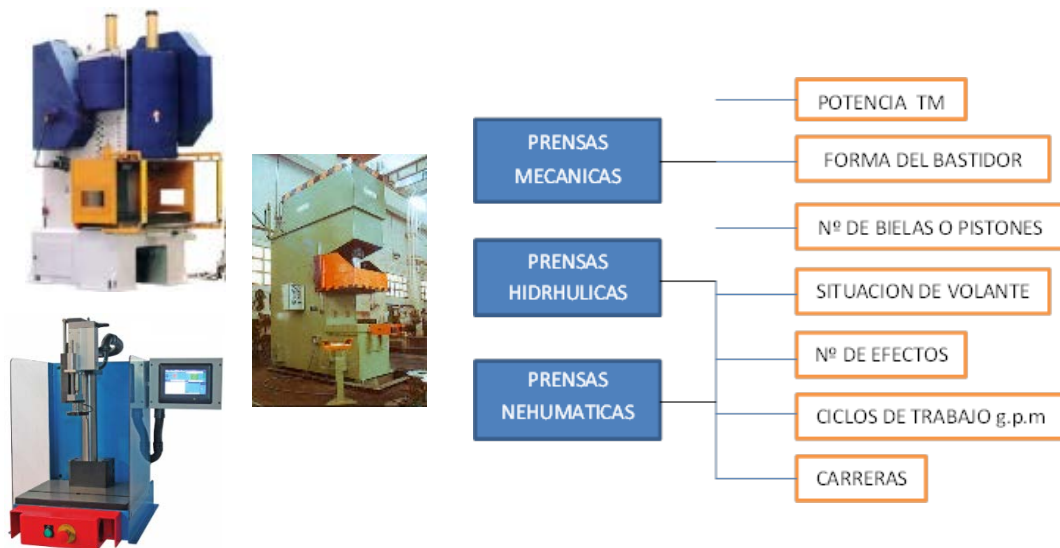


Fig. 1 Descripción y caracterización de las prensas⁷

- Sin dispositivos de alimentación o de distribución automática (manuales).
- Con dispositivos de alimentación o distribución semiautomática.
- Con dispositivos de alimentación o distribución automática. (Usadas para grandes producciones en serie).

Para seleccionar el tipo de prensa a usar en un trabajo dado, se deben considerar varios factores. Entre éstos están el tipo de operación a desarrollar, la forma constructiva y tamaño de la pieza, cantidad de piezas a fabricar, potencia requerida y la velocidad de operación. Para la mayoría de operaciones de punzonado, recortado y desbardado, por ejemplo, se usan generalmente prensas del tipo biela-manivela o excéntrica. En éstas prensas, la energía del volante se puede transmitir al eje principal, ya sea directamente o a través de un tren de engranajes. En otro caso, se tiene, por ejemplo, que la prensa de junta articulada se ajusta idealmente a las operaciones de acuñado, prensado o forja; tiene una carrera corta y es capaz de imprimir una fuerza tremenda. Dimensionamiento de las prensas mecánicas y modo de aplicación

Descripción de conceptos que tienen que ver con las prensas⁸

- Prensas OBI: Prensa abierta atrás e inclinable.

⁷Fig. 1 imagen tomada: FUNDACIÓN ASCAMM, centro tecnológico. Seminario introducción a la Tecnología de troqueles. [Base de datos]. [Consultado Marzo 2013].

⁸ARANGO, L.E., Seminario taller: troqueles de corte. SENA Astin, Cali, Colombia, (1995). p. 34- 35

- Prensa de un solo montante: prensa cuya estructura es monolítica, generalmente con el cigüeñal orientado en el sentido adelante atrás.
- Prensa de doble montante: Prensa cuya estructura es abierta atrás. El carro esta guiado sobre las “paredes” laterales. (Paredes=montantes).
- Prensa accionada por piñones: La transmisión de potencia se realiza mediante piñones y catalinas que hacen la función de volante.
- Prensa de volante: la transmisión de potencia se realizar a través de poleas y bandas al volante que almacena la energía.
- Prensa excéntrica: El eje de potencia es escalonado y excéntrico. Generalmente usado cuando la prensa es de carrera variable.
- Prensa de cigüeñal: La transmisión de del movimiento circular se realiza mediante un cigüeñal.
- Prensa de doble cigüeñal: Cuando la mesa de la prensa es muy larga el doble cigüeñal permite una mayor y mejor transmisión de potencia sin flexión excesiva.
- Prensa de doble efecto: Se transmite la potencia o fuerza de conformado por dos elementos de la máquina. Pueden ir uno dentro del otro, (dos efectos arriba), o uno abajo y otro arriba (abajo=parte fija de la prensa; arriba = parte móvil de la prensa).
- Prensa de tres efectos: Se transmite la potencia o fuerza de conformado por tres elementos de la maquinas situado dos arriba y uno abajo.
- Prensa con mesa graduable: la mesa tiene desplazamiento vertical para aumentar o disminuir el espacio de la matriz.
- Prensa de codillo: El cigüeñal una articulación de palancas que permite una gran transmisión de potencia. Muy usado en operaciones de estampado en frio. prensa a fricción: la transmisión de potencia se efectúa mediante tres volantes, dos verticales que efectúan la subida y bajada, y otro horizontal que; mediante fricción con los otros dos y; a través de un tornillo de varias entradas; genera la caída del carro a alta velocidad.
- Utilizada en operaciones de recalado en frio y caliente la tabla siguiente muestra un programa completo de tipos de prensas ligeras con dimensiones características y usos.











PRENSAS LIGERAS Y MEDIANAS CON DISPOSICIÓN ABIERTA EN "C"										
N	Forma de construcción	Superficie de la mesa	Designación	Disposición	Clase de accionamiento	Tonelaje	Carrera máxima	Carrera por minuto	Potencia	Aplicación
1			excéntrica monomontante, con mesa fija	Montante derecho soporte en caja	Eje excéntrico Frontal con carrera variable, con o sin contramarcha	6,3-100 50-450	44-100 90-200	200-80 75-25	1-10 5,5-3,5	corte, punzonado doblado, recorte, pequeño, embutido y estampados
2			excéntrica monomontante, con mesa graduable	Montante derecho soporte en caja	Eje excéntrico Frontal con carrera variable, con o sin contramarcha	6,3-70 50-100	44-100 90-120	200-80 75-55	1-8.5 5,5-10	Para piezas altas y distintas alturas de herramientas.
3			excéntrica doble montante de uno y dos efectos	Doble montaje, curvado, soporte en dos paredes	Eje excéntrico Frontal con carrera variable, con o sin contramarcha	2,2-70 16-160	80-110 100-355	180-100 75-25	3-8.5 3-20	predominante para corte y embutido
4			excéntrica doble montante de uno y dos efectos	Doble montaje, curvado, soporte en dos paredes	Eje excéntrico Frontal con carrera variable, con o sin contramarcha	6,3-70 16-100	40-110 70-180	180-100 75-35	1-8.5 3-10	corte punzonado. Embutido ligeros
5			excéntrica doble montante con dos excéntricas	Doble montaje e intermedio anclajes	Eje excéntrico Frontal con carrera variable, con o sin contramarcha	6,3-70 16-101	40-110 70-181	180-100 75-36	1-8.5 3-11	corte punzonado. Rebordado. Conformado de tiras largas y piezas grandes

Tabla 1. Prensas ligeras y medianas con disposición abierta en "C"⁹

Basándonos en la investigación realizada por el Ing. Guillermo Amézquita quien planteo en su tesis, la búsqueda sobre el diseño de prensas neumáticas en Internet en el año 2003, en la cual por medio de varios servidores, encontró un total de aproximadamente 2065 temas relacionados, en el cual solamente el 1% son páginas de compañías productoras de máquinas-herramienta en el giro de prensas y de éstas, exclusivamente 2 empresas están dedicadas a la manufactura de equipo y maquinaria neumática, aunque no forzosamente de prensas neumáticas.

Con esta información en mente, cualquier diseñador puede tomar esto como base para iniciar un primer proyecto, independientemente del alcance del mismo, y fijar así un camino o un modo de hacer las cosas para proyectos de mayor importancia en el futuro.

⁹Tabla 1. Tabla tomada: ARANGO, L.E., Seminario taller: troqueles de corte. SENA Astin, Cali, Colombia, (1995). p. 35

De tal manera en el centro de diseño metrología y calidad SENA en el año 2005 encabezado por el Ing. Holman Mesa, donde fue participe en el proyecto de una prensa ole-neumática cuyo objetivo era dar solución al diseño y fabricación de una herramienta didáctica para soportar los seminarios y /o cursos inherentes al proyecto de Troquelaría del centro, además planteo y propuso que con este tipo de prensas neumáticas daba solución práctica para la pequeña y mediana industria (PYEM).

1.1.3 Actuadores neumáticos¹⁰.

Los actuadores son aquellos que realizan directamente el trabajo dentro de un sistema automático o semiautomático. Los tipos de actuadores están construidos según las características propias de la aplicación.

Las características genéricas de un actuador son:

- a) Principio operativo (doble efecto - simple efecto)
- b) Diámetro del émbolo
- c) Carrera de desplazamiento

Un actuador neumático del tipo cilíndrico está compuesto de los siguientes elementos:

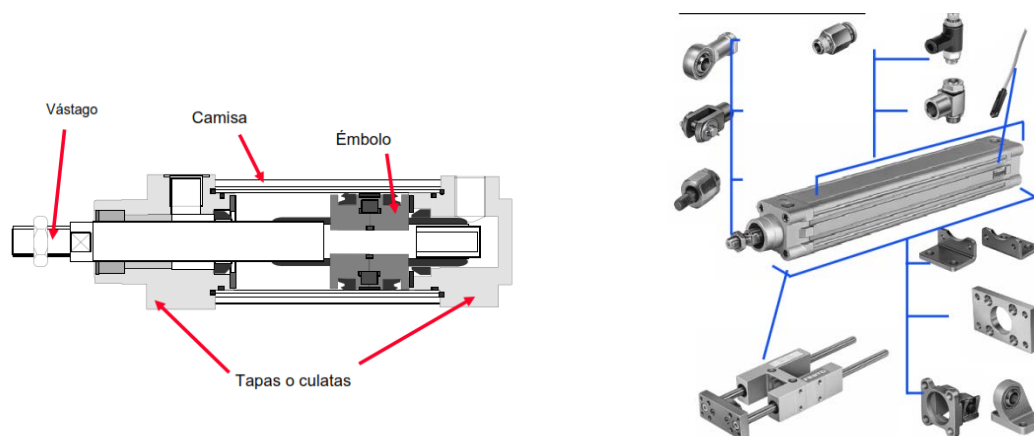


Fig.2Partes y accesorios Actuadores neumáticos¹¹

¹⁰ ARCE. D. (2010): Actuadores neumáticos. Catalogo Festo Pneumatic. Bogotá, Colombia, (2010). p 43

¹¹Fig.2 imagen tomada: ARCE. D. (2010): Actuadores neumáticos. Catalogo Festo Pneumatic. Bogotá, Colombia, (2010).

➤ **Cilindros de simple efecto**¹²

Los actuadores neumáticos se emplean para transformar la energía almacenada en el aire a presión en energía cinética.

- **Funcionamiento:**

En los cilindros de simple efecto, el émbolo recibe el aire a presión por un solo lado. Estos cilindros sólo pueden ejecutar el trabajo en un sentido (carrera de trabajo).

La carrera de retorno del émbolo tiene lugar por medio de un muelle incorporado, o bien por fuerza externa (carrera en vacío).

- **Activación:** Válvula de 3/2 vías.

- **Modelos:** Cilindro de émbolo.
Cilindro de membrana.
Cilindro de fuelle.

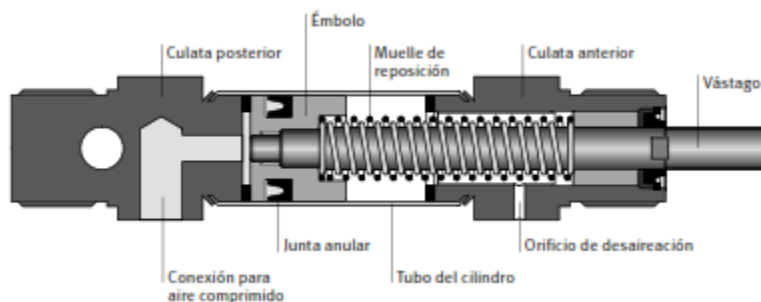


Fig.3Partes Actuador neumático simple efecto¹³

➤ **Cilindros de doble efecto**¹⁴

- **Funcionamiento:** En los cilindros con vástago simple, la fuerza del movimiento de avance es mayor que la fuerza del movimiento de retroceso (relación superficie del émbolo/superficie del anillo del émbolo).
- **Amortiguación de posiciones finales:** Tipo de amortiguación empleado cuando hay que mover grandes masas, para evitar que el émbolo choque

¹²HOSEBRINK J.P., KLOBER R., Introducción a la técnica neumática de mando, Catalogo Festo Pneumatic didactic, España. (2011)

¹³Fig.3 imagen tomada: ARCE. D.: Actuadores neumáticos. Catalogo Festo Pneumatic. Bogotá, Colombia, (2010).

¹⁴HOSEBRINK J.P., KLOBER R., Introducción a la técnica neumática de mando, Catalogo Festo Pneumatic didactic, España. (2011)

duramente. Un émbolo de amortiguación interrumpe la evacuación directa del aire. Queda abierta una salida pequeña que por lo general es regulable.

- **Activación:** Válvula de 5/2 vías, válvula de 5/3 vías.
- **Modelos:** Cilindros de embolo
Cilindro con doble vástago.
Cilindros tándem.
Cilindros de varias posiciones.

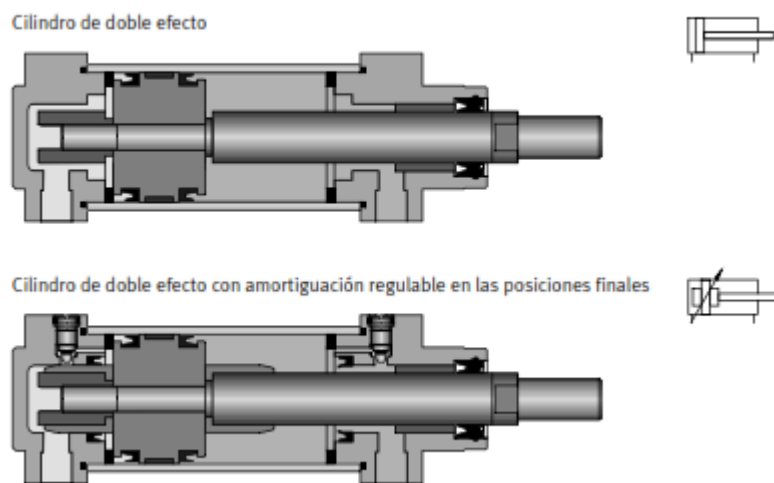


Fig.4 Actuator neumático Doble efecto¹⁵

El diseño de troqueles, parte importante de la ingeniería de herramientas, es una cuestión interesante y complicada. Es uno de los más exactos trabajos de herramientas en general.

Desde hace tiempo la tajadera, el tranchete del yunque y los cortafríos, usados por los herreros durante siglos, han sido las herramientas universales para cortar en frío y caliente, chapa, palastro y perfiles diversos.

¹⁵Fig.4 imagen tomada: ARCE. D. (2010): Actuadores neumáticos. Catalogo Festo Pneumatic. Bogotá, Colombia, (2010).

1.1.4. Troqueladoras

El perforado manual de metales realizado con punzones, experimenta un avance a partir del siglo XVI, al utilizar las prensas de balancín para punzonar y troquelar chapa y palastro.

Para la operación de corte de fleje, chapa y palastro delgado, producidos por laminación, se desarrollan tijeras de palanca accionadas manualmente.

Durante el siglo XIX, debido al desarrollo de la siderurgia se incrementa fuertemente la capacidad de producción de palastro y perfiles diversos.

Se desarrolla la construcción de barcos con casco metálico propulsados por vapor, calderas para locomotoras, puentes, edificios industriales, y estaciones de ferrocarril.

Se desarrolla la técnica del roblonado para la unión o empalme de pieza y por lo tanto, la necesidad de abrir agujeros para el paso de los remaches.

Se desarrollan punzonadoras de accionamiento manual a palanca, con capacidad de perforar agujeros hasta 26mm de diámetro y un grueso de 20mm.

Para curvar llantas de chapa y palastro se desarrollan máquinas centradoras, accionadas manualmente.

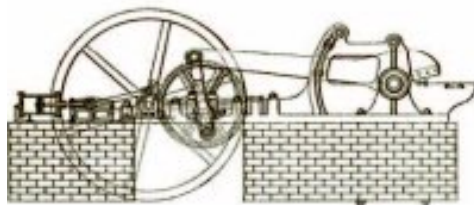


Fig. 5 Punzonadora accionada mediante pistón de máquina a vapor.¹⁴

Inspirado en una patente de 1838 del constructor inglés Fairbairn; el francés Lamaître jefe de taller de François Cave, construye en 1843, una punzonadora accionada mediante pistón de máquina de vapor (figura 5).¹⁶

¹⁶ AUZOA, Azkue. Museo de la Máquina-Herramienta: corte y deformación. [En línea]. [Consultado Marzo 2013]. Disponible en <<http://www.museo-maquina-herramienta.com/historia/Lehenengoko-erremintak/xaflaren-ebaketa-deformazioa>>

En 1845, el francés Calla construye una cizalla accionada a vapor, para cortar palastro grueso.

Se desarrollan punzonadoras combinadas con cizalla, accionadas a mano, para punzonar, cortar palastro y perfiles diversos.

Se desarrollan cizallas accionadas a mano y a pedal, para cortar planchas de chapa y máquinas complementarias para plegado y rebordeado.

Se desarrollan las curvadoras (centradoras) para dar a las planchas forma cilíndrica mediante la utilización de tres cilindros laminadores. Los bordes se vuelcan a continuación y se remachan, mediante el procedimiento de roblonado. Para retirar la pieza curvada uno de los cilindros es desmontable o abatible.

Hacia finales del siglo XIX, se desarrollan varias máquinas más potentes para ser accionadas por transmisión. Máquinas para enderezar palastro, centradoras para curvar llantas, ángulos, tés, etc. Cizallas para cortar palastro y plegadoras para chapa y palastro delgado.

Por su flexibilidad y facilidad de traslado a pie de obra, las cizallas y punzonadoras accionadas a mano siguen siendo imprescindibles.

A principios del siglo XX, también para ser accionadas por transmisión se construyen punzonadoras combinadas con cizalla para cortar palastro, perfiles en ángulo, tés, barras redondas, cuadradillos, etc.¹⁷

Se desarrollan potentes prensas hidráulicas para conformar grandes piezas construidas con palastro.

En la actualidad, la aplicación de las nuevas tecnologías de láser y control numérico, han revolucionado el corte punzando y plegado de la chapa.

El proyectista de herramientas crea diseños de troqueles empleados para estampar y conformar piezas metálicas de chapa, reunirlos y realizar otras diversas operaciones.

Miremos a nuestro alrededor. Donde quiera que estemos encontramos estampados. La mayoría de las piezas de nuestros relojes de pulsera incluyendo la caja son estampadas. Cada automóvil requiere una serie de estampados. El

¹⁷ Ibíd. p. 4

más grande es el techo y luego siguen los guardabarros, las puertas y las ruedas. Tienen centenares de piezas pequeñas muchas de las cuales están cubiertas y rara vez se ven. Existen otros muchos campos en los cuales se utilizan estampados. Todos ellos son perfeccionados año tras año, por lo que se requieren constantemente un enorme número de nuevas matrices y troqueles.¹⁸

Lo anterior dará una idea del gran volumen e importancia de productos metálicos prensados. La ingeniería de troqueles se ha desarrollado en los últimos cuarenta años en un vasto campo lleno de oportunidades.

Los troqueles diseñados realizan un conjunto de operaciones a las que se denominan troquelado o estampado con las cuales sin producir viruta, se somete a una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia. El proceso es de alta producción y los materiales más usados son láminas de acero y aleaciones ligeras.

Un troquel puede realizar operaciones de: corte, punzonado, embutido, doblado, o conformado.¹⁹

Corte o punzonado: el punzonado (figura 6) es la operación de troquelado en la cual con herramientas aptas para el corte se separa una parte metálica de otra.

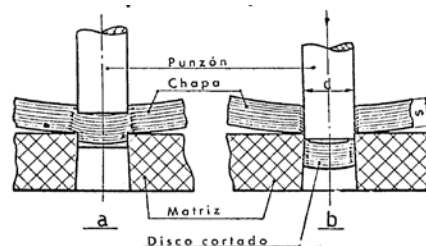


Fig. 6 Corte o punzonado.²⁰

La lámina, para que pueda ser cortada con punzón de acero templado, debe tener un espesor menor o igual al diámetro del punzón.

Doblado: el doblado es la operación más sencilla después de la del corte o punzonado. Es necesario tener en cuenta:

¹⁸PAQUIN, J.R., Diseño de matrices: una introducción, paso a paso, al diseño de matrices de estampado, incluyendo material, punzones, armazones, topes, placas expulsoras, reglas y prensas. Barcelona: Montaner y Simón, 1962. p. 10

¹⁹Ibíd. p. 14

²⁰Fig.6 imagen tomada:OELHER, káiser. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. 6 ed. Gustavo Gili, (1977). p.38

1. El radio de curvatura: se recomienda que el radio de curvatura (figura 7) interior sea mayor o igual que el espesor de la lámina con el fin de no estirar excesivamente la fibra exterior causando su ruptura.
2. Elasticidad del material: la pieza tiende a recuperar su forma natural.

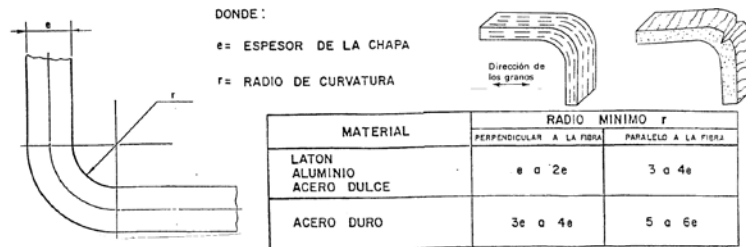


Fig. 7 Radios de curvatura en láminas.²¹

Embutido: consiste en transformar una lámina de metal en un cuerpo hueco tridimensional en una o más pasadas. En la operación de embutir no se debe modificar el espesor de la lámina, aunque en la práctica esto no sea totalmente cierto.²²

Conformado: también denominado acuñación. Tiene por objeto obtener relieves sobre partes metálicas planas, mediante un impacto instantáneo, manteniendo el metal que se desea grabar entre una matriz y un punzón, en los cuales se ha tallado exactamente la forma que se desea reproducir.²³

➤ **El troquel puede ser:**

Simple, cuando en un solo golpe realiza la operación correspondiente sobre la pieza.

Progresivo, cuando se alimenta de forma continua, realizando las diversas operaciones en cada golpe. El troquel se compone de diversas etapas, de modo que cuando una parte del fleje, en su avance, ha pasado por todas ellas, se obtiene la pieza final.²⁴

Para definir un ciclo de troquelado, es necesario:

²¹ OELHER, káiser. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. 6 ed. Gustavo Gili, 1977. p.41

²² FUNDACION ASCAMM, Centro tecnológico. Manufactura y troquelado. [Base de datos]. p. 8

²³ Ibíd. p. 8

²⁴ OELHER, káiser. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. 6 ed. Gustavo Gili, 1977. p. 84

1. Definir la forma de la pieza, que impone cierto número de operaciones, de acuerdo con su complejidad
2. Determinar las dimensiones
3. Conocer el material del que se hará la pieza, su plasticidad y elasticidad
4. La posibilidad de extraer fácilmente la pieza de la matriz.²⁵

Los campos de aplicación en cuanto a matriceria o troquelería son muchos de los cuales se pueden destacar la industria automotriz, aeronáutica, naval, ferroviaria, eléctrica y electrónica.

Teniendo en cuenta los antecedentes que nos brinda la historia en cuanto a diseño, fabricación y utilización de los troqueles y de las prensas neumáticas, además de los aportes tecnológicos de la actualidad encarrilados en este sector, es muy interesante e importante diseñar estos útiles ya que se estará supliendo la necesidad que la empresa Dipromet., tiene, además este proyecto servirá de trampolín para un cien número de oportunidades a nivel laboral y personal.

²⁵ FADÓN SALAZAR, Fernando. Diseño de troqueles de estampación Universidad de Cantabria. España: Departamento de ingeniería, 2003.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante debido a las condiciones en las que se encuentra el mercado colombiano y la falta de recursos económicos en algunas de las medianas y pequeñas empresas del sector metalmecánico, se contempla la necesidad de implementar estrategias, en adaptación y fabricación de equipos, en general máquinas - herramientas flexibles y prácticas de bajo costo, con el propósito de mantenerse de forma competitiva en cuanto al mercado y el aspecto tecnológico.

En la actualidad, es imprescindible comenzar a automatizar las líneas de producción y con esto traer el uso de técnicas de manufactura alternativas que impliquen inversiones menores y utilidades mayores , flexibilidad y amplia gama de aplicación que justifiquen su uso. La neumática es una técnica cuya aplicación reduce costos de operación y aumenta la productividad en plantas.

El desarrollo de este tipo de proyectos involucra varias ciencias del saber en las que se encuentran. El diseño mecánico, neumática resistencia de materiales entre otros, lo importante es llegar a dominarlas y realizar una correcta aplicación. Por tal motivo, una simple propuesta es hacer que la pequeña y mediana empresa (PYEM) recurran a soluciones con precios módicos, y tecnología asequible sumado a un tiempo de espera relativamente corto en la generación de la solución, con el objetivo de generar tecnología propia, la cual con el tiempo puede crecer y llegar a ser considerablemente importante

Dipromet S.A.S hace parte de una de estas empresas que no cuenta con un músculo financiero que le permita invertir en la adquisición de tecnología costosa ya que se encuentra catalogada como una microempresa, en la producción de luminarias, optando por la necesidad de implementar un nuevo sistema flexible y económico que le permita ampliar su gama de luminarias que le brinde la posibilidad de sostenerse y ser competitiva en el mercado cumpliendo con los estándares de calidad y normas nacionales.

Al implementar una prensa neumática acorde con las necesidades del cliente sumado a los dispositivos que la conforman, es decir herramientas de corte y doblado ofrece el aumento de la productividad, estándares de calidad y precisión en el proceso, menor cantidad de piezas defectuosas, compacta acorde con el espacio que cuenta la empresa, versatilidad ya que será posible el montaje de diferentes herramientas, fomentando la fabricación de nuevos productos y mostrando solución al problema de la fabricación del reflector tipo rejilla part v y los productos en total que conforman la luminaria, y con esto lograr llevar a cabo sus políticas las cuales incluyen excelente calidad a bajo costo y cero incumplimientos .

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una prensa neumática y sus herramientas para la producción de un reflector tipo rejilla (*part-v*) en aluminio espejado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ❖ Definir la geometría de las piezas que componen el reflector tipo rejilla, y su respectivo proceso de fabricación.
- ❖ Analizar los diferentes sistemas de troquelado y tipos de prensas.
- ❖ Realizar una revisión técnica de los parámetros para el diseño de herramientas de corte y doblado.
- ❖ Diseñar una prensa neumática y el herramental para la producción de un reflector tipo rejilla.
- ❖ Validar el diseño por medio de herramientas CAD – CAE.
- ❖ Evaluar los resultados obtenidos a lo largo del proyecto.
- ❖ Entregar los planos de fabricación y ensambles a la empresa **Dipromet S.A.S.**

3. MARCO TEÓRICO

3.1. El troquel²⁶

El troquel es un útil que se monta sobre una prensa (mecánica, neumática, etc.) que ejerce una fuerza sobre los elementos del troquel, provocando que la pieza superior encaje sobre la inferior o matriz. Como consecuencia se produce la estampación del material que se ha interpuesto entre ambas piezas.

Un troquel puede realizar operaciones de: corte, punzonado, embutición, doblado, o conformado.

3.2 Diseño del troquel.

En el diseño se contempla:

- la calidad y características de la pieza a punzonar.
- la funcionalidad del troquel, en el que se ha de facilitar el acceso y sencillez para la colocación y extracción de la pieza, el transporte del troquel para su instalación en la prensa, la reparación de las posibles averías que puedan darse y la sustitución de las piezas que por su desgaste sea preciso cambiar, lo que facilita su mantenimiento.
- el aspecto económico, lo que incide en el uso de piezas y accesorios comerciales y normalizados.

Las características de la pieza que se va a realizar permiten diseñar un troquel en el que se punzonan dos piezas de forma simultánea. De este modo se duplica la producción de la prensa, requiriendo de ésta un mayor esfuerzo que si se realizara sólo una, si bien la diferencia no es suficiente como para exigir mayores requerimientos a la prensa.

Por otra parte, la geometría de la pieza, aunque no es simétrica, ya que los agujeros laterales a

punzonar son distintos, por lo que los punzones serán diferentes, permite la colocación de la pieza manualmente sin que ésta se pueda colocar de forma errónea, y además se equilibran los esfuerzos en el punzonado de los agujeros laterales.

²⁶CERÓN HOYOS, José Enrique; FADÓN SALAZAR Fernando; Análisis geométrico para el “Diseño de banda” de piezas estampadas. XIII ADM - XV INGEGRAF, Congreso Internacional sobre herramientas y métodos en Diseño de ingeniería. Napoli, 4-6 de junio del 2003.

El diseño se piensa realizar en programas de CAD 3D (Autodesk Inventor - solidworks) con lo que se facilita la gestión de los elementos del troquel, la obtención de la mayor parte de las características necesarias de cada pieza, como el material, el peso, y otras, así como la lista de materiales, aspecto éste importante en este tipo de utillajes.

3.3 El punzonado²⁷

El punzonado es una operación de corte de chapas o láminas, generalmente en frío, mediante un dispositivo mecánico formado por dos herramientas: el punzón y la matriz. La aplicación de una fuerza de compresión sobre el punzón obliga a éste a penetrar en la chapa, creando una deformación inicial en régimen elastoplástico seguida de un cizallamiento y rotura del material por propagación rápida de fisuras entre las aristas de corte del punzón y de la matriz. El proceso termina con la expulsión de la pieza cortada (Figura 8).

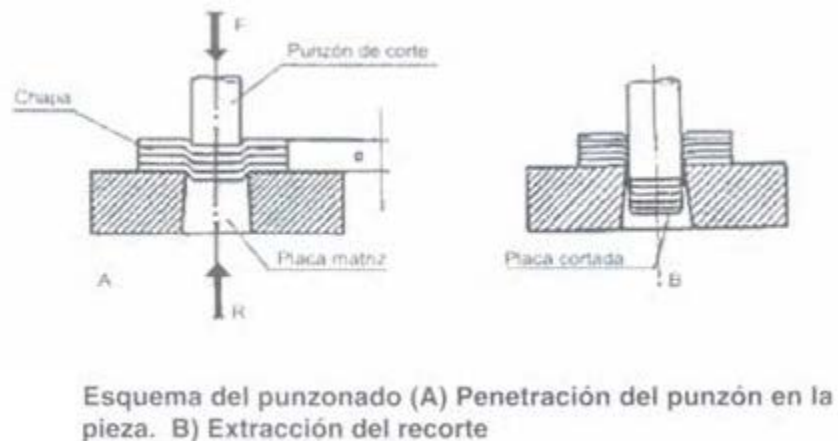


Fig. 8 Esquema del punzonado.²⁸

3.4 Mecánica del corte.

En el proceso de punzonado se pueden considerar tres etapas (Figura 2):

Deformación: Los esfuerzos del punzón sobre la chapa metálica originan en ésta una deformación, inicialmente elástica y después plástica, alrededor de los bordes del punzón y matriz.

²⁷ Información obtenida en:

http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/45896/Informador67/9/1.html

²⁸ Fig.6 imagen tomada

de: http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/45896/Informador67/9/1.html

Penetración: los filos de corte del punzón y matriz penetran dentro del material, produciéndose grietas en el material debido a la concentración de tensiones a lo largo de los filos de corte.

Fractura: las grietas originadas a uno y otro lado de la chapa se encuentran, originando la separación del material. Asimismo, el punzón continúa su descenso para expulsar el recorte. El juego de corte J , permite la penetración del punzón en la matriz (Figura3) y la expulsión del material cortado.

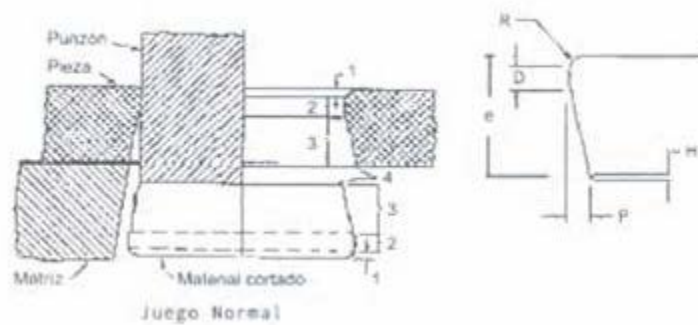


Fig. 9 Juego entre punzón y matriz²⁹

La exactitud de las piezas obtenidas mediante el punzonado depende en primer lugar, de la precisión que se hallen construido las matrices.

El juego entre punzón y la matriz depende del grueso de la chapa y de la calidad del material, que podrá ser duro, dulce o blando. Para Punzones pequeños, agujereando chapa de espesor limitado, el juego no debe existir prácticamente.

También debemos tener presente que, después del punzonado, el material alrededor del agujero se contrae escasamente al ser al ser librado de la presión de los útiles en trabajos de precisión, deberá aumentarse las dimensiones del punzón y de la matriz puede variar, según los casos del 5 % al 13% del espesor de la chapa. En general; en los cortes de mayores dimensiones y para mayores espesores de la chapa. En general, se estima menor el porcentaje para los agujeros pequeños de precisión; en los cortes de mayores dimensiones y para mayores espesores se aumenta el porcentaje hasta alcanzar el valor máximo.

²⁹Fig.9 imagen tomada de: ROSI, M., Estampado en frío de la chapa, estampas, matrices punzones Prensas y maquinas, Madrid: Editorial dossat, S.A., 1979. p. 14-15

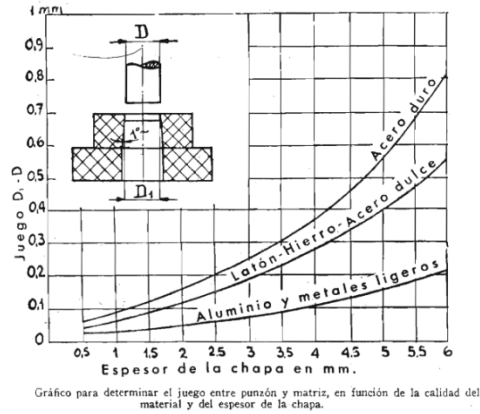


Fig. 10 Determinación holgura de corte³⁰

3.4.1 Holgura de corte

$$u_s = c * s * \sqrt{(\tau_B)}^{31}$$

Dónde:

u_s = holgura

c = constante de calidad. Holgura normal: $C = 0.010$; Se utiliza en general en todos los trabajos a menos que se especifique otro valor.

s = espesor de la chapa

τ_B = resistencia al corte (kg/mm^2)

3.5 Disposición de la lámina a troquelar

Este procedimiento suele estar ligado a la producción de grandes cantidades de piezas en chapas de grandes dimensiones. Para minimizar el coste unitario por pieza, es necesario optimizar la cantidad de material útil de la chapa. Para ello, en cada caso, habrá que realizar un estudio exhaustivo de la disposición de las piezas en la chapa.

³⁰Fig.10 imagen tomada de: ROSI, M., Estampado en frío de la chapa, estampas, matrices punzones Prensas y maquinas, Madrid: Editorial dossat, S.A., 1979. p. 14-15

³¹OELHER, káiser. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. 6 ed. Gustavo gili. (1977) p 38.

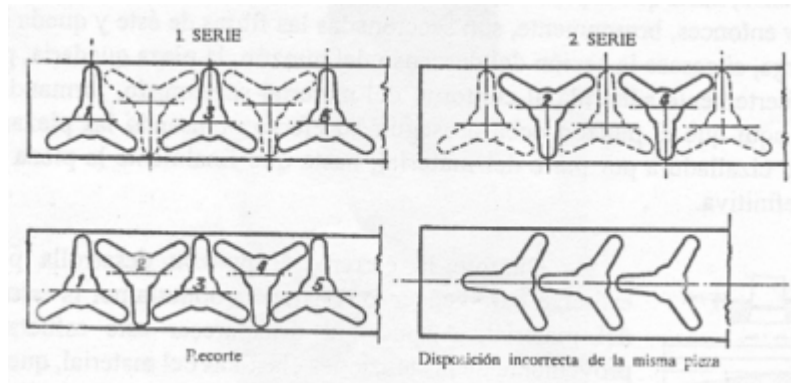


Fig. 11 Disposición de figuras³²

- **Porcentaje de aprovechamiento de la lámina:**

$$PA = (SP)(N)(100)/S$$

PA=Porcentaje de aprovechamiento

SP=Área de la pieza (mm²)

S=Área de la lamina

N=Número de piezas total por lamina

3.6 Fuerza de corte

La fuerza de corte es aquella fuerza necesaria que se requiere en la máquina para que el punzón logre atravesar la chapa y teóricamente ésta es la fuerza necesaria para mover al actuador, y consecuentemente sería la fuerza requerida a la salida del compresor.

$$Q = p * s * \tau_B^{33}$$

Dónde:

Q: Fuerza de corte (kg)

p: Perímetro de la figura (mm)

s: Espesor de la lámina (mm)

τ_B : Esfuerzo de rotura del material por corte (kg / mm²)

³²Fig.11 imagen tomada de: LÓPEZ, N.T Troquelado y estampación, con aplicaciones al punzonado, doblado, embutición y extrusión. 2 ed. Gustavo gili. (1958) p 33.

³³Ibíd. p26

3.7 OPERACIONES DE DOBLADO³⁴

La operación de doblado consiste, en realizar una transformación plástica de una lámina o plancha metálica de material y convertirla en una pieza con forma o geometría distinta a la anterior.

En cualquiera de las operaciones de doblado, siempre deberá tenerse en cuenta los factores que puedan influir sobre la forma de la pieza a obtener, como por ejemplo: elasticidad del material, radios interiores y ángulos de doblado. El doblado de piezas de chapa se realiza por medio de herramientas o matrices de doblar, que están compuestas de dos partes esenciales:

1. La superior o macho (punzón).
2. La inferior o hembra (matriz).

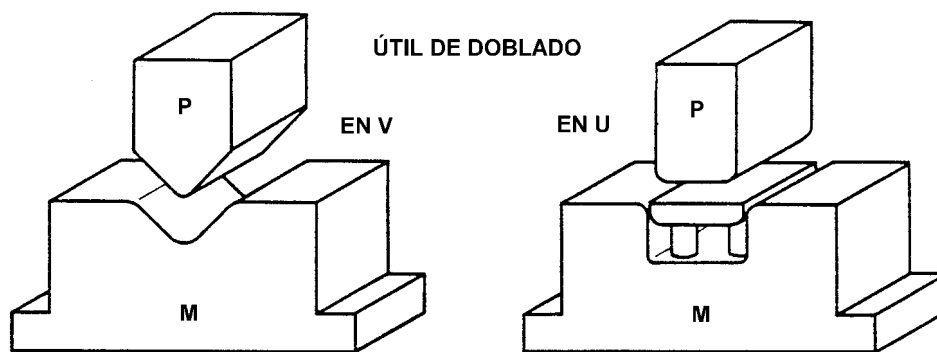


Fig.12 partes esenciales matriz y punzón.³⁵

- **La herramienta se compone:**

1. De un punzón P que tiene la forma de la pieza.
2. De una matriz M cuya forma en la parte activa, al final de la carrera debe dejar pasar el material, entre ella y el punzón, un juego teóricamente igual al de la propia chapa.

- **Para la obtención de un buen doblado deben tenerse en cuenta 3 factores:**

- 1º- La pieza no debe sufrir ningún movimiento anormal durante el doblado.
- 2º- Los radios interiores de doblado serán como mínimo igual al espesor de la chapa.

³⁴FUNDACION ASCAMM, Centro tecnológico. Técnicas de doblado. [Base de datos]. p. 3

³⁵Fig.12 imagen tomada de: LÓPEZ, N.T. Troquelado y estampación, con aplicaciones al punzonado, doblado, embutición y extrusión. 2 ed. Gustavo gili. (1958) p 33.

3º- Las superficies del punzón o matriz en contacto con la chapa estarán lo más lisas y pulidas posible.

3.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE DOBLADO

- ***El proceso se realiza de la siguiente forma:***

1ª Fase. El punzón y la parte móvil de la matriz permanecen estáticos en el punto muerto superior, mientras que en la parte inferior se posiciona una chapa plana lista para ser doblada.

2ª Fase. El punzón inicia la carrera de descenso, hasta hacer contacto con la chapa e iniciar el doblado de la misma.

3ª Fase. Al final de la carrera de descenso el punzón alcanza el punto muerto inferior, y la pieza queda doblada.

4ª Fase. Después del doblado, la parte superior o móvil de la matriz retrocede hasta alcanzar el punto muerto superior, mientras el extractor inferior saca la pieza fuera de la boca de la matriz. En ese momento el ciclo de trabajo ha finalizado y la matriz está preparada para doblar una nueva pieza.

3.7.2 Estudios de los ángulos de doblado

Teóricamente, con un desdoblado sencillo, la pieza doblada podría ser llevada a la forma plana original.

No habría, pues, desplazamiento molecular.

1 - Doblado sobre un ángulo vivo. Si no hubiera ningún desplazamiento molecular en el material, éste debería romperse para permitir el doblado. En la realidad, sin embargo, se comprueba que existe verdaderamente un desplazamiento molecular.

Este trabajo molecular se traduce por una disminución del espesor (en ciertos casos hasta un 50 %), provocando una acritud del material.

2.- Doblado sobre ángulo redondeado.

En forma similar al caso anterior, el desplazamiento molecular está limitado. La parte afectada por este desplazamiento molecular será tanto más importante cuanto mayor sea el radio. La disminución de espesor es ahora menor (20 % si $R = e$ y 5 % si $R = 5e$), en consecuencia, no aumentando tanto la acritud en el material.

3.7.3 DILATACIÓN LATERAL

Las fibras que han sido desplazadas en el sentido longitudinal, ejercen una acción lateral, provocando deformaciones.

En el ángulo interior del doblado, la compresión de las fibras provoca un desplazamiento de las mismas hacia fuera del ancho primitivo (dilatación lateral). En cambio, en la parte más exterior del mismo doblado,

El estirado de las fibras provoca una contracción.

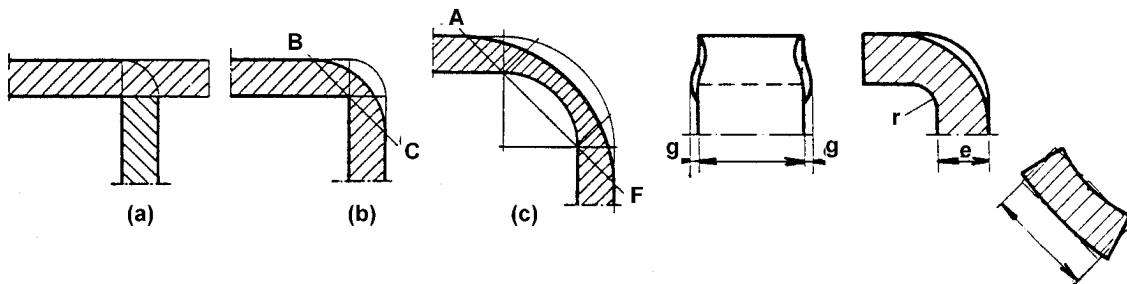


Fig.13 Dilatación lateral³⁶

Ejemplo de dilatación lateral

El valor de la citada dilatación lateral viene dado por la fórmula:

$$g = \frac{0,4 * e}{r} \quad g = \text{dilatación en mm}$$

e = espesor de la chapa en mm

r = radio del doblado en mm

3.7.4 CÁLCULO DE LA FIBRA NEUTRA

1º- Conocer la posición de la fibra neutra en función de:

La relación: r/s

r = radio interior de doblado

s = espesor de la chapa

³⁶Fig.13 imagen tomada de: ROSI, M., Estampado en frío de la chapa, estampas, matrices punzones Prensas y maquinas, Madrid: Editorial dossat, S.A., 1979. p. 16

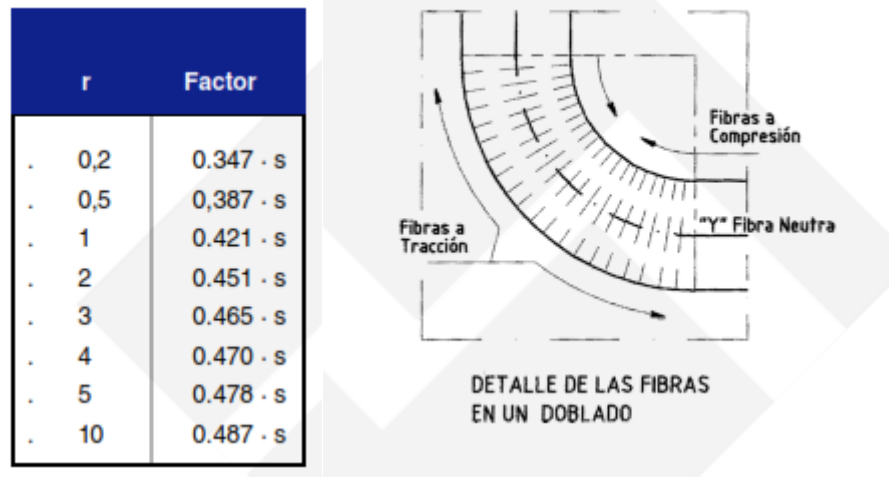


Fig. 14 Factor r/s ³⁷

3.7.5 DOBLADO EN FORMA DE «V»

El cálculo de la fuerza de doblado para un caso como éste, se realiza teniendo en cuenta que, en el momento de iniciarse el doblado, la chapa se encuentra apoyada por sus dos extremos y espresiona sobre el centro.

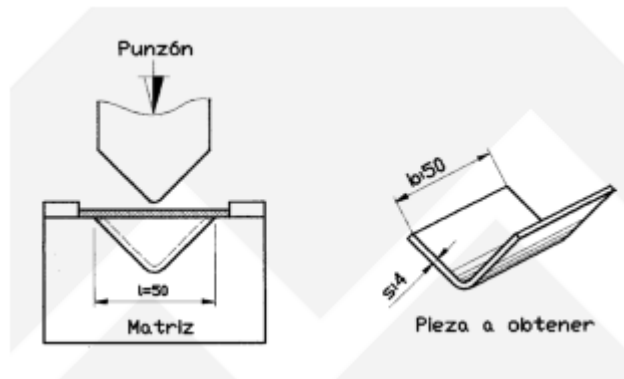


Fig. 15 Doblando en forma «V»³⁸

$$f = \frac{s^2 * b * Kd}{3 * l}$$

³⁷Fig.15 imagen tomada de:OELHER, káiser. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. 6 ed. Gustavo gili. (1977).

³⁸Fig.16 imagen tomada de:ibíd.,

- f = Fuerza necesaria para el doblado
- b = Ancho del material a doblar, en mm.
- l = Distancia entre apoyos, en mm.
- s = Espesor de la chapa, en mm.
- Kt = Coeficiente de rotura a la tracción en Kg/mm².
- Kd = Solicitud a la flexión en Kg/mm². Necesarios para la deformación permanente ($Kd = 2 \cdot Kt$)

3.8 Neumática³⁹

3.8.1 Caudal.

- **Caudal de aire libre:**

Es el flujo de aire dado por el compresor y se obtiene con la relación siguiente:

$$Q = C \times N \times \left(\frac{\pi(2D^2 - d^2)}{4} \right) (\text{m}^3/\text{min})$$

Dónde:

- C = Carrera del pistón en mm
- D = Diámetro del pistón en mm
- d = Diámetro del vástago en mm
- N = velocidad rpm

3.8.2 Presión de trabajo

La presión de trabajo se determina con la definición de presión, cuya

Ecuación es la siguiente:

$$P_T = \frac{\text{Tonelaje}_{\text{PRENSA}}}{\text{Area}_{\text{CILINDRO}}}$$

³⁹ AMÉZQUITA GUILLERMO. (2003): Diseño de una prensa neumática. Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica sección de estudios de posgrado e investigación.

3.8.3 Cálculo de la fuerza de trabajo de los actuadores neumáticos.

El diámetro del émbolo determina la fuerza que puede desarrollar el actuador. Y como se recordará la presión es la fuerza sobre unidad de área.

Dónde:

P - Es la presión en Bar
F – Es la fuerza en Newton
A – Es el área en cm²

Despejando la fuerza tenemos:

$$P = F / A$$
$$F = P \cdot A$$

3.8.4 Cálculo del consumo de aire de los actuadores neumáticos.

El consumo de aire de los actuadores neumáticos determina las dimensiones de las válvulas de mando, tubo plástico flexible, velocidades de trabajo y las dimensiones del propio compresor. Este consumo se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$Q = 2 n s q$$

Dónde:

Q = Consumo de aire (l / min.)
n = No. de ciclos por minuto
s = Carrera (cm)
q = Consumo específico de aire (l / cm)

3.9 Elementos finitos.

El análisis de los bastidores se realizaran por medio, software de simulación mecánica Autodesk le ayuda a:

- **Predecir el rendimiento**, obtener información valiosa y reducir el riesgo de incumplimiento por parte de predecir con precisión cómo sus diseños responden a un uso normal y extrema.
- **Optimizar diseños**, Reducir los costes y conseguir diseños innovadores al mercado más rápidamente sin comprometer la seguridad ni el rendimiento. Evitar el exceso de ingeniería y uso de material de control.

- **Validar el diseño decisiones**, Crear productos de calidad, mejorar la capacidad y la infraestructura de los diseños, cumplir con los requisitos de seguridad, y evitar costosos errores al validar las decisiones críticas de diseño y opciones de materiales antes de la fabricación o construcción comienza.

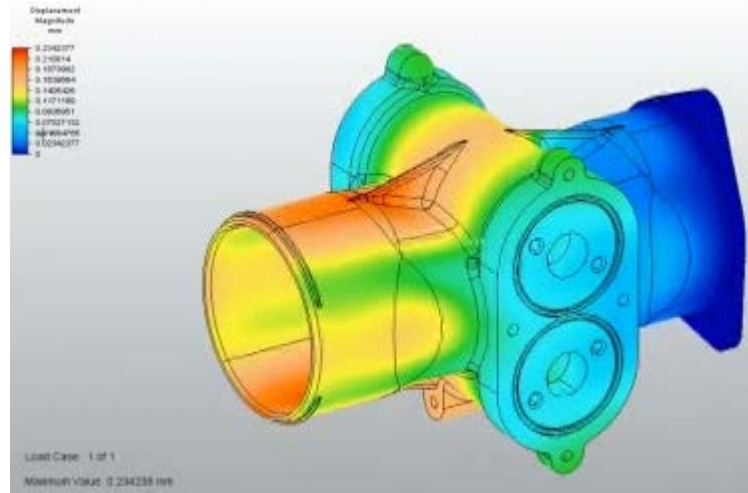


Fig. 16 Análisis por elementos finitos⁴⁰

⁴⁰Fig.16 imagen tomada de: <http://www.autodesk.com/products/autodesk-simulation-family/features/simulation-mechanical>

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo, se llevaran a cabo una serie de etapas, siguiendo un orden lógico que sea consecuente con el proceso de diseño y además que permitan llegar fácilmente al objetivo final. De igual forma se aplicarán algunas metodologías de Francesc Maña, quien plantea un mapa de técnicas que se muestran en la Fig..

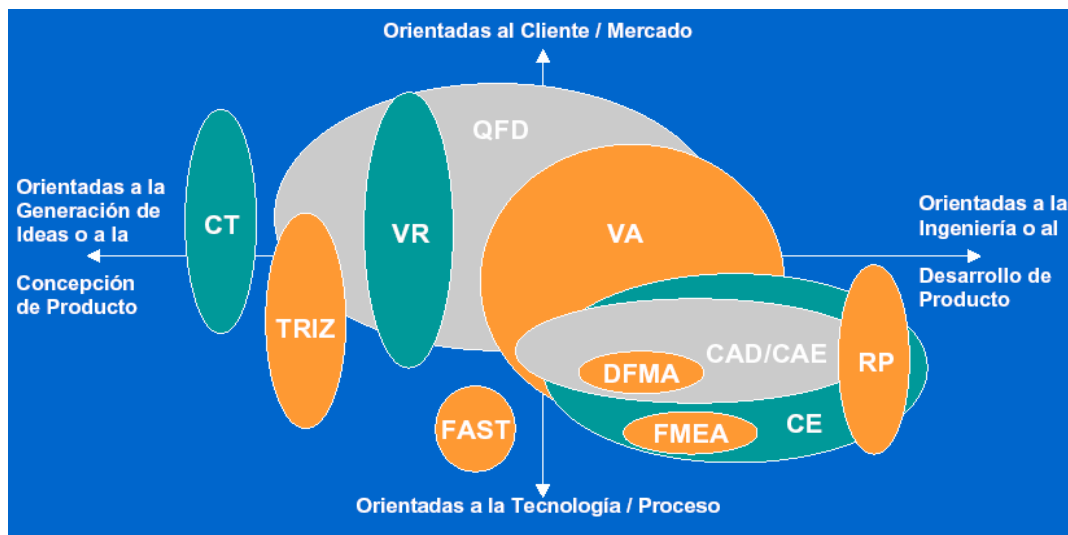


Fig.17. Metodologías en el proceso de diseño mecánico.⁴¹

4.1 Etapa de documentación.

La primera etapa inicia con la identificación de los requerimientos del cliente, en este caso de la empresa DIPROMET S.A.S., que permita identificar los límites del diseño, funciones y condiciones de trabajo.

Luego de generar las ideas de posibles soluciones se hace un (TRIZ) donde se consulta todo lo relacionado con sistemas de prensas neumáticas y sus herramientas, se documenta, se organiza y se clasifica la información con el fin de tener acceso a ella fácilmente en pasos siguientes.

⁴¹Fuente. Maña F. Herramientas y técnicas de gestión de la innovación para la creación de valor. pág. 23

4.2 Etapa de diseño primario.

Luego de analizar la información recopilada se procede a decidir cuáles serán los sistemas que pueden solucionar los requerimientos del cliente DIPROMET S.A.S.

Se elabora una matriz QFD⁴² con el fin de reconocer objetivamente todos aquellos aspectos que determinan los requerimientos del cliente, para posteriormente convertirlos en pasos sucesivos que lleven al diseño detallado del producto.⁴³

Teniendo en cuenta los resultados mostrados por esta matriz, se evaluarán los parámetros que determinan la viabilidad del diseño tales como: costos, materiales, modelo, etc., y se procede a examinar y contemplar los primeros bosquejos para el sistema de pruebas.

Se obtendrán varios diseños que cumplan con los requerimientos de la empresa y también con la normatividad vigente para este tipo de equipos. Se comenzarán a evaluar los puntos a favor y en contra de cada uno de ellos mediante otra matriz QFD, y las que presenten mejores condiciones seguirán a una evaluación más profunda.

4.3 Etapa de diseño secundario.

Los bosquejos obtenidos en la etapa primaria de diseño que presentaron las mejores condiciones en la matriz QFD, continúan a una evaluación detallada.

Se procede a realizar los cálculos necesarios para la ejecución del proyecto teniendo en cuenta las alternativas de diseño y los requerimientos de la empresa DIPROMET S.A.S.

4.4 Etapa modelación.

Luego de tener los cálculos y resultados definidos se procede a modelar el equipo requerido para el sistema de pruebas en un programa computacional. CAD. Mediante un programa de simulación se verificará el comportamiento del sistema establecido para la prensa y sus herramientas.

4.5 Etapa de análisis por elementos finitos

Simulando los esfuerzos que sufrirán los componentes de la prensa y sus herramientas en el software de simulación mecánica Autodesk, pueden analizarse zonas críticas o sobre-dimensionadas, si es el caso se pasa a rediseñar, los cuales sirven como soporte para validar el modelo.

⁴²Despliegue de la función calidad (QualityFunctionDeployment)

⁴³Yacuzzi & Martín (2000) Qfd: conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos (Universidad del CEMA)

4.6 Etapa elaboración documento final.

En esta etapa del proyecto se elaborará el manual de operación y mantenimiento del equipo que compone la prensa y los herramientas para la fabricación del reflector tipo rejilla, en el cual se consignará los planos de fabricación (conjunto y componentes), diagramas de corte.

Como parte complementaria se realizará la redacción y revisión del documento de tesis de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, siguiendo las normas para presentación de trabajos escritos.

5. CRONOGRAMA.

		MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
FASES	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DOCUMENTACIÓN	<i>Identificar requerimientos de diseño</i>																
	<i>Documentación del proceso</i>																
	<i>Organización y Clasificación de la información</i>																
DISEÑO PRIMARIO	<i>Análisis de la información</i>																
	<i>Elaboración matriz QFD de requerimientos</i>																
	<i>Realización de las primeras propuestas de diseño</i>																
	<i>Evaluación de diseños mediante matriz QFD</i>																
DISEÑO SECUNDARIO	<i>Selección del diseño optimo</i>																
	<i>Cálculos de variables del diseño</i>																

6. PRESUPUESTO.

COSTOS ACADEMICOS						
Descripción	Cant. de personas	Dedicación semanal	Valor Hora	Costo semanal	Cantidad de semanas	costo personal
	Número	Horas	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos
Autores del proyecto	2	20	\$ 8.000	\$ 160.000	15	\$ 2.400.000
Profesor	1	0,5	\$ 50.000	\$ 25.000	15	\$ 375.000
Director o tutor interno	1	1	\$ 50.000	\$ 50.000	15	\$ 750.000
Asesorías técnicas	1	1	\$ 60.000	\$ 60.000	15	\$ 900.000
Costos de papelería						\$ 100.000
Otros						\$ 50.000
total costos académicos						\$ 4.575.000

Tabla 3.Costos académicos⁴⁵

*No se tienen en cuenta los costos asociados a licencias de software como SOLID WORKS, AUTODESK INVENTOR y SIMULACIÓN MECÁNICA AUTODESK, porque se hará uso de las licencias académicas.

⁴⁵Tabla 3. Fuente propia

Bibliografía

- [1] AMÉZQUITA GUILLERMO. Diseño de una prensa neumática, Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, sección de estudios de posgrado e investigación, México D.F., México, (2003).
- [2] OELHER, káiser. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. 6 ed. Gustavo gili. (1977).
- [3] ROSI, M., Estampado en frio de la chapa, estampas, matrices punzones Prensas y maquinas, Madrid: Editorial dossat, S.A., (1979).
- [4] LÓPEZ, N.T Troquelado y estampación, con aplicaciones al punzonado, doblado, embutición y extrusión. 2 ed. Gustavo gili. (1958)
- [5] CERÓN HOYOS, José Enrique; FADÓN SALAZAR Fernando; Análisis geométrico para el “Diseño de banda” de piezas estampadas.XIII ADM - XV INGEGRAF, Congreso Internacional sobre herramientas y métodos en Diseño de ingeniería. Napoli, 4-6 de junio del 2003.
- [6] PAQUIN, J.R., Diseño de matrices: una introducción, paso a paso, al diseño de matrices de estampado, incluyendo material, punzones, armazones, topes, placas expulsoras, reglas y prensas. Barcelona: Montaner y Simón, 1962.
- [7] HOSEBRINK J.P., KLOBER R., Introducción a la técnica neumática de mando, Catalogo Festo Pneumatic didactic, España. (2011)
- [8] FUNDACIÓN ASCAMM, centro tecnológico. Seminario introducción a la Tecnología de troqueles. [Base de datos].
- [9] ARANGO, L.E., Seminario taller: troqueles de corte. SENA Astin, Cali, Colombia, (1995).
- [10] ARCE. D., Actuadores neumáticos. Catalogo Festo Pneumatic. Bogotá, Colombia, (2010).