

870117

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

7

FACULTAD DE INGENIERIA



INSTALACION DE UNA PEQUEÑA INDUSTRIA PARA LA  
PRODUCCION DE ACCESORIOS ELECTRICOS,  
UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:

**RICARDO MARTINEZ GALLARDO MENDOZA**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

GUADALAJARA, JALISCO,

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

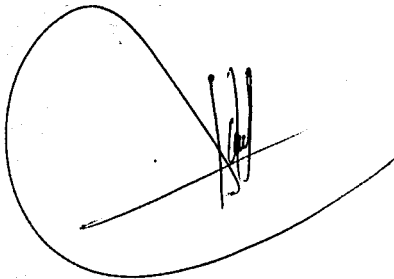


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



*[Handwritten signature]*

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

PRESENTACION DE LA TESIS QUE PARA  
OBTENER EL TITULO DE INGENIERO DE  
CARGO ELECTRICISTA AREA INDUS—  
TRIAL, PRESENTA:  
RICARDO LARRINEX GALLARDO MENDOZA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

AFFE TODO A MIS PADRES  
DE QUIENES RECIBI TODO  
EL APOYO MORAL Y MATE-  
RIAL, NO SOLO PARA RE-  
LIZAR ESTA TESIS, SINO  
EN TODAS LAS ETAPAS DE  
MI FORMACION.

A MIS MAESTROS  
POR TODO AQUELLO QUE -  
HABIA Y GENERALMENTE-  
ME SUPERON TRASHIDIPIN.

A MIS HERMANOS  
COMARCALES DISCRE-  
TOS PERO IMPORTANTES  
EN MI FORMACION -  
COMO L. GONZALEZ.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

▲ CONCHITA CON CARINO POR-  
TODO EL TIEMPO QUE DEDICO-  
PARA IMPULSARME A REALIZAR  
ESTE PROYECTO.

Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS  
DE QUIENES RECIBI UN SABIO-  
CONSEJO, UNA PALABRA DE A-  
LIENTO, UNA EXPERIENCIA COM-  
PARTIDA, UNA PACIENTE EXPLI-  
CACION O CUALQUIERE OTRA -  
FORMA DE AYUDA QUE POR FE-  
QUESEA QUE FUERA, PARA MI -  
FUE IMPORTANTE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Guadalajara, Jal., 6 de Marzo de 1981.

ESCUELA DE INGENIERIA

Al Pasante de  
Ingeniero Mecánico Electricista  
Area: Industrial  
Sr. Ricardo Martínez Gallardo Mendoza  
P r e s e n t e .

En contestación a su solicitud de fecha 24 de Febrero del presente año, me es grato informarle que la Comisión de Tesis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted deberá desarrollar para su examen de Ingeniero Mecánico Electricista, el que a continuación transcribo:

"INSTALACION DE UNA PEQUEÑA INDUSTRIA PARA LA PRODUCCION DE ACCESORIOS ELECTRICOS, UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION".

- I.- INTRODUCCION.
- ✓ a) Breve descripción y datos generales del producto (Chalupas, cajas de registro, etc. y sus utilidades en la construcción).
  - ✓ b) Costos actuales en el mercado y su consumo.
- II.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.
- ✓ a) Utilización de los productos y sus componentes.
  - ✓ b) Datos técnicos de los productos y las especificaciones a que deben apegarse.
- III.- ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCION.
- a) Características de las materias primas utilizadas.
  - ✓ b) Las diferentes fases del proceso y la maquinaria a utilizar.
  - c) Estudio de tiempos y movimientos en las diferentes fases.
  - d) Cálculo de la producción.
  - e) Control de calidad.
  - ✓ f) Cálculo del costo de producción de cada artículo ya empaclado.
- Jac*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



ESCUELA DE INGENIERIA

IV.-

ESTUDIO ECONOMICO.

- a) Financiamiento.
- b) Activos fijos y depreciación.
- c) Medición de Ingresos.

V.-

CONCLUSIONES.

- a) Evaluación y criterios finales, basadas en el estudio económico de la Tesis.

BIBLIOGRAFIA.

Ruego a usted tomar nota que la copia fotografiada del presente oficio, deberá ser incluida en los preliminares de todo ejemplar de su Tesis.

Atentamente.  
"CIENCIA Y LIBERTAD"

Ing. Luis Jorge Aguilera Casillas.  
Director.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**TEMA:** Instalación de una pequeña industria para la producción de accesorios eléctricos, utilizados en la construcción.

**CAPITULOS:**

**I.-Introducción**

- a) Ubicación del proyecto en el marco económico social actual.
- b) Costos actuales en el mercado y su consumo.

**II.-Características y especificaciones del producto**

- a) Diseño del producto y sus componentes
- b) Datos técnicos de los productos y las especificaciones a que -  
deben ajustarse
- c) Diseño de los troqueles.

**III.-Estudio del proceso de producción**

- a) Características de las materias primas utilizadas
- b) Las diferentes fases del proceso y la maquinaria a utilizar
- c) Estudio de tiempos y movimientos en las diferentes fases
- d) Cálculo de la producción
- e) Control de calidad
- f) Cálculo del costo de producción de cada artículo ya empaquetado.

**IV.-Estudio económico**

- a) Financiamiento (FCGAIN)
- b) Activos fijos y depreciación
- c) Medición de ingresos

**V.- Conclusiones**

- a) Evaluación y criterios finales, basadas en el estudio económico de la tesis.

**BIBLIOGRAFIA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

A) Perspectivas de la Industria en General dentro del marco económico Nacional actual.

Elaborar un proyecto Industrial, por pequeño o grande que sea, implica analizar las posibilidades que tiene este en un espacio y tiempo determinados, en este caso se trata de un México 1983 que pasa por una profunda crisis económica cuyos principales síntomas son un acelerado proceso inflacionario y una grave recesión Industrial.

El Estado Mexicano, con la indiscutible Rectoría Económica que ha ejercido en las últimas décadas y que fortalece día con día, ha iniciado un proceso de reordenación económica, cuyos puntos esenciales son resumidos en su Plan Nacional de Desarrollo. El objeto de esta Tesis no es apoyar ni criticar dicho Plan, pero es importante para la misma partir de una realidad: El Plan Nacional de Desarrollo establece el marco en el cual habrá de desarrollarse cualquier actividad económica si ésta desea gozar de las prerrogativas y facilidades que el Estado otorga y que en casos como las divisas para importación de maquinaria, se vuelven indispensables.

La Industria en general constituye un aspecto del desarrollo fundamental. Es capaz de proteger y fomentar el empleo en una época en que el desempleo se torna una de las más graves males sociales, y al mismo tiempo tiene la posibilidad de atacar otro gran problema que atraviesa México: La inflación, pues aumentar la productividad significa entre otras cosas reducir los costos de producción y el valor del producto y por consiguiente aumentar la cantidad de mercancías en el Mercado y abatir con ello el precio de cada una.

Una vez que se logra la protección del empleo y el control de la Inflación, se recuperará la capacidad de crecimiento.

Pero no se trata tan solo de aumentar la productividad de la Industria, si el objeto es Desarrollo Nacional, habrá que definir el tipo de productividad que se espera y en que tipo de Industria.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las industrias que mas apoyo abierto reciben del gobierno, son la pequeña y mediana industria por tener gran capacidad de crear empleos y adaptarse -si reciben los financiamientos adecuados- a las necesidades economicas de los diferentes momentos. Esto es por que su planta productiva instalada no es tan especializada y rígida, y por lo tanto puede sufrir pequeñas o medianas transformaciones para producir diferentes mercancías de acuerdo a la demanda de cada momento. En lo que se refiere a aumentar la productividad de la industria, aparecen dos posibilidades: por un lado se importa la técnica del extranjero mediante las grandes industrias transnacionales como hasta ahora se ha venido haciendo en la mayoría de los casos, lo que conlleva una fuerte dependencia tecnológica y mayor necesidad de divisas, aspecto que no es propiamente propulsor del desarrollo nacional, o bien se toma el otro camino, apoyar la industria nacional productora de mercancías y de técnicas nacionales donde el papel del ingeniero industrial toma una gran importancia como creador y administrador de una productividad cada vez mas independiente.

La presente tesis es simplemente una muestra de como los conocimientos que nos ofrece la ingeniería industrial nos permiten proyectar un proceso de producción cuya organización y optimización de los recursos disponibles permita producir mercancías de calidad y tan competitivas en el mercado que contribuyan a abatir la inflación.

Dicho proyecto se enfocará a la producción y abastecimiento de productos o accesorios eléctricos utilizados en la construcción. Estos artículos son: chalupa, caja de registro cuadrado, redondo y sus respectivas tapas. Dentro de la construcción son utilizadas para instalaciones eléctricas donde son parte de nudos y terminales eléctricas. Las chalupas son utilizadas para ensamblar la placa porta-switch donde van sujetados los interruptores para encender y apagar las luces en una habitación o en cuarto en general, además sirve para detener la toma de corriente que va sujeta en la placa porta-switch.

La caja de registro sirve para hacer los nudos donde va a realizarse un cambio de dirección de los cables eléctricos y también pa-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ra detener las lámparas de iluminación de un cuarto o habitación.

Las cajas de registro tienen tapas de las cuales se sujetan las lám  
paras, como señalabamos anteriormente y sirven además para tapar las -  
conexiones y se mantienen libre de polvo, evitando posibles cortos dir  
cuitos. Existen dos tipos de cajas de registro: Redonda y cuadrada,-  
de las cuales su utilidad es la misma, pero habiendo una diferencia af  
nima en cuanto a su capacidad de guardar cables en su interior. La -  
redonda es más chica que la cuadrada y por tanto su capacidad es menor.

Dadas pues las explicaciones Generales de los productos a proyectar  
y sus respectivas utilidades, nos disponemos, ahora sí, a entrar de lle  
no a la materia de la tesis.

B) Costos actuales en el mercado y su consumo.

Para determinar la demanda nacional de los productos a fabricar, vamos a basar en datos estadísticos tomados de un boletín de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, que proporciona datos de la inversión total por año de este ramo industrial, así como la participación directa en la estructura Nacional del Producto Interno Bruto. En dichos estadísticos se recabaron datos hasta 1981, por lo que se estima la inversión de 1982 y se proyecta una demanda, para 1983 que se muestra en la tabla No. 1-1.<sup>1</sup> Tomando en cuenta estos datos y desglosando la participación de la construcción por sectores (vivienda, presas, urbanización, vías terrestres, etc. Tabla 1-2 (A,B)) vamos a calcular la demanda de chalupas y cajas de registro a nivel nacional, tomando como base que el metro cuadrado de construcción en 1983, cuesta 15,000.00 pesos M/N aproximadamente, incluyendo materiales, mano de obra y diseño. Después vamos a centrarnos en la situación geográfica del país, para ubicarnos en el estado de Jalisco, donde vamos a realizar nuestro estudio de demanda. El proyecto se llevará a cabo en la población de Zapópan, dentro del edo. de Jalisco. Esto se debe a que Zapópan está dentro de las zonas prioritarias para el financiamiento de pequeñas y medianas industrias por parte de Fogain. Además Jalisco es uno de los principales estados constructores dentro del país; como se observa en la tabla 1-3,<sup>2</sup> por lo que se analizará el proyecto en esta zona y se tratará de cubrir la demanda de tal región geográfica y después canalizar las ventas en otros lugares hasta alcanzar una demanda nacional.

La Construcción en la actividad Nacional.

Definición: "Comprende los trabajos efectuados por establecimientos o unidades dedicados principalmente a la organización y a la realización total o parcial de edificación y obras de Ingeniería Civil, tales como obras de urbanización, saneamiento, electricidad, comunicaciones y transportes, hidráulicas y marítimas.

Incluye las nuevas construcciones, así como las reformas, reparaciones y mantenimiento, tanto de carácter artesanal como técnico".<sup>3</sup>

1-4

<sup>1</sup>Boletín de la Industria de la Cámara de la Construcción de 1983

### Divisiones Económicas.

La estructura funcional de la economía nos permite ubicar la construcción dentro de las actividades principales del país (grandes divisiones económicas)<sup>6</sup>; la magnitud de cada una de ellas se efectúa a través de su valor agregado (VA)<sup>7</sup>. La suma de todos sus valores, dado como resultado el Producto Interno Bruto (PIB) del país. Esta cifra a pesos constantes, permite determinar sus niveles dentro de la estructura económica nacional, y evita duplicaciones en los valores resultantes. La tabla 1-1, muestra los valores a precios constantes de 1970, para los años 1970 y 1981, como una estimación para 1982 y su pronóstico para 1983.

La construcción forma parte importante dentro de las divisiones económicas para la formación del valor agregado (tabla 1-1); siendo el segundo lugar dentro de los que tienen mayor porcentaje de remuneración de asalariados. Esta situación de la construcción la coloca en una situación muy importante dentro de la actualidad, ya que queda como uno de los agentes para generar ocupación y dar remuneración a los obreros.

### Estimación de la demanda.

Para determinar la demanda de productos eléctricos en la construcción, vamos a enfocarnos en la predicción de ventas, basándonos en el uso de indicadores económicos. Estos indicadores describen las condiciones económicas que prevalecen durante un periodo largo de tiempo. En este caso el indicador económico será la inversión total de la construcción por año en el estado de Jalisco<sup>8</sup>; para determinar el número de metros cuadrados por año, ya que hay una relación directa o correlación entre la venta de chalupas, cajas de registro y el indicador económico.

Según observaciones hechas por un constructor, se consumen tres chalupas, 3 cajas de registro y 3 tapas para las cajas, por cada 15 metros cuadrados de construcción.

Usando el método de los mínimos cuadrados vamos a ajustar los datos de construcción a una recta, que será la ecuación de demanda:  $Y = a + bX$ . El método de los mínimos cuadrados da como resultado una e-

SECTOR DE LA CONSTRUCCION	1970	1981	1982 (e)	1983 (p)
Actividades primarias (explotación)	54.1	80.5	79.2	77.6
Agropecuaria, Silvicultura y Pesca.				
Minería y Extracción de Pe tróleo y Gas.	11.2	31.9	33.6	32.0
Actividades Secundarias (Industrial)				
Industria Manufacturera	105.2	225.3	224.4	211.4
Construcción	23.5	51.7	48.8	38.9
Electricidad	5.1	13.7	14.3	13.5
Sector Terciaria (Servicios)				
Comercio, Restaurantes, Hoteles.	115.2	235.4	226.3	205.3
Transporte, Alimentación y Comunicaciones.	21.4	69.9	70.4	67.3
Servicios Financieros, Seguros e inmuebles.	50.2	86.3	85.3	83.4
Servicios Comunes, Sociales y Personales.	63.7	127.9	133.5	135.3
Servicios Bancarios	-5.4	-12.4	-11.6	-10.0
Producto Interno Bruto de México.	444.3	910.2	904.2	854.7
(e) Estimado				(p) proyección.

**TABLA 1 - 1.**

PRODUCTO INTERNO BRUTO Y COMPOSICION POR GRANDES  
DIVISIONES ECONOMICAS.  
(MILES DE MILLONES DE PESOS CONSTANTES EN 1970).

AÑO	PRODUCCION (MILLONES DE PESOS A PRECIOS CORRIENTES).
1977	73,200.0
1978	96,600.0
1979	150,100.0
1980	250,693.8
1981	446,276.0

**TABLA 1 - 2A** PRODUCCION POR AÑO DE LA INDUSTRIA  
DE LA CONSTRUCCION. (NACIONAL)

TIPO DE OBRA O SERVICIO	1977	1978	1979	1980	1981
Construcción Industrial	26.3%	29.4%	20.0%	24.3%	11.3
Edificación No-Residencial	14.8	12.5	16.7	11.3	19.3
Urbanización	9.7	8.8	13.2	10.3	15.7
Vivienda	11.9	9.4	12.6	5.7	7.3
Vías Terrestres	12.4	12.3	9.1	19.3	12.2
Instalaciones	6.2	5.7	8.6	3.8	4.7
Estudios y Proyectos	6.9	8.7	7.8	6.4	8.5
Riego	7.4	8.2	6.6	5.2	6.8
Obras Marítimo-Fluviales	1.5	2.1	2.9	2.4	2.8
Presas	2.9	2.5	2.5	3.9	1.3
Otros		0.4		8.3	10.1
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**TABLA 1 - 2B** EVOLUCION DE LA DEMANDA POR TIPO DE OBRA O SERVICIO.  
(NACIONAL)

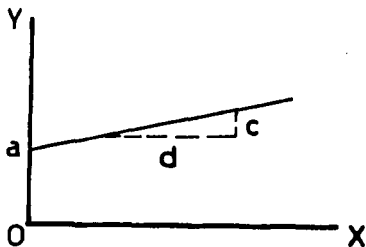


ESTADO DE LA REPUBLICA	1980	1981
Agascalientes	1295	4029
Baja California Sur	2800	899
Baja California Norte	5213	10118
Campeche	5496	20137
Chihuahua	6061	11921
Chiapas	9349	8919
Cochila	6459	7717
Colima	1164	1867
Distrito Federal	42465	64160
Durango	2298	5285
Guana juato	3962	10051
Guerrero	9282	18716
Hidalgo	2079	3566
Jalisco	7523	20912
México	18195	46713
Michoacán	6235	13738
Morelos	2057	4588
Nayarit	1156	1872
Nuevo León	7630	5705
Oaxaca	4564	10923
Puebla	3154	6543
Quintana Roo	873	2019
Querétaro	4191	8763
Sinaloa	10615	44162
Sonora	4526	10198
San Luis Potosí	3007	9108
Tabasco	27103	40951
Tamaulipas	8951	14290
Tlaxcala	798	2453
Veracruz	38474	28842
Yucatán	3450	2683
Zacatecas	654	3017
Exterior	382	—
TOTAL	250694	446276

TABLA 1 - 3

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA DEMANDA DE CONSTRUCCION.

cuación que describe y localiza la línea de mejor aproximación. Esta línea puede describirse en término de dos cosas. Una es el punto en el cual ésta interseca el eje "Y"; este punto se llama intersección "Y". El otro es la pendiente de la línea "b"; la pendiente es la cantidad en la cual la variable "Y", aumenta para un incremento unitario en el valor de la variable "X". Como se muestra en la siguiente figura.



Si conocemos la intersección "Y" y la pendiente, la ecuación de la línea se puede determinar de la expresión general de la ecuación de una línea, que es como sigue:

$$Y' = a + bX$$

donde Y' = Valor calculado de la variable dependiente, que es la variable cuyo valor se va a predecir.

a = Intersección "Y" de la línea de mejor aproximación.

b = Pendiente de la línea de mejor aproximación.

X = Valor dado de la variable independiente, que es la variable en términos de la cual se debe predecir el valor de la variable dependiente.

Para relacionar esto con nuestra aplicación de pronóstico de venta,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

"Y", representaría el valor de las ventas, o sea la variable cuyo valor se va a predecir, y "X" representaría el valor del indicador económico, o sea la variable cuyo valor se va a dar.

Con el método de los mínimos cuadrados, determinamos los valores de la intersección "Y" y de la pendiente de la línea, trabajando con los datos dados. Esto puede hacerse realizando las sustituciones apropiadas en las expresiones siguientes:

$$\sum Y = na + b\sum X$$

$$\sum XY = a\sum X + b\sum X^2$$

donde  $\sum$  = Signo de suma

X = Valores dados de la variable independiente, que en nuestro problema sería el indicador económico.

Y = Valores dados de la variable dependiente, que en nuestro problema serían ventas.

n = Número de observaciones de ambas variables.

Resolviendo las ecuaciones 1 y 2, para a y b, tendremos:

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum X}{n}$$

Estas ecuaciones se resuelven teniendo los datos y así se obtienen las ecuaciones de la recta más próxima a los datos. Debido a las desviaciones entre las ventas reales y las estimadas, se va a calcular el coeficiente de correlación, que sirve para tener una base acerca de la fiabilidad del indicador económico y los datos de venta.

Para determinar el grado de correlación, se presenta un cuadro que indica la interpretación a este coeficiente y que es comúnmente aceptada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Valor absoluto del coeficiente de correlación.	Interpretación
1.00 - 0.90	Correlación muy alta
0.90 - 0.70	Correlación alta
0.70 - 0.40	Correlación moderada
0.40 - 0.20	Correlación baja
0.20 - 0.00	Correlación muy leve

Una vez determinado el coeficiente de correlación de los datos obtenidos, se calculará la ecuación de la recta que describe los puntos mas cercanos a la realidad.

Básicamente vamos a estimar por el método de los mínimos cuadrados, tomando datos de las tablas N°. 1-2A y 1-2B, de los cuales observamos existen diez tipos de servicios que demanda la construcción. De estos la construcción industrial, la edificación no residencial y la vivienda, requieren del consumo de chalupas y cajas de registro; las otras no las tomamos en cuenta por que son instalaciones donde sería despreciable su consumo.

Se estimaran los porcentajes en el año de 1982 y 1983 por medio del método explicado, logrando saber que parte del total de la construcción se destina a estos tres sectores. Despues, haciendo uso de la tabla 1-3, vemos que Jalisco ocupa un promedio del 3.85% del total del consumo de producción nacional, logrando determinar el consumo de Jalisco en 1982 y 1983.

año	X	Y	Y'
1977	73,200.00	26.3%	* 27.52%
1978	96,600.00	29.4%	* 26.57%
1979	150,100.00	20.0%	* 24.41%
1980	250,613.80	24.3%	* 20.35%
1981	446,276.00	11.3%	* 13.45%
1982	*465,820.90	—	* 11.66%
1983	*439,761.00	—	* 12.71%

\*valores estimados

\* 9 Boletín de la Cámara de la Industria de la Construcción 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Según vemos en la anterior tabla, observamos en la primer columna— el estimador económico que en nuestro caso es el monto total de millones de pesos destinados a la construcción por cada año. En la segunda columna vemos los datos en porcentaje dentro del sector de construcción industrial, al que pertenece dentro de la rama de la construcción. La tercer columna se obtienen los datos calculados o estimados de la ecuación de regresión que se desarrolla a continuación:

Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1977	73,200.0	26.3%	1'925,160	5.358x10 <sup>9</sup>	691.69
1978	96,600.0	29.4%	2'840,040	9.332x10 <sup>9</sup>	864.36
1979	150,100.0	20.0%	3'002,000	2.253x10 <sup>10</sup>	400.00
1980	250,693.8	24.3%	6'091,859	6.285x10 <sup>10</sup>	590.49
1981	446,276.0	11.3%	5'042,919	19.916x10 <sup>10</sup>	127.69
1982	465,820.9	—	—	—	—
1983	439,761.0	—	—	—	—
Suma	1'016,869.8	111.3	18'901,978	2.992x10 <sup>11</sup>	2674.23

Los datos anteriores fuerón calculados para aplicarlos a la ecuación de regresión y determinar la interpretación de los datos.

$$r = \frac{5(18'901,978) - (1'016,869.8)(111.3)}{(5 \times 2.992 \times 10^{11} - (1'016,869.8)^2)^{\frac{1}{2}} (5(2674.23) - (111.3)^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$r = 0.8756573$$

Según vemos la correlación que en la interpretación de alta, por lo que la estimación está muy cerca de la realidad.

Para determinar la ecuación de regresión se necesitan la pendiente y la ordenada al origen (a y b).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

$$b = \frac{5(18'901,978) - (1'016,869,8)(111,3)}{5(2.992295 \times 10^{11}) - (1'016,869,8)^2} = -4.039554 \times 10^{-5}$$

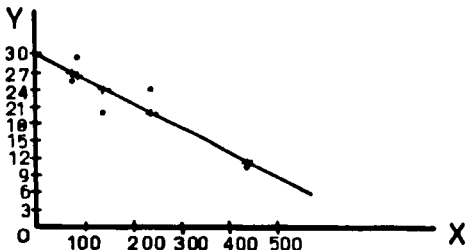
$$a = \frac{111,3 + 4.039554 \times 10^{-5} (1'016,869,8)}{5} = 30.475401$$

$$Y' = 30.4754 - 4.039554 \times 10^{-5} X$$

Ecuación para determinar los valores de demanda.

Para:  $X = 465,820.9$        $Y' = 11.66\%$

$X = 439,761.0$        $Y' = 12.71\%$



+ Gráfica de valores calculados de demanda para la Construcción Industrial. (x) Valores estimados. (•) Valores reales.

Dentro del sector de la Edificación no residencial tenemos <sup>10</sup>

Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1977	73,200.0	14.8	1'083,360	5.36 x 10 <sup>9</sup>	219.04
1978	96,600.0	12.5	1'207,500	9.33 x 10 <sup>9</sup>	156.25
1979	150,100.0	16.7	2'506,670	2.25 x 10 <sup>10</sup>	278.89
1980	250,693.8	11.3	2'832,840	6.28 x 10 <sup>10</sup>	127.69
1981	446,276.0	19.3	8'613,127	19.92 x 10 <sup>10</sup>	372.49
1982	465,820.9				
1983	439,761.0				

\* 10 Boletín de la Cámara de Industria de la Construcción 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$r = \frac{5(16'243,497) - (1'016,869,8)(74,6)}{5(2.992295 \times 10^{11}) - (1'016,869,8)^2} \quad \frac{5(1154,36) - (74,6)^2}{}$$

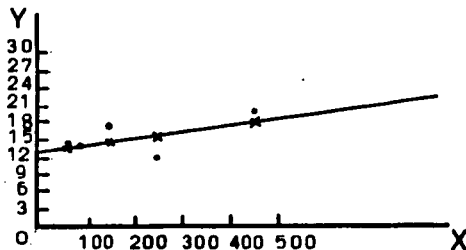
$$r = 0,5484$$

$$b = \frac{5(16'243,497) - (1'016,869,8)(74,6)}{5(2,99 \times 10^{11}) - (1'016,869,8)^2} = 1,1596 \times 10^{-5}$$

$$a = \frac{74,6 - 1,1596 \times 10^{-5}(1'016,869,8)}{5} = 12,5617$$

$$Y' = 12,5617 + 1,1596 \times 10^{-5} X$$

Para: X= 73,200.0	Y'= 13.4
X= 96,600.0	Y'= 13.7
X=150,100.0	Y'= 14.3
X=250,693.8	Y'= 15.5
X=446,276.0	Y'= 17.7
X=465,820.9	Y'= 20.0
X=439,761.0	Y'= 19.6



\* Grafica de valores calculados de demanda para el sector de Edificación no residencial.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Dentro del sector de la construcción de viviendas tenemos: <sup>11</sup>

AÑO	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1977	73,200.0	11.9	871,080.0	5,36 x 10 <sup>8</sup>	141.61
1978	96,600.0	9.4	908,040.0	9.33 x 10 <sup>9</sup>	88.36
1979	150,100.0	12.6	1'891,260.0	2.25 x 10 <sup>10</sup>	158.76
1980	250,693.8	5.7	1'428,954.7	6.28 x 10 <sup>10</sup>	32.49
1981	446,276.0	7.3	3'257,814.8	19.92 x 10 <sup>10</sup>	53.29
1982	465,820.9				
1983	439,761.0				
Suma	1'016,869.8	46.9	8'357,149.5	2.99 x 10 <sup>11</sup>	474.51

$$r = \frac{5(8'357,149.5) - (1'016,869.8)(46.9)}{5(2.99 \times 10^{11}) - (1'016,869.8)^2} \quad \frac{5(474.51 - (46.9)^2)}{5(2.99 \times 10^{11}) - (1'016,869.8)^2}$$

$$r = - 0.66$$

$$b = \frac{5(8'357,149.5) - (1'016,869.8)(46.9)}{5(2.99 \times 10^{11}) - (1'016,869.8)^2} = - 1.2779 \times 10^{-5}$$

$$a = \frac{46.9 + 1.2779 \times 10^{-5}(1'016,869.8)}{5} = 11.9789$$

$$Y' = 11.9789 - 1.2779 \times 10^{-5} X$$

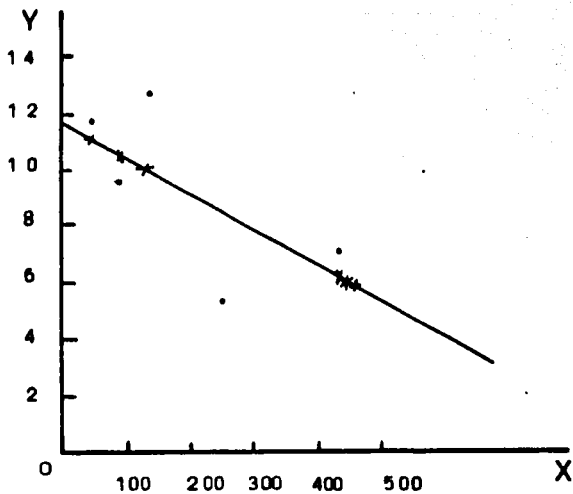
Para: X= 73,200.00	Y'= 11.04
X= 96,600.00	Y'= 10.74
X= 150,100.00	Y'= 10.06
X= 250,693.80	Y'= 8.78
X= 446,276.00	Y'= 6.28
X= 465,820.90	Y'= 6.03
X= 439,761.00	Y'= 6.36

A continuación damos la gráfica de valores calculados de demanda para el sector de Construcción de vivienda. (+) Valores estimados. (•) Valores reales.

\* 11 Boletín de la Cámara de la Industria de la Construcción 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





† Gráfica de la Construcción de viviendas. (x) Demanda estimada -  
(•) Demanda real.

Resumen: La construcción industrial requiere del 12.7% de la demanda total para 1983, que es de 439,761.00 millones de pesos y para este sector de la construcción corresponden 55,849.6 millones de pesos.

La edificación no residencial va a necesitar un 19.6% del total nacional, o sea 86,193.2 millones de pesos.

La vivienda absorberá el 6.36% del total, siendo esta la cantidad de 27,968.8 millones de pesos para tal período.

El total de estos tres sectores es de 170,011.6 millones de pesos, de los cuales el 3.85% se destina a Jalisco.

170,011.6 (0.0385) = 6545.45 millones de pesos

Esta inversión de 1983, recaerá en la demanda de chalupas y cajas de registro, ya que de cada 15 metros cuadrados construidos, se consumen tres chalupas, tres cajas de registro redonda o cuadrada y tres tapas para caja de registro cuadrada o redonda. El metro cuadrado de construcción está a \$15,000.00 promedio.

Entonces de los 6'545,450 millones de pesos a invertir por Jalisco, se construirán 436,363.3 metros cuadrados en el año 1983. Por mes se construirán 36,363.61 metros cuadrados, de los cuales demandarán un total de 7,272.72 chalupas, 7,272.72 cajas de registro cuadrada o redonda y 7,272.72 tapas para caja de registro cuadrada o redonda.

Hay que tomar en cuenta que el proyecto se llevará a cabo inicialmente cubriendo la demanda de Jalisco, pero con proyectos futuros de cubrir la demanda nacional que es de:

170,011.6 millones de pesos anual = 11'334,107 m<sup>2</sup>/año

11'334,107 m<sup>2</sup> demandan 2'266,821 chalupas, cajas de registro y sus respectivas tapas, por año.

11'334,107 m<sup>2</sup> demandan 188,901 chalupas, cajas de registro y sus respectivas tapas por mes.

Precios en el mercado.

Los precios fueron tomados de dos fabricantes de estos productos, u no radicado en México y otro en Guadalajara.

En el mercado existen dos calidades en el producto: 1.- una viene en material delgado y se recubre con chapopote. 2.- la otra viene de material más grueso y galvanizada.

Los precios son los siguientes: - 19 -

Fabricante Lugar.	Chalupa negra	Chalupa galv.	C.R.C. negra	C.R.C. galv.	C.R.R. negra	C.R.R. galv.
Guadalajara	12.70	23.34	24.00	35.91	15.00	23.34
México	12.70	23.40	22.80	34.00	12.70	23.40

Fabricante Lugar	Tapa R. negra	Tapa R. galv.	Tapa C. negra	Tapa C. galv.
Guadalajara	6.50	9.00	12.00	17.50
México	6.20	8.91	12.20	16.60

A estos precios se les carga el 15% de I.V.A. y tienen un 5% de descuento por pronto pago a 15 días. El plazo normal es de 30 días para clientes de alto consumo y de contado para clientes nuevos o de bajo consumo.

El consumo de chalupa negra (enchapopotada), es del 80% del total de la demanda y el resto lo cubre la chalupa galvanizada.

CAPITULO II

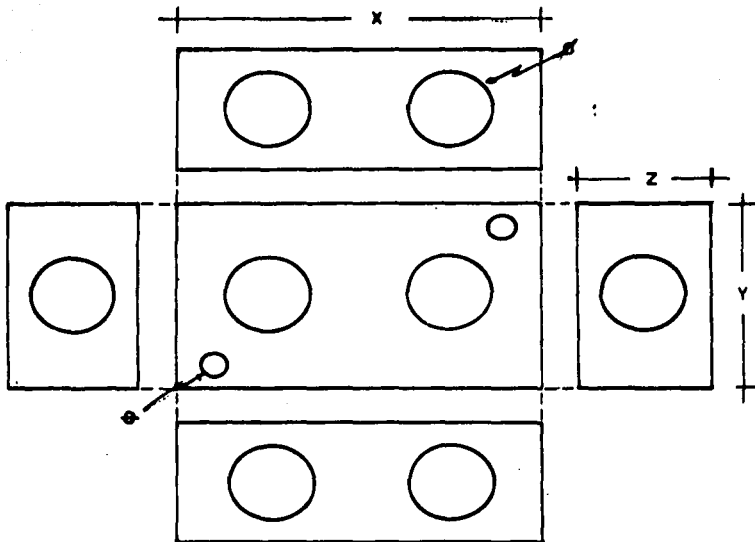
CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

A) Diseño del producto y sus componentes.

En este tema del capítulo II vamos a diseñar las medidas físicas de las obalupas, cajas de registro y de las tapas. Se harán dibujos aplicando las medidas convencionales para cada artículo de acuerdo a su funcionamiento.

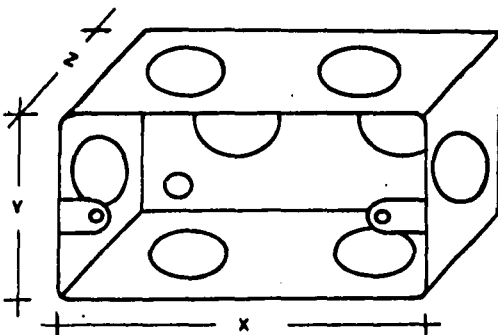
Estos productos son utilizados en la construcción en general, pero hay sectores donde prácticamente no se utilizan como se mencionan en el capítulo I de éste proyecto.

Los dibujos de las piezas con todas sus especificaciones necesarias a diseñar son los siguientes:

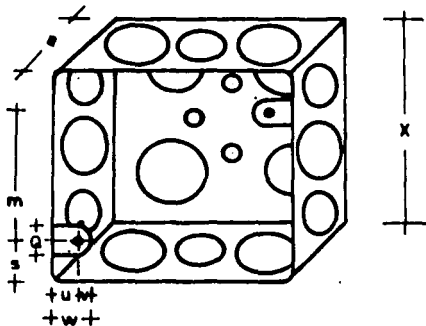
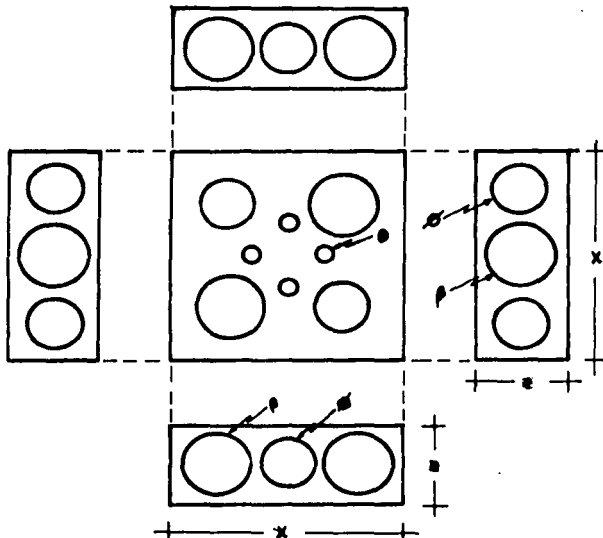


MEDIDAS

- X= 95 mm.
- Y= 55 mm.
- Z= 35 mm.
- Ø= 22 mm.
- Ø= 6.4 mm.
- Y= 3.2 mm.
- W=11.2 mm.
- V= 5.35 mm.
- Q=10.0 mm.
- r= 5 mm.
- u=83.4 mm.
- w= 5.8 mm.

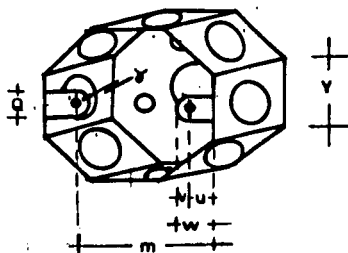
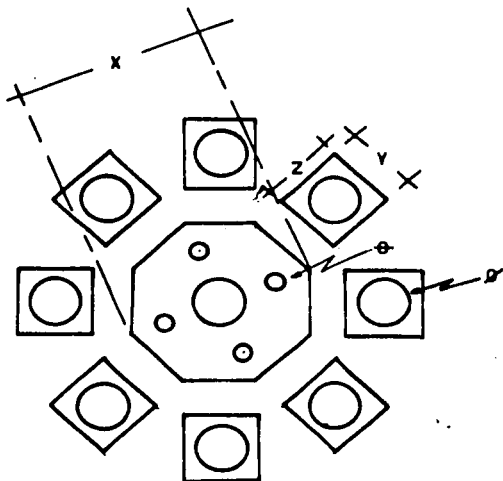


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CAJA DE REGISTRO CUADRADAMEDIDAS

X=	98.40 mm.
Z=	37.20 mm.
P=	22.00 mm.
r=	3.20 mm.
φ=	26.80 mm.
φ=	6.40 mm.

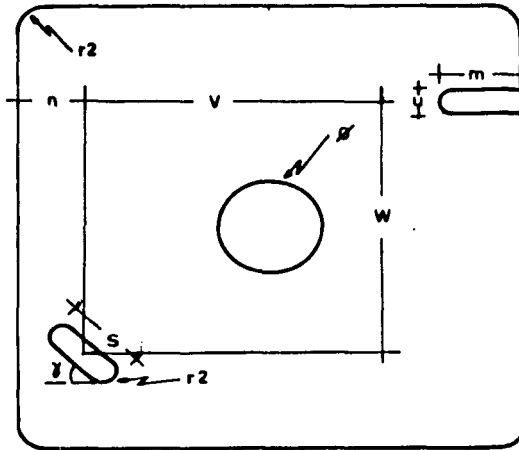
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CAJA DE REGISTRO REDONDOMEDIDAS

X=	80.0 mm.
Z=	39.8 mm.
Y=	30.0 mm.
Q=	12.8 mm.
r=	22.0 mm.
φ=	6.4 mm.
Y=	3.2 mm.
u=	7.5 mm.
v=	11.2 mm.
v=	3.7 mm.
m=	65.0 mm.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

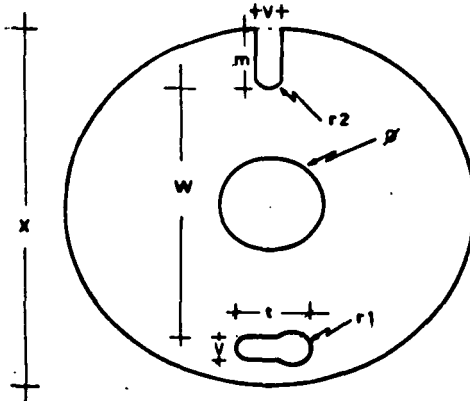
TAPA PARA CAJA DE REGISTRO CUADRA



MEDIDAS

- X= 105 mm.
- phi = 22 mm.
- j=16.5 mm.
- r1= 10 mm.
- r2= 2 mm.
- W= 60 mm.
- v=83.5 mm.
- n=16.4 mm.
- phi = 45° mm.
- n=13.4 mm.
- u= 5.5 mm.

TAPA PARA CAJA DE REGISTRO REDONDO



MEDIDAS

- X= 85 mm.
- phi = 22 mm.
- W= 59 mm.
- V= 5.5 mm.
- n=14.0 mm.
- r1= 3.9 mm.
- r2= 2 mm.
- s = 6.4 mm.
- t = 14 mm.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



B) Datos técnicos de los productos y las especificaciones a que deben apegarse.

Vamos a calcular las secuencias necesarias para llevar a cabo la fabricación de los troqueles adecuados para la fabricación de los artículos señalados. Antes de diseñar finalmente los troqueles hay que recabar los datos necesarios de acuerdo al material a utilizar como son:

- 1.- Cálculo de los pasos necesarios y la secuencia requerida para elaborar la pieza. Determinación del desarrollo y de la tira a troquelar.
- 2.- Cálculo de las fuerzas necesarias para lograr la pieza terminada
- 3.- La velocidad de embutición como es el caso de las chalupas y de las cajas de registro, además de su trabajo de embutición.
- 4.- La lubricación adecuada de las piezas para un acabado perfecto y lograr un control de calidad óptimo.
- 5.- Juego entre el punzón y la matriz, tanto para embutición como para corte o cizallado.

---

1.-En todo diseño de un troquel de embutido es necesario observar primero la relación que se da entre la altura y el diámetro del fondo de la pieza ya acabada. Dicha relación va en proporción directa con el número de operaciones necesarias para elaborarla.

Generalmente pueden embutirse en una sola operación aquellas piezas cuya profundidad es igual a la mitad del diámetro. Esta propiedad es aplicada para piezas chicas de las cuales se hace el estudio la relación de la altura con el diámetro para determinar el número de operaciones necesarias para acabar una pieza es:

$$(*) \quad n = \frac{h}{E \times d}$$

n = número de operaciones

h = altura (mm.)

d = diámetro del recipiente (mm.)

(\*) López Navarro, troquelado y estampación, pag. 135, cap. III.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- $\epsilon = 1/2$  Para piezas de pequeñas dimensiones, como en nuestro caso.  
 $\epsilon = 1/3$  Para piezas de grandes dimensiones.

Determinación del desarrollo, para piezas embutidas.

- 1) Para piezas cilíndricas (Caja de registro redondo)
- 2) Para piezas de base rectangular (Caja de registro cuadrada y la-  
chalupa).

Es muy importante determinar con mucha exactitud el desarrollo - de la pieza antes de procesarla por varias cuestiones:  
- Economía del material a usar, debido a que se utiliza el necesario y se evita recortes posteriores.  
- Control de calidad necesaria para poder dar un acabado de primera.

Esto es debido a que se evita el arrugamiento de material sobrante

La determinación del desarrollo para los dos casos mencionados se basa en que el volumen de material original y de la pieza embutida es igual, puesto que el peso específico del material no varía ya — que sufre un cambio físico y no químico.

- 1) Piezas cilíndricas: La exactitud de los desarrollos determinados teóricamente son rigurosas, debido al estirado que sufren las paredes de los recipientes. Caeríamos en un error si no tomáramos en cuenta éste estiramiento normal en toda embutición. Por tanto exige un factor de corrección basada en la práctica el cual se denomina coeficiente de adelgazamiento  $\alpha = em/e$  (\*) ]  
 $em$  = espesor medio de la pieza embutida (mm.)  
 $e$  = espesor de la lámina (mm.)

El espesor medio de la pieza embutida, se calcula calibrando sobre una pieza ya elaborada, que se consigió en el mercado.

Otro factor que influye en el tamaño del desarrollo es el radio del fondo de la pieza, ya que entre mayor sea el radio menor es el desarrollo. Según (\*)<sup>2</sup> Konecny, si la relación entre  $d/r \gg 20$  se — desprecia este efecto. Para  $15 \leq d/r < 20$  se resta 0,5 veces el radio. Para  $10 \leq d/r < 15$  se resta una vez el radio. Para  $0 < d/r < 10$  se aplica ésta ecuación:

\* 1 EMBUTICION. Capítulo 10. Página 35.

\* 2 Principios Fundamentales para el diseño de Herramientas.  
Capítulo 3. Página 306

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$(*)^3 \quad D = \sqrt{(d-2r)^2 + 4d(h-r) + 2\pi r(d-0.7r)}$$

Para determinar los desarrollos de las piezas antes de embutir - se debe seguir el método de la "Comisión de producción económica" alemana, de la cual se necesita contar con los datos de la altura de la pieza  $H_a$  y  $H_b$ , además de los radios del fondo y de las paredes de las piezas. En el caso de las piezas rectangulares los valores de las alturas están en función de dos parámetros auxiliares  $R$  y  $\alpha$  debido a la influencia mutua de las cantidades de material de las paredes y de las zonas redondeadas.  $R$  y  $\alpha$  no se emplean directamente para la determinación del desarrollo, pero su conocimiento es necesario para el cálculo de los pasos de embutición.

Para determinar el desarrollo, se traza primeramente con las medidas del ancho y largo ( $a, b$ ) el rectángulo O1O2O3O4; que corresponden a los puntos limitantes del rectángulo, luego con  $H_a$  y  $H_b$  se traza el desarrollo de las partes rectas de las paredes (A-A y B-B) se obtiene así una figura en forma de cruz, como se ve en la figura No.2-1 y 2-2.

En cada ángulo se traza, con radio  $R_1$   $(*)^4$ , un cuadrante de circunferencia, tomando como centros los puntos O1, O2, O3 y O4.

La corrección de los ángulos se realiza con los arcos de radio  $R_a$  y  $R_b$ , de manera que las áreas sobrantes  $(U1+U2)$  y  $(V1+W2)$  sean iguales. Para ello se trazan los arcos de circunferencia mencionados con centro en los ejes, que son tangentes a los cuadrantes de circunferencia de radio  $R_1$  y a los lados horizontales y vertical de la cruz, tal como se ve en la fig. No.2-0. <sup>5</sup>

Donde  $R, \alpha, R_1, H_a, H_b$ , se calculan así:

$$R = 1.42 \sqrt{r \cdot h + r^2}$$

$$\alpha = 0.074 (R/2r)^2 + 0.982$$

$$R_1 = \alpha \cdot R$$

$$H_a = 1.57 \cdot r + h - 0.785(\alpha^2 - 1) R^2/a$$

$$H_b = 1.57 \cdot r + h - 0.785(\alpha^2 - 1) R^2/b$$

(\*)<sup>3</sup> Principios fundamentales para el diseño de herramientas  
Anthony R. Konecny Cap.4 Pág. 306 C.E.C.S.A.

(\*)<sup>4,5</sup> Embutición. Capítulo 4. Páginas 89 y 91.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TRAZADO DEL DESARROLLO PARA PIEZAS RECTANGULARES.

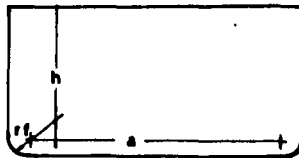
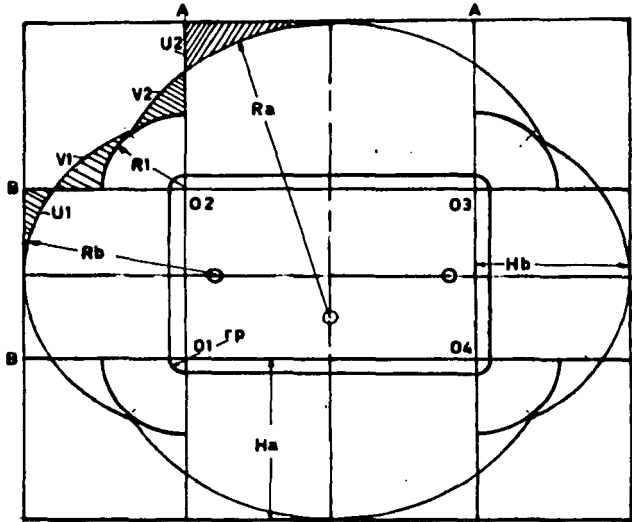


FIGURA No. 2-0

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cálculo para obtener el desarrollo de la caja de registro cuadrada.

Dimensiones:  $a = 88.4$  mm.  
 $b = 88.4$  mm.  
 $r = 5$  mm. =  $r_p = r_f$   
 $h = 46.55$  mm.

$$R = 1.42 \sqrt{5(46.55) + 5^2}$$

$$R = 16.05 \text{ mm.}$$

$$\alpha = 0.074 (16.05/2 \times 5)^2 + 0.982 = 1.17$$

$$R_1 = 1.17 \times 16.05 = 18.78 \text{ mm.}$$

$$H_a = H_b = 1.57 \times 5 + 46.55 - 0.785(1.17^2 - 1) 16.05^2/88.4$$

$$H_a = H_b = 53.56 \text{ mm.}$$

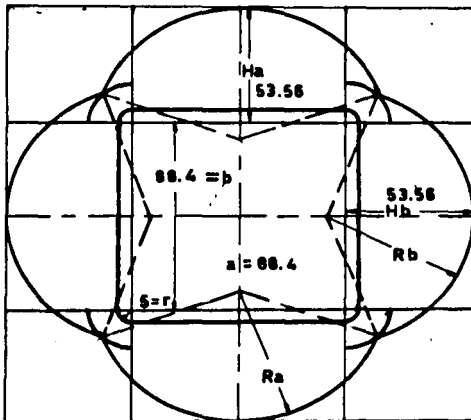


FIG. 2-1

Desarrollo de la Caja de registro cuadrada.

$$\begin{aligned} \text{Área de la ficha} &= (1/2 R^2 - 1/2 C d) 4 + C^2 \\ &= 4 \times 3440.89 + 114(114) = 26759.57 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Perímetro} = R = 60 (2.5133) = 150.80 \text{ mm} \times 4 = 603.20 \text{ mm.}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cálculo para obtener el desarrollo de la chalupa.

Dimensiones:  $b = 45 \text{ mm.}$   
 $r_p = r_f = 5 \text{ mm.}$   
 $h = 41.15 \text{ mm.}$   
 $a = 85 \text{ mm.}$

$$R = 1.42 \sqrt{5(41.15) + 5^2}$$

$$R = 21.57 \text{ mm.}$$

$$\alpha = 0.074 (21.57/2 \times 5)^2 + 0.982 = 1.33$$

$$R_i = 1.33 \times 21.57 = 28.69 \text{ mm.}$$

$$H_a = 1.57 \times 5 + 41.15 - 0.785(1.33^2 - 1) 21.57^2/85$$

$$H_a = 42.76 \text{ mm.}$$

$$H_b = 1.57 \times 5 + 41.15 - 0.785(1.33^2 - 1) 21.57^2/45$$

$$H_b = 42.76 \text{ mm.}$$

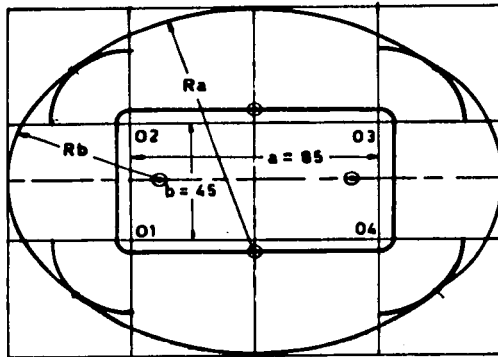


FIG. 2-2

Desarrollo de la chalupa.

$$\text{Area de la ficha} = XY = (85.75) (67.75) = 18251.28 \text{ mm}^2$$

$$\text{Perimetro} = 2R_b + 2R_a = 2(51) (1.9722) + 2(90) (1.5446) = 479.19 \text{ mm.}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cálculo para obtener el desarrollo de la caja de registro redondo.

Para la determinación del desarrollo en esta pieza que es cilíndrica, se basa en la igualdad de los volúmenes de material de la ficha antes de troquelar y de la pieza embutida. Entonces determinando el volumen de la pieza elaborada, se puede sacar la superficie de la ficha, porque el espesor multiplicado por la superficie da el volumen inicial. Entonces se calcula así:

$$S \times e = S_1 \times em \quad (*)^6$$

$$S = S_1 \times em/e$$

S = superficie del desarrollo

S<sub>1</sub> = superficie de la pieza embutida

e = espesor del material

em = espesor medio de la pieza embutida

En este caso:

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$S_1 = \pi d_1^2/4 + \pi d_1 h + \pi/4 \times (d_2^2 - d_1^2)$$

$$\text{Como } S = S_1 \times em/e$$

entonces:

$$D^2 = \frac{(d_1^2 + 4d_1 h + (d_2^2 - d_1^2) \cdot (\pi))}{\pi}$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + 4d_1 h + (d_2^2 - d_1^2) \cdot \sqrt{(\pi)}}$$

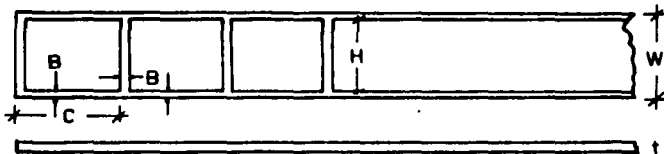
$$D = \sqrt{80^2 + 4(80)(39.75) + (102.3^2 - 80^2) \cdot \sqrt{(0.94)}}$$

$$D = 147.63 \text{ mm.} = \text{diámetro del disco del desarrollo de la pieza.}$$

Según "Koneony", si la relación  $d/r \geq 20$ , no hay ninguna influencia sobre el tamaño del desarrollo debido a que el acortamiento de la distancia debido al radio es muy insignificante con respecto a la pieza y que sucede en este caso.  $d/r = 80/4 = 20$

(\*)<sup>6</sup> Embutición. Cap. 10 Pág.33 B. Wassilieff Hisp. Europea.

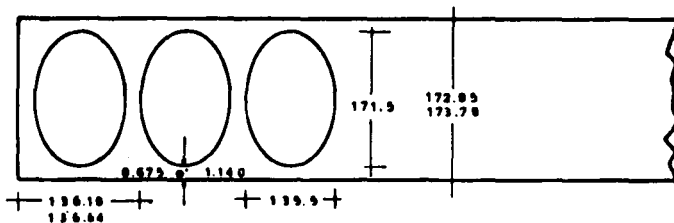
Diseño de las tiras a troquelar:



- t = grueso especificado del material
- B =  $1 \frac{1}{4} \times t$ , cuando C es menos de  $2 \frac{1}{2}$  plg.
- B =  $1 \frac{1}{2} \times t$ , cuando C es  $2 \frac{1}{2}$  plg. o más.
- C = L + B o paso del troquel
- W = H + 2B
- H = altura de la pieza troquelada
- L = ancho de la pieza troquelada.

Es necesario calcular el ancho de la tira a troquelar, para ahorrar material, con una disposición adecuada de la figura a cortar. Cuando por error haya sobremedida en la tira a cortar, esta causará problemas para mantener en buen funcionamiento el punzón de corte, - debido a la flexión que el corte parcial actúa sobre el punzón causando un mellado de los bordes. También causa problemas en el avance de la tira por la rebaba que queda, por el mal corte que se traduce en pérdida de tiempo para elaborarla y en mayor costo de producción (mano de obra). La meta es utilizar el 75% de material, por - menos.

Diseño de la tira de la chalupa.



\* 7 Principios fundamentales para el diseño de herramientas  
Capítulo 3. Página 259.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



$t = 0.45 \text{ mm}$  o'  $0.76 \text{ mm}$ .

$B = 1 \frac{1}{2} (0.45) = 0.675$  ;  $1 \frac{1}{2} (0.76) = 1.14 \text{ mm}$ .

$L = 135.5 \text{ mm}$

$C = 135.5 + 0.675 = 136.175 \text{ mm}$  ;  $135.5 + 1.14 = 136.64 \text{ mm}$ .

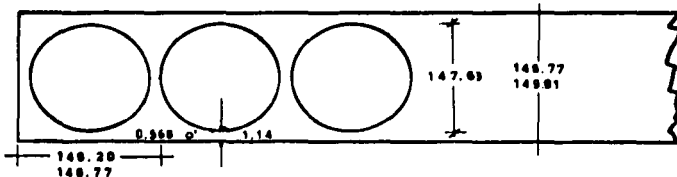
$H = 171.5 \text{ mm}$

$W = 171.5 + 2(0.675) = 172.85 \text{ mm}$  ;  $171.5 + 2(1.14) = 173.78 \text{ mm}$ .

$\% \text{ material utilizado} = \frac{\text{Area de la pieza cortada}}{\text{Area del material utilizado}} = \frac{\pi t a b}{C W} = \frac{18251.28}{23538.71}$

$= 77.54 \%$

Diseño de la tira de la caja de registro redonda..



$t = 0.3785$  o'  $0.76 \text{ mm}$ .

$B = 1 \frac{1}{2}(0.3785) = 0.568 \text{ mm}$  ;  $1 \frac{1}{2}(0.76) = 1.14 \text{ mm}$ .

$L = 147.63 \text{ mm}$

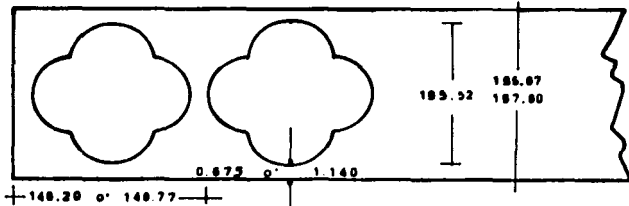
$C = 147.63 + 0.568 = 148.198 \text{ mm}$  ;  $147.63 + 1.14 = 148.77 \text{ mm}$ .

$W = 147.63 + 2(0.568) = 148.766 \text{ mm}$  ;  $147.63 + 2(1.14) = 149.91 \text{ mm}$ .

$\% \text{ material utilizado} = \frac{\pi L^2}{4 W C} = \frac{17117.452 \text{ mm}^2}{22046.823 \text{ mm}^2} = 77.64 \%$

$= \frac{17117.452 \text{ mm}^2}{22302.110 \text{ mm}^2} = 76.75 \%$

Diseño de la tira de la caja de registro cuadrada.



$t = 0.45$  mm.  $o' = 0.76$  mm.

$B = 1 \frac{1}{2}(0.45) = 0.675$  ;  $1 \frac{1}{2}(0.76) = 1.14$  mm.

$L = 195.52$  mm.

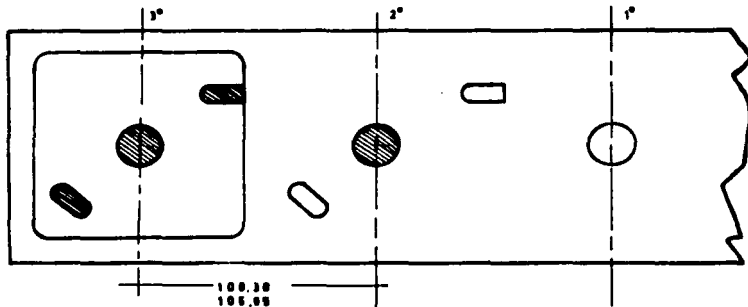
$C = 195.52 + 1.14 = 196.66$  mm ;  $195.52 + 0.675 = 196.195$  mm.

$M = 195.52 + 2(0.675) = 196.87$  mm. ;  $195.52 + 2(1.14) = 197.80$  mm.

$\%$  material utilizado =  $\frac{26759.57}{29175.74} = 91.72 \%$

=  $\frac{26759.57}{29426.706} = 90.94 \%$

Diseño de la tira para la tapa de caja de registro cuadrada.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$t = 0.30 \text{ mm.} \quad ; \quad 0.76 \text{ mm.}$$

$$B = 1 \frac{1}{4}(0.3) = 0.375 \text{ mm.} \quad ; \quad 1 \frac{1}{4}(0.76) = 0.95 \text{ mm.}$$

$$L = 105 \text{ mm.}$$

$$O = 105 + 0.375 = 105.375 \text{ mm.} \quad ; \quad 105 + 0.95 = 105.95 \text{ mm.}$$

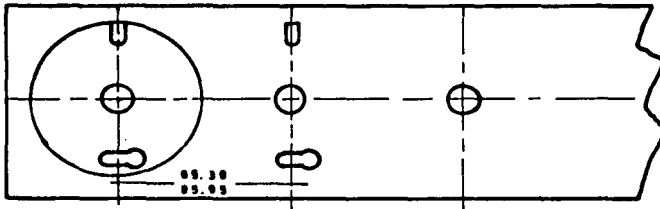
$$W = 105 + 2(0.375) = 105.75 \text{ mm.} \quad ; \quad 105 + 2(0.95) = 106.90 \text{ mm.}$$

$$n = 3 \text{ pasos.}$$

$$\% \text{ material utilizado} = \frac{L^2}{WC} = \frac{105^2}{105.75 \times 105.375} = 98.94 \%$$

$$= \frac{105^2}{106.90 \times 105.95} = 97.34 \%$$

Diseño de la tira para la tapa de caja de registro redondo.



$$t = 0.30 \text{ mm.} \quad ; \quad 0.76 \text{ mm.}$$

$$B = 1 \frac{1}{4}(0.30) = 0.375 \text{ mm.} \quad ; \quad 1 \frac{1}{4}(0.76) = 0.95 \text{ mm.}$$

$$L = 85 \text{ mm.}$$

$$O = 85 + 0.375 = 85.375 \text{ mm.} \quad ; \quad 85 + 0.95 = 85.95 \text{ mm.}$$

$$W = 85 + 2(0.375) = 85.75 \text{ mm.} \quad ; \quad 85 + 2(0.95) = 86.90 \text{ mm.}$$

$$n = 3 \text{ pasos.}$$

$$\% \text{ material utilizado} = \frac{\pi L^2/4}{WC} = \frac{(85)^2/4}{(85.75)(85.375)} = 77.51 \%$$

$$= \frac{(85)^2/4}{(86.90)(85.95)} = 75.97 \%$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2.- Cálculo de las fuerzas necesarias para lograr la pieza terminada

El corte de cualquier metal entre las partes de un troquel (punción y matriz), es un proceso de cizallamiento en el cual el material es sometido a esfuerzos de cizallamiento entre dos bordes cortantes-hasta el punto de fractura, o más allá de su última resistencia.

El material es sometido a esfuerzos tanto de tensión como de compresión, como se ve en la fig. 2-3<sup>8</sup>, se produce alargamiento más allá del límite elástico, por lo que llega a haber una deformación plástica y una reducción del área, para finalmente fracturarse o desprenderse.

Según pruebas se ha observado que al penetrar el punzón una tercera parte del espesor total del material, éste se desprende para completar el cizallado o corte del material.

Los pasos fundamentales en el cizallamiento o corte se muestran en la fig. 2-4<sup>9</sup>. La presión aplicada por el punzón sobre el material tiende a deformarlo dentro de la abertura de la matriz. Cuando el límite elástico es excedido por una carga posterior, una porción del metal será forzado dentro de la abertura de la matriz, en la forma - como se indica en la fig. 2-4 A. Según sigue aumentando la carga, el punzón penetrará en el metal a cierta profundidad y forzará una porción del metal del mismo espesor dentro de la matriz, como se observa en la fig. 2-4B. Esta penetración ocurre antes de que comience la fractura y reduce el área transversal del metal del cual se está haciendo el corte, según fig. 2-4 C.

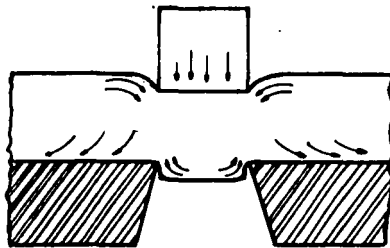


FIG. 2-3

\* 8,9 Principios fundamentales para el diseño de herramientas  
Capítulo 3. Página 209.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

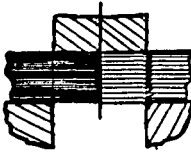


FIG. 2-4A

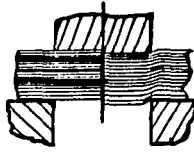


FIG. 2-4B

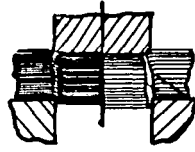


FIG. 2-4C

Para calcular las fuerzas de corte para cada operación de cada pro ducto, vamos a considerar que cada pieza embutida tiene 3 tipos dife rentes operaciones de corte como son: corte ficha, corte sobrante al embutir, perforaciones de las paredes. En las tapas se requiere una sola operación, ya que en un sólo paso se corta y perfora la pieza.

Para calcular la presión de corte que necesita cada pieza, se nace sita saber el perímetro que se va a cortar, la resistencia al corte del material cortado, como se ve en la tabla No.2-1<sup>10</sup>, y el espesor del material a cortar. La ecuación es la siguiente:

$$P = L \cdot S \cdot t \quad 11$$

P = fuerza necesaria para el corte (kg.)

L = perímetro total de la pieza a cortar (mm.)

S = resistencia al corte del material (kg/mm<sup>2</sup>)

t = espesor del material (mm.)

+ Cálculo de las fuerzas necesarias para cortar la chalupa+

$$P_1 = (479.19 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.45) = 5,311.10 \text{ kg.} \quad (1)$$

$$P_2 = (479.19 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76) = 9,104.61 \text{ kg.} \quad (1)$$

(1) Fuerzas necesarias para cortar la ficha de la chalupa, en los dos espesores estudiados.

$$P_1 = (344.60 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.45) = 3,876.75 \text{ kg.} \quad (2)$$

$$P_2 = (344.60 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76) = 6,547.40 \text{ kg.} \quad (2)$$

\* 10 Troquelado y Estampación. Capítulo 2. Página 22.

\* 11 Principios fundamentales para el diseño de herramientas  
Capítulo 3. Página 217

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

(2) Fuerzas necesarias para cortar el sobrante de la ohalupa, al en bu tirse en los dos espesores estudiados.

$$P1 = (138.23 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.45 \text{ mm}) = 1,555.09 \text{ kg.} \quad (3)$$

$$P2 = (138.23 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76 \text{ mm}) = 2,626.37 \text{ kg.} \quad (3)$$

(3) Fuerzas necesarias para punzonar los barrenos del fondo de la oha lupa, en los dos espesores mencionados. Se tomó nomás este perfora— dor porque es el más grande o de mayor esfuerzo para la troqueladora.

+ Fuerzas necesarias para cortar la caja de registro cuadrada +

$$P1 = (603.20 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.45 \text{ mm}) = 6,786 \text{ kg.} \quad (1)$$

$$P2 = (603.20 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76 \text{ mm}) = 11,460.80 \text{ Kg.} \quad (1)$$

(1) Fuerzas necesarias para cortar la ficha de la caja de registro — cuadrada en los dos espesores.

$$P1 = (451.2 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.45 \text{ mm}) = 5,076 \text{ kg.} \quad (2)$$

$$P2 = (451.2 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76 \text{ mm}) = 8,572.8 \text{ kg.} \quad (2)$$

(2) Fuerzas necesarias para cortar el sobrante de la caja de registro cuadrada, en los dos calibres.

$$P1 = (387.04 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.45 \text{ mm}) = 4,354.20 \text{ kg.} \quad (3)$$

$$P2 = (387.04 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76 \text{ mm}) = 7,353.76 \text{ kg.} \quad (3)$$

(3) Fuerzas necesarias para perforar la caja de registro, pero del — perforador más grande.

+ Fuerzas necesarias para cortar la caja de registro redonda.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

$$P1 = (189.75 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.3785 \text{ mm}) = 1,795.50 \text{ kg. (1)}$$

$$P2 = (189.75 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.7600 \text{ mm}) = 3,605.25 \text{ kg. (1)}$$

(1) Fuerza necesaria para punzonar la caja de registro redonda en uno de sus lados donde requiere más fuerza y calculado en los dos calibres.

$$P1 = (463.79 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.3785 \text{ mm}) = 4,388.61 \text{ kg. (2)}$$

$$P2 = (463.79 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.7600 \text{ mm}) = 8,812.01 \text{ kg. (2)}$$

(2) Fuerza necesaria para cortar la ficha en sus dos calibres men cidos.

$$P1 = (295.93 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.3785 \text{ mm}) = 2,800.24 \text{ kg. (3)}$$

$$P2 = (295.93 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.7600 \text{ mm}) = 5,622.67 \text{ kg. (3)}$$

(3) Fuerza necesaria para cortar el sobrante de la pieza al embutir - la caja de registro en sus dos calibres.

+ Esfuerzos necesarios para cortar la tapa redonda +

$$P1 = (391.57 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.30 \text{ mm}) = 2,936.78 \text{ kg.}$$

$$P2 = (391.57 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76 \text{ mm}) = 7,439.83 \text{ kg.}$$

+ Esfuerzos necesarios para cortar la tapa cuadrada +

$$P1 = (551.53 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.30 \text{ mm}) = 4,136.48 \text{ kg.}$$

$$P2 = (551.53 \text{ mm}) (25 \text{ kg/mm}^2) (0.76 \text{ mm}) = 10,479.07 \text{ kg.}$$

3.- Esfuerzo de embutición, trabajo de embutición, la presión del pisador y la velocidad de embutición son factores importantísimos de calcular porque con estas características se lograría controlar perfectamente la pieza embutida.

Esfuerzo de embutición Es necesario para determinar la fuerza que requiere la prensa para embutir las piezas y depende de los diámetros de la pieza embutida y de la ficha inicial, así como del espesor y calidad del material; depende también de la presión del pisador, de la velocidad de embutición, del radio de embutición y del punzón, del juego entre el punzón y la matriz y de la lubricación. Es bastante difícil tener en cuenta todos estos factores y por éste motivo, el cálculo del esfuerzo de embutición es la siguiente:

$$P = \pi \times d \times e \times m \times K \quad (\text{kg}) ; \text{ para piezas cilíndricas } (*)12$$

$$P = 1.6 (a + b + 2 \times rp) K \times e \quad (\text{kg}) ; \text{ piezas rectangulares } (*)13$$

P = esfuerzo de embutición (kg)

d = diámetro del punzón (mm)

e = espesor de la chapa (mm)

m = coeficiente que depende de la relación entre el diámetro del punzón y el diámetro del disco o fichas d/D. Ver tabla No. 2-2

K = resistencia a la tracción de la chapa (kg/mm<sup>2</sup>) Ver tabla No. 2-1

a = ancho de la pieza, para piezas rectangulares (mm)

b = largo de la pieza, para piezas rectangulares (mm)

rp = radio de la pared de la pieza rectangular (mm)

La fuerza de embutición crece con bastante rapidez al iniciarse la carrera del punzón y alcanza su valor máximo cuando queda introducido hasta una profundidad determinada en el arco de embutición o matriz, — profundidad que corresponde a la suma del radio de la arista de dicha matriz con el radio inferior del punzón.

(\*)12 Embutición B. Wassilieff. Cap. 1 Pág. 29 Hisp. Americana.

(\*)13 Embutición B. Wassilieff. Cap. 4 Pág. 99 Hisp. Americana.



Trabajo de embutición: Para calcular el trabajo de embutición es necesario saber todos los esfuerzos necesarios aplicados por la prensa y multiplicarlos por la altura de la pieza embutida. Ya que todo trabajo realizado se define como fuerza por distancia. Por lo que la ecuación para calcular el trabajo ejercido por la troqueladora es:

$$A = (P \cdot x + P_s) \cdot h \quad (\text{kgm}) \quad (*)14$$

A = trabajo de embutición (kgm)  
P = esfuerzo de embutición (kg)  
x = coeficiente de irregularidad de la fuerza P. Ver tabla No.  
P<sub>s</sub> = esfuerzo ejercido por el pisador (kg)  
h = altura de la pieza embutida (mm)

Presión del pisador: Su funcionamiento consiste en impedir la formación de pliegues hacia el borde de la chapa o ficha inicial, mediante la acción de una presión adecuada. Si ésta presión es demasiado grande, la chapa queda frenada en exceso y puede producirse la rotura de la pieza embutida a la altura del radio de embutición de la matriz.

La consecuencia de una presión insuficiente del pisador sería la formación de pliegues en la pared de la pieza.

Si se registra la formación de pliegues a un solo lado de la pieza o sea que la presión del pisador no es regular, siendo menor en los sitios en que aparecen los pliegues.

La influencia de la presión del pisador sobre el alargamiento del material y sobre la profundidad de embutición, no es grande. Su influencia sobre el esfuerzo del punzón es más sensible, sin ser considerable. Por ejemplo si la presión de pisado pasa de 0.1 a 0.8 kg/mm<sup>2</sup> el aumento del esfuerzo del punzón es del 50%.

La existencia del pisador es necesaria siempre que:

$$D/d > 21/20 \quad \text{o que} \quad e > 0.2(D-d) \quad (*)15$$

(\*)4 Embutición B. Wassilieff. Cap. 1 Pág. 31 Hisp. Americana

(\*)5 Embutición B. Wassilieff. Cap. 1 Pág. 27 Hisp. Americana.

Velocidad de embutición: La velocidad de embutición es la que adquiere el punzón en el momento en que ataca el material. Según experiencia captada por Wassilieff, efectuando pruebas con diferentes velocidades, pequeñas, medianas y grandes, deduce que la influencia de la velocidad en la embutición de piezas cilíndricas no es importante.

Pero según Bliss, existe una velocidad óptima para cada metal, a fin de permitirle el tiempo necesario para pasar al estado plástico.

Para la embutición de piezas cilíndricas según Wassilieff, las velocidades son las siguientes:

Zinc y acero inoxidable:	200 mm/seg.
Acero dulce:	280 mm/seg.
Aluminio:	500 mm/seg.
Latón:	750 mm/seg.

Para la embutición de piezas no cilíndricas, son preferibles las pequeñas velocidades, pues con ellas se aminora el riesgo de adelgazamiento de la pared.

Para este caso, se determina la velocidad de esta manera:

$$V = 33.3 (1 + d/D (D-d)^{1/2}) \quad (\text{mm/seg.}) \quad (*)16$$

donde:

D = diámetro de la ficha (mm)

d = diámetro de la pieza embutida (mm).

Vamos a calcular todas estas características de la embutición, para cada producto a elaborar en la Tesis.

+ Cálculos para la chalupa +

$$F1 = 1.6 (85 + 45 + 2(5)) (32) (0.45) = 2,280.96 \text{ kg.}$$

$$F2 = 1.6 (85 + 45 + 2(5)) (32) (0.45) = 5,447.68 \text{ kg.}$$

Estos son los esfuerzos de embutición para los dos calibres a usar  
(\*)16 Embutición B. Wassilieff. Cap. 1 Pág. 24 Hisp. Americana.

Trabajo de embutición.

$$A1 = (2,280.96 \times 0.7 + 3,256.57) (0.035) = 169.86 \text{ kgm.}$$

$$A2 = (5,447.68 \times 0.7 + 3,256.57) (0.035) = 247.45 \text{ kgm.}$$

Presión del pisador.

La presión del pisador se calcula conociendo la diferencia de área del desarrollo y del área del punzón, multiplicado por la presión media de pisado según tabla No. 2-3.

$$P_s = 0.25 (18,251.28 - 5,225.00) = 3,256.57 \text{ kg.}$$

Velocidad de embutición.

$$D = (4a/\pi)^{1/2} = (4 \times 18,251.28 / 3.1416)^{1/2} = 152.44 \text{ mm.}$$

$$d = (4 \times 95.55 / 3.1416)^{1/2} = 81.56 \text{ mm.}$$

$$V = 33.3 [1 + (81.56 / 152.44) (152.44 - 81.56)^{1/2}] = 183.30 \text{ mm/seg.}$$

+ Cálculos para la caja de registro cuadrada +

$$P1 = 1.6 (88.4 + 88.4 + 2.5) (32) (0.45) = 4,303.87 \text{ kg.}$$

$$P2 = 1.6 (88.4 + 88.4 + 2.5) (32) (0.76) = 7,268.76 \text{ kg.}$$

Trabajo de embutición.

$$A1 = (4,303.87 \times 0.7 + 4,269.25) (0.0372) = 270.89 \text{ kgm.}$$

$$A2 = (7,268.76 \times 0.7 + 4,269.25) (0.0372) = 348.09 \text{ kgm.}$$

Velocidad de embutición.

$$D = (4 \times 26,759.57 / 3.1416)^{1/2} = 184.58 \text{ mm.}$$

$$d = (4 \times 9682.56 / 3.1416)^{1/2} = 111.03 \text{ mm.}$$

$$V = 33.3 (1 + 0.6015 \times (73.55)^{1/2}) = 205.08 \text{ mm/seg.}$$

Presión del pisador.

$$P_s = 0.25 (26,759.57 - 9,682.56) = 4,269.25 \text{ kg.}$$

+ Cálculos para la caja de registro redonda +

P1= 3.1416 (80) (0.38) (1) (32) = 3,044.08 kg.

P2= 3.1416 (80) (0.76) (1) (32) = 6,112.28 kg.

Trabajo de embutición.

A1 = (3,044.08 x 0.8 + 3,022.73) (0.03975) = 216.96 kgm.

A2 = (6,112.28 x 0.8 + 3,022.73) (0.03975) = 314.52 kgm.

Presión del pisador.

P<sub>s</sub> = 0.25 (3.1416/4) (147.63<sup>2</sup> - 80<sup>2</sup>) = 3,022.73 kg.

Velocidad de embutición.

V = 280 mm/seg. Según "Bliss", es la velocidad óptima para material de acero dulce.

4.- La lubricación adecuada de las piezas.

Es de suma importancia dar una lubricación adecuada a la chapa antes de embutirla, puesto que reduce el rozamiento entre el material, la matriz y el pisador, con lo cual se logra tener una mejor calidad superficial de la pieza embutida, un menor esfuerzo del punzón y un desgaste menor en el troquel. Según "Wassilieff", la experiencia ha demostrado que las soluciones de jabón con agua tienen mayor aptitud que el aceite para retener la chapa. Con esto se puede decir que para valores de la relación D/d pequeños se usará soluciones de jabón y para las grandes los aceites. En nuestro caso la relación de D/d es pequeña y por tanto usaremos soluciones de jabón.

Operación	Acero	Latón, cobre y bronce	Plomo, zinc, estaño y metales blandos	Aluminio y aleación.
Embutición	Aceite soluble	Agua y Jabón.	Aceites minerales y grafito.	Aceite de vaselina.

Tabla de los diferentes lubricantes en el mercado para los diferentes materiales.

5.- Juego entre el punzón y la matriz, para embutido.

Para lograr un buen trabajo de embutido es necesario determinar - la holgura adecuada entre el punzón y la matriz. Lo que se trata de determinar es el máximo juego, que puede haber para tener el mínimo - esfuerzo de embutido, pero tomando en cuenta que a mayor holgura es - mayor el riesgo de que se deforme la chapa y provoque ondulaciones en el borde de la pieza, o en la pared de la misma. En el caso contrario de reducir demasiado el juego, podrá tener lugar un aplastamiento en el fondo o un adelgazamiento no conveniente en las paredes.

Según "B. Wassilieff" la holgura por lado para los diferentes materiales son:

$$W = e + 0.07(10e)^{1/2}, \text{ para acero}$$

$$W = e + 0.02(10e)^{1/2}, \text{ para aluminio}$$

$$W = e + 0.04(10e)^{1/2}, \text{ para metales no férricos.}$$

+ Chalupa +

$$W1 = 0.45 + 0.07(10 \times 0.45)^{1/2} = 0.5984924 \text{ mm.}$$

$$W2 = 0.76 + 0.07(10 \times 0.76)^{1/2} = 0.9529767 \text{ mm.}$$

+ Caja de registro redonda +

$$W1 = 0.3785 + 0.07(10 \times 0.3785)^{1/2} = 0.5146855 \text{ mm.}$$

$$W2 = 0.76 + 0.07(10 \times 0.76)^{1/2} = 0.9529766 \text{ mm.}$$

+ Caja de registro cuadrada +

$$W1 = 0.5984924 \text{ mm.}$$

$$W2 = 0.9529767 \text{ mm.}$$

Juego entre el punzón y la matriz en los dados de corte o cizallado.

Según "López Navarro" 18

$$W = 0.05 \times e, \text{ para latón.}$$

$$W = 0.07 \times e, \text{ para hierro dulce}$$

$$W = 0.10 \times e, \text{ para acero dúctil.}$$

\* 17 Embutición. Capítulo 1. Página 16.

\* 18 Troquelado y estampación. Capítulo 2. Página 21.

En éstos casos es muy importante para la calidad de la pieza corta da la holgura adecuada y así evitar rebabas en el producto y una me-  
yor duración del troquel.

+ Chalupa +

W1 = 0.07 (0.45) = 0.0315 mm.

W2 = 0.07 (0.76) = 0.0532 mm.

+ Caja de registro redondo +

W1 = 0.07 (0.3785) = 0.026495 mm.

W2 = 0.0532 mm.

+ Caja de registro cuadrada +

W1 = 0.0315 mm.

W2 = 0.0532 mm.

+ Tapa caja de registro redonda +

W1 = 0.07 (0.30) = 0.021 mm.

W2 = 0.0532 mm.

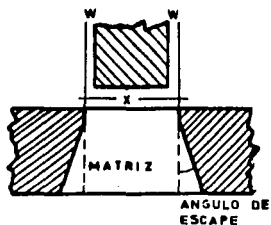
+ Tapa caja de registro cuadrada +

W1 = 0.021 mm.

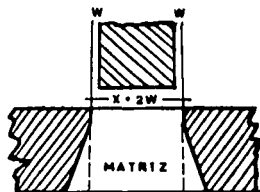
W2 = 0.0532 mm.

Para determinar a que parte se aplica la holgura, ya sea en el pun zón o en la matriz, es necesario saber si el desperdicio que se corta es el material a utilizar, la holgura se aplica al punzón y la matriz queda con las dimensiones originales. En caso de que el contorno de- seado sea el corte interior, la holgura se aplica a la matriz.

En la figura siguiente se dibujan estos dos casos de aplicación de las holguras, para cada caso en particular.



1) Holgura aplicada al punzón cuando el desperdicio es el deseado.



2) Holgura aplicada a la matriz, cuando el corte deseado está en la tira.

El ángulo de escape que se aplica a la matriz sirve para que el desperdicio cortado salga sin dificultad de la placa matriz y así se evite la acumulación de varios cortes y el esfuerzo que se requiere para expulsarlas debido al rozamiento de éstas contra la placa de la placa. En cada operación de corte las piezas cortadas tienden a recuperarse elásticamente por lo que se atascan a la salida. Es determinante para éste ángulo de escape el material a usar y su dureza. Esto se explica a continuación:

A.- Para corte de metales blandos como latón, aluminio, plomo, etc., se usa  $1^\circ$  a  $2^\circ$  de la abertura, para desfogos a partir de la arista de corte.

B.- Para metales duros como hierro y acero se deja una parte recta a partir de la arista de corte con una profundidad de dos a tres veces el espesor del material cortado y  $1^\circ$  a  $2^\circ$  grados de desfogos a partir de la parte recta.



A) Metales blandos.



B) Metales duros.

Producto	Punzón	Matriz	escape	Parto recta
Chalupa	+++++	---	2°	1.35 0' 2.28
C.R.R.	+++++	---	2°	1.14 0' 2.28
C.R.C.	+++++	---	2°	1.35 0' 2.28
T.C.R.R.	+++++	---	2°	0.90 0' 2.28
T.C.R.C.	+++++	---	2°	0.90 0' 2.28

Esta tabla resume los ángulos y la parte recta que se debe dejar pa ra cada troquel. Las cruces indican que es la parte a la que se le a plica la holzura y las rayas a la que se le deja con las mismas medidas. Además los datos de la columna última son para los dos calibres usados en cada pieza a fabricar.

+ Diseño de los troqueles +

Este punto es el más importante porque se va a recavar todos los da tos obtenidos, para dibujar los planos de los útiles o troqueles de -- cada tipo de troquel. Se van a diseñar las matrices y punzones de -- embutición como de corte y se van a adaptar los porta-troqueles más a adecuados a cada molde.

Se van a diseñar en cada troquel:

- a) Matriz
- b) Placa matriz
- c) Porta-troqueles
- d) Punzones
- e) Porta-punzón.

a) La matriz es la cavidad de la pieza donde se va a cortar o embutir.

Las dimensiones generales de las matrices se determinan por el es pesor de la pared mínima, requerida para la resistencia, y por el es pacio necesario para montar los tornillos y pasadores, así como para montaje de la placa extractora.

Dependiendo del espesor del material, se determina el cr ueso de la placa matriz y también por el perímetro de corte. Hay que tomar en --



que donde se localicen esquinas agudas en el contorno pueden producirse roturas en el tratamiento térmico, por lo que requiere un espesor de pared más grande en tales puntos.

Se utilizarán únicamente dos pasadores en cada matriz que necesite un posicionamiento permanente y preciso. Deberán estar tan separados como sea posible para efecto máximo de localización, por lo normal diagonalmente en esquinas opuestas. Se utilizarán dos o más tornillos dependiendo del tamaño del elemento montado. Es preferible colocar los tornillos y los pasadores a una y media veces su diámetro desde los bordes exteriores del contorno de corte.

El grosor o espesor de las matrices para herramientas serán "Konecny" deberán ser 3/4 plg., mínimo para un perímetro del bloque de 3 pulgadas (76 mm.), o menos. Se deberá usar 1 pulgada (25.4 mm) de grosor para perímetros mayores. Deberá haber un margen mínimo de 1 1/4 plg. (32 mm), alrededor de la abertura en el bloque de la matriz. \*19

La abertura de la matriz deberá ser recta por un máximo de 1/8 plg. (3.17 mm); la abertura deberá tener entonces un ángulo de 1/4 a 2° para la salida. Los lados rectos proporcionan lugar para elafilado de la matriz; la porción óptica permite a las piezas que pasan sin acúñares.

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

- 1.- En bloques de matriz hasta 7 plg. (175 mm) cuadradas, emplear tres tornillos y dos pasadores por lado.
- 2.- En secciones de hasta 10 plg. (250 mm) cuadradas, emplear tres tornillos y dos pasadores.
- 3.- Para troquelar material pesado, utilizar tornillos y pasadores de 1/2 plg. (12.7 mm) de diámetro. Abocardar el alojamiento para la cabeza de los tornillos 1/8 plg. (3.17 mm) más profundo que lo usual para compensarse por el afilado de la matriz.

b) Placa matriz: Como un relleno entre la matriz y la porta-matriz

\* 19 Principios fundamentales para el diseño de herramientas  
Capítulo 3. Página 220.

o placa matriz, se emplea una placa de cold rolled 10-18. Debido a al elevado temple del acero de las matrices, su empleo sin base o porta matriz resulta peligroso, pues cualquier pequeña flexión puede producir su rotura. Por otra parte, emplear la misma placa matriz como basamento supone un consumo considerable de material de acero de alta aleación que en el mercado se consigue a un precio muy elevado. Es por ésto también por lo que se utilizan placas que disminuyan su costo y aumente su seguridad.

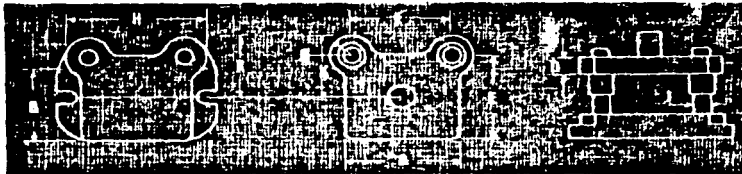
Para asegurar la placa porta matriz a la matriz se utilizarán tornillos y pasadores de 1/2 pulgada. Se dejará un espacio de 2 veces el ~~pu~~eso del tornillo desde el borde de la matriz al borde del porta matriz; ésta distancia se añade por lado.

o) Porta troqueles: Los porta troqueles por ser de medidas estándar se consiguen en el mercado en varios estilos y tamaños. Los más normales son los que tienen los postes en la parte de atrás de la placa porta matriz; habiendo otros que los tienen diagonalmente o en medio, pero estos no son muy comunes y por tanto no se fabrican usualmente. Estos porta troqueles están formados de dos bases o placas que centran la matriz, de los punzones para lograr un corte embutido correcto y permita una mayor duración de las herramientas.

Esta precisión se logra por medio de unos postes guía, que se fijan en la base inferior del porta troquel y van alineadas con la base superior por medio de unos bujes que se fabrican con acero templado y rectificado. Además cuenta con un manco o espiga que se sitúa donde se localice el centro de presión de la pieza a troquelar.

Es muy importante esto ya que el corte se hará con precisión y sin ningún riesgo de rotura de la matriz. Estos mancos sirven para sujetar el troquel a la máquina troqueladora. Cada máquina tiene una diferente entrada, por lo que el diámetro deberá ser pedido por el cliente dependiendo de la prensa que vaya a usar.

En la tabla siguiente se van a dar las medidas de los porta troqueles más comunes fabricados por una industria en México.



### ESPECIFICACIONES COLUMNAS

1.- Fabricadas en Acero Templado y Rectificado.

2.- Los largos serán de acuerdo con las indicaciones del cliente basándose en la siguiente fórmula:

3.- La tolerancia es Alínima

4.- Los diámetros van calculados de acuerdo con el tamaño de Porta Troquel

### BUSHINGS

1.- Están fabricados de Acero, Templado y Rectificados.

2.- Están calculados con un largo extra, garantizando así su precisión.

3.- Su diámetro exterior está reforzado para mayor rendimiento.

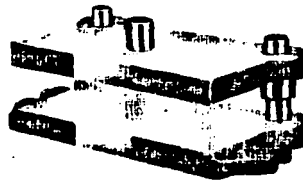
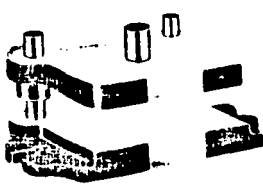
### ESPIGA

La proporcionamos en todos tamaños

HIERRO		ACERO		MEDIDAS EN MILIMETROS						MEDIDAS EN PULGADAS					
CAT No.	CAT No.	E	F	G	H	I	J	K	E	F	G	H	I	J	
2-00 C	2-00 A	83	83	10	110	10	101	64	3 1/4	3 1/4	3/8	4 1/2	3/8	4	
2-00 D	2-00 B						118							4 1/2	
2-01 C	2-01 A	100	83	20	130	22	127	82	3 1/8	3 1/8	7/8	5 1/2	7/8	5	
2-01 D	2-01 B						140							5 1/2	
2-02 C	2-02 A	140	80	20	180	26	161	105	4 1/2	3 7/8	1 1/8	6 1/8	1 1/8	6	
2-02 D	2-02 B						172							6 1/2	
2-03 C	2-03 A	114	124	20	181	25	140	82	4 1/2	4 7/8	1 1/8	7 1/8	1 1/8	6 1/2	
2-03 D	2-03 B						152							6	
2-04 C	2-04 A	187	140	32	203	28	116	121	5 1/16	5 1/8	1 1/8	8	1 1/8	6 1/2	
2-04 D	2-04 B						127							6	
2-05 C	2-05 A	182	180	32	222	28	140	123	5 1/16	6 1/8	1 1/8	8 3/4	1 1/8	6 1/2	
2-05 D	2-05 B						162							6	
2-06 C	2-06 A	148	173	32	225	28	152	105	5 1/2	7"	1 1/8	8 1/4	1 1/8	6	
2-06 D	2-06 B						165							6 1/2	
2-06 C	2-06 A	173	184	35	248	28	178	124	6 1/16	7 1/8	1 1/8	9 1/8	1 1/8	7	
2-06 D	2-06 B													7	
2-07 C	2-07 A	207	182	37	260	32	140	148	6 1/8	7 1/16	1 7/16	10 7/16	1 1/8	6 1/2	
2-07 D	2-07 B													6	
2-08 C	2-08 A	187	218	37	281	32	152	138	7 1/8	7 1/16	1 7/16	11 7/16	1 1/8	6 1/2	
2-08 D	2-08 B						165							6 1/2	
2-09 C	2-09 A	267	248	37	323	32	178	140	6 1/4	8 1/16	1 7/16	12 1/16	1 1/8	7	
2-09 D	2-09 B													7	
2-10 C	2-10 A	270	266	37	341	32	181	160	10 3/8	10 1/16	1 7/16	12 7/16	1 1/8	7 1/2	
2-10 D	2-10 B													7 1/2	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**PORTA TROQUELES DE PRECISION**



MEDIDAS EN MILIMETROS				MEDIDAS EN PULGADAS				BASE Y PORTA PUNZON HIS-NO FUNDIDO	TODO DE ACERO	PER APR MAL ER 60
SUP. DE TROQUEL		GRUESOS		SUP. DE TROQUEL		GRUESOS				
IZQUIERDA A DERECHA	FRENTE A COLUMNAS	BASE	PORTA PUNZON	IZQUIER. A DERECHA	FRENTE A COLUM.	BASE	PORTA PUNZON	COLUMNAS Y CASQUILLOS DE ADEHO TEMPLADO Y RECTIFICADO CATALOGO Y No.	COLUMNAS Y CASQUILLOS DE ADEHO TEMPLADO Y RECTIFICADO CATALOGO Y No.	
A	B	C	D	A	B	C	D			
70	70	25	22	2 3/8	3	1	3/8	2-00 E	2-00 A	4
		32	28			1 1/4	1	2-00 B	2-00 B	8
100	80	25	25	4 1/4	5 1/2	1	1	2-01 C	2-01 A	1
		32	28			1 1/4	1 1/4	2-01 D	2-01 B	6
127	127	20	25	8	8	1 1/2	1	2-02 C	2-02 A	11
		35	32			1 1/2	1 1/2	2-02 D	2-02 B	13
152	152	32	29	8	4	1 1/2	1 1/2	2-03 C	2-03 A	11
		40	35			1 1/2	1 1/2	2-03 D	2-03 B	14
171	152	30	32	8 3/4	8	1 1/2	1 1/2	2-04 C	2-04 A	20
		45	38			1 1/2	1 1/2	2-04 D	2-04 B	23
180	173	30	32	7 1/2	7	1 1/2	1 1/2	2-05 C	2-05 A	20
		45	38			1 1/2	1 1/2	2-05 D	2-05 B	20
203	177	30	32	8	8	1 1/2	1 1/2	2-06 C	2-06 A	18
		45	38			1 1/2	1 1/2	2-06 D	2-06 B	22
218	180	30	32	8 1/2	8 1/2	1 1/2	1 1/2	2-07 C	2-07 A	20
		45	38			1 1/2	1 1/2	2-07 D	2-07 B	20
229	190	30	32	8	7 1/2	2	1 1/2	2-07 C	2-07 A	23
		51	45			2	1 1/2	2-07 D	2-07 B	40
254	171	40	38	10	8 3/4	1 1/2	1 1/2	2-08 C	2-08 A	27
		51	45			2	1 1/2	2-08 D	2-08 B	40
260	190	51	45	11 1/4	7 1/2	2	1 1/2	2-09 C	2-09 A	40
		57	51			2 1/4	2	2-09 D	2-09 B	53
284	254	51	45	12	10	2	1 1/2	2-10 C	2-10 A	60
		57	51			2 1/4	2	2-10 D	2-10 B	70

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

d) Punzones: Para la elaboración de los punzones es muy importante calcular su largo adecuado, debido a que un exceso en su longitud lo debilita por haber mucha flexión y en muchos casos se fracturan.

La dimensión más óptima según "Oehler" del punzón es de 60 mm. de largo, en base a pruebas, aunque entre más corto esté, es menor su flexión y por lo tanto se logra una mayor seguridad. Las dimensiones mínimas del punzón están determinadas de acuerdo al espesor del material más una tolerancia para el afilado del mismo, y un cierto margen de error. Para calcular la fuerza de pandeo que existe en el punzón se determina tomando en cuenta su longitud (l), su momento de inercia (J) y su módulo de elasticidad (E), mediante la siguiente ecuación:

$$(*) 20 \quad P_s = \frac{\pi^2 \times E \times J}{l^2}$$

P<sub>s</sub> = Fuerza de pandeo (kg)

E = módulo de elasticidad. (kg/mm<sup>2</sup>). Para acero templado es 2,500 kg/mm<sup>2</sup> max.

J = momento de inercia según la sección del punzón (mm<sup>4</sup>)

l = longitud del punzón (mm).

Los momentos de inercia más comunes son:

a) para sección circular maciza

$$J = \frac{\pi r^4}{4}$$

b) para secciones huecas de diámetro exterior D y diámetro int. d.

$$J = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$$

c) para secciones cuadradas de lado a.

$$J = a^4/12$$

(\*)20 Oehler-Kaiser Herramientas de troquelar. G. Gilli. Cap. A Pág. 29

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

d) para sección rectangular de lado menor a y lado mayor b.

$$J_x = \frac{bh^3}{12}$$

$$J_y = \frac{b^3h}{12}$$

e) para sección triangular.

$$J_x = \frac{bh^3}{36}$$

$$J_y = \frac{b^3h}{36}$$

f) para exágono regular de lado a.

$$J = 0.5413 a^4$$

g) para un octágono regular de lado a.

$$J = 1.865 a^4$$

h) para sección elíptica de eje mayor a y eje menor b.

$$J_x = \frac{\pi ab^3}{64}$$

$$J_y = \frac{\pi a^3b}{4}$$

despejando de la anterior ecuación:

$$l = \left( \frac{\pi^2 \times E \times J}{P_s} \right)^{1/2}$$

Aparte de calcular el largo del punzón hay que dejar ligeramente flojo la cabeza del punzón en la placa porta punzones para que un ligero error en el alineamiento sea absorbido por este juego y no se despostillen las matrices.

MATERIAL	RESISTENCIA AL CIZALLADO EN KG/CM <sup>2</sup>		RESISTENCIA A LA TRACCION EN KG/CM <sup>2</sup>	
	DULCE	DURO	DULCE	DURO
Plomo.....	2 - 3	—	25 - 4	—
Estañó.....	3 - 4	—	4 - 5	—
Aluminio.....	7 - 11	13 - 16	8 - 12	17 - 22
Aluminio duro.....	22	38	26	48
Zino.....	12	20	15	25
Cobre.....	12 - 18	25 - 30	22 - 28	30 - 40
Latón.....	22 - 30	35 - 40	28 - 35	40 - 60
Bronce laminado...	32 - 40	40 - 60	40 - 50	50 - 75
Chapa de hierro...	—	40	—	45
Chapa de Fe. emb..	30 - 35	—	32 - 38	—
Chapa de acero....	45 - 50	55 - 60	—	60 - 70
Acero con 0.1% C..	25	32	32	40
Acero con 0.2% C..	32	40	40	50
Acero con 0.3% C..	36	48	45	60
Acero con 0.4% C..	45	56	56	72
Acero con 0.6% C..	56	72	72	90
Acero con 0.8% C..	72	90	90	110
Acero con 1.0% C..	80	105	100	180
Acero al silicio..	45	56	55	65
Acero inoxidable..	52	56	65 - 70	—

TABLA 2 - 1

\* 21

d/D	m	x
0.55	1.00	0.8
0.575	0.93	—
0.600	0.86	0.77
0.625	0.79	—
0.650	0.72	0.74
0.675	0.66	—
0.700	0.60	0.70
0.725	0.55	—
0.750	0.50	0.67
0.775	0.45	—
0.800	0.40	0.64

TABLA 2 - 2

\* 22

\* 21 Troquelado y estampación. Capítulo 2. Página 22.

\* 22 Embutición. Capítulo 1. Página 30.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



MATERIAL	PRESION MEDIA FUNDADO KU/MK <sup>2</sup> .
Aluminio	0.12
Zinc	0.15
Duraluminio	0.16
Latón	0.20
Acero inox.	0.20
Acero	0.25
Chapa estañada	0.30

TABLA 2 - 3

\* 23

\* 23 Embutición. Capítulo 1. Página 26.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III

ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCION

A) Características de las materias primas utilizadas.

En esta sección analizaremos los materiales que vamos a utilizar para la fabricación de las chapas, cajas de registro y para la elaboración de los moldes o troqueles. Es muy importante saber escoger los materiales más adecuados tomando en cuenta las características del producto, su funcionamiento, resistencia, sus propiedades para resistir la corrosión y seleccionar el material más económico ya que en cualquier estudio se deben lograr todas estas características al más bajo costo para obtener mayores utilidades y estar en condiciones de impulsar el producto a más bajo precio en el mercado, logrando un mayor volumen de ventas y una mayor penetración que la competencia.

Los materiales existentes para cualquier producto en el mercado se clasifican de la siguiente forma:

- ←METALICOS: I) Metales Ferrosos: a) Fundición gris  
b) Hierro maleable  
c) Aceros Al Carbono  
Alados  
d) Fundición blanca
- II) Metales no Ferrosos: a) Aluminio  
b) Cobre  
c) Magnesio  
d) Níquel  
e) Plomo
- ←NO METALICOS: I) Inorgánicos: a) Minerales  
b) Cemento

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- c) Cerámicas
- d) Vidrios
- e) Grafito

II) Orgánicos:

- a) Plásticos
- b) Productos de petróleo
- c) Materiales hechos a partir de los animales.
- d) Materiales hechos a partir de los vegetales.
- e) Madera
- f) Papel
- g) Hule

A causa de que los productos presentados en éste proyecto no son importantes la calidad de acabado y la resistencia al impacto, debido a que su instalación vá en la parte interior de los muros, no se requiere un acabado de lujo; ni requiere un material resistente, por que al instalar se queda fijo y no sufre tensión alguna.

El material a escoger debe ser el más económico posible, tanto en su costo primo como en su costo de producción.

De los materiales existentes en el mercado mostrados en la tabla anterior, todos los materiales metálicos cumplirían con las especificaciones del producto, al igual que el plástico, madera, hule, etc., pero los materiales más económicos son los materiales ferrosos y de los cuales el más barato es el acero al carbono, ya que los aleados son muy caros debido a que tienen componentes de elementos poco comunes.

Proceso de fabricación de los aceros al carbono y aceros aleados.

Vamos a analizar los elementos de que se componen los aceros y su proceso de producción para determinar y conocer las diferentes aleaciones de que se forman los diferentes aceros que disponemos para la fabricación de los troqueles y de los productos señalados en el estudio.

La materia más importante que dispone la industria siderúrgica es el arrabio, que se obtiene en los altos hornos, fundiendo minerales de hierro con coque y piedra caliza. La carga total necesaria para producir 1000 toneladas de arrabio consiste aproximadamente de 2000 toneladas de mineral de hierro, 800 toneladas de coque, 500 toneladas de piedra caliza y 4000 toneladas de aire caliente. En México se ha complementado la producción de arrabio con la de hierro esponja, empleando hidrógeno o monóxido de carbono.

La finalidad del aire caliente en el alto horno es el de permitir al coque quemarse más eficazmente y formar monóxido de carbono que reacciona con el mineral de hierro, para producir hierro y dióxido de carbono.

La piedra caliza que se añade a la carga total sirve como fundente y reacciona con el mineral formando una masa líquida. Se forma una capa de escoria que flota en la parte de arriba por ser menos densa que el hierro. Por cada tonelada de hierro se producen media tonelada de escoria y seis toneladas de gas. La escoria es aprovechada industrialmente para agregarla al cemento y hacer concreto y para hacer lana mineral para aislamientos eléctricos. El gas se utiliza para precalentar el aire utilizado en el proceso para generar potencia y para com bustible.

El arrabio es refinado después del alto horno para producir acero en hornos de hogar abierto o en convertidores Bessemer.

#### Clasificación de los aceros

El acero es una aleación cristalizada de hierro, carbono y otros varios elementos, que endurece cuando se le enfria bruscamente después de estar arriba de su temperatura crítica. No contiene escoria y se puede moldear, laminar o forjar.

El carbón es el elemento importante en el acero ya que tiene la habilidad para aumentar la dureza y la resistencia del acero.

El acero se clasifica de acuerdo con los elementos de aleación que contiene. El carbono es el elemento más relevante, por cuya razón to-

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

dos los aceros se clasifican de acuerdo con el contenido de carbono. El acero al carbono contiene principalmente hierro y carbono y se le clasifica como acero 10XX, en donde los dos primeros dígitos se refieren a los aceros al carbono. El tercero y cuarto dígito se refieren al contenido de carbono en centésimas de por ciento.

Designación	Composición
10XX	Acero al carbono
13XX	Manganeso 1.75%
25XX	Níquel 5.00%
31XX	Níquel 1.25% - Cromo 0.65%
40XX	Molibdeno 0.25%
41XX	Cromo 0.50 o 0.95% - Molibdeno 0.12 o 0.20%
43XX	Níquel 1.80% - Cromo 0.50 o 0.80% - Molibdeno 0.25%
48XX	Níquel 3.50% - Molibdeno 0.25%
51XX	Cromo 0.80%, 0.90, 0.95, 1.00 o 1.05%
61XX	Cromo 0.80 o 0.95% - Vanadio 0.10% o 0.15% mín.
81XX	Níquel 0.30% - Cromo 0.40% - Molibdeno 0.12%
86XX	Níquel 0.55% - Cromo 0.50 o 0.65% - Molibdeno 0.20%
92XX	Manganeso 0.85% - Silicio 2.00%
98XX	Níquel 1.00% - Cromo 0.80% - Molibdeno 0.25%

TABLA 3-1

\* 1

Los aceros se pueden clasificar mas ampliamente como sigue:

A) Aceros al carbono

- 1.- De bajo carbono (menos de .30 %)
- 2.- De medio carbono (0.30% a 0.70%)
- 3.- De alto carbono (0.70% a 1.40%)

B) Aceros aleados

- 1.- De baja aleación ( los elementos especiales de aleación suman menos del 8.0 %).
- 2.- De alta aleación ( los elementos especiales de aleación suman arriba del 8.0% ).

Propiedades físicas fundamentales en los aceros que deben ser tomadas en cuenta para la selección de los materiales;

**Dureza:** La dureza es la habilidad para resistir penetración o la habilidad para soportar abrasión. Esta es una propiedad muy importante en la selección de los materiales para los troqueles, ya que en los ac-

ros aleados la resistencia al desgaste o a la abrasión varía con el contenido de elementos de aleación.

Resistencia a la tracción: Es la propiedad física de los materiales que se obtiene dividiendo la carga máxima observada durante la prueba de tensión por el área transversal de la pieza antes de la prueba. Esta propiedad es determinante para sacar el esfuerzo necesario que requiere la troqueladora para embutir la pieza a fabricar y analizar la fuerza necesaria para vencerla.

Resistencia a la compresión: Es la carga necesaria que necesita un material para llegar a su punto de fractura. Esto también es de suma importancia para calcular los esfuerzos necesarios para cortar las fichas de las piezas eléctricas antes de ser embutidas.

Resistencia al corte o torsión: Es la propiedad que puede definirse como el valor del esfuerzo necesario para causar ruptura en la torsión. Generalmente esta propiedad se mide en su límite de fluencia o de elasticidad.

Según las propiedades físicas y químicas del acero el material más adecuado para la fabricación de la chalupa y caja de registro, el acero al carbono es el más adecuado, por no tener aleaciones que no son requeridas ya que las piezas deben de ser troqueladas con materiales de bajo carbono por ser embutidos y como no requieren propiedades especiales tales como resistencia al calor, abrasión, impacto, que tienen los aceros aleados, entonces vamos a usar aceros al carbono calidad 10-08, que es el acero al carbono comercial que más abunda en el mercado y por tanto el más barato. Este material se puede conseguir de segunda calidad, el cual según los fabricantes generalmente viene con las mismas propiedades de los de primera calidad pero en medidas irregulares por lo que son catalogados de segunda calidad. Con tal medida es considerable el ahorro en los costos de producción. El material se consigue con distribuidoras de lamina, ya sea con representantes de Hylsa o de Siderúrgica Lázaro Cárdenas, en rollos de tres pies de ancho o en hojas de tres pies de ancho por seis pies, ocho pies y diez pies de largo, siendo estos de primera calidad y en tamaños irregulares de segunda calidad.

Para la selección de los materiales de los troqueles se deben considerar cinco propiedades importantes: Resistencia al calor, resistencia a la abrasión, resistencia al choque, resistencia a la distorsión en el temple y habilidad de corte. Debido a que ningún acero aleado cumple con todas estas propiedades en un grado óptimo, se han producido cientos de diferentes aceros para la fabricación de herramientas con el fin de que reúnan el rango total de las demandas.

Los aceros para herramientas se identifican por letra y números según cada fabricante. Todos los aceros de la tabla No.3-2, excepto los de los grupos S y H, pueden ser tratados térmicamente a una dureza de 62° Rockwell, y en consecuencia son materiales duros, fuertes y resistentes al desgaste. La naturaleza y aplicación general de las diversas clases de acero para herramientas son las siguientes:

Aceros para herramienta de temple en aceite, O.

Los tipos O<sub>1</sub> y O<sub>2</sub>, son aceros para herramienta al manganeso, templeables en aceite de fácil adquisición y bajo costo. Estos aceros tienen menos deformación en el temple que los aceros de temple al agua y aparte son de mejor resistencia al desgaste. El acero O<sub>7</sub> tiene mayor resistencia al desgaste debido al aumento de carbono y de tungsteno.

Aceros para herramienta de temple en agua, W.

Son de bajo costo, tienen buena resistencia a la abrasión, al choque y pueden afilarse con facilidad. Son de temple superficial.

Acero para troqueles de temple al aire, A.

El A<sub>2</sub> es el principal, tiene una deformación mínima durante el temple y posee mayor tenacidad que los aceros al aceite y con igual o mayor resistencia al desgaste. Los A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> y A<sub>6</sub> pueden templarse a temperaturas más bajas pero tienen menor resistencia al desgaste y mejores propiedades de distorsión.

Aceros para troqueles, alto carbono y alto cromo, D.

El tipo D<sub>2</sub> es el más importante en fabricación de troqueles en lotes grandes. Es de temple profundo, tenacidad regular y tiene buena resis

tenencia y baja tenacidad. Los aceros D<sub>2</sub> y D<sub>4</sub> son de temple al aire.

Aceros para herramientas, resistentes al choque, S.

Estos aceros contienen menos carbono que los otros y poseen mayor tenacidad. Se aplica en cortes gruesos u operaciones de conformado y donde la rotura sea un problema serio. Los aceros S<sub>1</sub>, S<sub>4</sub>, y S<sub>5</sub>, son de fácil adquisición y los aceros S<sub>4</sub> y S<sub>5</sub> son mas economicos que el S<sub>1</sub>.

Aceros para troqueles, trabajo en caliente, H.

Estos aceros deben convinar la dureza en caliente con la buena resistencia al desgaste y resistencia al choque. Son de temple al aire y en ocasiones se utilizan para aplicaciones de trabajo en frio. Tienen relativamente bajo contenido de carbono y de mediano a elevado contenido de aleación.

Aceros para corte rapido, al tungsteno y molibdeno, T y M.

Los aceros T<sub>1</sub> y M<sub>2</sub> son equivalentes en funcionamiento y poseen buena resistencia al rojo y resistencia a la abrasión. Tienen mayor tenacidad que muchos de los otros aceros para troqueles. Pueden ser endurecidos por los metodos convencionales de carburizado para aplicaciones de trabajo en frio. Los aceros M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> y T<sub>15</sub>, tienen mayor habilidad cortante y resistencia al desgaste. Son mas dificiles de maquinarse y rectificar debido a su aumento en el contenido de carbono y aleaciones.

Acero para herramientas, baja aleación, L.

Los aceros L<sub>3</sub> y L<sub>6</sub>, se utilizan para aplicaciones especiales de troqueles. Otros aceros L, encuentran aplicación donde la fatiga y la tenacidad son consideraciones importantes, tales como las matrices de acuñar o de estampar.

Aceros acabadoros, F.

El acero F<sub>1</sub>, es de empleo limitado pero se aplica ocasionalmente donde se desea alta resistencia al desgaste y un acero de temple poco profundo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Según observamos en la tabla N°3-3, vemos que para los troqueles que para los troqueles de corte utilizaremos O<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, D<sub>2</sub> y para los troqueles de embutido S<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>. Es muy importante para que las propiedades de los aceros cumplan con sus características, adecuar a cada acero su temple exacto. Hay que tener en cuenta la velocidad de calentamiento, la temperatura de temple y revenido, así como el tiempo necesario de temple y su profundidad. El propósito del tratamiento térmico o temple es el de controlar las propiedades del metal o aleación a través de la alteración de la estructura molecular del metal, calentando la a temperaturas determinadas por la tabla No.3-4, y enfriéndolos en diversos medios. El temple elimina tensiones después del trabajo en frío, tensiones internas tales como las que se producen al embutir y doblar. Aumenta la dureza del material, mejora las propiedades cortantes de las herramientas y la resistencia al desgaste. Mejora la resistencia a la corrosión, al calor, y sus propiedades magnéticas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TABLA 1-2 CLASIFICACION DE LOS ACEROS PARA HERRAMIENTAS. \* 2**

Tipos de aceros*	Composición promedio, por ciento							
	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Otros
W1	1.00							
W2	1.00						0.25	
O1	0.90	1.00		0.50	0.50			
O2	0.90	1.00						
O7	1.20			0.75	1.75	0.25		
A2	1.00			5.00		1.00		
A4	1.00	2.00		1.00		1.00		
A5	1.00	3.00		1.00		1.00		
A6	0.70	2.00		1.00		1.00		
D2	1.50			12.00		1.00		
D3	2.25			12.00				
D4	2.25			12.00		1.00		
D6	2.25		1.00	12.00	1.00			
S1	0.50			1.50	2.50			
S2	0.50		1.00			0.50		
S4	0.50	0.80	2.00					
S5	0.50	0.80	2.00			0.40		
H11	0.35			5.00		1.50		
H12	0.35			5.00	1.50	1.50	0.40	
H13	0.35			5.00		1.50	1.00	
H21	0.35		3.50	9.00				
H26	0.50		4.00	18.00			1.00	
T1	0.70			4.00	18.00		1.00	
T15	1.50			4.00	12.00		5.00	Co
M2	0.85			4.00	4.25	5.00	2.00	
M3	1.00			4.00	4.00	5.80	2.40	
M4	1.30			4.00	5.50	4.50	4.00	
L2	0.50			1.00			0.20	
L3	1.00			1.50			0.20	
L6	0.70			0.75				1.50 Ni
P2	1.25				3.50			

**TABLA 1-3 APLICACIONES DE LOS ACEROS PARA HERRAMIENTAS. \* 3**

Aplicación	No. AISI sugiendo	Rango de dureza Rockwell C
Arboles	L6, L2	47-54
Herramientas bruñidoras para ejes	M2, M3	63-67
Barras mandrinadoras	L6, L2	47-54
Brochas	M2, M3	63-67
Bujes (dispositivos para taladrar)	M2, D2	62-64
Levas	A4, O1	59-62
Centros, para tornos	D2, M2	60-63
Peines	M2	62-65
Herramientas coradoras	M2	62-65
Troqueles, cortadores	O1, A2, D2	58-62
Troqueles, dobladores	S1, A2, D2	57-62
Troqueles, acuar, conformar, estampar	S1, A2, D2	52-62
Troqueles, recalcar en frío		
Sólidos	W1, W2	56-62
Insertos	D2, M2	57-62
Troqueles, recalcar en caliente	H12, H13	62-68
Troqueles, laminación	D2, D3	60-63
Troqueles, recortadores	D2, M2	62-64
Troqueles, rosca por rodillos	D2, A2	58-62
Fundición en matriz:		
Aluminio	H13	62-68
Herramientas conformadoras	M2, M3	63-67
Herramientas para torno	M2, T1	63-65
Escarificadoras	M2	63-65
Hojas de cizalla:		
Material pesado	D2, A2	58-61
Material grueso	S1, S4	52-56
Rodillos	A2, D2	58-62
Machos de roscar	M2	62-65
Mordazas para prensas	L2, S4	48-54
Llaves	L2, S1	60-50

\* 2,3 Principios fundamentales para el diseño de herramientas. Capítulo 8. Máquinas 537 y 540.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 3-4

TRATAMIENTO DE TEMPLE Y REVENIDO DE LAS HERRAMIENTAS PARA PRENSAS. \*4

Acero para herramientas AISI	Temperatura de pre-aleamiento °F	Velocidad de calentamiento para temple	Temperatura de temple °F	Tiempo a la temperatura, min.	Medio de temple	Temperatura de revenido, °F	Profundidad de temple	Resistencia a la desarmadura
W1		Lenta	1424-1500	10-30	Salmuera o agua	325-550	Poco profunda	Mejor
W2		Lenta	1425-1550	10-30	Salmuera o agua	325-550	Poco profunda	Mejor
O1	1200	Muy lenta	1450-1500	10-30	Acetate	325-500	Mediana	Buena
O2	1200	Muy lenta	1400-1475	No mantener	Acetate	325-600	Mediana	Buena
O7	1200	Lenta	1375-1625	10-30	Acetate	350-550	Mediana	Buena
A4	1450	Muy lenta	1700-1800	30	Aire	350-700	Profunda	Regular
A4	1510	Lenta	1450-1550	15-30	Aire	300-500	Profunda	Muy buena
A5	1250	Lenta	1450-1550	15-30	Aire	300-500	Profunda	Muy buena
A6	1250	Lenta	1500-1600	15-30	Aire	300-500	Profunda	Muy buena
S1		Lenta a	1400 1650-1750	10-30	Acetate	500 600	Mediana	Regular
S2		Lenta	1525-1575	10-30	Salmuera o agua	350-700		Regular
S4		Lenta	1550-1650	10-40	Salmuera o agua	350-700		Mala
S5		Lenta	1600-1700		Acetate	350-700	Mediana	
H11	1400	Lenta	1800-1850	15-60	Aire	900-1200	Profunda	Buena
H12	1400	Lenta	1800-1850	15-60	Aire	900-1200	Profunda	Buena
H11	1400	Lenta	1800-1850	15-60	Aire	900-1200	Profunda	Buena
H21	1350	Mediana	2000-2200	5-15	Aire, acetate	1000-1200	Profunda	Buena
H2b	1350	Mediana	2000-2200	5-15	Aire, acetate	1000-1200	Profunda	Buena
T1	1500 1600	Rápida desde el pre-aleamiento	2150-2300	No mantener	Aire, acetate, o sal	1025-1200	Profunda	Buena
T15	1500 1600	Rápida desde el pre-aleamiento	2125-2270	No mantener	Aire, acetate, o sal	1000-1200	Profunda	Regular
M2	1500	Rápida desde el pre-aleamiento	2125-2225	No mantener	Aire, acetate, o sal	1025-1200	Profunda	Mala
M3	1450 1550	Rápida desde el pre-aleamiento	2125-2225	No mantener	Aire, acetate, o sal	1025-1200	Profunda	Mala
M4	1450 1550	Rápida desde el pre-aleamiento	2125-2225	No mantener	Aire, acetate, o sal	1025-1200	Profunda	Mala
L2		Lenta	1550-1700	15-30	Acetate	350-600	Mediana	Buena
L3		Lenta	1425-1500	10-30	Salmuera o agua	300-800	Mediana	Buena
L3		Lenta	1500-1600	10-30	Acetate	400-800	Mediana	Buena
L6		Lenta	1450-1550	10-30	Acetate	300-1000	Mediana	Regular
F2	1200	Lenta	1525-1625	15-30	Salmuera o agua	300-500	Poco profunda	Buena

67

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

\* 4 Principios para el diseño de herramientas. Capítulo 8. Página 539.

B) Las diferentes fases del proceso y la maquinaria a utilizar.

En todas las fases del proceso de producción de las piezas, tenemos que tomar en cuenta varios aspectos importantes, como: estudiar el método de fabricación más eficiente, el más sencillo de elaboración, para que el terminado sea el óptimo y el de mejor calidad. Analizar cual proceso es el más económico y el que se realiza con menos mano de obra ya que por lo general- todo trabajo, entre más automatizado esté más - costable es el producto y mayores son las utilidades que se tendrán. Es muy importante en esta fase, determinar la maquinaria con la cual - se fabricará el producto, con la calidad, eficiencia, costeabilidad y- adecuándolo a los materiales destinados para su formación.

Todo nuestro estudio se enfocará en el uso de prensas para trabajo- de materiales en frío, ya que nuestros productos son de alta producci- ón y de calibres de lámina muy delgados, por lo que se estamparán las- fichas de corte en éstas prensas. Este tipo de maquinaria tiene una - gran versatilidad en cuanto a su uso, porque se pueden fabricar un sin número de piezas punzonadas, dobladas, embutidas, acunadas u operacio- nes combinadas que se realizan por medio de moldes o troqueles que dan la forma de la pieza antes diseñada. Estos diseños están calculados en el segundo capítulo de la tesis.

Las prensas como su nombre genérico lo indica, se entiende por toda máquina que es capaz de proporcionar un impacto seco e instantáneo, a- provechando la energía cedida por la misma, para transformar mediante - un molde adecuado (matriz, troquel, entrapa), una superficie metálica- plana en una pieza de perfil previsto y definido como en el punzonado- u obtener un volumen metálico en forma de recipiente, como es el caso- de la embutición de las chalupas. Estas máquinas están formadas de un cuerpo muy robusto capaz de soportar todo el impacto producido por el- volante. Es muy importante determinar la altura mínima entre la mesa- y el cuerpo, para que los troqueles puedan ser trabajados en la prensa ya que algunas matrices son muy altas, largas e anchas, por lo que no- entran en la máquina.

Las prensas son fabricadas con cuerpos de diferentes formas; Prensa

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

de escote, prensas de arco, de costado recto, de yunque e inclinables.

Las troqueladoras de escote se llaman así por su forma en "C".

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

-Diseños de prensa según su base-

Estas son las más comunes junto con las inclinables, por que tienen un gran grado en torno de las matrices y permiten que se usen para piezas muy largas y anchas.

Las inclinables son mejores en el sentido de que se pueden mo-ver para atrás con el objeto de que las piezas caigan por gravedad logrando mayor productividad en el trabajo.

Las de arco son las menos comunes, su estructura inferior es -ancha para permitir trabajar laminas metálicas de gran área; la -parte superior es estrecha. Los cigüeñales son pequeños en rela--ción con el área de las guías y de la mesa, ya que en éstas pre--sas no son diseñadas para trabajo pesado.

La prensa de contados rectos, consi que la capacidad de la má-quina aumente por que las carras sometidas al troquel son tra-nsmitidas en dirección vertical por los lados reforzados de la es-tructura como las prensas hidráulicas.

Las troqueladoras de yunque; tienen una barra cilíndrica gruesa proyectada desde la estructura de la máquina en lugar de la mesa usual. Se usa normalmente para objetos cilíndricos que requieran -engargolado, punzonado y remohado.

Las prensas troqueladoras se clasifican según su transmisión -de fuerzas en: A) Excéntricas.- En las prensas excéntricas, el mo-vimiento circular del motor de accionamiento, se transforma en mo-vimiento rectilíneo por medio de una excéntrica. Estas máquinas -llevan en el árbol principal un sistema de freno de cinta para ab-sorbir la energía sobrante en el retroceso al punto muerto.

B) Hidráulicas.- Las prensas hidráulicas tienen ca-rreras más largas que las prensas mecánicas y desarrollan la pre-sión total a lo largo de toda la carrera, manteniéndose con-stante. También se puede regular la fuerza de trabajo.

Elección de la prensa excéntrica para el trabajo de corte y en

butiocións chalupas y cajas de registros.

1) Dimensiones de la mesa.- Que sea lo suficientemente ancha para que permita la entrada del troquel y tenga una salida mínima del área de la pieza.

2) Carrera de la corredera.- Por lo menos debe tener una carrera de la altura de la pieza a embutir.

3) Potencia de la máquina.- Que sea suficiente para vencer la oposición que crea la pieza a cortar, del cual se calcula en el segundo capítulo.

Es necesario tomar en cuenta que todas las prensas troqueladoras tienen una capacidad menor de la que el fabricante menciona, debido a que según la posición de la biela y la manivela, el momento de torsión será diferente. La máxima potencia la realiza cuando el desplazamiento corresponde un ángulo de  $10^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ . La fuerza que puede realizar la prensa excéntrica no es constante, sino que varía según la posición angular de la misma, (fig. num3-1A,B) En la figura A, se representa la posición de mínima fuerza, cuando el ángulo  $\alpha$ , que forma el brazo de la manivela OE con la vertical es  $90^{\circ}$ . La fuerza  $F$  con que impulsa a la excéntrica, el volante accionado por la máquina, se descompone en " $F''$ ", en la dirección de la biela, que es la que realiza trabajo y otra ( $F'$ ) en la dirección del brazo excéntrica que se anula con la reacción del eje a permanecer en su sitio.

La fuerza ( $F'$ ), se traslada al punto de contacto de la biela con la corredera. Se puede descomponer en una fuerza vertical ( $V$ ) que es la que se aprovecha para el estampado y otra ( $H$ ), que se neutraliza con la reacción de las guías de la corredera.

En la figura B, se ha representado la posición de la excéntrica en que la fuerza ( $V$ ) es la máxima. De ésta figura se deducen los valores ( $F'$ ) y ( $V$ ), que se calculan así:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

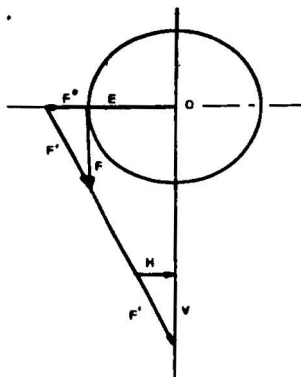


FIG. 3-1A

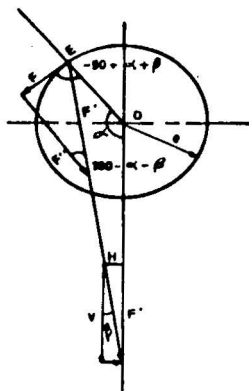


FIG. 3-1B

$\text{SEN}(180 - \alpha - \beta) = F/F'$  entonces  $F' = F/\text{SEN}(180 - \alpha - \beta)$  (I)

$\text{COS } \beta = V/F'$  entonces  $V = F' \text{COS } \beta$  (II)

Si designamos por e-brazo de la manivela OE a que equivale la excéntrica.

r = la relación de e/b, por lo que tendremos:

$$r = e/b$$

$$\text{SEN } \beta / e = \text{SEN } \alpha / b$$

$$\text{SEN } \beta = e/b (\text{SEN } \alpha) = r \text{SEN } \alpha \quad \text{(III)}$$

elevando al cuadrado

$$\text{SEN}^2 \beta = r^2 \text{SEN}^2 \alpha \quad \text{(IV)}$$

por la identidad trigonométrica  $\text{SEN}^2 \beta + \text{COS}^2 \beta = 1$ , de donde

$$\text{COS}^2 \beta = 1 - \text{SEN}^2 \beta \quad \text{(V)}$$

sustituyendo (IV) en (V) tenemos:

$$\text{COS}^2 \beta = 1 - r^2 \text{SEN}^2 \alpha$$

$$\text{COS } \beta = (1 - r^2 \text{SEN}^2 \alpha)^{1/2} \quad \text{(VI)}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



sustituyendo (VI) en (II)

$$V = F' (1 - r^2 \text{SEN}^2 \alpha)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{VII})$$

de (I)  $F' = F \text{SEN} [180 - (\alpha + \beta)]$

$$F' = F (\text{SEN } 180^\circ \text{COS}(\alpha + \beta) - \text{COS } 180^\circ \text{SEN}(\alpha + \beta))$$

$$F' = F (0 + \text{SEN}(\alpha + \beta))$$

$$F' = F (\text{SEN}(\alpha + \beta)) \quad (\text{VIII})$$

$$\text{SEN}(\alpha + \beta) = \text{SEN}\alpha \text{COS}\beta + \text{COS}\alpha \text{SEN}\beta$$

sustituyendo por su equivalente el valor de  $\text{SEN}$  obtenido en (III)

y el  $\text{COS}\beta$  de (VI) :

$$\text{SEN}(\alpha + \beta) = \text{SEN}\alpha(1 - r^2 \text{SEN}^2 \alpha)^{\frac{1}{2}} + \text{COS}\alpha(r \text{SEN}\alpha)$$

por último, de (I)

$$F' = F / (\text{SEN}\alpha(1 - r^2 \text{SEN}^2 \alpha)^{\frac{1}{2}} + r \text{COS}\alpha \text{SEN}\alpha) \quad (\text{IX})$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Utilizando las ecuaciones 7 y 9, podemos determinar la fuerza que dá la troqueladora en un ángulo dado y la fuerza vertical que es la que nos interesa, para ver si se puede realizar el trabajo de corte o embutido.

Hay que tener en cuenta la velocidad de la prensa, ya que en trabajos de embutición la velocidad debe ser pequeña para que se acomode con el tiempo el grano del material usado y no se fracture. También para estos trabajos se requiere instalar un pistón neumático para que retenga la ficha del material y embuta sin arrugas. En este caso no se instalará el pistón por que en los troqueles se adaptará un pisador que hará la misma función de un pistón neumático.

Según la velocidad que se calculó para cada embutición, la máquina debe arreglarse de una manera que pueda cambiar de velocidades; cosa que es muy fácil instalando una caja de velocidades con varias poleas montadas en una chumacera con un eje.

Cuadro de datos para la selección de la prensa, de los diferentes productos a fabricar.

Producto	Tipo/trab.	Presión	Trabajo/emb.	Veloc./emb.
Chalupa	corte/puns.	9,104.61		
C.R.R.	corte/puns.	3,605.25		
Chalupa	embutido	5,447.68	247.45	183.30
C.R.R.	embutido	6,112.28	314.52	280.00
C.R.C.	corte/puns.	11,460.80		
C.R.C.	embutido	7,268.76	348.09	205.08
Tapa R.	corte/punz.	8,812.01		
Tapa G.	corte/punz.	7,439.83		

En ésta tabla se tomaron sólo las presiones de corte o embutido de los calibres mas gruesos que se van a usar, ya que son estos datos se determinará las prensas a usar.

Según la tabla vemos que para el trabajo de embutición no se requiere arriba de 11,538.01 Kg., por lo que se compraría una prensa - troqueladora de 12 toneladas, suficiente en capacidad para elaborar - todos estos productos.

Luego se utilizaría para el corte de las fichas, antes de embutir y para hacer las tapas de las cajas de registro redonda y cuadrada una prensa de 12 toneladas.

También se requerirían para perforar las piezas embutidas una troqueladora de 8 toneladas.

En total se necesitará adquirir una suma de dos prensas de doce - toneladas y una de 8 toneladas, suficientes para componer la línea de producción dentro de las dos etapas de elaboración.

Proceso de fabricación en sus diferentes etapas.

Se mandará cortar la lamina del espesor indicado para cada pieza, - a su medida nominal para que despues de este proceso entre inmediatamente al proceso de prensado, una vez instalados los troqueles en - las prensas y determinado la calidad del terminado.

A continuación describiremos las dos líneas de producción, formada cada una por las prensas mencionadas anteriormente y las etapas -- que conforman cada línea.

- Paso 1.1. Troqueladora A (12 tons.) cortará la ficha del desarrollo de cada uno de los productos.
- Paso 1.2. Troqueladora B (12 tons.) embutirá la ficha ya cortada - en la etapa anterior. La pieza estará lista para ser perforada.
- Paso 1.3. Troqueladora C (8 tons.), punzonará dos lados opuestos de la pieza (1,3), se alados en los diseños de la misma.
- Paso 2.1. Troqueladora A (12 tons.), rebordeará la pieza embutida - que salió del paso 1.2.
- Paso 2.2. Troqueladora B (12 tons.) Perforará el fondo de la pieza.
- Paso 2.3. Troqueladora C (8 tons.) Perforará los lados opuestos de la pieza (2,4).

Por lo que se vé en la secuencia, se observan dos ciclos de traba

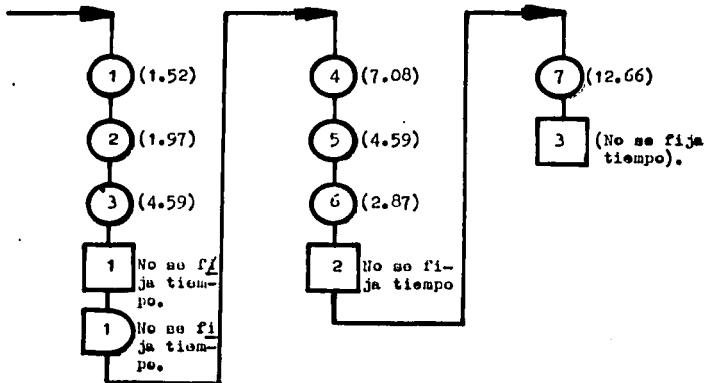
jo, en los cuales se completan seis pasos necesarios para lograr la pieza. Mas adelante, en el siguiente tema, se determinaran los tiempos maquina o sea el tiempo necesario para cada estrocion de trabajo, para lograr una eficiencia maxima y una fuerza de trabajo minima.

Despues de troqueladas las piezas, se machuslearán las lengüetas que son necesarias para atornillar las chalupas o cajas de registro a las tapas o a la placa porta-switches. Se necesitara un taladro de banco de capacidad obion y un aparato roscador reversible, que se adapte al taladro con el fin de que a la hora de hacer la rosca el machuelo pueda salir girando en sentido contrario al taladro.

Luego se mandara a galvanizar las piezas para su acabado final o se enchapopotarán con el metodo mencionado mas delante. Despues se envasarán en cajas de carton para su venta.

El diagrama del proceso de produccion en el cual se detalla la operacion y el tiempo de llevarla a cabo se detalla a continuacion en un cursograma sinoptico.

CURSOGRAMA SINOPTICO: Troquelado y roscado de chalupa o caja de registro redonda y cuadrada.

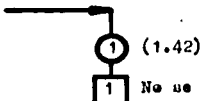


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las descripciones de los movimientos llevados a cabo para fabricar la chalupa y caja de registro del curatograma sinóptico son éstas:

- Operación 1: Cortar ficha del desarrollo de la pieza, en troqueladora de 12 tons., (1.52) segs.
- Operación 2: Embutir la ficha anterior en troqueladora de 12 tons. (1.97) segundos.
- Operación 3: Perforar pieza embutida de dos lados opuestos, en troqueladora de 8 tons., (4.59) segundos.
- Inspección 3: Verificar acabados y medidas finales del producto en su ciclo primero, no se fija tiempo.
- Espera 1: Almacenamiento momentáneo, hasta que se cambien troqueles para el segundo ciclo, no se fija tiempo.
- Operación 4: Roberdeado de la pieza embutida en troqueladora de 12 tons., (7.08) segundos.
- Operación 5: Perforar pieza embutida de los lados faltantes opuestos en troqueladora de 12 tons., (4.59) segundos.
- Operación 6: Perforado final de la pieza embutida del fondo, en troqueladora de 8 tons., (2.87) segundos.
- Inspección 2: Verificación de la pieza troquelada, analizando acabado y medidas finales, no se fija tiempo.
- Operación 7: Roscado de la pieza en taladre de banco de 5/8" pulg (12.66) segundos.
- Inspección 3: Control final de la pieza, checando su acabado, no se fija tiempo.

Después de troquelar en varios procesos la chalupa y caja de registro se se detalla el diagrama de proceso de producción de las tapas para caja de registro redonda y cuadrada, que se van a elaborar en las mismas troqueladoras pero con el tiempo sobrante de los ciclos anteriores.



- Operación 1: Corte e punzonado en troquel progresivo, usando troqueladora de 8 e 12 tons., (1.42) segundos.
- Inspección 1: Verificar acabado y medidas finales, no se fija tiempo.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

-Distribución de planta-

La distribución de planta es el acomodo más eficiente de la maquinaria dentro del espacio disponible. Este espacio será de 100 m<sup>2</sup>, - porque es una medida muy adaptable al sistema de producción del pequeño taller y además es muy fácil de conseguir, ya que se piensa - rentar el local.

Las dimensiones del taller serían de 8 X 12.5 mts. que dan un total de 100 metros cuadrados de superficie.

La distribución cuenta con:

Oficina = 17.5 m<sup>2</sup>

Baño = 5.25 m<sup>2</sup>

Distribuidor = 2.25 m<sup>2</sup>

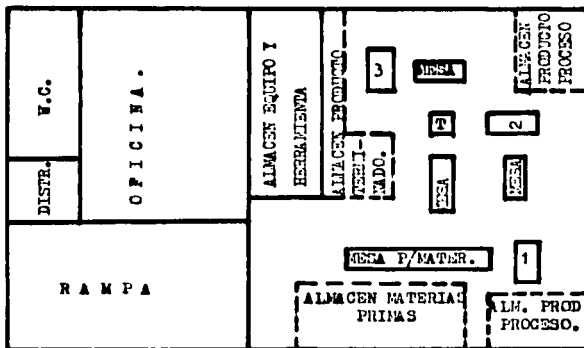
Rampa = 15 m<sup>2</sup>

Área taller = 60 m<sup>2</sup>

Total = 100 m<sup>2</sup>.

El área de taller le comprenden el almacén de materias primas, - que está junto a la rampa de entrada. El almacén de productos en - proceso, un almacén de equipo y herramienta y otro almacén de producto terminado, que es donde termina el ciclo de producción. Además - de que cuenta con áreas para la maquinaria y mesas de trabajo.

El esquema de la distribución de la planta es esta:



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

C) Estudios de tiempos y movimientos en las diferentes fases.

"El estudio de tiempos y movimientos es el análisis cuidadoso de los diferentes movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo, con el fin de eliminar o reducir movimientos ineficientes y de facilitar o hacer más rápidos los productivos." \*5

Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se efectúa con mayor facilidad y aumenta el índice de trabajo. Este tipo de estudio fué analizado y observado por primera vez por "Frank Gilbreth", que sintió una gran curiosidad por separar los movimientos necesarios para realizar una tarea. Esta separación de los movimientos o divisiones básicas del trabajo se aplican a cualquier tarea ejecutada por las manos del operador. El denominó "therbligs", a todos estos movimientos necesarios para llevar a cabo una tarea y concluyó su estudio resumiendo estas operaciones en diecisiete movimientos fundamentales de los brazos y cuerpo.

La división de "Investigación y Desarrollo de Administración, de la Sociedad de la Administración Avanzada en su "Glosario de términos empleados en métodos, Estudio de tiempos e incentivos de salarios", ha dado definiciones para los diversos "therbligs". \*6 Estas definiciones se explican a continuación:

1.- Buscar. Es el elemento básico de la operación empleada para localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos y las manos andan a tientas en busca del objeto. Comienza en el instante en que los ojos se mueven en un esfuerzo por localizar un objeto y termina en el instante en que se enfocan en el objeto encontrado.

2.- Seleccionar. Es el therblig que se efectúa cuando el operario coge una parte de entre dos o más analomas. Este therblig sigue generalmente al de búsqueda, y es difícil determinar cuando termina la

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

busqueda y cuando empieza la selección.

3.- Sujetar. Es el movimiento elemental que hace que la mano, al cerrar los dedos contra una parte en una operación. Sujetar es un movimiento efectivo y generalmente no puede ser eliminado, aunque en muchos casos puede mejorarse. Comienza cuando los dedos de cualquiera de las dos manos empiezan a cerrarse alrededor del objeto para controlarlo y termina en el instante en que se ha logrado el control.

4.- Aloanzar. Representa el movimiento de una mano vacía sin resistencia hacia o desde un objeto. Gilbreth lo denominaba "transporte en vacío". Aloanzar comienza en el instante en que la mano se mueve hacia el objeto o sitio y termina en cuanto acaba el movimiento al llegar al objeto o al sitio. Es natural que el tiempo requerido para ejecutar un aloanzar depende de la distancia recorrida en la mano. Los movimientos "sujetar o aloanzar", pueden clasificarse como objetivos, no pueden generalmente ser eliminados del ciclo de trabajo. Sin embargo si pueden ser reducidos acortando las distancias requeridas para aloanzar el objeto.

5.- Mover. Es la división básica que indica el movimiento de la mano con un peso. El peso puede tomar la forma de presión. Mover fue llamado en un principio "transporte con carga", este movimiento comienza en cuanto la mano baja el peso, se mueve hacia un sitio y termina en el instante en que el movimiento se detiene al llegar a su destino. El tiempo requerido para ejecutar este movimiento depende de la distancia, peso que se mueve y tipo de movimiento. Mover es un therblig objetivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo. Con todo puede reducirse el tiempo para ejecutar el movimiento acortando las distancias, aligerando el peso o mejorando el tipo de movimiento, por medio de cuerdas por gravedad o de transportadores.

6.- Sostener. Es la división básica que tiene lugar cuando cualquiera de las dos manos soporta o mantiene bajo control un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil. Sostener es un movimiento inefectivo y puede eliminarse generalmente, del ciclo de trabajo, diseñando un dispositivo que sostenga la pieza que se trabaja en lugar de tener que emplear la mano. Comienza en el instante en que la mano comienza a controlar el objeto y termina con la otra mano, cuando

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



do se completa el trabajo sobre el mismo.

7.- Soltar. Tiene lugar cuando el operador abandona el control del objeto. Es el movimiento que se ejecuta en mas corto tiempo, y es muy poco lo que puede hacerse para mejorar el tiempo en que se realiza este movimiento objetivo. Comienza en el momento en que los dedos empiezan a separarse de la parte controlada y termina en el instante en que los mismos dedos quedan libres de ella.

8.- Colocar. Es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto, de modo que quede orientado en un sitio especifico. Tien lugar en forma de duda mientras la mano o manos tratan de colocar la parte de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con mas facilidad. En realidad puede ser la combinacion de varios movimientos rapidos. Principia en cuanto la mano o manos que controlan el objeto, comienzan a agitarse, volverse, torcerse, o deslizar la parte para orientarla hacia el sitio adecuado y termina tan pronto como la mano comienza a apartarse del objeto.

9.- Colocación previa. Es un elemento del trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio determinado, de manera que pueda sujetarse en la posición en que tiene que ser sostenido, cuando se le necesita. Es la división básica que coloca una parte de manera que se encuentre en posición conveniente a su llegada.

10.- Inspeccionar. Es un elemento de la operación que efectúa el operador para asegurarse de que ha producido un objeto de aceptable calidad. Se efectua una inspección con el fin principal de comparar un objeto con un estándar.

11.- Ensamblar. Es la división básica que tiene lugar, cuando se unen dos partes correspondientes. Este es otro movimiento objetivo y puede ser más fácilmente mejorado, que eliminado. Ensamblar va casi siempre precedido de Colocar, o de Mover y seguido de Soltar. Comienza en el instante en que las dos partes se ponen en contacto y termina al complementarse el elemento unitivo.

12.- Desensamblar. Es lo contrario a Ensamblar y tiene lugar, cuando dos partes correspondientes se separan.

13.- Usar. Es un movimiento completamente objetivo y tiene lugar —

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

cuando, una o las dos manos controlan un objeto, durante el tiempo en que se ejecuta el trabajo productivo. Indica la acción de ambas manos.

14.- Retrasos inevitables. Son las interrupciones que el operador no puede evitar, en la continuidad del trabajo. Representa el tiempo muerto en el ciclo de trabajo de parte de una o ambas manos según la naturaleza del proceso. Ya que el operador no puede controlar los retrasos inevitable, será necesario cambiar de algún modo el proceso si se les quiere eliminar del ciclo.

15.- Retrasos evitables. Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, ya sea intensional o no intensional, se ha clasificado bajo el nombre de retrasos evitables. La mayor parte de los posibles retrasos evitables pueden ser evitados por el operador sin cambiar el método o el proceso que sigue el trabajo.

16.- Planear. Es un proceso mental cuando el operador se detiene para determinar la acción que debe seguir. Planear puede suceder en cualquier etapa del ciclo y puede descubrirse fácilmente en la forma de una duda, después de haber localizado todos los componentes. Estar movimiento es característico de los operadores nuevos y generalmente puede eliminarse del ciclo mediante entrenamiento.

17.- Descanso para sobrellevar la fatiga. Esta clase de retrasos aparece muy rara vez en cada ciclo, pero si periódicamente como necesidad que experimenta el operador de reponerse de la fatiga. La duración del descanso para sobrellevar la fatiga varía como es natural según la clase de trabajo y según las características físicas del operador que ejecuta el trabajo.

Los therbligs se clasifican posteriormente en físicos, semimentales o mentales, objetivos y de retraso. Idealmente todo trabajo debería componerse de therbligs físicos y objetivos. (\*) 7

A.- Efectivos:

I. Divisiones físicas básicas

1. Alcanzar

\* 7 Ingeniería Industrial Niobel, B.W. Cap. 7 pág. 164

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2. Mover
3. Sujetar
4. Soltar
5. Colocación previa.

## II. Divisiones objetivas básicas

6. Usar
7. Ensamblar
8. Desensamblar

## B.- Inefectivos:

## III. Divisiones mentales y semimentales básicas

9. Buscar
10. Seleccionar
11. Colocar
12. Inspeccionar
13. Planear

## IV. Retrasos

14. Retrasos inevitables
15. Retrasos evitables
16. Descanso para sobrellevar la fatiga
17. Sostener.

En el estudio de tiempos y movimientos implicados en nuestro estudio, usaremos este método de análisis de movimientos, ya que no contamos con una base para analizar el costo de mano de obra y la capacidad de producción total de la pequeña industria. El método estudiado — M.T.M. (procedimiento de tiempos de movimientos predeterminado), constituye un procedimiento con la finalidad de analizar cualquier operación o método manual, con su uso no se pueden medir tiempos de máquinas ni de proceso, por que cada método realizado con cierta maquinaria, puede variar en tiempo de operación, ya que cada máquina trabaja de acuerdo a su diseño de producción.

Es muy necesario calcular además de los tiempos de movimiento, —

los tiempos maquina que repercuten en el tiempo global del ciclo de trabajo.

Con el metodo M.T.M. , se analizará el trabajo a desarrollar por - los operarios y manipuladores del material, fraccionando cada elemento de trabajo realizado por los mismos.

Despues se asigna un valor de tiempo predeterminado, a cada uno de estos movimientos basicos agrupados en la tabla N°3-5. Este valor se determina conociendo la forma del movimiento que efectua el trabajador y las condiciones en que lo realiza.

Las fases de la aplicación del metodo M.T.M. son las siguientes:

-Prever y observar movimiento por movimiento, las etapas que el trabajador sigue en la realización de su trabajo.

-Registrar estos movimientos.

-Asignar valores de tiempo a cada movimiento según tabla de tiempos y movimientos predeterminado.

-Asignar valores de tiempo a cada movimiento según tabla.

-Sumar estos valores de tiempo y emplearlos como una base para posteriormente analizarlos con cronometro y ajustarse a un tiempo mas real, puesto que en el metodo M.T.M. no se pueden prever con exactitud los retrasos o deficiencias del operador.

Los datos dados en la tabla N°3-5, resulten de investigaciones del estudio cuidadoso de películas de movimientos de alta velocidad de operaciones industriales. Los valores de los tiempos estan dados en terminos de unidades de medida de tiempo (TMU) . Cada TMU, tiene un valor de 0,00001 hora o 0,0006 minutos. Luego los TMU total de un ciclo u operación de trabajo serán multiplicados por cualquier unidad en TMU para convertirlos en segundos.

1 TMU = 0.00001 hora
= 0.0006 minuto
= 0.036 segundo

\* 8

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA 3-5A LLEGAR A - R

85

Distancia de movimiento, pulgadas	Tiempo TMU				Mano en movimiento		Caso y descripción	
	A	B	C o D	E	A	B		
Nº o menos	3,0	2,0	3,0	3,0	1,8	1,8	A Llegar hasta el objeto situado en un lugar fijo o hasta el objeto situado en la otra mano o sobre el cual reposa la otra mano.	
1	3,5	2,5	3,0	3,4	2,8	3,3		
2	4,0	4,0	4,0	3,6	3,5	3,7		
3	4,3	3,3	7,3	4,3	4,4	3,4		
4	6,1	6,4	6,4	6,8	4,9	4,3		
5	6,5	7,8	9,4	7,4	5,3	6,0		
6	7,0	8,6	10,1	8,0	5,7	5,7		
7	7,4	9,3	10,8	8,7	6,1	6,4		
8	7,9	10,1	11,5	9,3	6,5	7,2		
9	8,3	10,8	12,2	9,9	6,9	7,6		
10	8,7	11,5	12,9	10,5	7,3	8,0		
12	9,6	12,9	14,3	11,8	8,1	10,1	B Llegar hasta un solo objeto que está en un lugar que puede variar ligeramente de un ciclo a otro.	
14	10,5	14,4	15,6	13,0	8,9	11,8		
16	11,4	15,8	17,0	14,2	9,7	12,9		
18	12,3	17,2	18,4	15,5	10,5	14,4		
20	13,1	18,6	19,8	16,7	11,3	15,6	C Llegar hasta un objeto que está reunido con otros objetos en un grupo de manera que se presenta búsqueda y selección.	
22	14,0	20,1	21,3	18,0	12,1	17,3		
24	14,9	21,5	22,5	19,2	12,9	18,8	D Llegar hasta un objeto muy pequeño o un objeto que es necesario sujetar cuidadosamente.	
26	15,8	22,9	23,9	20,4	13,7	20,2		
28	16,7	24,4	25,2	21,7	14,5	21,7		
30	17,6	25,8	26,7	22,9	15,3	23,2		
								E Llegar a un sitio indefinido para hacer que la mano quede colocada de manera que el cuerpo pueda hacer un movimiento posterior o de retroceso.

TABLA 3-5B MOVIMIENTO - M

Distancia de movimiento, pulgadas	Tiempo TMU				Tolerancia de peso			Caso y descripción
	Mano en movimiento				Peso hasta de, lb	Factor	Constante TMU	
	A	B	C	B				
Nº o menos	3,0	3,0	3,0	1,7	3,5	1,00	0	A Mover el objeto a la otra mano o sobre un tope.
1	3,5	3,9	3,4	2,3				
2	3,8	4,6	3,2	2,9	7,0	1,06	3,2	
3	4,9	5,7	6,7	3,6				
4	6,1	6,9	8,0	4,2				
5	7,3	8,0	9,2	5,0	12,5	1,11	3,9	B Mover el objeto hasta un sitio aproximado o indefinido.
6	8,1	8,9	10,3	4,7				
7	8,9	9,7	11,1	6,4	17,0	1,17	5,0	
8	9,7	10,6	11,8	7,2				
9	10,5	11,5	13,7	7,9	23,5	1,22	7,4	
10	11,5	12,3	12,5	8,6				
12	12,9	12,4	15,2	10,0	37,5	1,26	9,1	
14	14,4	14,8	16,9	11,4				
16	16,0	16,8	18,7	12,9	50,5	1,33	10,8	
18	17,6	17,0	20,4	14,2				
20	19,2	18,2	22,1	15,6	67,5	1,39	12,5	
22	20,8	19,4	23,8	17,0				
24	22,4	20,6	25,5	18,4	82,5	1,44	14,3	
26	24,0	21,8	27,3	19,8				
28	25,6	23,1	29,0	21,2				
30	27,1	24,3	30,7	22,7	97,5	1,50	16,0	C Mover el objeto hasta un sitio exacto.

TABLA 3-5C VOLTEAR Y APLICAR PRESION - T y AP

86

Peso	Tiempo TMU por grados de giro										
	90°	45°	90°	75°	60°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeño—0 a 2 lb.	2.8	3.6	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Mediano—2.1 a 10 lb.	4.6	5.4	6.2	7.2	8.2	9.1	10.1	11.2	12.7	13.7	14.8
Grande—10.1 a 50 lb.	8.4	10.0	11.2	13.4	14.6	16.2	18.3	20.4	22.8	24.8	27.2

APLICAR PRESION CASO 1 - 16.2 TMU  
 APLICAR PRESION CASO 2 - 10.6 TMU

TABLA 3-5D SUJETAR - U

Caso	Tiempo TMU	Descripción
1A	2.0	Sujeta sujetando - Objeto pequeño, mediano o grande en el mismo lado de sujetar.
1B	3.5	Objeto muy pequeño o situado contra una superficie plana.
1C1	7.3	Impedimento para la sujeción en la parte inferior y un lado de un objeto con cilindro Diámetro mayor de 1/2".
1C2	8.7	Impedimento para la sujeción en la parte inferior y un lado de un objeto con cilindro Diámetro 1/4" a 1/2".
1C3	10.8	Impedimento para la sujeción en la parte inferior y un lado de un objeto con cilindro Diámetro inferior a 1/4".
2	5.5	Sujeta nuevamente
3	5.5	Traspasar la sujeción.
4A	7.3	Objeto reunido con otros objetos de manera que se presenta búsqueda y selección Mas grande que 1" X 1" X 1".
4B	9.1	Objeto reunido con otros objetos de manera que se presenta búsqueda y selección Desde 1/4" X 1/4" X 1/8" hasta 1" X 1" X 1".
4C	12.9	Objeto reunido con otros objetos de manera que se presenta búsqueda y selección Mas pequeño que 1/4" X 1/4" X 1/8".
5	9	Sujeción por contacto, deslizamiento o gancho.

TABLA 3-5E COLOCAR - P

Clase de ajuste		Simetría	Facilidad de manipulación	Dificultad de manipulación
1-Libre	No requiere presión	B	5.4	11.2
		BB	9.1	14.7
		NB	10.4	18.0
2-Aproximada	Requiere ligera presión	B	16.2	21.8
		BB	19.7	25.3
		NB	21.0	26.6
3-Exacta	Requiere presión fuerte	B	43.0	45.9
		BB	66.5	52.1
		NB	47.8	53.4

\*Distancia de movimiento para que case - 1" o menos.

TABLA 3-5F SOLTAR- RL

Caso	Tiempo TMU	Descripción
1	2.0	Se suelta en forma normal abriendo los dedos en un movimiento independiente
2	9	Se suelta con contacto

TABLA 3-5G DESCONEXION - D

Clase de ajuste		Facilidad de manipulación	Dificultad de manipulación
1	Libre - muy poco esfuerzo, se doble con el movimiento siguiente	4.0	5.7
2	Aproximada - esfuerzo normal, torsión ligera	7.5	11.8
3	Fuerte - esfuerzo considerable, notoria torsión de la mano	22.9	34.7

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

**TABLA 3-5H TIEMPO DE MOVIMIENTO DEL OJO Y ENFOQUE - ET y EP**

Tiempo de movimiento del ojo =  $15.2 \times \frac{T}{D}$  TMU, con un valor máximo de 20 TMU.

donde T = la distancia entre los puntos extremos del movimiento  
 = la distancia perpendicular desde el ojo hasta la línea de movimiento T.

Tiempo de enfoque del ojo = 7.3 TMU.

**TABLA 3-5I MOVIMIENTOS DEL CUERPO, LA PIERNA Y EL PIE**

Descripción	Símbolo	Distancia	Tiempo TMU
Movimiento del pie—Colgando en la rodilla. Com presión fuerte.	FM FMP	Hasta 4"	8.3 19.1
Movimiento de la pierna o del muslo.	LM	Hasta 6" Cada pulgada adicional	7.1 1.3
Paso al lado—Caso 1—Completo cuando la pierna delantera hace contacto con el piso	SB-C1	Menos de 12" 12" Cada pulgada adicional	Usar tiempo de LLEGAR A o MOVER 17.0 .8
Caso 2—La pierna de atrás debe hacer contacto con el piso antes de poder hacer el siguiente movimiento	SB-C2	12" Cada pulgada adicional	34.1 1.1
Doblar, agacharse o arrodillarse sobre una rodilla.	B,B,KOK		29.0
Levantarse	A,B,A,A,KOK		31.0
Rodilla sobre el pie—Ambas rodillas.	KBK		60.4
Levantarse	AKBK		76.7
Sentarse.	SIT		34.7
Levantarse de la posición sentada	STD		43.4
Girar el cuerpo de 45 a 90 grados—Caso 1—Completo cuando la pierna delantera hace contacto con el piso.	TBC1		18.6
Caso 2—La pierna de atrás debe hacer contacto con el pie antes de que pueda hacer el movimiento siguiente	TBC2		37.2
Caminar	W,FT	Por pie	5.3
Caminar.	W,P	Por paso.	18.0

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fases necesarias para realizar un "ciclo completo" y llevar a cabo la terminación de los productos.

No se tomaran en cuenta movimientos que se repiten en cada ciclo, como acomodar el material en una posición fija o provisional. En este caso cuando se recibe material cortado, se acomodará la lamina en las mesas "portalamina", listas para procesarlas.

En base a experiencia en el trabajo en prensas troqueladoras y a la observación realizada, detallo a continuación los movimientos más usuales para realizar una operación ya sea de corte, doblez o embutido en las prensas.

Los movimientos necesarios para elaborar la chalupa y caja de registro, se mencionan a continuación en la hoja de movimientos predeterminados.

Hoja de movimientos predeterminados # 1						
Piezas: Chalupa y cajas de registro			Paseo: 1-6			
Operaciones: cortar ficha			Máquina: troqueladora 12 tons.			
Descripción mano Izq.	N°	M.I.	TMU	N.D.	N°	Descripción mano der.
Cojer lamina	1	G1A	22.9	R2CB	1	Alcanzar lamina
Mover lamina	1	M26B	21.8	G1A	1	Cojer lamina
Posicionar "Ajuste med."	1	P2B	16.2	P2B	1	Mover lamina 26"
*Troquelar	1	—	13.9	—	1	posicionar "Ajuste medY
Mover lamina 7 "	16	M7B	155.2	M7B	16	*Troquelar
Posicionar "Ajuste med."	16	P2B	259.2	P2B	16	Mover lamina 7"
*Troquelar	16	—	222.4	—	16	Posicionar "Ajuste medY
Soltar lamina	1	RLI	2.0	RLI	1	*Troquelar
Total de 17 ciclos			717.6			Soltar lamina
Tiempo estandar/pza.			42.2			
Tiempo en segundos			1.52			

Respecto a la tabla anterior es importante tomar en cuenta, que cuando se empieza con una tira nueva, el primer movimiento de alcanzar a 26", no se vuelve a repetir hasta que se acaba el material. Por lo tanto se toma el tiempo de todas las piezas elaboradas en una tira y se divide entre las mismas para sacar el tiempo estandar de operación. Las líneas marcadas con el asterisco fueron sacadas en base a

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



datos del fabricante de la troqueladora y de las cuales las revoluciones por minuto del volante, son de 120 rev/min., las cuales desarrollan una eficiencia de dos piezas por segundo o una pieza cada medio-segundo. Medio segundo equivale a 13.9 TMU.

<u>Hoja de movimientos predeterminados # 2</u>							
Piezas: Chalupa y cajas de Registro				Pasos: 2/6			
Operación: Embutición				Máquina: troqueladora 12 ton.			
Descripción mano izq.	N°.	M.I.	TMU	M.D.	N°.	Descrip.	M.D.
			11.4	R16A	1	Aloanzar ficha	
			2.0	O1A	1	Coger ficha	
			15.8	M16B	1	Mover ficha	
Coger botador	1	O1A	5.6	F1A	1	Posicionar	
			2.0	RL1	1	Soltar ficha	
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar	
Girar mano para expulsar pieza.	1	TP60°	4.1	---			
<b>TOTAL DE TMU = 54.8 = 1.97 seg.</b>							

<u>Hoja de movimientos predeterminados # 3</u>							
Piezas: Chalupa y cajas de registro				Pasos: 3/6			
Operación: Rebordado y perforado pestaña				Máquina: Prensa 12 tons.			
Descripción mano izq.	N°.	M.I.	TMU	M.D.	N°.	Descrip.	M.D.
			11.4	R16A	1	Aloanzar pza.	
			2.0	O1A	1	Coger pza.	
			16.0	M16A	1	Mover pza.	
Posicionar pza.	1	FS2	16.2	FS2	1	Posicionar	
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar	
Mover 3"	1	M3B	5.7	M3B	1	Mover 3"	
Girar 180°	1	TP180°	9.4	TP180	1	Girar 180°	
Mover 3"	1	M3B	4.9	M3B	1	Mover 3"	
Posicionar	1	FS2	16.2	FS2	1	Posicionar	
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar	
Desacoplar	1	D3D	34.7	D3D	1	Desacoplar	
			15.8	M16B	1	Mover 16"	
			2.0	RL1	1	Soltar pza.	
<b>TOTAL TMU = 196.8 = 7.08 seg.</b>							

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

<u>Hoja de movimientos predeterminados # 4</u>						
Piezas: Chalupa y cajas de registro			Paso: 4/6			
Operacións Perforado costados			Máquina: Prensa 8 tons.			
Descripción mano izq.	Nº	M.I.	TMU	M.D.	Nº	Descrip. M.D.
			11.4	R16A	1	Alcanzar pza.
			2.0	G1A	1	Coger pza.
			16.0	M16A	1	Mover pza.
Posicionar	1	PS2	16.2	PS2	1	Posicionar
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar
Mover 3"	1	M3B	5.7	M3B	1	Mover 3"
Girar 180°	1	TP180°	9.4	TP180°	1	Girar 180°
Mover 3"	1	M3A	4.9	M3A	1	Mover 3"
Posicionar	1	PS2	16.2	PS2	1	Posicionar
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar
			15.8	M16B	1	Mover 16"
Soltar pieza	1	RL1	2.0	RL1	1	Soltar pza.
<u>TOTAL TMU = 127.4 = 4.59 seg.</u>						

<u>Hoja de movimientos predeterminados # 5</u>						
Piezas: Chalupa y cajas de registro			Paso: 5/6			
Operacións Perforado costados			Máquina: Prensa 8 tons.			
Descripción mano izq.	Nº	M.I.	TMU	M.D.	Nº	Descrip. M.D.
			11.4	R16A	1	Alcanzar pza.
			2.0	G1A	1	Coger
			16.0	M16A	1	Mover pza. 16"
Posicionar	1	PS2	16.2	PS2	1	Posicionar
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar
Mover 3"	1	M3B	5.7	M3B	1	Mover 3"
Girar 180°	1	TP180°	9.4	TP180°	1	Girar 180°
Mover 3"	1	M3A	4.9	M3A	1	Mover 3"
Posicionar	1	PS2	16.2	PS2	1	Posicionar
Troquelar	1	---	13.9	---	1	Troquelar
			15.8	M16B	1	Mover 16"
Soltar pieza	1	RL1	2.0	RL1	1	Soltar pza.
<u>TOTAL TMU = 127.4 = 4.59 seg.</u>						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

91

Hoja de movimientos prodeterminados # 6						
Piezas: Chalupa y cajas de registro			Pasos 6/6			
Operación: Perforador fondo			Máquina: Prensa 8 tons.			
Descripción mano isq.	Nº	M.I.	TMU	M.D.	Nº	Descrip. M.D.
			11.4	R16A	1	Alcansar pza.
			2.0	G1A	1	Coger
			16.0	M16A	1	Mover pza. 16"
Posicionar	1	FS2	16.2	FS2	1	Posicionar
Troquelar	1	—	13.9	—	1	Troquelar
			18.2	M20B	1	Mover 20"
Solar pieza	1	RL1	2.0	RL1	1	Soltar pza.
<u>TOTAL TMU = 79.7 = 2.87 seg.</u>						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El resumen de los tiempos empleados para terminar los seis pasos necesarios para desarrollar la pieza es el siguiente:

	Paso	Proceso	TMU	Segundos
Ciclo 1	1°	Cortar ficha	42.2	1.52
	2°	Embutir "	54.8	1.97
	3°	Perforar "	127.4	4.59
Ciclo 2	4°	Rebordar"	1 6.8	7.08
	5°	Perforar "	127.4	4.59
	6°	Perforar "	<u>79.7</u>	<u>2.87</u>
		Total	628.3	22.62

Tomando en cuenta que los tiempos por ser estimados en la teoría y no en la práctica, no se está registrando posibles demoras por deficiencias del operario o por deficiencias del sistema. Por esta razón vamos a estimar de una forma un tanto conservadora, ya que vamos a considerar un 60% de eficiencia. El tiempo que se estime con este porcentaje va a ser nuestra base para el estudio de costos. Es necesario, una vez que se lleve a la práctica este proyecto, que se registre bien los tiempos estándar calculados en las hojas de movimientos predeterminados, con un cronómetro y tomando en cuenta las demoras en el sistema para dar un ajuste y valorar el tiempo real.

Tiempo estimado un 60% de eficiencia	=	<u>22.62 seg/pza. troquelada</u> 0.6	=	37.7 seg
--------------------------------------	---	---	---	----------

Este tiempo no es el real por pieza, ya que en el proceso se fabricarán las piezas contando con tres troqueladoras al mismo tiempo, por lo que el tiempo estimado se calcula más adelante.

Después de troquelar la pieza completa, se pasa a un taladro roscador, para roscar la pestaña con la que se sujeta la placa porta-switch. El tiempo estándar de esta operación es el siguiente:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

93

Hoja de movimientos predeterminados # 7							
Piezas: Chalupa y cajas de registro				Paus: 7			
Operación: Machucado o roscado				Máquina: Taladro 5/8"			
Descripción mano izq.	N°	M.I.	TMU	M.D.	N°	Descrip.	M.D.
Aloanzar pieza	1	R1CA	8.7				
Coger pieza	1	Q1A	2.0				
Mover pieza	1	M1CA	11.3				
Posicionar pieza	1	P1SE	19.2	MA20	1	Mover palanca	
			111.1	---	1	Machuclear	
Coger pieza	1	Q1A	2.0	RL1	1	Soltar palanca	
Girar 180°	1	TP180	9.4				
Posicionar pieza	1	P1HS	19.2	MA20	1	Mover brazo	
			2.0	Q1A	1	Coger perilla	
			19.2	MA20	1	Mover palanca	
			111.1	---	1	Machuclear	
			2.0	RL1	1	Soltar palanca	
Mover pieza	1	M1CA	11.3				
Soltar pieza	1	RL1					
<b>TOTAL TMU = 351.7 = 12.66 seg.</b>							

Hay que tomar en cuenta que como no se cuenta con seis troqueladoras, el tiempo para troquelar una chalupa completa se tomará en dos tiempos separados por ser fabricada en dos ciclos. En cada ciclo de tres etapas se toma el tiempo mas alto para determinar el tiempo necesario para llevar a cabo el total de las tres tareas. Según vemos en la tabla del primer ciclo es de 4.59 segundos y del segundo ciclo es de 7.08 segundos. Por lo tanto el tiempo total de troquelado de los dos ciclos es de 11.67 segundos.

Tiempo de troquelado de los dos ciclos = 11.67 segundos

Para determinar tiempos ociosos de maquina vimos a calcular en base a 12 dias de trabajo por ciclo. Se toma n 12 dias por que se es tan tomando en base al trabajo de un mes, ya que se está la demanda de un mes. En un mes se trabajarán 24 dias (6 dias por semana) y tres turnos por día (24 hrs.).

- Analizando el primer ciclo tenemos:

Paso	Tiempo	Tiempo Real	Piezas/día	Piezas/2 semanas.
1°	1.52	2.53	34,150.0	409,800.0
2°	1.97	3.28	26,341.0	316,092.0
3°	4.59	7.65	11,294.0	135,528.0

Observamos que haciendo 135,528 piezas, nos quedan tiempos muertos en la máquina del paso 1° y 2° por lo que pueden ser aprovechadas para fabricar las tapas de las cajas de registro.

Para desarrollar 135,528 pascos en la maquina primera y segunda, se requieren:

1° maquina = 95° 14' 45" = 4 dias aproximadamente

2° maquina = 123° 28' 52" = 5 dias aproximadamente

Estamos viendo que sobran 8 dias en la primera operación y 7 dias en la segunda; estos dias se pueden aprovechar para fabricar las tapas de las cajas de registro de las cuales vamos a calcular el tiempo estandar con el sistema M.T.M.

Hoja de movimientos predeterminados # 8						
Piezas: Tapa cajas de registro			Pasos: I			
Operacións: Corte/punzonado			Máquina: Prensa 12, 8 tone.			
Descripción mano izq.	N°	M.I.	TMU	M.D.	N°	Descrip. N.D.
			22.9	R26B	1	Alcanzar lámina
			2.0	Q1A	1	Coger lámina
Mover lámina	1	M26B	21.8	M26B	1	Mover lámina
Posicionar lámina	1	P23	16.2	P23	1	Posicionar lam.
Troquelar	1	—	13.9	—	1	Troquelar
Mover lámina 5"	31	M5B	248.0	M5B	31	Mover lámina
Posicionar lámina	31	P23	502.2	P23	31	Posicionar
Troquelar	31	—	430.9	—	31	Troquelar
Soltar lámina	1	RL1	2.0	RL1	1	Soltar lámina
TOTAL TMU / 32 pascos = 39.37 = 1.42						

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para fabricar 32 piezas que salgan en una tira de material de 3050 mm. de largo, se necesitan troquelar las primeras piezas con mas tiempo que las subsecuentes, por que la primera es la unica en la que se realizan movimientos de masa. Por eso se dividen los TMU totales entre 32 para determinar el tiempo estandar por pieza.

Del tiempo sobrante de 8 dias para la troqueladora de 12 toneladas lo aprovecharemos para fabricar las 135528 tapas de la caja de registro cuadrada, que requiere 10.3 toneladas para elaborarla. El tiempo necesario es de:  $53^{\circ} 27' 30'' = 2.2$  dias aproximadamente, por lo que sobran aun 5.8 dias aprovechables.

Para la troqueladora B de 8 toneladas, se necesitarian  $53^{\circ} 57' 30''$  para producir lo mismo ya que se fabrican en el mismo tiempo por lo que sobrarian 4.8 dias.

Analizando el 2° ciclo tenemos:				
Paso	Tiempo	Tiempo real	Pza./dia	Piezas/2 semanas.
1°	7.08	11.8	7,3322	87,864
2°	4.59	7.65	11,294	135,528
3°	2.87	4.78	18,75	216,900

Viendo el resumen, observamos que la produccion de la troqueladora del paso 1°, es la mas chica de todo el sistema, por lo que hay que aprovechar que se tienen en el paso 3°, 388,958" aprovechables para fabricar mas piezas del paso 1°

$$\underline{4.5 \text{ dias} = 388955 \text{ segundos} = 32,962 \text{ piezas}}$$

Estas 32,962 piezas fabricadas, mas las 37,864 anteriores, darian un total de 120,826 piezas. Vemos que faltan 14,702 piezas para completar las 135,528 que se fabricaran en los dos ciclos.

Estas 14,702 piezas faltantes, equivalen a 173,483.6 seg. = 2 dias que se aprovecharian para hacerse en el ciclo 1° y en el paso 1°.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

D) Cálculo de la producción.

Conclusiones: Se fabricarán por mes, un promedio de 135,528 piezas en tres ohalupas y cajas de registro redonda y cuadrada, tomando en cuenta que se trabajará con un 60% de eficiencia. También se fabricarán — 135,528 tapas redondas y otras tantas cuadradas.

La capacidad instalada de la Empresa es mucho mayor que la demanda del Edo. de Jalisco, por lo que se proyectará llevar el producto a todo el territorio de México, ya que la demanda de todo el país es de — 188,901 ohalupas y 188,901 cajas de registro redonda o cuadrada y además 188,901 tapas para las cajas de registro.

Como en el mercado existen otros tres proveedores sería muy falso pensar en cubrir la demanda nacional en su totalidad, pero si lograr una cuarta parte del total, con la capacidad instalada de la empresa.

Esto se lograría con una buena labor de venta y un buen servicio de entrega, tomando en cuenta que la calidad del producto es muy buena.

Como se observa la capacidad instalada de la empresa es del 36% de la demanda nacional, pero como se piensa cubrir una cuarta parte de la demanda entonces habría un sobrante de producción, que se mantendría latente hasta que la situación del país mejore en el aspecto económico y por supuesto en el aumento de consumo de ohalupas y cajas de registro.

Como se observó anteriormente, la capacidad de la empresa se calculó a tres turnos por lo que se disminuiría a dos, para bajar la producción excesiva produciéndose una tercera parte menos que en la que se lograría introducir los primeros años de crisis en el país.



### E) Control de Calidad.

Este proceso se basa en el estudio de que un producto no se debe fabricar solo tomando en cuenta la rapidez con que se elabora sino la calidad en el proceso utilizado. Toman en cuenta factores como calidad en su presentación, calidad en su funcionamiento, es decir que cumpla con ciertas márgenes de seguridad, por que un producto puede estar compuesto de varias partes y si no se tiene en cuenta las tolerancias, podemos fracasar. Tambien hay que tomar en cuenta especialmente la utilización que tendrá el producto, para determinar con exactitud los márgenes de variación entre una pieza y otra. Es muy importante leer a esto usando un correcto sistema de elaboración y un sistema preventivo de los útiles (troqueles), para no tener problemas con lotes de piezas mal hechas.

El control de calidad se ha venido utilizando por medio de control estadístico, en base a muestras al azar. Este método es el mejor ya que evita estar inspeccionando cada pieza que se fabrica, pues se toman muestras al azar de la producción que ha sido obtenida hasta la última muestra. De estos datos obtenidos con cada muestra se hacen gráficas obteniendo una media y una tendencia a repararse de ella, por lo que se puede determinar según la tendencia la calidad de las piezas.

El control de calidad en este caso que estudiamos no va a requerir este método, puesto que éste se determinará dando un buen mantenimiento a los troqueles, ya que los moldes bien diseñados y con un buen mantenimiento preventivo, son reflejo de buenas piezas y óptimo control de calidad.

Los troqueles necesitan para su mantenimiento, un uso correcto de los lubricantes que se mencionan en el capítulo II, ya que con una buena lubricación se logra poco desgaste en el útil acabados finos en textura del material de la pieza elaborada.

Es importante también estar chequeando las piezas para observar el borde en sus partes exteriores y revisar que no tengan filos, ya que si pasara esto, lo sucedería es que las matrices se desgastarían rápidamente y perdería vida el troquel, debido a que tendría que estar—

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

rectificándose en exceso. Esto es muy importante por que si se deja largo tiempo, el troquel se desgastaría con mucha rapidez y se amellaría. Por lo tanto, chequeando las piezas en su acabado, se lograría un buen control de calidad, siendo que un troquel debe hacer todas las piezas iguales si se cuida el darle un buen mantenimiento al dado.

Este producto además, no requiere medida exacta, porque es un artículo muy adaptable en su funcionamiento. Además no ensambla con otra pieza que no sea la tapa. Por esto la única medida importante a chequear son los centros entre los barrenos de la tapa para la caja de registro y los centros en la caja, pero aun así los centros de la tapa tienen una corredera que sirve para ajustarse de acuerdo al centro de la caja; debido a estas características no es extremadamente importante la precisión en los útiles.

Se puede decir que el gnt. que se necesita para llevar a cabo el control de calidad se puede considerar despreciable debido a que la gran cantidad de piezas fabricadas amortizan fácilmente dichos costos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

F) Cálculo del costo de producción de cada artículo ya empaquetado.

Este punto es la culminación de todos los cálculos y diseños de las herramientas y materiales a utilizarse para la fabricación de los productos elaborados en este estudio.

Se determinará el costo de materias primas, así como las maquinas - necesarias para el acabado del producto y el costo de mano de obra.

Para determinar el costo de cada artículo, tenemos que considerar - lo siguientes:

- |                           |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| 1) Materia prima :        | A) Lámina negra                     |
| 2) Mano de obra :         | A) Maquina de corte de lámina negra |
|                           | B) Troquelado                       |
|                           | C) Machueledado                     |
|                           | D) Maquina de galvanizado           |
|                           | E) Enchapotado                      |
|                           | F) Empaquetado para su venta        |
| 3) Costo de Amortización: | A) Maquinaria                       |
|                           | B) Troqueles                        |
|                           | C) Varios                           |

Materias primas:

Lámina negra.- Este material es muy facil de conseguir, por que en México hay dos fabricantes del mismo, HYLSA de Monterrey y Siderúrgica - Mexicana ( Las Trochales) de participación estatal. Estas compañías trabajan por lo general dos calidades para sus productos, la. y 2n. calidad. La primera calidad garantiza en cuanto a su dureza, espesor, buen acabado (laminado y textura); y en la de 2n. no hay garantías de ninguna especie. En la de primera el precio es mas alto, por lo que - nuestro estudio se basará en la de segunda calidad, siempre y cuando estemos seguros al comprarla de que no venga acerada ni descalibrada. Si estuviera acerada no podría embutirse pues se rajaría al empezar a - estirarse. No debe estar descalibrada por que los troqueles no pueden trabajar con tolerancias fuera de  $\pm 0.005"$  milésimas de pulgadas. Es muy facil encontrar lámina de segunda que carezca de dichos defectos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Generalmente la lamina de segunda viene en diferentes tamaños respecto al largo y ancho de las hojas, diferenciandose en este sentido de las de primera calidad que vienen en medidas estandar de 3 pies de ancho por 6,8, y 10 pies de largo.

El precio normal por kilo de lamina de 2a. para calibres entre 30 y 20, es de \$ 50.00 + IVA. Para sacar el costo del material utilizado por pieza y el costo del material de desperdicio, en la tabla siguiente damos las dimensiones de las tiras que salen por hoja y la cantidad de piezas de la misma, que se obtienen, para despues dividir el costo de la hoja entre la cantidad de piezas obtenidas / sacar el costo por pieza de material utilizado. Los costos fueron sacados en base a medidas estandar por que se desconocen las de las hojas que se van a conseguir.

Producto	Ancho	Largo	Tiras/hoja	Cal.	W/hoja
Chalupa	172.85	3050	5.29	26	10.206 kg
"	173.78	"	5.26	22	17.010
C.R.C.	196.87	3050	4.64	26	10.206 kg
"	197.80	"	4.62	22	17.010
C.R.R.	148.77	3050	6.15	28	8.505 kg
"	149.91	"	6.10	22	17.010
Tapa C.	105.75	3050	8.65	30	6.804 kg
"	106.90	"	8.55	22	17.010
Tapa R.	85.75	3050	10.66	30	6.804 kg
"	86.90	"	10.52	22	17.010

Producto	Precio/hoja	Piezas/tira	Cantidad/hoja	Precio/pza.
Chalupa	\$510.30	22.40	110	\$ 4.64
"	850.50	22.32	110	7.73
C.R.C.	510.30	15.51	60	8.51
"	850.50	15.55	60	14.17
C.R.R.	425.25	20.58	120	3.53
"	850.50	20.50	120	7.09
Tapa C.	340.20	28.94	224	1.52
"	850.50	28.78	224	3.80
Tapa R.	340.20	35.72	350	0.97
"	850.50	35.49	350	2.43

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las dimensiones y pesos normales para cada calibre según la U.S. — Standard y M.S.C., se dan en la tabla siguiente, en la cual nos basamos para sacar el peso teórico de las hojas según el tamaño y con ello obtener el peso de las piezas.

Calibre (pulg)	Espesor (ms.)	Espesor (mm.)	Peso sq (kg/mm <sup>2</sup> )	3' x 6' (kg)	3' x 8' (kg)	3' x 10' (kg)
20	0.91	0.0359	7.326	12.247	16.330	20.412
21	0.84	0.0329	6.715	11.227	14.969	18.711
1/32	0.79	0.0312	6.372	10.693	14.205	17.756
22	0.76	0.0299	6.105	10.206	13.608	17.010
23	0.68	0.0269	5.494	9.185	12.247	15.309
24	0.61	0.0239	4.884	8.165	10.886	13.608
25	0.53	0.0209	4.273	7.144	9.526	11.907
26	0.45	0.0179	3.663	6.124	8.165	10.206
27	0.42	0.0164	3.357	5.612	7.483	9.354
1/64	0.39	0.0156	3.186	5.326	7.102	8.878
28	0.38	0.0149	3.052	5.103	6.804	8.505
29	0.34	0.0135	2.747	4.592	6.122	7.653
30	0.30	0.0120	2.442	4.082	5.443	6.804
31	0.27	0.0105	2.136	3.571	4.762	5.952

Tabla según dimensiones y pesos para lámina dados por la U.S. Standard y M.S.C., tomados del catálogo de HYDRA.

Mano de obras

Maquina de corte de lamina negra.— Ya determinados los costos de materia prima por pieza y la cantidad de piezas por tira, necesitamos saber cual es el costo por pieza en la maquina de corte por tira. A continuación damos una lista de una industria maquiladora, que se dedica a cortar lamina de tolon en libras y los precios por corte, dados en escala, según el número de golpes por cada medida cortada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cortes/precios		E	S	C	A	L	A	S
Calibres.	largo	10-20	21-50	51-100	101-500	501-1000	1000-∞	
30 28 26	x 10"	9.36	7.95	6.75	5.76	4.89	4.14	
24 22 20	x 10"	9.36	7.95	6.75	5.76	4.89	4.14	
18 16 14	x 10"	18.72	15.90	13.53	11.49	9.78	8.31	
12 11 10	x 10"	23.40	19.89	16.89	14.37	12.21	10.38	
8	x 10"	35.10	29.82	25.31	21.54	18.30	15.57	
3/16"	x 10"	56.16	47.73	40.56	34.50	29.31	24.93	
1/4"	x 10"	67.86	57.69	49.02	41.67	35.43	30.12	
5/16"	x 10"	79.56	67.62	57.48	48.87	41.52	35.34	
3/8"	x 10"	91.26	77.58	65.94	56.07	47.70	40.50	

A estos precios deberá aumentarse el impuesto al valor agregado (IVA).

Según tabla anexo de precios por corte, detruyanos lo siguientes:

Producto	Nº de tiras/hoja	Nº de cortes/hoja	\$/corte	Pzas/tira	\$/pza.
Chalupa 1	5.29	5	4.14	22	0.19
Chalupa 2	5.26	5	4.14	22	0.19
Caja R.C.1	4.64	4	4.14	15	0.28
"	2 4.62	4	4.14	15	0.28
Cja R.R.1	6.15	6	4.14	20	0.21
"	2 6.10	6	4.14	20	0.21
Tapa C. 1	8.65	8	4.14	28	0.15
"	2 8.55	8	4.14	28	0.15
Tapa R. 1	10.66	10	4.14	35	0.12
"	2 10.52	10	4.14	35	0.12

Troquelado.- El costo de mano de obra en el proceso de troquelado, se calcula tomando la cantidad de aportación de dinero por mes destinado para pagar los salarios de los tres trabajadores que manejarán las prensas.

Esta cantidad se repartirá proporcionalmente entre las piezas producidas y así sacar el costo de mano de obra por artículo.

La producción de un mes, como se vió en el capítulo de tiempos y movimientos es de 135,528 chalupas o cajas de registro y de 135,528 tapas redondas y otras tantas cuadradas.

El tiempo total invertido en la fabricación de chalupas es de 59 días por las tres máquinas en los dos ciclos / 4.4 días para elaborar-

las tapas redondas y cuadradas. El tiempo ocioso es de 8.6 días acumulado, en las dos primeras máquinas del primer ciclo. El tiempo total de las tres máquinas en los dos ciclos es de 72 días acumulados. Entonces 63.3 días entre 72 que es igual a 87.92%, que equivale al porcentaje de mano de obra del total de los tres trabajadores; y 12.08 % para elaborar las tapas.

El costo por trabajador, considerando que se emplearan a la tasa correspondiente al salario mínimo general, sera de:

Salario mínimo general: 174,372.00 pesos por año  
174,372.00/365 días = 478 pesos diarios  
478.00 pesos diarios por 28 días = \$13,384.00

Infonavit: 5% sobre el salario mensual  
\$ 13,384.00 X 0.05 = \$ 669.20 mensual

Impuesto de la educación ( Remuneraciones) 1% mensual  
\$ 13,384.00 X 0.01 = \$ 133.84 mensual

Vacaciones: 6 días al año mas 25% sobre el salario mínimo.  
6 días = \$ 2868.00 + \$ 3,346.00 = \$ 476.56 mensual

Aguinaldos: 15 días al año  
\$ 478.00 X 15 = \$ 7177.00 al año  
\$ 7,170.00/365 días = \$ 19.64 por día  
\$ 19.74 X 28 días = \$ 549.92 por mes

Seguro Social: 3.75% del salario mensual  
\$13,384.00 X 0.0375 = \$ 501.90 por mes

Reparto de Utilidades: Se reparte entre los trabajadores el 8% de las utilidades de un año.

Total del Salario Mínimo General: \$ 15,715.42 mensual

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Costo de mano de obras

1. Chalupa.- 3 turnos X 3 trabajadores/turno X \$15,15.42 X 0.87,92/  
135,528 piezas.

= \$0.92/pza. = \$ 0.80/pza. sin IVA

2. Tapas.- 3 turnos X 3 trabajadores/turno X \$15,715.42 X 0.1208  
271,056 piezas

= \$0.063/pza. = \$0.055 sin IVA

Machucado.- Esta operación es realizada por un operario despues de -  
las dos primeras semanas del primer ciclo. El trabajador recibirá el  
producto despues de habérselo troquelado, para empezar a roscarlas en el  
taladro.

El costo de esta operación se calcula dividiendo el salario de un  
mes entre las piezas hechas en ese lapso.

El costo es de : \$ 15,715.42/135,528 pzas. = \$ 0.12 = \$ 0.104 s/IVA

Galvanizado.- Este proceso es electrolítico, o sea a base de corriente  
eléctrica. Las piezas se meten en barriles, los cuales se sumergen  
en las sustancias (ácidos, bismuto, zinc y varias mas), los cuales le -  
dan una capa que la protege contra la oxidación. Esta protección se -  
mandará maquilar por que la instalación para esto es muy cara y no se  
podría dar cabida a toda la capacidad instalada de la planta, por lo -  
que resultaría muy cara mantenerla.

El precio de galvanizado según cierto fabricante es de:

En piezas voluminosas.- \$35.00 + IVA

En piezas chicas.- \$ 20.00 + IVA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Producto	Peso/pieza	Proceso	Costo/kilo	Costo/pza.
Chalupa 1	0.067 kg.	galvanizado	\$ 35.00	\$ 2.35
Chalupa 2	0.111 kg.	"	"	3.89
C.R.C. 1	0.098 kg	"	"	3.43
C.R.C. 2	0.163 kg	"	"	5.71
C.R.R. 1	0.052 kg	"	"	1.82
C.R.R. 2	0.105 kg	"	"	3.68
Tapa C. 1	0.027 kg	"	"	0.95
Tapa C. 2	0.067 kg	"	"	2.35
Tapa R. 1	0.014 kg	"	"	0.49
Tapa R. 2	0.035 kg	"	"	1.23

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Enchopopotndo.- Este proceso, se implantará en el taller, instalando - un horno debajo del suelo, el cual tendrá una entrada o boca de 70cm. X 20cm., en éste se meterá el chapopote solido y se agregará petróleo suficiente para que se forme una mezcla con consistencia líquida y así poder trabajar mas eficientemente y con mejor control de calidad. El horno o paila se fabricará con lamina doblada, haciendo una cavidad - de un metro de profundo. Se adaptarán quemadores en la superficie inferior del mismo, para lograr la solución y mantenerla en estado líquido. Para obtener una mezcla bien hecha, se necesitará revolver el chapopote con un palo de madera, hasta que se funda en el solvente (petróleo).

El costo en el mercado del chapopote es de \$ 20.00 por kilo y de -- \$10.00 por litro de petróleo mas IVA. Se necesitan 0.30% de petróleo por 0.70% de chapopote para lograr esta mezcla.

Un litro de petróleo pesa aproximadamente 0.800Kg. Para preparar un kilogramo de solución se necesitan de, 0.30 Kg. de petróleo y 0.700 Kg. de chapopote.

1 Kg. sol. chap. = 0.7 Kg. Chapopote X \$ 20.00/Kg. +

0.3 Kg. Petróleo X \$ 10.00/Kg. = \$17.00 + IVA.

Según mediciones hechas en una muestra se observó que el grosor de la capa del chapopote fué de 0.002 " a 0.004 " , por lo tanto. Tomando -- una media seria de 0.003" de espesor. Esta medida está tomada por cada lado de la lamina. Este espesor se multiplicará por el area recubierta, para sacar el volumen que se necesitará de la mezcla de chapopote.

Equivalencias:	0.006" = 0.1524 X 10 <sup>-2</sup> decimetros.
	1 litro = 1 dm <sup>3</sup>
	1 Kg. de mezcla = 0.85 lts.
	1 dm <sup>3</sup> = \$ 20.00

El costo total del recubrimiento se presenta en el siguiente cuadro.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Producto	Area en dm <sup>2</sup>	Volumen (dm <sup>3</sup> )	Costo/pieza
Chalupa 1	1.825128	2.78 x 10 <sup>-3</sup>	\$ 0.056
Chalupa 2	"	"	"
C.R.C. 1	2.675957	4.080 x 10 <sup>-3</sup>	\$ 0.082
C.R.C. 2	"	"	"
C.R.R. 1	1.711745	2.609 x 10 <sup>-3</sup>	\$ 0.052
C.R.R. 2	"	"	"
Tapa C. 1	1.1025	1.68 x 10 <sup>-3</sup>	\$ 0.034
Tapa C. 2	"	"	"
Tapa R. 1	0.56745	0.865 x 10 <sup>-3</sup>	\$ 0.017
Tapa R. 2	"	"	"

Analizando el cuadro anterior, vemos que el costo por cada 100,000 piezas, será de \$ 2.78, que nos indica un costo muy despreciable, - por lo que el costo aplicado en este proceso va a repercutir en la mano de obra. Este proceso necesita de un operario, que estará acomodando en racks, de 15 piezas por unidad. Estos se meten en el horno para después sacarlas y colgarlas para secado.

El costo de un operario por mes es de \$ 15,715.42 según el cálculo hecho anteriormente si se producen 518 piezas diarias, entonces el costo unitario es de \$ 561.27 / 518 pzas. = \$ 0.10 = 0.086 pesos por pieza sin IVA.

Supuesto.- El mismo operario que se encargó del enchapopetado, se va a ocupar de empaquetar las piezas. Este operario se ocupará también de descolgar de los racks las chalupas y ponerlas cada una en los cajas, para después engraparlas y almacenarlas para futura entrega.

El costo total de esta operación es de \$ 0.10/2 = \$ 0.05/pza.

= \$ 0.043 / pza.s/IVA

#### Costo de Amortización.

Maquinaria (Amortización).- El costo por usar la maquinaria es de \$ 0.008 por chalupa y de \$ 0.004 por cada tapa. Este dato se calculó en el siguiente capítulo en el tema correspondiente a activos fijos y depreciación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Troqueles (Amortización).- Se utilizarán seis troqueles para hacer las chalupas y cajas de registro por cada pieza. Además un troquel por cada tapa.

El costo de los troqueles presupuestado por un fabricante es de:

- a) \$ 30,000.00 pesos por cada troquel de corte de ficha
- b) \$ 50,000.00 pesos por cada troquel de embutido.
- c) \$ 15,000.00 pesos por cada troquel de punzonado.
- d) \$ 35,000.00 pesos por cada troquel de recortado y punzonado.

Para fabricar una caja de registro o una chalupa se requieren los siguientes troqueles: uno del tipo a, b y d y tres del tipo c.

De un total de \$ 130,000.00 pesos incluido el IVA.

Para fabricar una de las cajas de registro se necesita un troquel del tipo d, con precio de \$35,000.00 IVA incluido.

En total se necesitarán tres troqueles del tipo a, tres del b, y cinco troqueles de los tipos c y d.

La suma total del costo de los troqueles es de 490,000.00 pesos, IVA incluido. Este precio incluye el diseño propio del fabricante de los troqueles. El fabricante dará un descuento del 40% si se le entregan los diseños de los mismos. Entonces tenemos que el costo sería de 490,000.00 pesos  $\times$  0.60 = \$ 294,000.00 incluyendo IVA.

La vida útil de los troqueles es de cinco años aproximadamente, por lo que la depreciación será de \$58,800.00 anual o de \$4,510.68 por mes. El costo por amortización mensual de troqueles es de:  
Chalupa o caja de registro.- \$ 3,965.79/ 135,528 piezas. = \$ 0.029/pza.  
Tapa redonda y cuadrada.- \$ 544.89/ 271056 = \$0.002/pza.

Costo total de los productos elaborados y empaquetados.

En el costo total del producto no se toma en cuenta el IVA, para después cargarlo en el precio de venta y así recuperar el IVA del costo bruto.

A continuación se dan los costos fijos directos por producto en la tabla siguiente:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Producto Elaborado	Costo Idmima	Costo corte	Costo troquelado	Costo reacado	Costo %14.	Costo ench.	Costo empaq.
Chalupa 1	4.64	0.19	2.40	0.312	2.35	0.056	0.129
Chalupa 2	7.73	0.19	2.40	0.312	3.89	0.056	0.129
C.R.C. 1	8.51	0.28	2.40	0.312	3.43	0.082	0.129
C.R.C. 2	14.17	0.28	2.40	0.312	5.71	0.082	0.129
C.R.R. 1	3.54	0.21	2.40	0.312	1.82	0.052	0.129
C.R.R. 2	7.09	0.21	2.40	0.312	3.68	0.052	0.129
Tapa C. 1	1.52	0.15	0.165	0.00	0.95	0.034	0.129
Tapa C. 2	3.80	0.15	0.165	0.00	2.35	0.034	0.129
Tapa R. 1	0.97	0.12	0.165	0.00	0.49	0.017	0.129
Tapa R. 2	2.43	0.12	0.165	0.00	1.23	0.017	0.129

Producto Elaborado	Costo Maq.	Costo troquel	Total producto enchapotado fijo directo	Total producto galvanizado fijo directo.
Chalupa 1	0.008	0.029	\$ 7.764	_____
Chalupa 2	0.008	0.029	_____	\$ 14.688
C.R.C. 1	0.008	0.029	11.747	_____
C.R.C. 2	0.008	0.029	_____	23.038
C.R.R. 1	0.008	0.029	6.680	_____
C.R.R. 2	0.008	0.029	_____	13.858
Tapa C. 1	0.004	0.002	2.004	_____
Tapa C. 2	0.004	0.002	_____	6.60
Tapa R. 1	0.004	0.002	1.407	_____
Tapa R. 2	0.004	0.002	_____	4.08

CAPITULO IV

ESTUDIO ECONOMICO

A) Financiamiento.

Uno de los aspectos más problemáticos a que se enfrenta un proyecto industrial es la causación económica, y más específicamente el Financiamiento, pues es necesario contar con la liquidez suficiente para iniciar la industria proyectada.

Para empezar es preciso definir que tipo de industria es la que se pretende financiar. Según la clasificación del Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña (FOGAIN), y de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, se definen los objetivos y la estrategia económica y social para recuperar la capacidad de crecimiento y elevar la calidad del desarrollo nacional, en cuya primera línea de estrategia, se incluye la reordenación económica consistente en abatir la inflación y la inestabilidad cambiaria, así como proteger el empleo, la planta productiva y el consumo básico.

Dentro de este contexto, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, autorizó a Nacional Financiera, S.A., instrumentar temporalmente a través del FOGAIN, un programa de apoyo especial a las industrias medianas y pequeñas con problemas de liquidez.

Una pequeña industria es aquella que cuenta con un capital contable entre 50,000 y 10'000,000 de pesos, de modo que iniciando la empresa proyectada en esta Tesis con un capital de 3'577,012.06 pesos de los cuales se contará con un crédito Refaccionario o de maquinaria y equipo de 951,750.00, además de un crédito de avío o de materias primas de 2'111,252.09 pesos, al 40% de interés; se necesitarán \$514,009.97 pesos de capital contable que destinará la sociedad. Estos préstamos son los que se necesitan para arrancar y mantenerse aproximadamente dos meses en el mercado sin recibir utilidades.

Nuestra empresa se ubicaría como "industria pequeña", por encontrarse en el límite ya señalado y además pertenece a la zona geográfica denominada en el Plan Nacional de Desarrollo, como resto del país,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

donde los préstamos se conceden a un interés del 40% anual, de parte del "FOGAFIN".

En este proyecto se solicitarán dos préstamos, uno de Avío y otro de Refaccionario, de los cuales el de Avío tiene un plazo de amortización de 36 meses de los cuales se otorgan dos meses de gracia.

En los créditos Refaccionarios o de Maquinaria y equipo se otorgan 5 años de amortización con 4 meses de gracia, a la tasa fijada anteriormente.

B) Activos fijos y depreciación.

En este estudio se estimó la necesidad de adquirir equipo y maquinaria, para la producción de los artículos estudiados. Estos equipos o maquinaria vienen a formar parte de los activos fijos, en el Balance.

Los activos fijos, están formados por todos aquellos bienes y derechos de propiedad, del negocio y que tienen cierta permanencia o firmeza y se han adquirido con el propósito de usarlos y no de venderlos; - naturalmente que cuando se encuentran en malas condiciones o no prestan y servicio efectivo, si pueden venderse o cambiarse. Este aspecto es el que se debe tomar en cuenta, ya que al comprar un equipo, este - con el uso se va depreciando.

Con la excepción de los terrenos, la mayoría de los activos fijos - tienen una vida útil limitada; o sea que darán servicio a la compañía durante un número determinado de trabajos utilizados. El costo del activo se encuentra sujeto propiamente a ser cargado como un gasto, en los períodos de los cuales el activo se utilice por la negociación. - El proceso contable para esta conversión gradual de activo fijo en gastos, se llama depreciación.

La vida útil de un activo fijo se limita por una de las siguientes razones: deterioro, que es resultante del proceso de uso del activo, y obsolescencia, que es la pérdida de utilidad comparativa con el desarrollo de nuevos equipos o procesos, cambios en diseño, u otras causas no relacionadas con la condición física del activo. La depreciación no está determinada únicamente por el uso o riesgo físico del activo fijo.

A fin de determinar el gasto por depreciación de un periodo contable se deben hacer tres estimaciones para cada activo fijos:

- 1.- La vida del activo: Esto es, ¿durante cuánto tiempo será útil a la empresa?. Este juicio debe basarse en la experiencia de activo similares.
- 2.- Salvamento o valor de deseché.- El costo neto de activo para la empresa, es su valor original menos cualquier cantidad que eventualmente se recupere por medio de su venta o salvamento. Este costo neto es -

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



el que debe cargarse como gasto durante la vida útil del activo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el valor de salvamento es muy incierto por lo que no se tomó en cuenta.

3.- El método de depreciación.- Es el que se usará para distribuir el costo neto en fracciones, a través de los años de uso.

Métodos de depreciación: Existen tres caminos para determinar la depreciación, son los que se escriben a continuación:

I) Método de línea recta. El método de línea recta (LR), es uno de los más comúnmente utilizados hoy. Su nombre se deriva del hecho de que el valor en libros del activo disminuye linealmente con el tiempo, por que cada año se tiene el mismo costo de depreciación. La depreciación anual se determina dividiendo el primer costo de activo menos su valor de salvamento por la vida útil del activo.

$$D = \frac{P - V_s}{n} \quad (*) \ 1$$

D = Depreciación anual

P = Primer costo del activo

V<sub>s</sub> = Valor de salvamento del activo.

n = Vida depreciable esperada del activo.

\* El primer costo (P), incluye el precio de compra, el transporte, la instalación y otros costos relacionados con el equipo.

II) Método acelerado. Este segundo método, es de más perspectiva, por que se basa en la cantidad de servicio que presta el activo cada año. Muchos activos fijos son más valiosos en sus primeros años de servicio que en los últimos, tanto porque la eficiencia mecánica disminuye con el transcurso del tiempo, como porque los costos de mantenimiento tienden a aumentar con la antigüedad, o porque también, a medida que se consume la vida útil hay mayores probabilidades de que aparezcan nuevos equipos, que conviertan el activo en un bien obsoleto. Se toma en cuenta que se tienen más beneficios al principio que al final de la vida útil. Este criterio conduce a un método en el cual los cargos por -

por gasto de depreciación, son mayores en el primer período y van disminuyendo en cada uno de los siguientes. Esto es lo que se llama método acelerado. Existen dos métodos acelerados que deprecian aproximadamente las dos terceras partes del costo en la primera mitad de la vida útil estimada.

A) Depreciación de la suma de los dígitos del año:

El método de depreciación de la suma de los dígitos del año (SDA), es una técnica rápida de eliminación, por lo cual la mayor parte del valor del activo, se disminuye en el primer tercio de la vida del activo. Es decir, los costos de depreciación son muy altos en los primeros años, pero disminuyen rápidamente en los años posteriores de la vida útil del activo. El costo de depreciación para cualquier año dado, se obtiene entonces multiplicando el costo inicial del activo menos el número de años que quedan en la vida útil del activo y la suma de los dígitos del año.

$D_m = \frac{\text{años despreciables restantes}}{\text{suma de los dígitos del año}} \times \text{Costo inicial} - \text{Valor de salv.}$

$$D_m = \frac{n - m + 1}{SDA} \times (P - V_s) \quad (*) 3$$

donde  $D_m$  = Costo de depreciación para cualquier año, m.

SDA = Suma de los dígitos del año 1 a n.

$$SDA = \sum_{i=1}^n \frac{n(i+1)}{2}$$

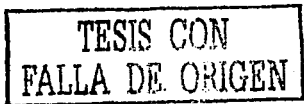
$$V_m = \frac{P - m(n - m/2 + 0.5)}{SDA} \times (P - V_s)$$

$V_m$  = Valor en libros en cualquier año.

B) Método de depreciación de doble tasa sobre saldos descendentes.

La depreciación de cada año, se obtiene aplicando una tasa al valor en libros del activo al principio de cada año, en vez de aplicarla al costo original del activo. El valor en libros es el costo menos la depreciación acumulada hasta una fecha determinada. Si se usa este método físicamente se permite a la compañía usar una tasa dos veces mayor que la que se permite en el método de línea recta.

\* 3 Ingeniería Económica. Capítulo 7. Página 107.



III) Método de unidades de producción: Un tercer concepto de depreciación considera el activo como integrado de una cantidad de unidades de servicio y el costo de cada unidad resulta de la división del total del costo del activo entre esa cantidad de unidades. La depreciación por un periodo es entonces, el costo unitario multiplicado por el número de unidades de ese periodo.

En el estudio usaremos el método I), de línea recta, puesto que se utilizarán los servicios de las máquinas durante toda la vida útil. - También se escogió este método porque la tasa de depreciación es constante y por lo tanto se puede sacar el costo de manera constante en el producto.

El gasto por depreciación para la maquinaria es la siguientes

	P	Vs	n	D/año
Troqueladora 12 Tons.	\$250,000.00	0	10	\$25,000.00
Troqueladora 8 Tons.	\$150,000.00	0	10	\$15,000.00
Troqueladora 8 Tons.	\$150,000.00	0	10	\$15,000.00
Taladro Roscador 5/8"	\$ 50,000.00	0	10	\$ 5,000.00
Total				\$60,000.00

La producción por año es de 135,528 x 12 = 1'626,336 chalupas o cajas de registro y 3'252,672 tapas.

En total se producen 4'879,008 piezas, pero del tiempo total el 66.67% es para fabricar las chalupas y el 33.33% para las tapas. Entonces de la depreciación total por año se multiplica por 0.6667 para sacar la depreciación por uso de la maquinaria en el producto de la chalupa. El resultado se divide entre 4'879,008 pzas.

Chalupas o cajas de registros \$60,000 x 0.6667/4'879,008 = \$0.008  
 Tapas redondas o cuadradas: \$60,000 x 0.3333/4'879,008 = \$0.004

El cargo por depreciación en cada chalupa o caja de registro fabricada es de \$0.8 centavos por chalupa y de \$0.4 centavos por tapa; para que al cabo de 10 años se tenga para reponer la maquinaria.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

C) Medición de Ingresos.

En este tema vamos a calcular las utilidades, referentes a la venta de los productos, los porcentajes sobre costo, sobre venta y así determinar la utilidad global de la pequeña industria. Además se formulará un balance inicial con todas las cuentas que necesitan registrarse, para contabilizarse a partir de este balance, los movimientos que se vayan haciendo mes con mes.

A continuación se va a pasar en el cuadro N° 5-1, los precios de venta a distribuidor con su respectivo descuento que es el que se otorga en el mercado; además de los costos por producto, añadiendo los costos fijos del mismo, como son: renta, luz, gastos de mantenimiento, contabilidad, intereses-prestamo, y varios (telefono, papelería y publicidad). También vamos a determinar el monto total de los intereses causados por el prestamo de avío (materias primas) y el refaccionario (maquinaria), así como el pago de capital mensual por cada prestamo.

Para determinar los intereses que devengan los prestamos, vamos a calcular los pagos por mes de estos prestamos, incluyendo capital e intereses por medio de la ecuación:

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

- A= Series periódicas e iguales de dinero  
P= Valor o suma de dinero en un tiempo presente.  
n= Numero de periodos de interés  
i= Tasa de interés por periodo de interés.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Siendo el crédito refaccionario solicitado de \$ 951,750.00 y el de avío de 2'111,252.09 al 40% anual o 3.33% mensual y a un plazo de 56 meses al refaccionario y 34 meses el de avío, descontando los meses de gracia. El monto del crédito de avío se calculó tomando en cuenta el costo de materia prima y de recubrimientos, para un lote de 1.5 meses.

$$A = \frac{\$951,750.00 \times 0.0333 (1 + 0.0333)^{56}}{(1 + 0.0333)^{56} - 1}$$

A = \$ 37,716.87 / mes (Refaccionario)

De los cuales \$ 951,750.00 / 56 = \$ 16,995.54 son de capital y 20,721.33 son de interés mensual.

$$A = \frac{\$2,111,252.09 \times 0.0333 (1 + 0.0333)^{34}}{(1 + 0.0333)^{34} - 1}$$

A = \$83,666.73

De los cuales \$2,111,252.09/34 = \$ 62,095.65 son de capital y de intereses corresponden \$21,571.08 en cada periodo mensual.

La suma de los intereses son: \$42,292.41

Los costos fijos indirectos que repercuten en el costo primo de los productos y que no han sido tomados en cuenta se señalan a continuación.

- Renta:  $100 \text{ m}^2 \times \$120.00/\text{m}^2 + \text{IVA} = \$ 13,800.00$
- Luz: Se consumiría un máximo de 4 hp., de las tres troqueladoras; - 0.5 hp. del taladro. En total 4.5 hp X 760 watts/hora. 24 Hrs./día X 3420 watts/hr. = 82.08 Kw/día. 82.08 Kw/día X 1969.92 Kw/mes = \$ 9,849.60 por m.s. \$ 5.00 /Kw. X 1969.92 Kw/mes = \$ 9,849.60 /mes.
- Mantenimiento general = \$5,000.00
- Contabilidad = \$ 5,000.00
- Impuestos aproximados = \$25,000.00
- Interés préstamo = \$ 42,292.41
- Varios ( tel., papelería, publicidad, etc.) = \$6,000.00
- Técnico mecánico supervisor: \$ 30,000.00
- Secretarías: \$ 20,000.00
- Gerente ventas (General): \$ 60,000.00
- COSTO TOTAL FIJO INDIRECTO: \$ 216,942.01

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Estos costos fijos indirectos se van a cargar proporcionalmente a cada producto elaborado; tomando en cuenta que se tiene una capacidad instalada de:

135,528 ohalupas o cajas de registro y 135,528 tapas redondas o cuadradas. El total de las piezas que se pueden fabricar son: 406,584 piezas.

Costo de gastos fijos por pieza: \$216,942.01/ 406,584 pzas =  
\$0.54/ pza .

	Venta	Deso.	Neto	Costo	G.F.	C.T.	U/P
Chalupa 1	12.70	1.27	11.43	7.76	0.54	8.30	3.13
Chalupa 2	23.40	2.34	21.06	14.69	0.54	15.23	5.83
C.R.C. 1	22.80	2.28	20.52	11.75	"	12.29	8.23
C.R.C. 2	34.00	3.40	30.60	23.04	"	23.58	6.48
C.R.R. 1	12.70	1.27	11.43	6.68	"	7.22	4.21
C.R.R. 2	23.34	2.33	21.01	13.86	"	14.40	6.61
Tapa C. 1	12.00	1.20	10.80	2.00	"	2.54	7.54
Tapa C. 2	16.60	1.66	14.94	6.60	"	7.14	7.80
Tapa R. 1	6.20	0.62	5.58	1.41	"	1.95	3.63
Tapa R. 2	8.91	0.89	8.02	4.08	"	4.62	3.40

	%/C	%/V	
Chalupa 1	0.38%	0.2738%	0.2753% - Promedio sobre venta de ohalupas.
Chalupa 2	0.38	0.2768	
C.R.C. 1	0.47	0.4011	0.3249% - Promedio sobre venta de cajas de registro.
C.R.C. 2	0.27	0.2156	
C.R.R. 1	0.58	0.3683	
C.R.R. 2	0.46	0.3146	
Tapa C. 1	2.97	0.7480	0.5861% - Promedio sobre venta de las tapas de la caja de registro
Tapa C. 2	1.09	0.5221	
Tapa R. 1	1.86	0.6505	
Tapa R. 2	0.74	0.4239	

**Tabla No. 5-1:** Precios de venta a distribuidor y su respectivo descuento del 10%, el costo por producto y el aumento por los gastos fijos (G.F.), además del costo total (C.T.), la utilidad por pieza (U/P) y las utilidades sobre costo (%/C) y la utilidad sobre venta (%/V).

Como vemos las utilidades calculadas son muy buenas, ya que cualquier negocio que obtenga utilidades del 30% sobre venta mensual o -

más, está en una situación muy ventajosa con respecto a otros procesos de inversión como son: bancos, terrenos, bolsa de valores, etc. Además las inversiones que se realizarán en maquinaria, son gastos bien destinados, porque la maquinaria día con día suben de valor siendo mayor la inflación del precio de venta de la maquinaria, que la depreciación del mismo por uso o obsolescencia.

Inicialmente el negocio va a necesitar de un circulante, para poder pagar todos los gastos mensuales que representa la fabricación de las piezas. El total de estos gastos sería de \$106,942.01 más — \$235,731.31 de cinco trabajadores por turno, esto es igual a la suma de \$342,673.31 por mes. Como el producto se venderá a un plazo de — 15 días, se va a requerir de un capital inicial de 1.5 veces los gastos fijos mensuales por lo menos, porque el primer mes es para producir el lote correspondiente y los siguientes 15 días en el cual no se ha recibido el pago, se ocupará de efectivo para liquidar a los — trabajadores y pagar gastos generales. Entonces el circulante inicial mínimo del cual se librería de la primera operación de venta y con ello encaminar el negocio.

El Balance inicial con que operaría la pequeña industria constaría con las siguientes cuentas:

I.- Activo Circulante

- 1) Caja = 10% del circulante total = \$50,020.97
- 2) Bancos = 90% del circulante total = \$450,189.00
- 3) Mercancías = \$2,111,252.09

II.- Activo Fijo

- 1) Maquinaria = \$951,750.00

III.- Activo Diferido

- 1) Rentas pagadas por anticipado = \$13,800.00

TOTAL DEL ACTIVO = \$3,577,012.06

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

IV.- Pasivo Flotante

1) Documentos por pagar (corto plazo) = \$666,720.60

V.- Pasivo Consolidado

1) Documentos por pagar (largo plazo) = 2'396,281.49

VI.- Capital Contable = \$514,009.97

En todo Balance elaborado se debe cuadrar el mismo mediante esta-relación: Activo menos Pasivo = Capital Contable.

Por lo tanto: \$3'577,012.06 menos \$3'063,002.09 = \$514,009.97

NOTA: Las ventas del primer año serán del 25% de la demanda nacional tomando en cuenta que la demanda es de 377,802 chalupas y cajas de re-jist্রে per mes y de 4'533,624 por año. Considerando que se lo traerá durante el primer año darse a conocer en el mercado como buen dis-tribuidor es fácil pensar que el incremento en las ventas serían de un 10% como base por año. Se proyectará para el segundo año el 27.5% de las ventas nacionales y para el tercero el 30.25%.

Basándose en estos datos de ventas por año de la empresa serían - las ventas de:

AÑO 1: 1'133,406 chalupas y cajau de registre.

AÑO 2: 1'246,747 " " "

AÑO 3: 1'371,421 " " "

Por lo tanto estas ventas representan un promedio de:

AÑO 1: \$ 24'356,894 pesos

AÑO 2: \$ 26'792,593 pesos

AÑO 3: \$ 29'471,837 pesos

Tomando en cuenta estas ventas, los estados de perdidas y ganancias de los tres primeros años se calcularían así. Primero se tomarían las ventas por año y se le descontaría el costo de cada uno de los productos que sería el costo de ventas, formando con ello la utilidad neta por año. Después se le restarían los costos de venta y administra-ción y los costos financieros para obtener la utilidad neta del negocio por año.

Los costos de administración y venta por año que no están repercu-tidos en el costo de ventas son los costos de instalación, papelería,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



telegramas, llamadas telefónicas, propaganda, flotes, etc. Estos —  
costos aproximados son de \$825,000 pesos en el primer año y en los —  
dos restantes es menor, porque en el primer año se hará una labor de  
ventas muy fuerte con propaganda, papelería, folletos, etc. En el —  
segundo y tercer año bajaría el costo de venta y administración per-  
que ya se daría a conocer el producto, y no sería necesario tanta —  
propaganda. El costo para el segundo año a pesos corrientes sería a  
proximadamente de \$415,000 pesos y el tercer año de \$265,000 pesos.

Los estados de pérdidas y ganancias de los tres primeros años son:

AÑO 1

Ventas totales:	\$ 24'356,894	
(-)Costo de ventas:	<u>15'300,981</u>	
Utilidad Neta:		\$ 9'055,913
Costos de Adm. y Venta \$	825,000	
Costos financieros	<u>507,509</u>	<u>1'332,509</u>
UTILIDAD NETA:		<u>\$ 7'723,404</u>

AÑO 2

Ventas totales:	\$ 26'792,593	
(-)Costo de ventas:	<u>16'831,084</u>	
Utilidad Neta:		\$ 9'961,509
Costos de Adm. y Venta \$	415,000	
Costos financieros	<u>507,509</u>	<u>922,509</u>
UTILIDAD NETA:		<u>\$ 9'039,000</u>

AÑO 3

Ventas totales:	\$ 29'471,837	
(-)Costo de ventas:	<u>18'514,183</u>	
Utilidad neta:		\$ 10'957,654
Costos de Adm. y Venta \$	265,000	
Costos financieros	<u>507,509</u>	<u>772,509</u>
UTILIDAD NETA:		<u>\$10'185,145</u>

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La rentabilidad del negocio es muy buena porque la inversión inicial de la industria es de \$ 3'577,012 pesos y la utilidad neta - en el primer año es de 7'723,404 pesos, de la que se obtiene una tasa de rendimientos del:

$$\frac{7'723,404}{3'577,012} = 2.16$$

El periodo de recuperación de la inversión es de 6 meses aproximados por lo que es muy bueno ya que la tasa de retorno es mucho mayor que en el banco.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO V

CONCLUSIONES

A) Evaluación y criterios finales, basadas en el estudio económico - de la Tesis.

En este proyecto se estimó inicialmente la demanda de chalupas y cajas de registro basada en las estadísticas de la Cámara de la Industria de la Construcción y se estimó que Jalisco demandaría un total de 7,273 chalupas, 7,273 cajas de registro cuadrada e redonda y de 7,273 tapas redondas e cuadradas.

Sobre esta demanda se calculó la producción de los artefactos, por lo que para aumentar la eficiencia de producción, se adaptó una línea de fabricación con tres prensas troqueladoras (12 Tons. y dos de 8 Tons.), pero trabajando cada una en línea, o sea que cada operario hará una operación después de recibir de su compañero anterior, la pieza elaborada por el. Se implementaron dos ciclos con tres operaciones por ciclo para un total de seis operaciones por chalupa e caja de registro. En los tiempos muertos en cada ciclo de las máquinas ociosas se calculó fabricar las tapas para las cajas de registro. - En las tres prensas se tiene una capacidad instalada de 135,528 cajas de registro e chalupas y de 135,528 tapas redondas e cuadradas.

Entonces como la capacidad es muy grande se pensará en cubrir la demanda nacional, del cual se consumen al mes 177,802 chalupas e cajas de registro del cual el 25% de esta demanda se cubrirá en el primer año, siendo el consumo de 94,451 piezas.

En el segundo año se proyectará vender un 10% más o sea el 27.5%, que serían 103,896 piezas a producir y el tercer año se venderían el 30.25% de los cuales se demandarían 114,285 piezas. Como vemos la capacidad instalada a tres turnos sigue siendo más alta que el consumo del tercer año. La capacidad instalada es de 135,528 contra 114,285 del tercer año, por lo que hay una diferencia de 21,243 piezas que pueden ser vendidas cuando la industria pueda introducir más elementos en el mercado.

En cuanto a las utilidades del negocio, vimos en los estados de - pérdidas y ganancias anteriores que la empresa tiene una tasa de rendimientos muy alta en el que su poder de recuperación es de 6 meses - aproximados para que retorne el dinero invertido en el.

Como vemos la utilidad por mes es una suma considerable por lo que se puede concluir que este proyecto además de ubicar al lector en la instalación de una industria metal-mecánica se oriente en el diseño de los troqueles y pueda construirlos o mandarlos a hacer. Esto es muy importante porque si vemos en el tema de cálculo del costo de producción de cada artículo ya empacado, notarán que hay un ahorro muy considerable por el hecho de haberse calculado y diseñado los troqueles.

Además se demostró que para fabricar estos productos, no es necesario conseguir material de desperdicio como mucha gente cree equivocadamente para obtener utilidades, ya que en esta Tesis se calcularon los costos con material de segunda que se puede obtener con facilidad, además es más eficiente la producción que consiguiendo desperdicio, porque el operario no necesita de movimientos extras como planear la manera de troquelar y de seleccionar el material adecuado, consiguiendo abaratar el costo de mano de obra y tener una seguridad de contar siempre con el material propicio.

Es importante recalcar que este proyecto se basó en la demanda existente en la Construcción, por lo que toca a Jalisco, por lo tanto para llevar a buen recaudo esta Tesis, será necesario administrar correctamente el negocio y penetrar al mercado eficientemente.

BIBLIOTECA

HEYEMAN, MIRON L.  
Procesos de fabricación  
Editorial C.E.C.S.A.  
5a. ed. México 1976

CAMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION  
Folleto de 1982  
Mexico

KONECNY, ANTHONY R.  
Principios fundamentales para el diseño de herramientas  
Editorial C.E.C.S.A.  
5a. impresión México 1979

IASHERAS ESTEBAN, JOSE Ma.  
Procedimientos de fabricación y control  
Ediciones oedol  
6a. ed. Barcelona 1976

LOPEZ NAVARRO, TOMAS  
Troquelado y estampación  
Editorial Gustavo Gili  
4a. ed. Barcelona 1969

MAYER, RAYMOND R.  
Gerencia de producción y operaciones  
Editorial Mc. Graw Hill  
3a. ed. México 1978

OEHLER-KAISER  
Herramientas de troquelar estampar y embutir  
Editorial Gustavo Gili  
2a. ed. Barcelona 1981

VAUGHN, RICHARD C.  
Introducción a la ingeniería industrial  
Editorial Reverté  
1a. ed. Español, Barcelona 1978

WASSILIEFF, B.  
Embutición  
Editorial Hispano-Europea  
1a. ed. Barcelona 1966

ANTHONY J. TARQUIN  
Ingeniería Económica  
Mc. Graw Hill  
1a. ed. Bogotá 1976.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN