

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ DE ESTAMPADO EN ALUMINIO  
CON EL LOGOTIPO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO”.**

**POR:**

**AYALA MESIAS DIEGO ALEJANDRO**

**Proyecto de grado como requisito parcial para la obtención del título  
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2005**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. .Alumno, AYALA MESIAS DIEGO ALEJANDRO, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO MECÁNICO AERONÁUTICO.

-----

Ing. Guillermo Trujillo

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, 7 de Abril del 2005

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a mis queridos padres por todo el apoyo y cariño que me han dado por ser siempre la luz que guían mi camino y ser en mi vida el ejemplo de trabajo y honestidad, gracias por su apoyo para culminar con éxito todos mis anhelos.

A mi padre por ser ese soporte que me brindó todo su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles de mi vida.

**Alno. Ayala Mesías Diego Alejandro**

## **AGRADECIMIENTO**

Al Creador por darme la vida.

A mi maestro Asesor de proyecto por su acertada dirección y su excepcional ayuda prestada para el éxito del presente proyecto, de igual manera a todas las distinguidas autoridades de este prestigioso Instituto.

A toda mi familia por confiar en mí y me dieron el aliento necesario para seguir adelante.

A Alexandra Benavides, Juan De La Torre, por su invaluable e incondicional colaboración y apoyo.

## ÍNDICE

<b><u>Ítem</u></b>	<b><u>Pg.</u></b>
Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimientos.....	IV
Índice.....	V
Resumen.....	1
Definición del problema.....	2
Justificación.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Alcance.....	3

### **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

1.1.- Generalidades.....	4
1.1. Tipos de conformado.....	5
1.1.1 Punzonado.....	5
1.1.2. Punzonado o corte libre.....	8
1.1.3 Punzonado guiado.....	9
1.2.1 Estampado.....	11
1.2.2 Tipos de estampa.....	12
1.2.3 Estampas para doblar.....	13
1.2.4 Estampas para embutir.....	13

1.2.5 Estampas múltiples o de paso.....	14
1.2.6 Estampas combinadas.....	15
1.2.7 Estampado caliente.....	15
1.2.7.1 Línea de rebabas.....	17
1.2.7.2. Diseño de elementos en estampado en caliente.....	17
1.2.8. Piezas complejas.....	17
1.3 La prensa.....	18
1.3.1 De simple acción.....	23
1.3.2 De doble acción.....	23
1.3.3 De triple acción.....	23
1.4 Electroerosión.....	25
1.4.1 Equipos de electroerosión.....	28
1.4.2 Fluido dieléctrico.....	31
1.4.3 El sistema del movimiento del electrodo.....	33
1.4.4 Máquinas de electroerosión.....	34
1.4.4.1 Máquinas de penetración.....	35
1.4.4.2 Cualidades del proceso de electroerosión.....	37
1.5 Aluminio.....	38
1.5.1 Propiedades químicas y físicas.....	38
1.5.2 Producción.....	39
1.5.3 Manufactura.....	40
1.5.4 Acabado.....	40

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.1. Identificación de alternativas.....	41
2.1.1. Planteamiento de problemas.....	41
2.1.2 Descripción de alternativas.....	41
2.1.2.1. Primera alternativa.....	42
2.1.2.2 Segunda alternativa.....	43
2.3. Parámetros de evaluación.....	44
2.3.1. Complejidad de construcción.....	44
2.3.2. Acabado superficial.....	45
2.3.3. Costo de fabricación.....	45
2.3.4. Costo de mantenimiento.....	46
2.3.5 Maniobrabilidad.....	47
2.4. Matriz de evaluación y decisión.....	48
2.5. Selección de la mejor alternativa.....	49

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DE LA MATRIZ**

3.1. Materiales.....	50
3.2 Matriz para punzonado y estampado.....	52

3.2.1	Cuerpo porta punzón.....	52
3.2.2	Cuerpo porta cuño.....	52
3.2.3	Cuerpo del punzón.....	53
3.2.4	Espaciador.....	53
3.2.5	Sufridera.....	54
3.2.6	Postizo de punzón.....	54
3.2.7	Cuño.....	55
3.2.8	Cálculo de la fuerza de corte y punzonado que ha de ejercer la prensa o maquina punzonadora para realizar el logotipo.....	55
3.3	Ensamble de matriz de corte y punzonado.....	57
3.3.1	Diagrama de proceso del cuerpo de matriz.....	57
3.3.2	Diagrama de proceso del punzón.....	58
3.3.3	Diagrama de ensamble de la matriz.....	59
3.4	Diagrama de ensamble de matriz estampado-punzonado.....	60
3.5	Pruebas de funcionamiento.....	61

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

4.1	Descripción general.....	63
4.2	Manual de operación.....	64
4.3	Manual de mantenimiento.....	67
4.4	Manual de seguridad.....	69

4.5 Libro de vida de mantenimiento.....	70
4.6 Libro de vida de funcionamiento.....	71
4.7 Libro de vida de daños.....	72

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1 Presupuesto.....	73
5.1.1 Estudio económico.....	73

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones.....	76
6.2 Recomendaciones.....	76

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

### **PLANOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Matriz de estampado y punzonado.....	51
Tabla 5. 1 Costo de material de matriz.....	73
Tabla 5.2 Costo de máquinas herramientas y equipos.....	73
Tabla 5.3 Costo de otros (Aluminio, planos, transporte).....	74
Tabla 5.4 Costo Total de la matriz.....	74

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

3.3.1. Diagrama de proceso del cuerpo de matriz.....	57
3.3.2. Diagrama de proceso de punzón.....	58
3.3.3. Diagrama de ensamble de la matriz.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1 Punzón y Sufridera.....	6
Figura 1.2 Punzón para alivianar esfuerzos.....	7
Figura 1.3a Punzón Guiado.....	10
Figura 1.3b Punzonado Guiado.....	11
Figura 1.4. Prensa de tornillo de presión mediana.....	18
Figura 1.5. Prensa hidráulica gigante.....	18
Figura 1.6. Funcionamiento de prensas mecánicas.....	21
Figura 1.7 Prensas hidráulicas verticales.....	22
Figura 1.8. Esquema de un equipo de electroerosión por penetración.....	27
Figura 1.9. Posibilidades geométricas en electrodos de grafito.....	29
Figura1.10. A) Variación de la velocidad de mecanizado en función de la intensidad de corriente.....	32
Figura 1.10. B) Variación del desgaste de electrodo.....	33
Figura 1.11. Movimiento del electrodo. Izquierda: según el eje Z; Derecha: combinación de los tres movimientos.....	34
Figura 1.12. Ejemplos de utilización de la electroerosión.....	35
Figura 1.13. Arriba: Movimiento de giro del electrodo sobre su propio eje;.....	36
Figura 1.13. Abajo: Movimiento de orbitación del electrodo.....	36
Figura 3.1. Partes de la matriz.....	50
Figura 3.2 Cuerpo porta punzón.....	52
Figura 3.3 Cuerpo porta cuño.....	53
Figura 3.4 Cuerpo de punzón.....	53

Figura 3.5 Espaciador.....	54
Figura 3.6 Sufridera.....	54
Figura 3.7 Postizo del punzón.....	55
Figura 3.8 Cuño.....	55
Figura 3.9 Cálculo fuerzas de corte.....	56
Figura 3.10 Simbología usada en el diagrama de procesos.....	57
Figura 3.10. Matriz terminada.....	61
Figura 3.11. Platinas grabadas el sello del ITSA (producto final).....	62

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1. Capacidad de las prensas estándar.....	25
Cuadro 2.1 Evaluación cualitativa.....	44
Cuadro 2.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de complejidad de construcción.....	45
Cuadro 2.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de acabado superficial.....	45
Cuadro 2.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costo de fabricación.....	46
Cuadro 2.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costo de mantenimiento.....	47
Cuadro 2.6 Evaluación cualitativa y cuantitativa de maniobrabilidad.....	47
Cuadro 2.7 Matriz de evaluación y decisión.....	48

## **LISTADO DE ANEXOS**

### **ANEXO A.**

Certificación de la Fábrica de Municiones Santa Bárbara S. A.

### **ANEXO B**

Tabla de aceros de la Bohler

### **ANEXO B 2**

Tabla de las propiedades típicas de materiales usados en ingeniería.

### **ANEXO C**

Armado de la base de la matriz

### **ANEXO D**

Armado de la guía del porta punzón

### **ANEXO E**

Planos de la Matriz.

## RESUMEN

El Tema central de este proyecto de grado se refiere a la construcción de una Matriz para Estampado y Punzonado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica especialidad Estructuras.

La matriz construida tiene mucha importancia ya que consiste una fuente de ingresos para el Instituto, ya que servirá para la creación de medios de promoción del ITSA a un valor razonable y utilizando material de desecho.

La fabricación de estos logotipos son hechos con pedazos de aluminio que se pueden obtener en nuestros talleres los mismos que son usados en trabajos prácticos.

La fabricación de la matriz constituye una forma de aplicación de los conocimientos impartidos en el Instituto ya que en su elaboración se aplicó resistencia de materiales, metrología y propiedades del aluminio.

También cabe decir que para realizar este trabajo se utilizará una prensa hidráulica con capacidad de 4 toneladas o una máquina troqueladora con la que cuenta el ITSA.

Es importante señalar que estos logotipos servirán además para impregnar los sellos del Instituto en pequeños aviones de escritorio que sirven como recuerdos para visitantes de importancia que vayan al ITSA.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En vista del rápido crecimiento del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, hace que esté permanentemente participando en diferentes actos con diferentes Instituciones Educativas para fines promocionales, por lo que se ha visto en la necesidad de crear una fuente de autogestión vendiendo pequeños recuerdos alusivos a la imagen del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, por lo que se propone la creación de una matriz de estampado en aluminio con el logotipo del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, la misma que servirá para rotular pequeños aviones de escritorio.

### **OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

“CONSTRUIR UNA MATRIZ PARA ESTAMPADO Y PUNZONADO EN ALUMINIO CON EL LOGOTIPO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar en forma teórica – práctica el funcionamiento de la matriz en lo que se refiere el laminado y el estampado

- Conocer la resistencia del material que va a ser usado en la fabricación de los logotipos
- Investigar los tipos y procesos en serie de matrices para elaborar los logotipos.
- Plantear alternativas de construcción
- Construir la matriz.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Elaborar manuales de operación, mantenimiento y hojas de registro.

## **ALCANCE**

Este Proyecto de Grado está encaminado al ahorro que se puede generar para el ITSA con maquinaria y material que se tiene en los talleres en artículos de promoción, la cual también beneficiará a todo el personal administrativo, docente y alumnos tanto militares como civiles del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, cabe recalcar que se realizará la matriz para beneficio de la Carrera de Mecánica Aeronáutica con la cual se dejará un abastecimiento de cincuenta logotipos tipo medalla para satisfacer las necesidades de nuestro Instituto. Estos logotipos tipo medalla servirán para ser puestos en recuerdos, placas, etc.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

Las matrices son los dispositivos adecuados para el trabajo de corte de metales, sin viruta estampado o forja y embutido de los mismos. Se puede definir el estampado diciendo que es la operación de dar forma a los metales utilizando punzones y matrices.

Con el empleo de matrices puede precederse a una serie de operaciones como son el curvado, el arrollado, el estampado de forma, el recalado, roblonado y aplanado.

Estos dispositivos van montados en prensas adecuadas que dan movimiento a una de las partes de la matriz. Está formada por la matriz propiamente dicha o base de la misma, el punzón, macho o estampa, que es la parte que tiene movimiento, y los sujetadores y extractores.

La construcción de matrices está basada en las propiedades de los metales como son la ductibilidad, flexibilidad y resistencia ya que una matriz puede ser considerada como una herramienta que se va a usar para dar una forma determinada a un pedazo de metal, en este caso el aluminio.

El punzonado es una operación mecánica con la cual mediante herramientas especiales aptas para el corte se consigue separar una parte metálica de otra obteniéndose una figura determinada.

## **1.1 TIPOS DE CONFORMADO**

### **1.1.1 Punzonado.**

Se entiende por punzonado, la operación de separar a presión partes de planchas metálicas, barras, etc, por medio de un punzón y una matriz o sufridera.

En estos casos la parte separada puede ser un desperdicio o puede constituir la pieza de trabajo, siendo el resto de la plancha el desperdicio que puede ser reciclado Ej: separación de discos de una plancha para la fabricación de monedas, botones y, en general, piezas pequeñas planas.

Los útiles empleados para este proceso mecánico son el punzón y la sufridera. Para agujeros redondos, el punzón lleva una punta que se hace coincidir con la marca que se ha verificado en la plancha a punzonar (fig 1.1.) y su diámetro corresponde a la fórmula;

$$D = d - 1/8 e \quad (1.1)$$

Siendo D el diámetro del punzón, d el del agujero y e el espesor de la plancha a punzonar.

Por lo tanto, si se va a realizar un agujero de 15 milímetros de diámetro en una plancha cuyo espesor sea de 2 milímetros, el diámetro del punzón será:

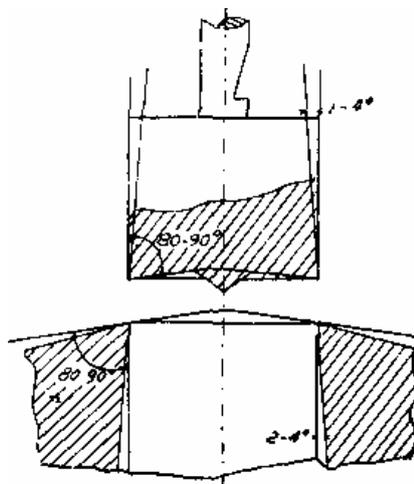
$$D = d - 1/8 e = 15 - 1/8 \times 2 = 14,75 \text{ milímetros.}$$

En cuanto a la sufridera, su diámetro de agujero será:

$$D' = d + 1/8 e \tag{1.2}$$
$$= 15 + 1/8 \times 2 = 15,25 \text{ milímetros.}$$

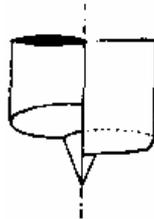
Para disminuir la resistencia al frotamiento, el punzón y la sufridera se construyen ligeramente cónicos, como se indica en la misma figura 1.1

Esta conicidad acostumbra ser de 1 a 4 grados para el punzón y de 2 a 4 grados para la sufridera.



**Figura. 1.1 Punzón y Sufridera**

Los bordes cortantes del punzón y la matriz están sobre un plano perpendicular a la dirección del movimiento del punzón, pero cuando se desea disminuir el esfuerzo máximo que debe dar la máquina, el punzón adopta la forma de la figura 1.2; en este caso el material no es arrancado de una vez, por lo que se puede utilizar una máquina menos potente, la cual, con los útiles anteriores, correría el peligro de romperse.



**Figura 1.2 Punzón para alivianar esfuerzos**

En general el material que se va a trabajar esta en frío, pero hay casos en que puede llegarse a un estado tal de temperatura que facilita en grado sumo el trabajo de punzonado.

Para el hierro, por ejemplo, se puede trabajar al rojo, ya que a  $500^{\circ}$  su resistencia es la mitad que en frío y a  $600^{\circ}$  se ha reducido en un 75 por ciento. La resistencia del corte de cuero se puede rebajar en un 15 % después de haberlo tenido dentro de vapor de agua. Para cortar goma dura y resina artificial se calientan hasta unos 100 grados.

### **1.1.2. Punzonado o corte libre**

El caso de la figura 1.1 presenta el punzón y la sufridera para el corte libre a fin de producir un agujero circular. La espiga del macho o punzón tiene una entalla oblicua fresada que sirve para sujetarlo en la prensa por medio de un tornillo a presión, asegurándose de la posición perpendicular del punzón respecto a la mesa de la máquina.

Esta forma circular de corte presenta la ventaja de que el punzón es de fabricación económica, de fácil montaje y buen funcionamiento. Aparte estas ventajas, presenta el gran inconveniente de su ajuste difícil, especialmente la fijación de la matriz sobre la plataforma de la máquina de manera que el juego máximo tolerado se distribuya uniformemente por todo el contorno.

Este procedimiento de punzonado libre no es recomendable sino para casos en que puede admitirse un juego relativamente grande entre las dos cuchillas. Así, por ejemplo, en piezas de grandes dimensiones en las que se admita una tolerancia de 1/10 de milímetro no puede aconsejarse su aplicación.

El corte libre se aplica únicamente en casos en que el número de piezas a fabricar sea tan reducido que no compense la construcción de un juego de matriz y punzón guiado, aunque, en los trabajos en que ello sea posible, siempre es aconsejable la utilización de herramienta de corte guiada.

### 1.1.3 Punzonado guiado.

Cuando el trabajo requiere cierta precisión es necesario proceder a construir punzones y matrices con punzón guiado. En la figura 1.3a se indica un juego de corte con punzón guiado para la obtención de agujeros de superficie cuadrada.

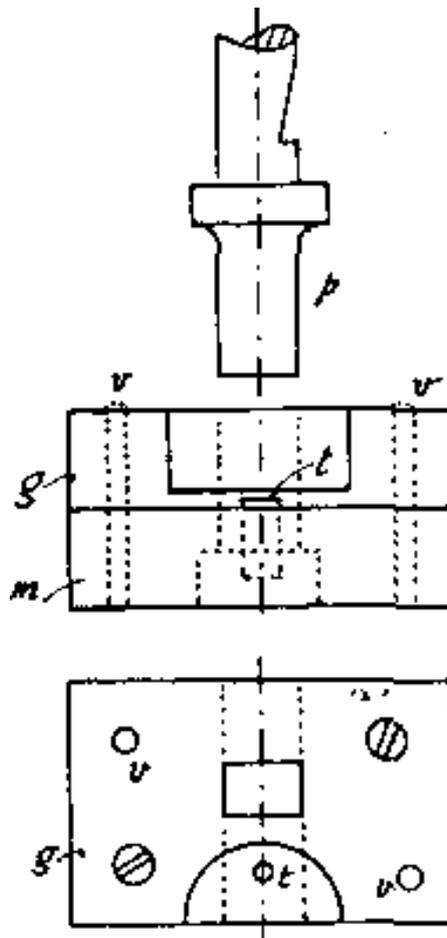
En ella se puede observar que sobre el bloque que forma la matriz propiamente dicha “m” se ha colocado una placa guía “g”, la cual tiene por objeto guiar el punzón “p” en dirección vertical, y las tiras de plancha que se someten al corte son también guiadas por esta misma pieza.

Para que los cortes sean equidistantes, se dispone el tope “t”, en el que penetra el corte obtenido anteriormente, con lo que se llega a lograr la separación exacta entre los cortes sucesivos.

La matriz “m” y la placa-guía “g” están ensambladas por medio de dos vástagos “v” montados sobre la matriz en dos extremos diagonales y lo más separados posible para que fijen siempre a estas dos piezas en su posición relativa.

Las matrices pueden ser múltiples cuando están provistas de dos o más punzones. En la figura 1.3b se observa una herramienta con dos punzones, uno de más longitud que el otro para cuando se efectúe la operación, de manera que el más largo corte primeramente y después actúe el más corto

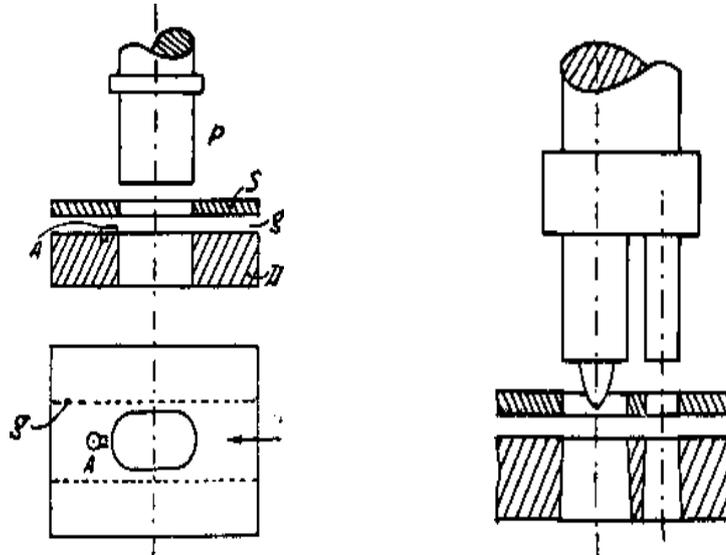
para producir el segundo agujero. Así se ahorra esfuerzo a la máquina y se pueden utilizar prensas más pequeñas.



**Figura 1.3a Punzón Guiado**

En la figura 1.3b se muestra una matriz y un punzón del tipo más sencillo para piezas contorneadas. La matriz D tiene una abertura según la forma de la pieza a cortar; el punzón P encaja en dicha abertura y el extractor S impide que la plancha siga al punzón en su movimiento de subida. La abertura del extractor tiene la misma forma del punzón y puede ajustar con éste, en cuyo

caso le sirve de guía, o se puede dejar un cierto juego. Entre la matriz y el extractor se halla la guía g, que mantiene alineada con la abertura de la matriz al avanzar.



**Figura 1.3b Punzonado Guiado**

### 1.2.1 Estampado

Se entiende por estampado a la operación de dar forma a planchas o chapas metálicas sin arrancar virutas. Realizando operaciones especiales como son: El curvado, el arrollado, el estampado de forma, el recalado, roblonado y aplanado. Prensándole entre dos matrices por medio de una prensa.

La mayoría de esas chapas metálicas son de acero, pero también se emplean el cobre, el latón, el aluminio y otros metales.

La parte inferior de la prensa es una mesa, o placa soporte, sobre la cual se coloca la matriz inferior o hembra. La parte superior de la máquina, que sube entre guías instaladas en el bastidor. El punzón o matriz macho se sujeta en esta corredera.

La matriz superior golpea la chapa metálica, colocada sobre la matriz inferior, y le da forma por **presión o impacto**.

La fuerza que suministran diversos tipos de prensa varía desde algo menos de 10KN (1t) hasta más de 50 MN (5.000t).

### **1.2.2 Tipos de estampa**

- Estampa sencilla
- Estampa abierta con guía punzones
- Estampa cerrada con guía punzones y guías laterales
- Estampa abierta con columnas de alimentación
- Estampa con sujetados y columnas de guía
- Estampa abierta con portapunzón y sujetador
- Estampa abierta con guías y resorte de repulsión

Estampas para doblar y curvar (tipos y formas). Dos tipos:

- Punzón y matriz en prensa de doblar
- Punzón y matriz para estampa

### **1.2.3 Tipos de estampa para doblar**

- Estampa para doblado de soportes.
- Estampa con dos columnas de guía para doblado en U.
- Estampa para doblado múltiple.
- Estampa con matriz giratoria.
- Estampa con punzones oscilantes.
- Estampa con matrices móviles.
- Estampa con dispositivo autoalimentador.

### **1.2.4 Estampas para embutir**

El embutido se produce por la penetración del punzón en la matriz. La chapa (disco) debe pasar entre el punzón y la matriz de modo preciso (admitiendo cierto juego) para evitar la aparición de pliegues en las paredes de la pieza. Como regla general se puede citar que, a mayor espesor, menor posibilidad de formación de pliegues.

La estampa puede montarse en una prensa excéntrica o de mano.

Con estampas sencillas se pueden modificar un perfil esbozado para obtener el definitivo.

Con punzones de goma se pueden embutir recipientes a fin de abotarlos, actuando en su interior de modo que al comprimirse verticalmente y expandiéndose hacia los lados logran la forma. Se emplea en chapas de metal ligero.

El achaflanado de los borde de la matriz ayudan a la chapa a resbalar por la pared del agujero, facilitando la operación de embutir.

Es conveniente hacer agujeros pequeños en la matriz para evacuar el aire encerrado.

### **1.2.5 Estampas múltiples (o de paso)**

Se entiende por trabajo progresivo de estampado la serie de operaciones sucesivas que transforman gradualmente, con una misma estampa, una chapa plana, una tira o una cinta, a fin de obtener piezas con otra forma.

El procedimiento consiste en un mínimo de dos fases, a saber: corte y doblado, o embutido y corte.

El objetivo es el poder obtener en un solo tiempo y con una sola estampa una serie de operaciones sucesivas.

Es necesario que los punzones estén paralelos entre si y actúen sincronizados haciéndolos trabajar en forma regular.

### **1.2.6 Estampas combinadas (de bloque)**

Son estampas que por tener acción mixta, tienen sus útiles combinados (no en línea), realizando el proceso en una sola operación.

Las operaciones que combinan pueden ser de corte, embutido, doblado, agujereado, etc.

Por lo tanto se tendrá por ejemplo:

- Estampas de doblar y embutir.
- Estampas de cortar y embutir.
- Estampas de cortar, embutir y agujerear.

### **1.2.7 Estampado en caliente.**

El estampado en caliente se diferencia de la forja libre por el modo de realizar la operación. Esto significa que la deformación plástica del material pastoso (precalentado) se realiza en estampas cerradas.

Las estampas en caliente funcionan con dos partes básicas: la inferior o yunque, y la superior o masa.

Se puede realizar el proceso con martinete, martillos pistón, prensa mecánica, hidráulica o en balancín.

Las operaciones son:

- Calentar los trozos (a 1100°C aprox.)
- Esbozado (forjadura)
- Estampado
- Corte de rebabas en matriz
- Tratamiento térmico (recomposición del material)
- Arenado (limpieza)
- Acuñado (en frío, detalles)

El material esbozado, sean en lingote o trozos de barra, después de haber sido calentado es colocado en la cavidad de la estampa que está fija sobre el yunque de la máquina. Al acercarse la estampa superior con fuerza dinámica, el material pastoso fluye e invade todo el interior asumiendo la forma de la estampa.

Según la forma de la pieza, el trozo de material es colocado horizontal o vertical para que así las fibras se deformen de esa manera.

La cantidad de material es en proporción de la pieza y por lo tanto el sobrante de este se aloja pasando a través de la corona (depósito de material sobrante) en el exterior de la figura.

Este procedimiento tiene como ventaja que el material ocupa todo el molde uniformemente y este impacto le da mayor compactidad molecular.

### **1.2.7.1. Línea de rebabas**

Es una delgada “cornisa” periférica y es la línea del límite en que se produce la deformación teniendo en cuenta siempre el desmolde.

### **1.2.7.2. Diseño de elementos en estampado en caliente**

1) Sobremetal: de pequeñas dimensiones hasta 1 mm.

De medianas dimensiones hasta 1,5 mm.

De mayores dimensiones + de 2 mm.

Debe ser el mínimo imprescindible para que no se necesite gran corrección dimensional (maquinados)

2) Angulo de deformación: de 5° a 7°.

3) Redondeado de aristas: para evitar tensiones por contracción y fracturas por cambio de sección.

4) Tolerancias: tanto horizontales como verticales, por contracción y mecanizados posteriores o desplazamiento de las estampas (descentradas), por oxidación de las estampas por temperatura.

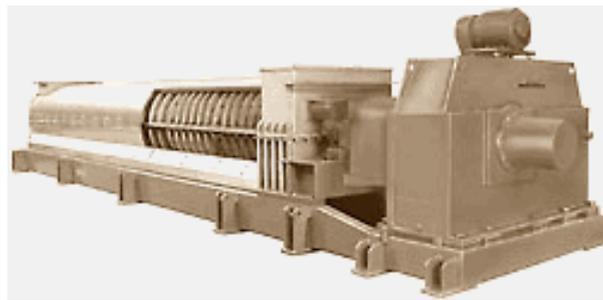
### **1.2.8 Piezas complejas**

Son las piezas mecánicas que, por su forma muy compleja son difíciles de producir en una sola operación, se obtienen por estampado y luego se las fusiona formando la pieza definitiva.

### 1.3 La Prensa

La prensa es una máquina herramienta que tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga.

Es notable observar el trabajo de una prensa de gran tamaño que de un solo golpe, produce el techo de un automóvil cuya forma puede ser sencilla y que sale de la prensa sin un arañazo o falla, a pesar de la importancia del trabajo efectuado y de la velocidad de la operación, la prensa es capaz de producir piezas semejantes cada 12 segundos.



**Figura 1.4. Prensa de tornillo de presión mediana.**



**Figura 1.5. Prensa hidráulica gigante**

Para el operario que controla la pieza y ve transformarse el pedazo de lámina en una pieza terminada en pocos segundos y en una sola operación, el trabajo es simple y fácil y si es un buen mecánico las herramientas o dados utilizados le parecerán muy sencillos. Sin embargo, poner en marcha satisfactoriamente la producción de esas piezas habrá costado seguramente mucho dinero y los mejores esfuerzos de los Ingenieros, especialistas y técnicos.

El progreso de la técnica de fabricación con prensas está íntimamente ligado al progreso de las técnicas de laminación de metales, que ha permitido obtener láminas y soleras de diferentes metales cada día más uniformes con técnicas de fabricación más sencillas y tolerancias cada vez menores. En el diseño de prensas y dados hay mucho trabajo experimental, mucho más de lo necesario normalmente en otras industrias.

Los metales pueden ser formados plásticamente en compresión o en tensión dentro de ciertos límites, recuperando su forma inicial una vez que el esfuerzo de deformación desaparece, si este se ha mantenido dentro del límite elástico. El límite elástico de un material disminuye bajo condiciones repetidas de esfuerzo. Cuando los metales se someten a esfuerzos más allá de su límite elástico quedan deformados permanentemente. Si la carga aplicada continúa, la deformación del metal sigue aumentando plásticamente hasta que tiene lugar la ruptura.

Las prensas de corte llevan al material a un esfuerzo más allá de su resistencia última al corte. Las prensas de doblado y embutido emplean una fuerza que produce un esfuerzo intermedio entre el límite elástico que debe ser

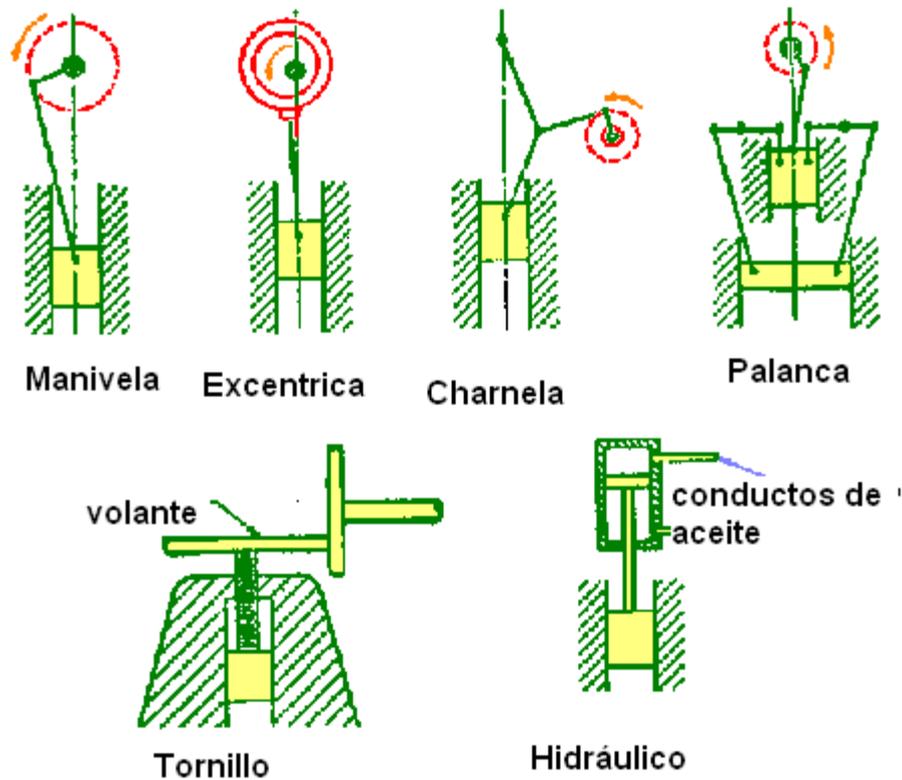
excedido, y la resistencia última que no debe de sobrepasarse, por lo que la dureza y el endurecimiento de los metales son de especial importancia para el trabajo de las prensas.

El aumento de la dureza o resistencia a la deformación de los metales resultan de un cambio en la estructura interna de los mismos. Este cambio puede tener lugar por la fuerza bruta del trabajo en frío (Embutido, laminado, etc.) y puede también lograrse con un tratamiento térmico.

Una prensa troqueladora es una máquina en la cual materiales laminados pueden ser troquelados, doblados, planchados, cortados, embutidos, perforados, etc.

La acción de las prensas se lleva a cabo por medio de una herramienta que es impulsada a presión contra el material laminado. La herramienta puede ser maciza o hueca, afilada o sin filo y de formas variadas según el caso.

Si se clasifica a las prensas de acuerdo al mecanismo de conducción, se pueden clasificar en mecánicas o hidráulicas, pudiendo ser las primeras operadas manualmente, en el caso más elemental, y con motor en la mayoría de los casos. El funcionamiento de las prensas operadas con motor está basado en el siguiente principio:



**Figura 1.6. Funcionamiento de prensas mecánicas**

El motor hace girar un volante de la prensa que está unido al cigüeñal de la misma directamente o por medio de engranes o bandas, operándose con auxilio de un embrague de fricción. Este embrague es accionado por medio de un pedal o una estación de botones. El embrague se desconecta automáticamente después de cada revolución, a no ser que el operador mantenga oprimido el pedal, en cuyo caso la prensa repite el trabajo. Después de que el embrague desconecta al volante, un freno detiene el movimiento del propio cigüeñal. Una biela transmite el movimiento del cigüeñal a una parte móvil de la prensa o ariete, deslizándose éste en unas guías.

Las prensas manejadas con el pie generalmente son llamadas prensas de pedal, son usadas solo para trabajos livianos. Las prensas de manivela, son el

tipo más común por su simplicidad. Son usadas para la mayoría de las operaciones de perforado, recorte y de estirado simple. Las prensas de doble manivela están provistas de un método para mover los soportes de discos o las matrices de acción múltiple. Las de conducción excéntrica se usan sólo donde se necesita un solo martinete de golpe corto. Las de acción de leva están provistas de un reposo, en la parte inferior del golpe, por esta razón a veces se usan para accionar los anillos de sostén del disco en las prensas de estampado

Las prensas hidráulicas son producidas en varios tipos y tamaños. Debido a que pueden proveerse de casi ilimitada capacidad, la mayoría de las prensas más grandes son de este tipo. El uso de varios cilindros hidráulicos permite la aplicación de fuerzas en el martinete en varios puntos, y proveen de la fuerza y ritmo necesario al soporte de discos. Las prensas hidráulicas de alta velocidad proporcionan más de 600 golpes por minuto, y se utilizan para operaciones de corte de alta velocidad.



**Figura 1.7 Prensas hidráulicas verticales**

Las prensas también son clasificadas de acuerdo al tipo de bastidor empleado. Tal clasificación es importante debido a que indica algunas de las limitaciones del tamaño y tipo de trabajo que puede realizarse.

En lo que se refiere a la manera de actuar, las prensas se dividen en 3 grupos principales:

**1.3.1 De simple acción:** Tienen únicamente un ariete

**1.3.2 De doble acción:** Tiene 2 arietes deslizando uno exteriormente y otro en el interior. El ariete exterior es el que constituye generalmente el pisador y es actuado por medio de brazos articulados o de levas excéntricas, de manera que al final de su carrera permanece estacionario y aplicando presión para sujetar la pieza, mientras el ariete interior o punzón sigue su movimiento hacia arriba simultáneamente. Las prensas de doble acción se emplean principalmente para trabajos de embutido profundo.

**1.3.3 De triple acción:** Son muy semejantes en principio a las anteriores, pero tienen un ariete adicional que trabaja de abajo hacia arriba, cuyo movimiento se sincroniza con el de los 2 arietes anteriores.

La parte superior de un troquel o punzón se sujeta en la mayoría de las prensas a la cara inferior del ariete por medio de tornillos. La parte inferior del troquel o matriz se sujeta también por tornillos a la mesa de la prensa y se alinea perfectamente con el punzón. Generalmente el dado o troquel es una sola unidad con sus propias guías.

Al estudiar el empleo de una prensa para una determinada producción, los factores principales que deben tenerse en cuenta son:

- a. - Clase de operación por efectuarse, lo cuál fija principalmente el tipo de prensa y su carrera, que debe ser lo más corta posible para evitar desgaste, pero suficientemente amplia para poder manejar libremente el material.
- b. - Forma y tamaño del artículo que fijan las dimensiones de la mesa, claro, carrera, y si la prensa debe ser de acción sencilla, doble o triple.
- c. - Material empleado en la fabricación del artículo. Determina la presión necesaria de la prensa, tamaño de la mesa, forma de alimentación y número de pasos.
- d. - Producción horaria. Determina la potencia de la prensa, su velocidad de trabajo y sistemas de alimentación.
- e. - Precios límites del producto terminado. Limitan la inversión a realizar y obligan a un estudio técnico económico.
- f. - Troqueles o dados, su tamaño y construcción. Con este dato se fija la luz de la prensa y su carrera, así como el sistema de alimentación más conveniente.

**Cuadro 1.1. Capacidad de las prensas estándar**

**TAMAÑOS Y CAPACIDADES NOMINALES DE LAS PRENSAS DE TIPO ESTANDAR (J.I.C.)\***

	TonELAJE nominal	Golpes por min	Longitud de carrera (en plg)	Altura al punto inferior de la carrera (en pul)	Area de la bancada (en plg)
Inclinables (con engranaje)	25 - 200	55 - 32	2-1/2 - 12	6-1/2 - 30-3/4	10 X 6-3/4 - 58 X 34
De montantes					
Simple efecto	100 - 2500	50 - 18	4 - 32	18 - 46	24 X 30 - 228 X 108
Doble efecto	250 - 2000	14 - 8	21 - 42	56 - 64	36 X 42 - 288 X 108
	<u>150</u> <u>1200</u>		<u>14</u> <u>32</u>	<u>46</u> <u>54</u>	
Mecanismos por la parte inferior					
Simple efecto	400 - 1250	25 - 15	16 - 36	52 - 84	84 X 60 - 200 X 100
Doble efecto	500 - 1600	15 - 10	20 - 42	64 - 86	84 X 60 - 144 X 96
	<u>300</u> <u>700</u>		<u>16</u> <u>32</u>	<u>54</u> <u>76</u>	
Gran velocidad	25 - 800	600 - 30	1 - 8	11 - 32	14 X 7 - 96 X 32

\* Joint Industry Conference — Para estandarizar el tamaño y la capacidad nominal de las prensas para una mayor conveniencia en la fabricación de matrices y en la aplicación de los accesorios y aditamentos de las mismas, los directores de las industrias de la fabricación de prensas y del troquelado han establecido especificaciones básicas arbitrarias para varios tipos de prensas

#### 1.4 Electroerosión.

Se podría definir la electroerosión como un proceso de mecanizado que utiliza la energía suministrada a través de descargas eléctricas entre dos electrodos para eliminar material de la pieza de trabajo, siendo ésta uno de los electrodos. Al electrodo que hace las funciones de herramienta se le suele denominar simplemente electrodo mientras que al electrodo sobre el cual se desea llevar a cabo el arranque se le conoce como pieza de trabajo.

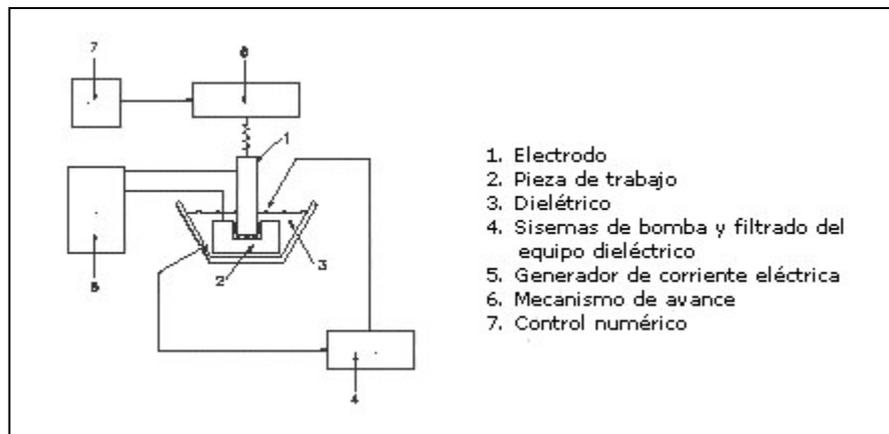
El origen del mecanizado por electroerosión se remonta a los años cuarenta y está relacionado con la mecanización de matrices y, por tanto, con una de las variantes del método que es la electroerosión por penetración.

Su desarrollo como técnica competitiva de fabricación ha estado ligado al desarrollo de alguno de sus componentes. Entre ellos cabe citar la aparición de los generadores transistorizados que permiten controlar los pulsos de corriente. También es importante el desarrollo tanto del control numérico como del control numérico computarizado, por la posibilidad de controlar en todo momento la distancia entre electrodo y pieza de trabajo, automatizar tareas y la posibilidad de hacer que el electrodo describa determinadas trayectorias que permiten la mecanización de geometrías complejas, entre otras.

La posibilidad de mecanizar piezas utilizando como herramienta un hilo conductor en movimiento continuo cae dentro de la denominada electroerosión por hilo. Si el movimiento del hilo está controlado por un sistema de control numérico con cinco grados de libertad, las posibilidades de mecanización de geometrías complejas aumentan. Por último, una variante del método general de electroerosión permite su utilización en procesos de rectificado.

En la Figura 1.8. se representa en esquema, un equipo básico de electroerosión por penetración. La pieza de trabajo, que como se ha indicado a de ser conductora de la corriente eléctrica, se conecta a un polo de un generador de corriente. El electrodo, realizado con material también conductor, se conecta al otro polo del generador. Las dos partes, que están separadas por una pequeña distancia, están inmersas en un fluido dieléctrico con el fin de controlar la resistencia a la descarga eléctrica en esa zona intermedia. Al aplicar un incremento del voltaje en los electrodos se consigue un aumento del desorden interno en el fluido comprendido entre los electrodos hasta que termina siendo ionizado de forma que esta zona intermedia, que en

condiciones normales no era conductora, pasa a serlo, permitiendo el flujo de corriente de un electrodo a otro en forma de descarga de chispas.



**Figura 1.8. Esquema de un equipo de electroerosión por penetración**

El canal a través del cual se transmite la descarga tiene una sección tan pequeña que se consigue una alta densidad de corriente, del orden de  $10^4$  a  $10^6$  amperios /  $\text{cm}^2$ . Como consecuencia, la temperatura en el canal oscila entre  $5.000$  y  $10.000$  ° C, dando como resultado una fusión y vaporización de pequeñas cantidades de material, de ambas superficies, electrodo y pieza de trabajo, en los puntos en los que se produce la descarga. La liberación de gas producida en la vaporización origina una burbuja de gas dieléctrico en torno al canal de descarga. Cuando termina el pulso eléctrico se paran inmediatamente tanto las chispas como el calentamiento. Como consecuencia, el canal de descarga y la bolsa de gas desaparecen, se diluyen. La irrupción del fluido dieléctrico frío en el lugar que antes ocupaba la burbuja consigue solidificar bruscamente el material fundido tanto de la herramienta como de la pieza de trabajo y es expulsado violentamente. Se produce un pequeño "cráter" en la superficie de los dos y una pequeña bolita de material solidificado que es extraída de la zona por el fluido dieléctrico.

La secuencia descrita puede llegar a repetirse varios cientos de miles de veces por segundo. Cada descarga se produce en el punto que está a la mínima distancia entre el electrodo y la pieza de trabajo. La erosión en la pieza de trabajo, y en menor extensión también en la herramienta, hace que aumente paulatinamente la distancia entre ambos. Las sucesivas descargas a través de toda la superficie del electrodo siempre se producen en los puntos situados a la menor distancia. De esta manera, la superficie de la pieza de trabajo va adquiriendo la forma que tenga el electrodo. A medida que el proceso continúa y el electrodo va avanzando automáticamente para mantener constante la distancia con la pieza de trabajo, se genera la cavidad o el corte como una réplica del electrodo.

La forma y características de cada uno de los componentes dependen en gran medida del equipo al que estén destinados o depende del tipo de pieza a mecanizar.

#### **1.4.1 Equipos de electroerosión.**

Los equipos de electroerosión tienen una serie de componentes básicos como los reflejados en la figura anterior y que, a grandes rasgos, podrían encuadrarse en:

Electrodo.

Pieza de trabajo.

Fluido dieléctrico.

Sistema de filtrado y bombeo de dieléctrico.

Generador de corriente eléctrica.

Sistema de movimiento del electrodo o mecanismo de avance.

Las características de cada uno de estos componentes dependen directamente del equipo al que van destinados y del tipo de pieza a mecanizar. Se distinguen básicamente tres grandes grupos de máquinas de electroerosión, las que tienen un electrodo sólido que entra dentro del material para mecanizarlo, que se denominan máquinas de penetración o electroerosión por penetración. Las que utilizan un electrodo de hilo, que atraviesa el material a mecanizar de forma similar a como lo haría una sierra, que forman el grupo de máquinas de electroerosión por hilo, y las rectificadoras por electroerosión donde se ha sustituido la muela de la rectificadora por un electrodo.



**Figura 1.9. Posibilidades geométricas en electrodos de grafito**

### **Electrodo**

El proceso de electroerosión comienza en numerosos casos con la fabricación del electrodo, cosa que no suele ser habitual en los métodos convencionales de arranque de viruta. Una característica exclusiva de la

electroerosión es la necesidad de disponer de electrodos preformados cuando se trabaja en electroerosión por penetración y otra la gran frecuencia con que se fabrican piezas individuales con tolerancias muy estrechas por lo que un factor clave es el diseño del electrodo.

Las cualidades que se buscan en el material de la herramienta son:

Alta conductividad eléctrica.

Alta conductividad térmica.

Alto punto de fusión.

Facilidad de mecanizado.

Coste bajo.

Los primeros electrodos utilizados generalmente eran de grafito debido, por un lado, a sus buenas características como conductor de la corriente eléctrica y, por otro, a que es muy fácil de trabajar para obtener geometrías complejas. Estas buenas prestaciones han hecho que, junto con el bronce, se hayan mantenido como los electrodos más utilizados en el mecanizado de aceros, siendo reemplazados únicamente por aleaciones de cobre con wolframio en casos muy específicos como lo es el mecanizado de carburos. El tamaño de las partículas de grafito varía en función del tipo de trabajo a realizar. Para procesos de desbaste se suele trabajar con partículas de 0,20 mm, mientras que en procesos de acabado el tamaño es del orden de 0,013 mm.

Los electrodos de bronce se utilizan en aplicaciones que requieren un buen acabado superficial y altos ritmos de producción. El latón, para mecanizado de

aleaciones de aluminio y la mezcla carbono – wolframio en trabajos de alta precisión y acabado superficial.

Al abordar las máquinas y equipos de electroerosión por penetración, se volverá a incidir sobre la importancia del diseño del electrodo de cara a conseguir geometrías sofisticadas cuando describe trayectorias tridimensionales complejas.

#### **1.4.2 El fluido dieléctrico**

Los dieléctricos más utilizados industrialmente son parafinas, aceites minerales ligeros y agua des-ionizada. Todos ellos son relativamente baratos, con baja viscosidad y con temperaturas de inflamación lo suficientemente altas como para que sea seguro trabajar con ellos. Los productos muy densos y viscosos como los aceites minerales tienen buenas cualidades como la capacidad de concentración del calor y de la intensidad de corriente en la zona de descarga pero presentan problemas respecto a su capacidad de evacuación de los productos de deshecho.

La función que cumple el dieléctrico es múltiple

En primer lugar, aísla y llena la zona comprendida entre el electrodo y la pieza de trabajo.

Apaga rápidamente la chispa después de que tiene lugar la descarga, de esta forma se previene la formación de un arco continuo que haría imposible una nueva descarga.

Concentra la energía de la descarga eléctrica en la zona de trabajo.

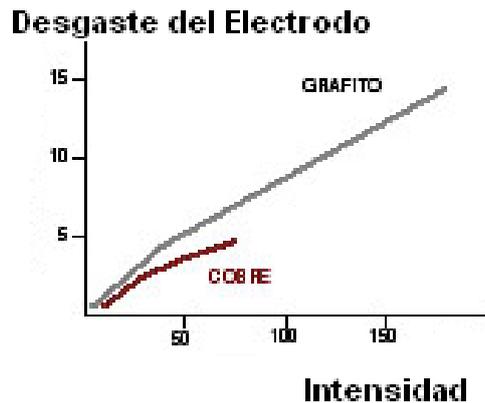
Se ioniza rápidamente al voltaje de trabajo.

Arrastra el calor y los materiales generados después de cada descarga.

En este punto es importante recordar que junto al dieléctrico coexisten partículas del material eliminado por lo que es imprescindible un buen sistema de filtrado que vaya recogiendo todos estos “lodos producidos”. Por otro lado será necesario seguir las recomendaciones de gestión medioambiental encaminadas al tratamiento y reciclado, cuando proceda, de los residuos producidos.



**Figura1.10. A) Variación de la velocidad de mecanizado en función de la intensidad de corriente**

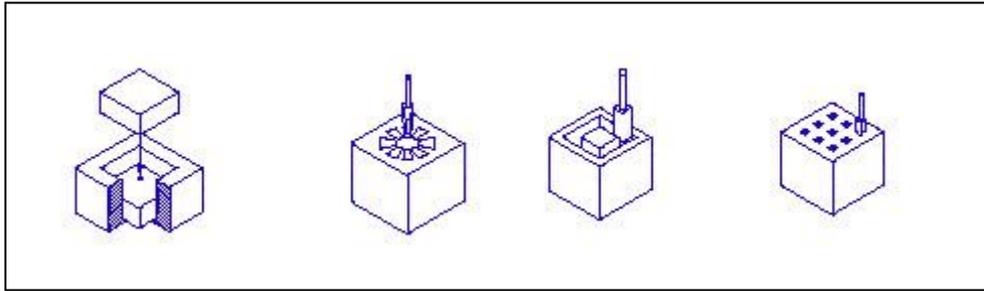


**Figura 1.10. B) Variación del desgaste de electrodo**

### 1.4.3 El sistema de movimiento del electrodo

La eficiencia del proceso de electroerosión depende en gran medida de que la distancia entre electrodo y pieza de trabajo sea la apropiada. Por tanto, la misión del sistema de movimiento es posicionar continuamente al electrodo mientras dura el mecanizado. Esto se consigue comparando el voltaje actual con el voltaje teórico. El error detectado sirve para alimentar un servo amplificador que a su vez pasa la información a un sistema que abre y cierra unas válvulas hidráulicas que permiten el paso de un fluido hidráulico hacia un pistón que en última instancia es quien mueve el brazo sobre el que va montado el electrodo.

El sistema descrito a grandes rasgos, en la práctica, es muy sensible y preciso ya que en condiciones normales de trabajo la distancia que separa electrodo y pieza oscila entre 0,010 a 0,050 mm.



**Figura 1.11. Movimiento del electrodo. Izquierda: según el eje Z; Derecha: combinación de los tres movimientos**

#### **1.4.4 Máquinas de electroerosión.**

A continuación, se procede a comentar con algo más de detalle los dos grandes grupos de máquinas de electroerosión más significativos, que son:

Máquinas de penetración

Máquinas de hilo



**Figura 1.12. Ejemplos de utilización de la electroerosión**

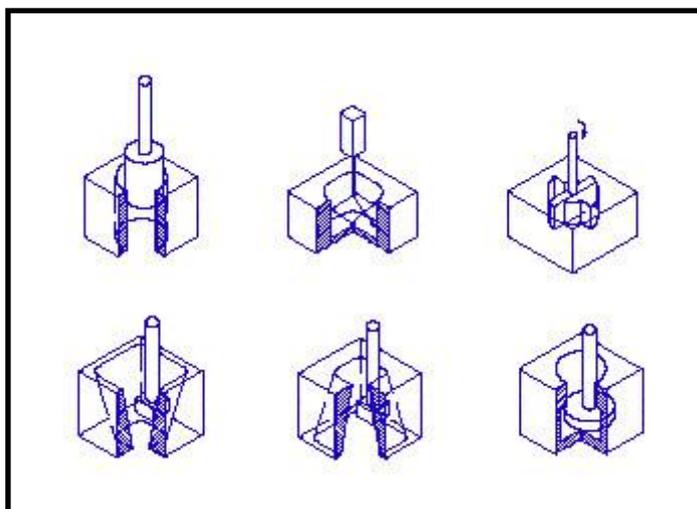
#### 1.4.4.1 Máquinas de penetración

Los primeros equipos de electroerosión se diseñaron para realizar las cavidades o formas en matrices. Estas primeras máquinas se denominaron de matriz de penetración o de pistón. Dado que en éstas máquinas el electrodo se situaba en posición vertical y estaba controlado por un émbolo, también se han conocido como máquinas de émbolo.

En la Figura 1.12 se presentan varios ejemplos de utilización de electroerosión. En la parte superior se puede apreciar su empleo como técnica utilizada en la producción de moldes. La geometría de la pieza a obtener unida a su tamaño, compárese con el bolígrafo que aparece en la parte inferior, hacen que un proceso de mecanizado convencional no aparezca como la forma más rápida e idónea. En la parte inferior se observan otros casos. A la izquierda aparece una pieza que presenta una superficie “mecanizada” formando una geometría compleja y de pequeñas dimensiones. A la derecha se observan los moldes de producción de otro tipo de elementos y, para uno de los casos, el electrodo utilizado.

Con pequeñas modificaciones, es posible que las máquinas de penetración verticales pasen a desarrollar otras geometrías. Básicamente estas modificaciones son de los tipos (Figura 1.13):

- El electrodo rota o gira sobre su propio eje.
- El electrodo realiza una órbita alrededor de un eje perpendicular al brazo de sujeción.



**Figura 1.13. Arriba: Movimiento de giro del electrodo sobre su propio eje;  
Abajo: Movimiento de orbitación del electrodo.**

En este último caso, la trayectoria circular del electrodo y, por lo tanto, de cualquier punto del mismo, se realiza en un plano paralelo a la superficie de la pieza de trabajo de forma que el giro del electrodo se realiza en torno a un eje perpendicular a la superficie de la pieza de trabajo. El efecto de la descripción de la órbita se puede ver fácilmente si imaginamos que ya se ha realizado un agujero dentro de la pieza de trabajo y que el electrodo es extraído. Antes de que el electrodo esté totalmente fuera del agujero, se añade un pequeño movimiento de orbitación con lo que se consigue aumentar el tamaño del agujero. Si el tamaño de la órbita se incrementa poco a poco a medida que el electrodo se extrae, entonces, el agujero se convierte en un avellanado por un procedimiento totalmente controlado.

Otra utilización de la orbitación se puede ver al imaginar que el electrodo tiene la forma de una cabeza de alfiler tal como se representa en la parte

inferior de la Figura 1.13. En ese caso la cabeza erosiona o arranca un agujero con su misma forma. Si una vez que se ha terminado el agujero se produce una orbitación del electrodo, se consigue hacer un arranque de material en el fondo de agujero, creando una cavidad interior semejante a una bolsa de saco que sigue la forma del electrodo.

#### **1.4.4.2 Cualidades del proceso de Electroerosión.**

El proceso de electroerosión, a primera vista, puede parecer un método muy lento de arrancar material, incluso si se piensa que el proceso descrito tiene lugar cientos de veces por segundo. Sin embargo, se ha demostrado que es una técnica que es más rápida y presenta ventajas frente a otras. En este sentido hay que citar:

La técnica permite la obtención de piezas con formas de simetría compleja, tanto externa como internamente.

Permite trabajar con materiales frágiles o fácilmente deformables que no pueden ser mecanizados con otros métodos.

La técnica es independiente de la dureza del material de trabajo, lo que representa una gran ventaja en el trabajo con materiales muy duros como los utilizados en la fabricación de matrices y también en el caso de tener que trabajar con mezclas de materiales de distinta dureza.

Se trata de una técnica fácilmente automatizable. El programa de control gestiona la ejecución de los programas - piezas y posibilita el encadenamiento de las operaciones, desde el desbaste al acabado, incluidos los desplazamientos y los cambios de herramientas. El sistema de control puede gobernar los movimientos de un robot que realiza la carga de las piezas desde

un contenedor o cargador y depositarlas en otro diferente después del mecanizado. Esto permite independizar el proceso de cualquier intervención humana, permitiendo mecanizados nocturnos o de fin de semana. Es una práctica bastante habitual en la industria poner a última hora del día la pieza en la máquina y volver a la mañana siguiente a recoger la pieza terminada.

## **1.5 ALUMINIO**

### **1.5.1 Propiedades químicas y físicas:**

El aluminio, de símbolo Al y número atómico 13, es en la naturaleza un metal blanco que no se encuentra en estado puro solamente en compuestos tales como silicatos y óxidos. Entre sus propiedades físicas más notables se encuentran el poco peso específico, alta conductividad eléctrica y térmica, reflectividad de la luz y energía radiante, propiedades de metal no magnético y buena resistividad contra las acciones atmosféricas. Como todos los metales es dúctil, por lo tanto es muy utilizado en la industria de transporte, así como de conductores eléctricos, equipo de tratamiento de sustancias químicas, así como de alimentos, entre otras funciones.

El metal tiene buenas propiedades térmicas, es maleable y dúctil pero tiene escasa resistencia mecánica. El Aluminio y sus aleaciones suelen ser utilizados para aplicaciones diversas que incluyen montajes de aviones o piezas de motores.

### **1.5.2 Producción**

El aluminio metálico se produce por reducción electrolítica de alúmina, por lo tanto su producción es de alto costo en estos días, ya que se utiliza cantidades relativamente altas de energía eléctrica para la realización de su electrolisis.

El proceso más utilizado para producir alúmina a partir de bauxita es el método de Bayer, este proceso consiste en un lavado de la bauxita para la remoción de arcilla, luego, se digiere con un baño sosa cáustica, para que, se forme a partir de la reacción, un tri-hidróxido de aluminio, que se transforma en alúmina tri-hidratada, que luego se puede tratar, a partir de la electrólisis, por medio del proceso de Hall-Heroult, que consiste una caja de acero, a manera de celda electroquímica, revestida interiormente de carbono. En ella se colocan los ánodos de carbono, en los cuales por una reacción electrolítica, éstos se recubren con el aluminio, por medio de la atracción electrostática, de los iones en solución acuosa, con aluminio. Ya que toda la deposición de aluminio es por la propia reacción de anodizado (electrólisis), este proceso consume una alta cantidad de energía eléctrica, lo que eleva los costos del proceso, aparte de los costos de los reactivos incluidos en el mismo.

El proceso inverso al proceso de Bayer y Hall-Heroult, es el proceso de las baterías de aluminio, que son el más nuevo descubrimiento, en torno a las fuentes de energía portátiles.

### **1.5.3 Manufactura**

Con el aluminio se pueden hacer piezas de casi todas las formas factibles, este versátil metal, permite la realización de tanto una pieza cilíndrica de

dimensiones inconmensurables, hasta finos alambres o tubos capilares, esta versatilidad, su protección contra la corrosión y en si todas sus propiedades físicas y químicas ya anteriormente mencionadas, son las que lo han hecho uno de los metales industriales por excelencia. Acerca de su protección contra la corrosión podemos mencionar que, este metal es muy propenso a la oxidación, por lo mismo, al nomás ser cortado sufre oxidación, por lo mismo, se recubre de una película de óxido de aluminio que no permite que se corra el resto de la pieza.

#### **1.5.4 Acabado**

Entre los pocos acabados, que se le pueden dar al aluminio, encontramos acabados estéticos como protectivos. Estos pueden ir desde los acabados mecánico (esmerilado con chorro de arena, cepillado) hasta los acabados meramente químicos o electroquímicos, que son recubrimientos de óxido, recubrimiento anódico, electroabrillantamiento y galvanostegia.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1 Identificación de alternativas**

La creación de este proyecto fue hecho principalmente como una fuente de ingresos o ahorro para el I.T.S.A. por lo que se ha escogido algunas opciones para la fabricación de la matriz para la elaboración del logotipo en aluminio, de entre las cuales se escogerá las más adecuadas desde el punto de vista técnico, financiero y complementario.

##### **2.1.1 Planteamiento de alternativas**

Se muestran las siguientes:

- Fabricación del logotipo de la matriz por electroerosión.
- Fabricación del logotipo de la matriz por pantógrafo.

##### **2.1.2 Descripción de alternativas**

Una vez planteadas las alternativas para la fabricación de la matriz, se realiza la descripción de estas en busca de la más adecuada tomando en cuenta las características técnicas y económicas de los dos procesos.

### **2.1.2.1 Primera alternativa**

Como primera alternativa se plantea la Fabricación del logotipo de la matriz por electroerosión

### **2.1.2.2 Segunda alternativa**

Esta alternativa nos da la posibilidad de usar los pantógrafos mecánicos. Estos equipos son muy utilizados en la industria metalmecánica.

## **2.2 Estudio de factibilidad**

Tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas y los requerimientos técnicos de las mismas, se podrá analizar la alternativa que cumpla con los requerimientos técnicos y económicos necesarios para fabricar los logotipos en nuestra matriz.

### **2.2.1 Primera Alternativa**

#### **A. Ventajas**

- Esta forma de fabricación bien posibilita el trabajo con determinados materiales de gran dureza.
- Este método nos permite obtener geometrías sumamente complejas y más definidas.
- Incrementa la productividad por reducir el número de operaciones de fabricación necesarias para conseguir un producto.

- Realiza determinadas operaciones de una forma más rápida que los métodos convencionales.

- Reducen el número de productos rechazados en unos casos por incrementar la capacidad de repetir los procesos, en otros por disminuir la posibilidad de rotura o deformación de las piezas frágiles o por minimizar el riesgo de modificar las propiedades de las piezas de trabajo.

- Estos procesos permiten obtener componentes con tolerancias muy ajustadas a partir de los nuevos materiales ya comentados

## **B. Desventajas**

Para su uso se necesita de maquinaria especial y de personal especializado

Su costo es elevado dependiendo del número de piezas a construirse

### **2.2.2 Segunda alternativa**

#### **A. Ventajas**

El proceso de trabajo no es tan complejo.

Mayor número de industrias poseen pantógrafos.

#### **B. Desventajas**

Requiere de un gran número de horas de trabajo hombre.

Acabado superficial no es tan bueno.

No se pueden obtener figuras con demasiada complejidad.

### 2.3 Parámetros de evaluación.

Para evaluar cada una de las alternativas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas que presentan cada una de las opciones; y la opción que obtenga la mayor calificación será la seleccionada para ser construida. Los parámetros de evaluación tendrán un factor de ponderación comprendido entre los valores de 0 a 1.

En lo referente a la evaluación que se le asignará a cada parámetro de evaluación, estará comprendida entre 7 a 10 en función del siguiente cuadro:

**Cuadro 2.1 Evaluación cualitativa**

CUALITATIVA		CUANTITATIVA
<b>SOBRESALIENTE</b>	<b>S</b>	10
<b>MUY BUENA</b>	<b>MB</b>	9
<b>BUENA</b>	<b>B</b>	8
<b>MALA</b>	<b>M</b>	7

#### 2.3.1. COMPLEJIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Hace referencia a las características técnicas y procedimientos utilizados en la construcción de la matriz además de los pasos y normas a seguirse. Se le asigna un valor de ponderación de 0.8.

**Cuadro 2.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de complejidad de construcción.**

<b>COMPLEJIDAD DE FABRICACIÓN</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
ELECTROEROSIÓN	MB	9
PANTÓGRAFO	B	8

### **2.3.2. ACABADO SUPERFICIAL**

Este parámetro refiere a la calidad de acabado que tendrá el logotipo del ITSA en la matriz en función de los procesos en análisis. Por su importancia, se le asigna un valor de 0.9.

**Cuadro 2.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de acabado superficial**

<b>ACABADO SUPERFICIAL</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
ELECTROEROSIÓN	S	10
PANTÓGRAFO	MB	9

### **2.3.3. COSTO DE FABRICACIÓN**

El costo de fabricación implica los rubros de trabajo; hora máquina y hora hombre para los procesos de electroerosión y pantógrafo. Se le asigna un factor de ponderación de 0.8.

**Cuadro 2.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costo de fabricación**

<b>COSTO DE FABRICACIÓN</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
ELECTROEROSIÓN	B	8
PANTÓGRAFO	MB	9

#### **2.3.4 COSTO DE MANTENIMIENTO**

Es importante dar mantenimiento y lubricación a la matriz a fin de evitar embotamiento y así obtener un buen acabado en la chapa, además de que pueda ser reafilado.

El mantenimiento que se le dará a la matriz fabricada por pantógrafo será mayor ya que esta al no tener un acabado superficial muy bueno se embotará más que la matriz fabricada por electroerosión lo que significa mayor costo por lubricación con aceites antiadherentes y limpieza con cepillos de acero. Se le asigna un valor de 0.8.

**Cuadro 2.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costo de mantenimiento**

<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
ELECTROEROSIÓN	S	10
PANTÓGRAFO	MB	9

**2.3.5. MANIOBRABILIDAD**

En lo que se refiere a la maniobrabilidad de los dos métodos de fabricación se puede decir que si se trabaja con la matriz construida por electroerosión es mas fácil ya que al tener un mejor acabado superficial tiene un mejor conformado y menos embotación lo que significa que la prensa trabajara mejor y no necesitara de mayor presión para el retorno. Se le asigna un valor de 0.8.

**Cuadro 2.6 Evaluación cualitativa y cuantitativa de maniobrabilidad**

<b>MANIOBRABILIDAD</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
ELECTROEROSIÓN	S	10
PANTÓGRAFO	MB	9

## 2.4. MATRIZ DE EVALUACIÓN Y DECISIÓN

En el siguiente cuadro se resumen los resultados obtenidos de las dos alternativas de construcción, para obtener la mejor matriz que cumpla con las expectativas planteadas.

**Cuadro 2.7 Matriz de evaluación y decisión**

PARÁMETROS	FACTORES DE PONDERACIÓN	FORMA DE FABRICACIÓN					
		ELECTROEROSIÓN			PANTÓGRAFO		
		Cualit..	Cuant..	PxCt.	Cualit..	Cuant..	PxCt.
COMPLEJIDAD DE CONSTRUCCIÓN	0.8	MB	9	7.2	B	8	6.4
ACABADO SUPERFICIAL	0.9	S	10	9	MB	9	8.1
COSTO DE FABRICACIÓN	0.8	B	8	6.4	MB	9	7.2
COSTO DE MANTENIMIENTO	0.8	S	10	8	MB	9	7.2
MANIOBRABILIDAD	0.8	S	10	8	MB	9	7.2
<b>TOTAL</b>				<b>38.6</b>			<b>36.1</b>

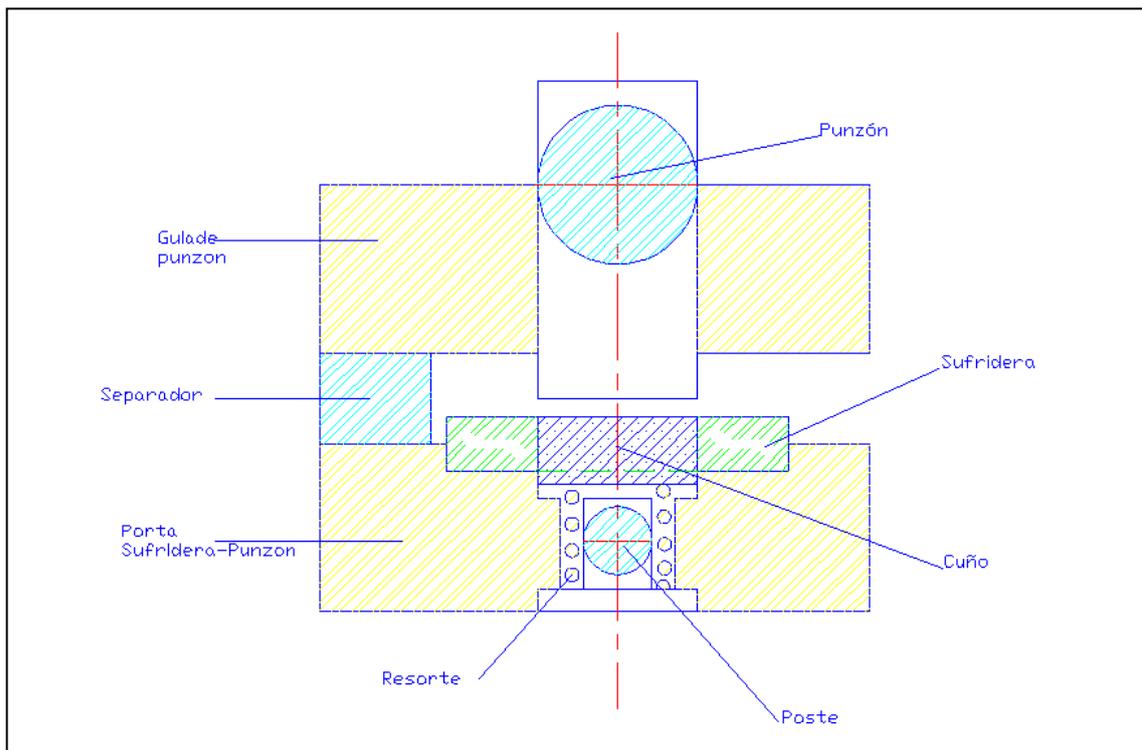
## **2.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

En base a los resultados obtenidos en la matriz de decisión, se determina que la mejor alternativa como proceso de la construcción es electroerosión.

## CAPÍTULO III

### CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE DE LA MATRIZ

La matriz a construirse tiene las siguientes partes constitutivas, las mismas que se pueden apreciar en la siguiente figura:



**Figura 3.1. Partes de la matriz**

### 3.1 MATERIALES

De manera general todas las partes constitutivas de la matriz se construyen con diferentes tipos de acero en función al trabajo que realiza cada parte de la matriz.

La tabla 3.1, presenta una lista de todas las partes que constituyen la matriz de estampado y punzonado.

### MATRIZ DE ESTAMPADO Y PUNZONADO

**Tabla 3.1 Matriz de estampado y punzonado**

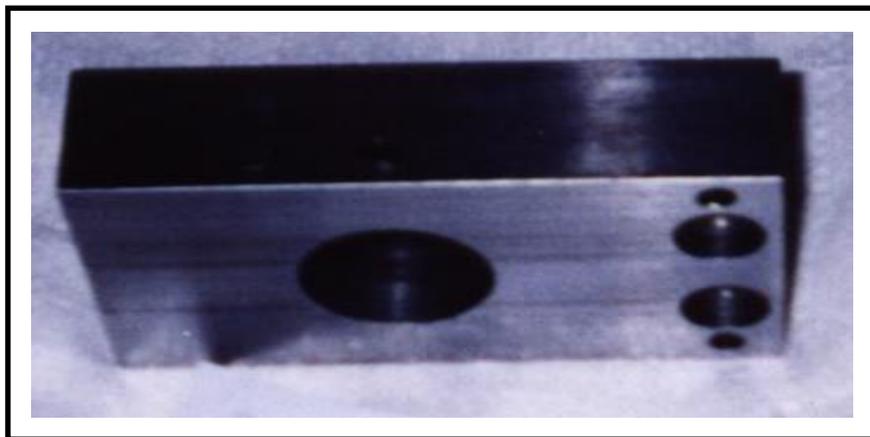
<b>PARTE</b>	<b>ACERO</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Cuerpo porta punzón	1045	Bloques	<b>125x68x37mm</b>
Cuerpo porta cuño	1045	Bloques	<b>125x68x37mm</b>
Cuerpo punzón	1045	Eje	<b>35x45 mm</b>
Distanciador	1045	Bloques	<b>68x25x20 mm</b>
Sufridera	K 460	Bloques	<b>76x68x12 mm</b>
Postizo de punzón	K 460	Eje	<b>35x25 mm</b>
Tapa	K 460	Bloques	<b>68x38x5 mm</b>
<b>PARTE</b>	<b>ACERO</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
Poste	K 460	Eje	<b>12x25 mm</b>
Cuño	K 460	Bloques	<b>50x35x16 mm</b>
Guías	Chronit	Eje	<b>8x70 mm</b>
Tope punzón	K, 100	Eje	<b>8x20 mm</b>
Pernos		Hexagonales	<b>M12 x52 mm</b>
Pernos		Hexagonales	<b>M8x70 mm</b>

Pernos		Hexagonales	<b>M6x20 mm</b>
Resorte	Acero	Circular	<b>D21xd3x30 mm</b>
Regresador del punzón pequeño	Poliuretano	Plancha	<b>8x10 mm</b>

### 3.2 Matriz para punzonado y estampado

#### 3.2.1 Cuerpo porta punzón.

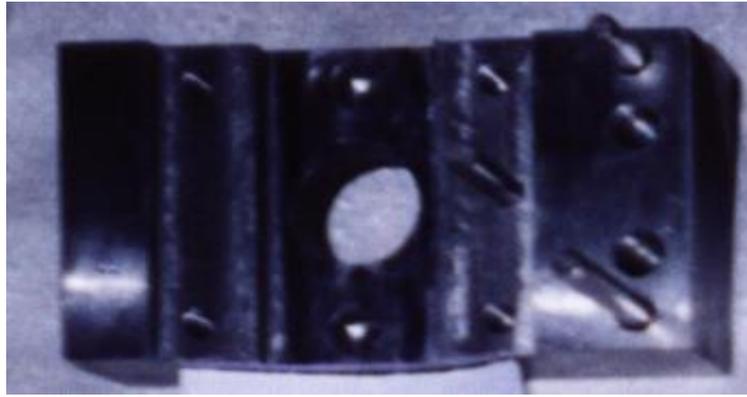
El cuerpo porta punzón es el elemento capaz de guiar a este en forma paralela al eje de la prensa por lo que tiene un ajuste deslizante al punzón.



**Figura 3.2 Cuerpo porta punzón**

#### 3.2.2 Cuerpo porta cuño

Esta es la parte donde se asienta toda la matriz, además tiene los agujeros para las guías, y el canal que sirve de guía el cuño.



**Figura 3.3 Cuerpo porta cuño**

### **3.2.3 Cuerpo del punzón**

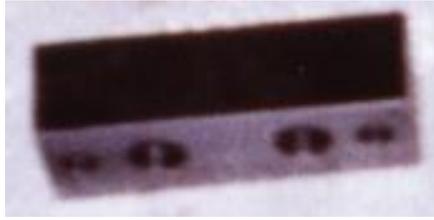
El cuerpo del punzón es la parte superior del mismo la cual nos permite transmitir la presión al postizo del punzón.



**Figura 3.4 Cuerpo de punzón**

### **3.2.4 Espaciador**

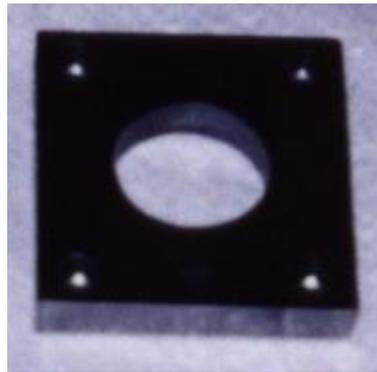
El espaciador es una pieza que permite la unión del porta punzón con la porta sufridera dejando una separación para la entrada de material a trabajar.



**Figura 3.5 Espaciador**

### **3.2.5 Sufridera**

La sufridera es una plancha perforada la que soporta la fuerza de corte del punzón el agujero central de esta tiene el diámetro preciso del logotipo.



**Figura 3.6 Sufridera**

### **3.2.6 Postizo de punzón**

El postizo del punzón es la parte que soporta los esfuerzos de corte al momento del punzonado.



**Figura 3.7 Postizo punzón**

### **3.2.7 Cuño**

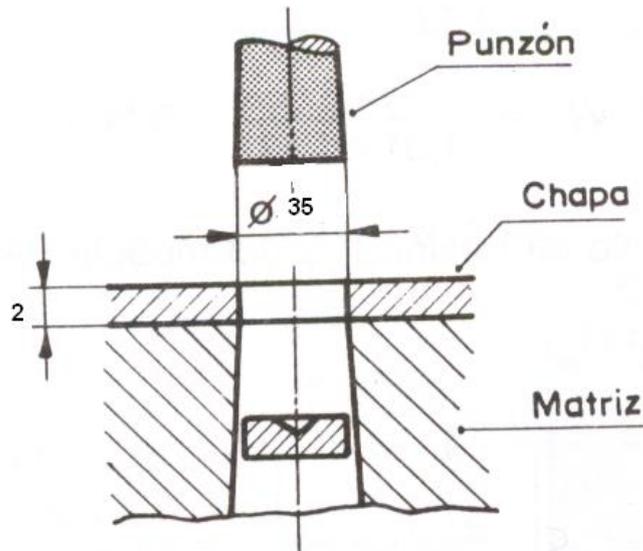
El cuño es la parte que tiene el logotipo del Instituto en “hembra” la cual al soportar la presión del punzón en el material lo conforma.



**Figura 3.8 Cuño**

### **3.2.8. Cálculo de la fuerza de corte y punzonado que ha de ejercer la prensa o máquina punzonadora para realizar la chapa.**

Para efectuar una chapa de 35 mm. de diámetro con un espesor de 2 mm. con el logotipo del ITSA, se deberá utilizar la siguiente fórmula para obtener la fuerza de corte:



**Figura 3.9 Cálculo fuerzas de corte**

$$F_c = A \cdot \sigma_c \quad (3.1)$$

En donde:

A= Área de corte

$\sigma_c$ = Tensión de rotura por cortadura del material.

Así mismo, para obtener el área de corte, se deberá emplear la siguiente expresión:

$$A = \pi \cdot \phi \cdot e \quad (3.2.)$$

En donde:

$\phi$ =Diámetro de la chapa = 35mm

e= espesor de la chapa = 2 mm

Con los datos de tensión, del aluminio, se obtiene los siguientes resultados:

$\sigma_c$ = 10000 psi (99% aluminio)

$A_c$ = 219.91 mm<sup>2</sup> = 0.34 plg<sup>2</sup>

$F_c$ = 3408.63 lbf = 1549.37 Kgf.

### 3.3 Ensamble de la matriz de corte y punzonado

En esta parte se dan los procesos de construcción de las partes de la matriz así también como el ensamblaje de la misma antes de formarla completamente y montarla. En el diagrama se usa la simbología detallada en la figura 3.10.

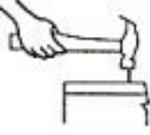
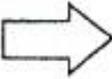
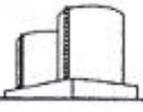
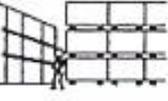
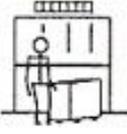
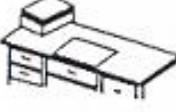
<p><b>OPERACIÓN</b></p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como →</p>	 <p>Martillar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar o barrenar</p>
<p><b>TRANSPORTE</b></p>  <p>Una flecha indica un transporte, como →</p>	 <p>Mover material en vehículo</p>	 <p>Mover material por banda transportadora</p>	 <p>Mover material cargado (mensajero)</p>
<p><b>ALMACENAMIENTO</b></p>  <p>Un triángulo indica un almacenamiento, como →</p>	 <p>Materia prima almacenada a granel</p>	 <p>Producto terminado en tarimas</p>	 <p>Archivo de documentos</p>
<p><b>DEMORA</b></p>  <p>Una letra D mayúscula indica una demora, como →</p>	 <p>Esperar al elevador</p>	 <p>Material en espera de procesamiento</p>	 <p>Documentos en espera para archivarse</p>
<p><b>INSPECCIÓN</b></p>  <p>Un cuadrado indica una inspección, como →</p>	 <p>Examinar calidad y cantidad de material</p>	 <p>Lectura de niveles en caldera</p>	 <p>Examinar información en forma impresa</p>

Figura 3.10 Simbología usada en los diagramas de procesos

### 3.3.1 Diagrama de proceso del cuerpo de matriz

<b>DIAGRAMA DE PROCESO DEL CUERPO DE MATRIZ</b>								
<b>AUTOR:</b>	AYALA MESIAS DIEGO ALEJANDRO							
<b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b>								
<b>MATERIA PRIMA</b>	ACERO 1045							
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SIMBOLO</b>					<b>TIEMPO Minutos</b>	<b>DISTANCIA Metros</b>	<b>METODO RECOMENDADO</b>
Elaboración del plano de cuerpo de matriz en AUTOCAD	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	180		
Selección del material	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30		
Corte del material a medidas aproximadas	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	60		
Fresado del material	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	90		
Trazado del material	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30		
Graneteado de perforaciones	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	10		
Taladrado para las guías	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	90		
Taladrado agujero guía del punzón	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	120		
Taladrado para agujeros pernos	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	80		
Avellanado para machuelar.	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	15		
Machuelado	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	120		
Comprobar medidas de diámetro punzón	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	10		
Inspección final	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	20		
<b>TOTAL</b>						<b>855</b>		

### 3.3.2. Diagrama de proceso de punzón.

DIAGRAMA DE PROCESO DEL PUNZÓN							
AUTOR:	AYALA MESIAS DIEGO ALEJANDRO						
FIRMA DE RESPONSABILIDAD							
MATERIA PRIMA	ACERO K 460						
ACTIVIDAD	SIMBOLO				TIEMPO Minutos	DISTANCIA Metros	METODO RECOMENDADO
Elaboración del plano de cuerpo del punzón en AUTOCAD	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	60	
Selección del material	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30	
Corte del material a medidas aproximadas	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30	
Trazado del material	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30	
Torneado a medidas aproximadas	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	120	
Taladrado para las guías	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	20	
Taladrado para perno sujeta boquilla	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	20	
Avellanado	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	20	
Machuelado	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	20	
Torneado de precisión	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	25	
Comprobación de medidas y ajustes	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	10	
Inspección final	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	20	
<b>TOTAL</b>						405	

### 3.3.3. Diagrama de ensamble de la matriz

DIAGRAMA DE PROCESO DEL ENSAMBLE DE MATRIZ							
<b>AUTOR:</b>	AYALA MESIAS DIEGO ALEJANDRO						
<b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b>							
<b>MATERIA PRIMA</b>	ACERO 1045						
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SIMBOLO</b>				<b>TIEMPO Minutos</b>	<b>DISTANCIA Metros</b>	<b>METODO RECOMENDADO</b>
Poner la tapa del resorte.	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	5	
Colocar resorte con pilar en el medio	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	5	
Armar el punzón pequeño.	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30	
Colocar el cuño encima del resorte con cuidado del punzón y empernar	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	30	
Colocar guías en porta cuño	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	10	
Montar el espaciador	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	5	
Ensamblar el porta punzón	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	10	
Montar el porta punzón.	○	⇒	<b>D</b>	□	▽	15	
<b>TOTAL</b>						110	

### 3.5 Pruebas de funcionamiento.

Una vez culminada la construcción de la matriz, quedó de la siguiente manera:



**Figura 3.11. Matriz terminada**

En lo referente a las pruebas de funcionamiento se las tuvo que realizar en la Fábrica de Municiones Santa Bárbara en vista de que se necesitaba de una troqueladora que permitiera realizar un adecuado conformado del acuñado del logotipo para la que fue construida.

Las pruebas de funcionamiento se realizaron con planchas de aluminio, latón y bronce de 2 mm. de espesor.

Es necesario acotar, que se hicieron pruebas en la prensa del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, la misma que tiene una capacidad de 4 toneladas, pero el producto final del estampado no fue el recomendable porque apenas se podía divisar el logo del ITSA.

En la siguiente figura se puede observar el producto terminado, arrojando excelentes resultados.



**Figura 3.12. Platinas grabadas el sello del ITSA (producto final)**

Se puede definir una eficiencia de la matriz del 98%, ya que de 50 platinas elaboradas con el sello del ITSA, solo una tuvo desperfectos en el acabado.

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

#### **4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

En el presente capítulo, se da a conocer al operario el manual del operador para evitar accidentes y conocer paso a paso, como montar la matriz en la prensa o troquel, y como hacer funcionar la misma .

Un manual de mantenimiento sirve para preservar y extender la vida útil de esta matriz, así como la hoja de registros en donde se llevará un control de las veces que se utiliza la matriz y el tiempo de operación de la misma.

A continuación se detalla los diferentes cuadros la referencia de cada uno de los cuadros de este capítulo.

<b>REFERENCIA</b>	<b>CUADRO No.</b>
➤ MANUAL DE OPERACION	4.1
➤ MANUAL DE MANTENIMIENTO	4.2
➤ MANUAL DE SEGURIDAD	4.3
➤ HOJAS DE REGISTRO	4.4

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 1/3</b>
	<b>MANUAL DE OPERACION</b>	<b>Cuadro No. 4.1</b>
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Ayala Diego	<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Trujillo Guillermo	<b>Fecha: 29-03-2005</b>

### **1. OBJETIVO**

Documentar normas que se deben observar para la operación de la matriz y prensa o punzonadora.

### **2. ALCANCE**

Instruir al operario los pasos para el montaje y utilización de la matriz.

### **3. NOMBRE DEL EQUIPO**

MATRIZ DE ESTAMPADO Y PUNZONADO.

### **4. OPERACIÓN**

Al tener el molde, en estas condiciones se lo monta en la prensa o troquel en la plancha porta matriz, teniendo en cuenta que el eje de la prensa o troquel este correctamente centrado y alineado al eje del punzón.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 2/3</b>
	<b>MANUAL DE OPERACION</b>	<b>Cuadro No. 4.1.</b>
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Ayala Diego	<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo	<b>Fecha: 29-03-2005</b>

Antes de trabajar se tiene que comprobar esta alineación, con una escuadra para evitar el esfuerzo excesivo de la sufridera.

Para evitar que la matriz se desplace en la prensa o troquel es necesario sujetarla con pernos a la estructura de la prensa o troquel, la boquilla sujeta punzón también debe estar sujeta firmemente al eje de la prensa.

Una vez preparado el material (cortado) y lubricado con diesel, es introducido hasta el tope por la abertura que esta entre las guías, se cierra la llave de fluido hidráulico de la prensa, y se procede al bombeo.

Por acción de la palanca de la prensa empieza el conformado del logotipo en la plancha de aluminio.

Antes de extraer la pieza conformada, la llave del líquido hidráulico de la bomba debe ser abierta para liberar la presión sobre la pieza.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 3/3</b>
	<b>MANUAL DE OPERACION</b>	<b>Cuadro No. 4.1.</b>
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Ayala Diego	<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Trujillo Guillermo	<b>Fecha: 29-03-2005</b>

Al extraer el logotipo es necesario que el eje de la prensa con la boquilla porta punzón regrese a la posición previa.

Se retira la pieza ayudándonos del mismo material entrante el cual empuja al material ya conformado listo para darle el acabado.

El logotipo obtenido es sometido a un proceso de acabado es decir quitado de rebabas y terminado superficial o pulido.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 1/2</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 4.2.</b>
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Ayala Diego	<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo	<b>Fecha: 29-03-2005</b>

### **1. OBJETIVO**

Documentar los procedimientos de mantenimiento para la correcta operación de la matriz de estampado y punzonado.

### **2. ALCANCE**

Mantener en condiciones eficientes de funcionamiento y dar al personal del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico el procedimiento correcto para el mantenimiento de esta matriz, así también de la prensa o troqueladora.

### **3. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO**

Para mantener un continuo y satisfactorio funcionamiento de la matriz se debe realizar una inspección periódica de la misma ya que al trabajar con aluminio tiende a embotarse por lo que necesita un listado de actividades que se detallarán a continuación.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 2/2</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 4.2.</b>
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Ayala Diego	<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo	<b>Fecha: 29-03-2005</b>

1. Tenga cuidado que el eje no este con suciedades por que puede trabarse.
2. Siempre debe de mantenerse las superficies móviles lubricadas con diesel para evitar el desgaste y corrosión.
3. Cada 50 logotipos, cepillar el cuño para evitar el embotamiento de la matriz.
4. Registre cada operación de mantenimiento y causas de defecto en la vida de la matriz de estampado y punzonado para llevar un control de su servicio.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 1/1</b>
	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Cuadro No. 4.3.</b>
	<b>Elaborado por:</b> Alno. Ayala Diego	<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo	<b>Fecha: 29- 03-2005</b>

## **1. OBJETIVO**

Enseñar al operario cuales son los posibles peligros que puede ocasionar al momento de poner en funcionamiento la matriz.

## **2. PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD**

Mantener en orden y aseado el lugar de trabajo, libre de suciedad y obstáculos.

Depositar el material de desecho, en los lugares propicios para ello.

Tener mucho cuidado con los dedos cuando ponga a trabajar la prensa o troquel quitándolos en el momento que entre en funcionamiento.







## CAPÍTULO V

### ESTUDIO ECONÓMICO

#### 4.1 Presupuesto

En el perfil de proyecto de Grado, se hizo un presupuesto estimativo de 600 USD, para que la construcción de la matriz se haga realidad

#### 5.2. Estudio Económico

Para la construcción de la matriz de estampado y punzonado con el logotipo del I.T.S.A. se utilizó varios tipos de aceros, máquinas, herramientas que fueron escogidos de la mejor forma para minimizar costos de construcción tomando en cuenta la operación de la matriz.

Durante la construcción de esta matriz se destacan los siguientes costos económicos.

- Material
- Máquinas - herramientas
- Mano de obra
- Otros

**MATERIAL.-** Comprende los diferentes tipos de aceros usados así como materiales mecánicos usados en la construcción de la matriz de punzonado y estampado.

**MAQUINAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS.-** En la construcción de la matriz de punzonado y estampado se utilizó varias máquinas y herramientas. Se realizó las tareas de oxicorte, cepillado mecánico, fresado, taladrado, torneado, electro erosionado.

**MANO DE OBRA.-** Se refiere a la mano de obra comprende construcción, manufactura, lubricación, montaje, desmontaje etc.

**OTROS.-** Comprende los gastos de transporte, elaboración de planos y compra de una plancha de aluminio para las platinas con el logo del ITSA.

**Tabla 5. 1 Costo de material de matriz**

<b>Nº</b>	<b>ITEM</b>	<b>CANT</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>V/UNIT. USD.</b>	<b>SUBTOTAL USD</b>
1	Plancha Acero 1045	1	unidad	20	20
2	Plancha Acero K 460	1	unidad	50	50
3	Eje Acero 1045	1	unidad	20	20
4	Pernos Hallen M8	2	unidad	0.50	1
5	Pernos hallen M6	4	unidad	0.30	1.2
6	Electrodo	1	unidad	50	50
7	Resorte	1	unidad	1	1
<b>TOTAL</b>					<b>143.2</b>

**Tabla 5.2 Costo de máquinas herramientas y equipos**

<b>Nº</b>	<b>ITEM</b>	<b>CANT</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>V/UNIT. USD.</b>	<b>SUB. TOTAL USD</b>
1	Oxicorte	1	Horas.	20	20
2	Cepillo Mecánico	1	Horas.	10	10
3	Fresadora	4	Horas.	15	60

<b>4</b>	Taladro de Columna	<b>1</b>	Horas	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	Torno	<b>2</b>	Horas	<b>15</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	Electroerosionadora	<b>1.5</b>	Horas	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>					<b>230</b>

**Tabla 5.3 Costo de otros (Aluminio, planos, transporte)**

<b>Nº</b>	<b>ITEM</b>	<b>CANT</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>V/UNIT. USD.</b>	<b>SUBTOTAL USD</b>
<b>1</b>	Plancha aluminio	<b>1</b>	unidad	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>2</b>	Planos	<b>5</b>	unidad	<b>10</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	Transporte	<b>6</b>	unidad	<b>1.5</b>	<b>9</b>
<b>TOTAL</b>					<b>89</b>

**Tabla 5.4 Costo Total de la matriz**

<b>Nº</b>	<b>ITEM</b>	<b>SUB. TOTAL USD</b>
<b>1</b>	Materiales	<b>143.2</b>
<b>2</b>	Máquinas - Herramientas	<b>230</b>
<b>3</b>	Otros	<b>89</b>
<b>TOTAL</b>		<b>462.2</b>

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- El presente estudio ha permitido elaborar una matriz de estampado y punzonado para la fabricación de logotipos obteniendo excelentes resultados en el proceso de estampado de estos en aluminio.
- Se realizaron cincuenta platinas con el logotipo del ITSA.e n las cuales se obtuvo un 98% de eficiencia en el trabajo de la matriz construida.
- La prensa hidráulica del I.T.S.A. con capacidad de 4 toneladas nos permite tener la fuerza necesaria para el corte de las chapas de aluminio pero no nos permite tener un conformado adecuado del logotipo del I.T.S.A.
- La matriz opera de una manera óptima y satisfactoria, al momento de utilizar la troqueladora, en vista de que funciona mejor por impacto.
- Los manuales de mantenimiento y operación permitirán prolongar el tiempo de vida útil de la matriz.

## **6.2. Recomendaciones.**

- Se recomienda construir una máquina troqueladora para la utilización de esta matriz.
  
- Es necesario utilizar diesel o aceite SAE 10 para lubricar la matriz, en vista de que si se utiliza otro lubricante provocaría acumular rebabas y limallas que se obtienen al momento de cortar el material de las platinas.
  
- Para aprovechar mejor el material se recomienda cortarlo en tiras de 4.5 cm de ancho.