



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Incremento de la Capacidad de Producción en la Línea Smag de  
Enlit"

### TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

### INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Pedro Enrique Contreras Chacón

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta  
Tesis de Grado me corresponde  
exclusivamente; y el patrimonio intelectual de  
la misma a la ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Pedro Enrique Contreras Chacón



## AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Ignacio Wiesner Director de Tesis, por su invaluable ayuda.



## DEDICATORIA

A DIOS

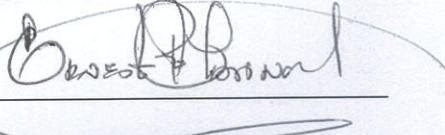
A MI ESPOSA

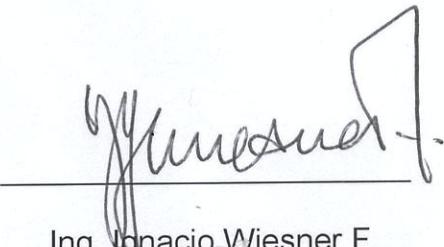
A MIS PADRES

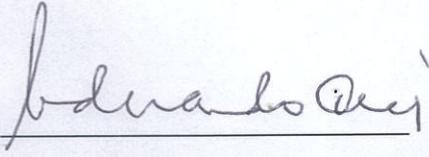
A MIS HERMANOS



## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Ernesto Martínez L.  
DELEGADO POR EL  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Ignacio Wiesner F.  
DIRECTOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Eduardo Orces P.  
VOCAL



## RESUMEN

El presente proyecto nace ante la necesidad de aumentar la capacidad de producción de envases sanitarios de tres piezas diámetro 603 por las diferentes alturas: 209, 402 y 408, en la Línea Smag, para poder atender la gran demanda por parte de las empresas empacadoras de atún existentes en el mercado, como son: Nirsa, Isabel, Empesec, Ideal, Spaglio, Marbelize, entre otras.

La actual línea Smag tiene una capacidad máxima, limitada por la máquina soldadora, de hasta 50 cuerpos por minuto, dependiendo de la longitud del cuerpo y de la velocidad de soldadura, por lo que para poder atender los despachos diarios de los envases de diámetro 603 especialmente en ciertas épocas del año, se requiere trabajar en dos turnos al día e incluso los fines de semana, lo que aumenta los costos por mano de obra y de energía involucrado en el precio final del envase.

En primer lugar se describe la planta, el proceso de fabricación de envases de tres piezas. Se enumera las ventajas y desventajas de la línea existente con la respectiva medición de la productividad; además se determina la capacidad instalada e índice de productividad.



Posteriormente se plantean las soluciones consideradas con su respectiva evaluación técnico económica. Una vez seleccionada la solución más adecuada se establece el plan para su implantación. Se menciona además la fabricación de partes y componentes requeridos para la modificación de las máquinas y la operación del sistema. Se describe el montaje, las pruebas en vacío, las correcciones necesarias y pruebas de producción. Adicionalmente se detalla el control de calidad del producto obtenido y la evaluación mecánica de la línea.

Después se realiza la evaluación general de los cambios realizados con relación a la capacidad de producción, a los productos y a la productividad.

Por último, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE PLANOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO 1

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Planta.....	2
1.2. Fabricación de Envases de Tres Piezas.....	5
1.3. Ventajas y desventajas de la línea existente y medición o cálculo de la productividad de la línea.....	19
1.4. Capacidad de producción instalada e índice de productividad.....	23

## CAPÍTULO 2

### 2. AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN



2.1. Soluciones propuestas consideradas y su evaluación técnico económica .....	27
2.2. Solución escogida, plan para su implantación.....	35
2.3. Fabricación de partes y componentes requeridos para modificación de las máquinas y las operaciones del sistema.....	35
2.4. Montaje, pruebas en vacío, corrección y pruebas de producción.....	45
2.5. Control de calidad del producto y evaluación mecánica de la línea.....	52

## CAPÍTULO 3

### 3. EVALUACIÓN GENERAL DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

3.1. Con relación a la capacidad de producción.....	56
3.2. Con relación a los productos.....	58
3.3. Con relación a la productividad.....	60

## CAPÍTULO 4

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones .....	62
4.2 Recomendaciones.....	63

## ANEXOS

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

Cr	Cromo
CDC	Dicromato catódico
DR	Doble reducida
env/min	Envases por minuto
E.T.P.	Electrolytic Tin Plate
gr/m <sup>2</sup>	Gramos por metro cuadrado
Hz	Hertz
h	Hora
Km	Kilómetro
kN/m <sup>2</sup>	Kilo newton por metro cuadrado
Kw	Kilovatio
KV/A	Kilovoltio amperio
Kg	Kilogramo
lb	Libra
lbs/c.b.	Libras por caja base
m	Metro
mts	Metros
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m/min	Metros por minuto
mm	Milímetros
mg/m <sup>2</sup>	Miligramos por metro cuadrado
Mo	Molibdeno
Ni	Níquel
US-Norm	Norma Americana
Pulg	Pulgadas
pulg <sup>2</sup>	Pulgadas cuadradas
BA	Recocido por cajas
CA	Recocido por colada continua
S.A.	Sociedad Anónima
T	Temple
T.F.S.	Tin Free Steel
V	Voltios

## SIMBOLOGÍA

φ	Diámetro
US\$	Dólares Americanos
F	Fuerza
I	Intensidad de corriente
#	Número
%	Porcentaje
"	Pulgadas
V <sub>s</sub>	Velocidad de avance



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Línea de Corte Littel – Bobina Desenrollándose.....	6
<b>Figura 1.2</b>	Línea de Corte Littel–Corte Scroll.....	7
<b>Figura 1.3</b>	Barnizadora Wagner (Línea # 1) – Rodillo Aplicador de Barniz Lámina Recta (Envases de Tres Piezas).....	8
<b>Figura 1.4</b>	Cizalla Circular Canco – Corte de láminas en tiras (Primera Operación).....	10
<b>Figura 1.5</b>	Cizalla Circular Canco – Corte de tiras en recorte (Segunda Operación).....	11
<b>Figura 1.6</b>	Formador Línea Smag – Envase $\phi$ 603 x 408.....	11
<b>Figura 1.7</b>	Formador Línea Smag – Aplicación de barniz líquido Exterior.....	12
<b>Figura 1.8</b>	Máquina Pestañadora Canco: Formación de Pestaña Envase $\phi$ 603 x 408.....	14
<b>Figura 1.9</b>	Máquina Rodonadora Shin I: Formación del Rodón Envase $\phi$ 603 x 408.....	14
<b>Figura 1.10</b>	Máquina Cerradora – Colocación del fondo al cuerpo.....	16
<b>Figura 1.11</b>	Formación del Doble Cierre.....	17
<b>Figura 1.12</b>	Comprobador Neumático: Envase $\phi$ 603 x 408.....	18
<b>Figura 1.13</b>	Paletizador: Envase $\phi$ 603 x 408.....	19
<b>Figura 2.1</b>	Máquina de Pre corte.....	41
<b>Figura 2.2</b>	Máquina de Pre corte – Cuchilla rayadora.....	41
<b>Figura 2.3</b>	Recorte antes y después del pre rayado.....	42
<b>Figura 2.4</b>	Cilindro soldado de doble altura – Cilindro separado.....	42
<b>Figura 2.5</b>	Canal transportador de cuerpos dobles.....	44
<b>Figura 2.6</b>	Máquina separadora de cuerpos dobles.....	44
<b>Figura 2.7</b>	Elevador de salida de separadora.....	45
<b>Figura 2.8</b>	Tiempos de parada vs. Tiempo programado (horas).....	55



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Ventajas y Desventajas de la Línea Smag en producción....	20
<b>Tabla 2</b>	Necesidades de Producción Actuales.....	21
<b>Tabla 3</b>	Capacidad de Producción Instalada Línea Smag.....	24
<b>Tabla 4</b>	Cálculo de los índices de productividad.....	25
<b>Tabla 5</b>	Cálculo de los paros no planificados y paros planificados.....	26
<b>Tabla 6</b>	Alternativa 1.....	29
<b>Tabla 7</b>	Alternativa 2.....	31
<b>Tabla 8</b>	Matriz de Evaluación de Alternativas.....	34
<b>Tabla 9</b>	Componentes neumáticos requeridos para máquina Separadora.....	37
<b>Tabla 10</b>	Materiales utilizados en construcción de transportadores.....	38
<b>Tabla 11</b>	Materiales usados en modificaron de máquina de Pre-corte.....	39
<b>Tabla 12</b>	Corrección en Pruebas de vacío máquina separadora.....	50
<b>Tabla 13</b>	Control de Calidad .....	53
<b>Tabla 14</b>	Tiempos de parada por falla.....	54
<b>Tabla 15</b>	Tiempo de parada vs. Tiempo programado(Horas).....	54
<b>Tabla 16</b>	Capacidad teórica de producción.....	57
<b>Tabla 17</b>	Control de Calidad .....	59
<b>Tabla 18</b>	Comparación de los índices de productividad entre envase sencillo y doble altura.....	61

## INDICE DE PLANOS

<b>Plano 1</b>	Distribución de Naves Industriales ENLIT
<b>Plano 2</b>	Layout Envases Tres Piezas $\phi$ 603 x 408
<b>Plano 3</b>	Disco de ajuste
<b>Plano 4</b>	Conjunto
<b>Plano 5</b>	Eje superior
<b>Plano 6</b>	Eje inferior
<b>Plano 7</b>	Disco superior
<b>Plano 8</b>	Anillo interior
<b>Plano 9</b>	Anillo superior
<b>Plano 10</b>	Pisador
<b>Plano 11</b>	Tuerca superior
<b>Plano 12</b>	Cuchilla
<b>Plano 13</b>	Anillo suple



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre el "Incremento de la Capacidad de Producción en la Línea Smag de Enlit", enfocada en aumentar y mejorar la productividad en el proceso de fabricación de envases soldados de Ø 603, con el fin de poder abastecer al mercado local con una demanda aproximada de 900.000 envases mensuales.

Esta necesidad nace ante el incremento de las exportaciones de atún enlatado (en agua y sal, y en aceite) hacia los mercados de Europa y Estados Unidos de Norteamérica principalmente, y además debido a la mejor participación del mercado por parte de nuestra empresa con respecto a la competencia. Actualmente según estadísticas Enlit se encuentra con el 60% de la participación del mercado.

Analizaremos las diferentes alternativas de solución y mediante una evaluación técnica - económica determinaremos la solución más adecuada y además se establecerá el plan para su implantación.

Se realizarán pruebas en vacío y pruebas en producción; evaluaremos los resultados obtenidos con relación al producto y a la productividad de la línea.



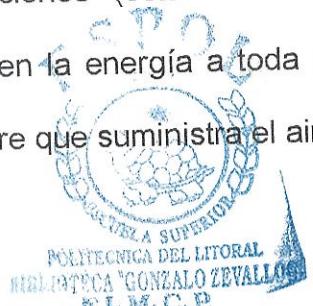
# CAPÍTULO 1

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la Planta.

La empresa Envases del Litoral S.A. está localizada en el Km 12 Vía a Daule en la ciudad de Guayaquil. Cuenta en la actualidad con 350 trabajadores aproximadamente y posee varias naves industriales con un total aproximado de 20,000 m<sup>2</sup>. Las maquinarias utilizadas para su proceso industrial están acordes con los requerimientos de la tecnología actual.

La energía eléctrica es suministrada por una Subestación Eléctrica en alta tensión de propiedad de la empresa filial Plásticos del Litoral S.A., de 69 KV y 5,000 KVA de potencia nominal, la cual distribuye energía de media tensión a 138 KV a 4 subestaciones (estaciones de transformación), las cuales a su vez distribuyen la energía a toda la planta. Posee un cuarto de compresores de aire que suministra el aire



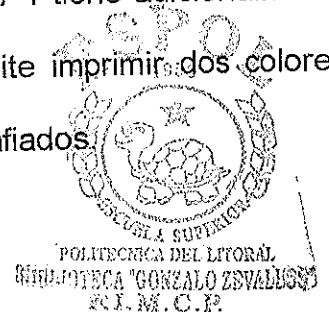
comprimido necesario a toda la planta; cuenta además con una red interna de agua contra incendios.

La planta está dividida en varias áreas de acuerdo al proceso de fabricación (ver plano 1), como son: Corte, Barnizado y Litografía, Cizallas, Embutidos (Cuerpo Dos Piezas), Tapas, Ensamble (Cuerpo Tres Piezas), e Industrial; además de las Bodegas de Recepción de Materia Prima y de Despacho.

La empresa también cuenta con un Taller Mecánico y de Matricería para dar mantenimiento a toda la planta.

El área de Corte, posee una sola línea, la cual recibe la materia prima, es decir la chapa metálica en bobinas de hasta 10 toneladas aproximadamente, la cual corta la bobina en láminas de diferentes medidas en tipo recto o scroll, según sea la necesidad de fabricación cuerpos dos, tres piezas o tapas.

El área de Barnizado y Litografía posee tres líneas de barnizado con sus respectivos hornos de curado. La línea # 1 tiene adicionalmente una máquina Impresora Bicolor la cual permite imprimir dos colores simultáneamente, para tapas y envases litografiados.



El área de Cizallas posee varias máquinas automáticas para cortar las láminas (rectas y scroll) ya barnizadas en tiras: Cizallas Rescroll para cuerpo embutido (cilíndrico y oval) y tapas (redondas y oval), Cizallas Circulares para tapas redondas y cuerpo tres piezas.

El área de Tapas, posee varias líneas automáticas para la fabricación de tapas redondas de  $\phi$  202, 211, 214, 300, 307, 315, 401, 603 y 610; y tapas ovales de  $\frac{1}{2}$  lb y 1 lb. Todas las líneas están conformadas por Prensas, Rizadores, Engomadoras y Hornos de curado. Adicional a esto se ha implementado una estación de inspección de tapas  $\phi$  307 con cámaras que detectan y rechazan tapas con defectos.

El área Embutidos, Cuerpo Dos Piezas, posee varias líneas automáticas con el sistema Draw – Re Draw para la fabricación de envases 211 x 201, 307 x (desde 108 hasta 113), 401 x 202.5, y oval de  $\frac{1}{2}$  lb y 1 lb.

El área de Ensamble, Cuerpo Tres Piezas, tiene tres líneas de fabricación de envases soldados, las cuales constan de: Formadores, Hornos de curado, Pestañadoras, Formadores de Cuello,



Rodonadoras, Cerradoras y Paletizadores, además de un Comprobador Neumático de envases.

Por último tenemos el área de Industrial la cual posee Prensas, Rizadores, Engomadoras, Soldadoras de puntos, entre otros, y en las cuales se fabrican los accesorios usados en los envases industriales.

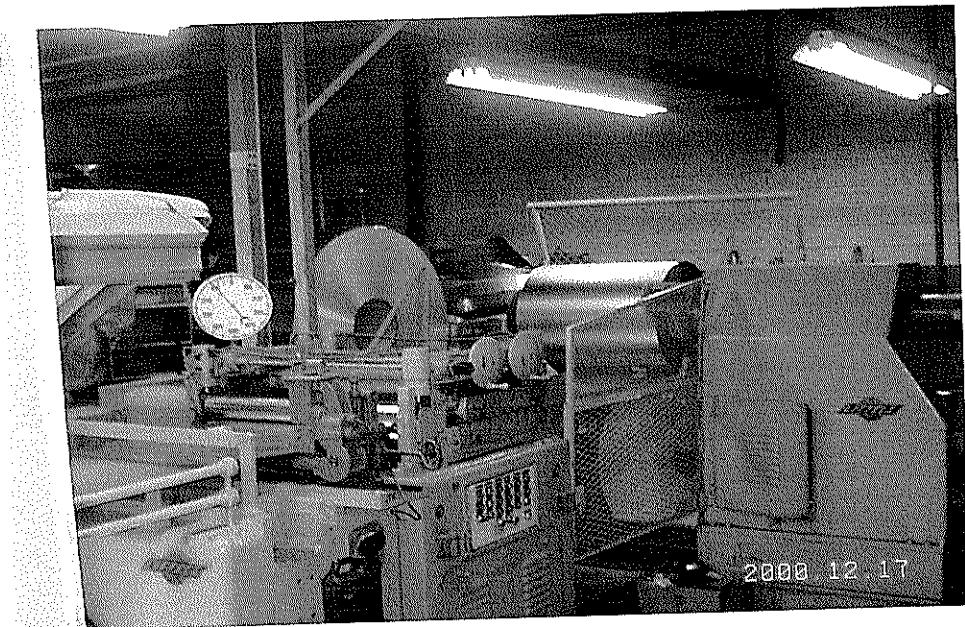
### 1.2 Fabricación de Envases de Tres Piezas.

El envase de tres piezas está definido así porque consta de un cuerpo cilíndrico, un fondo y una tapa. En el Apéndice B presentamos el Diagrama de Flujo de Fabricación de Envases Sanitarios, en el cual se observa el proceso de fabricación de cuerpo dos piezas, cuerpo tres piezas y tapas.

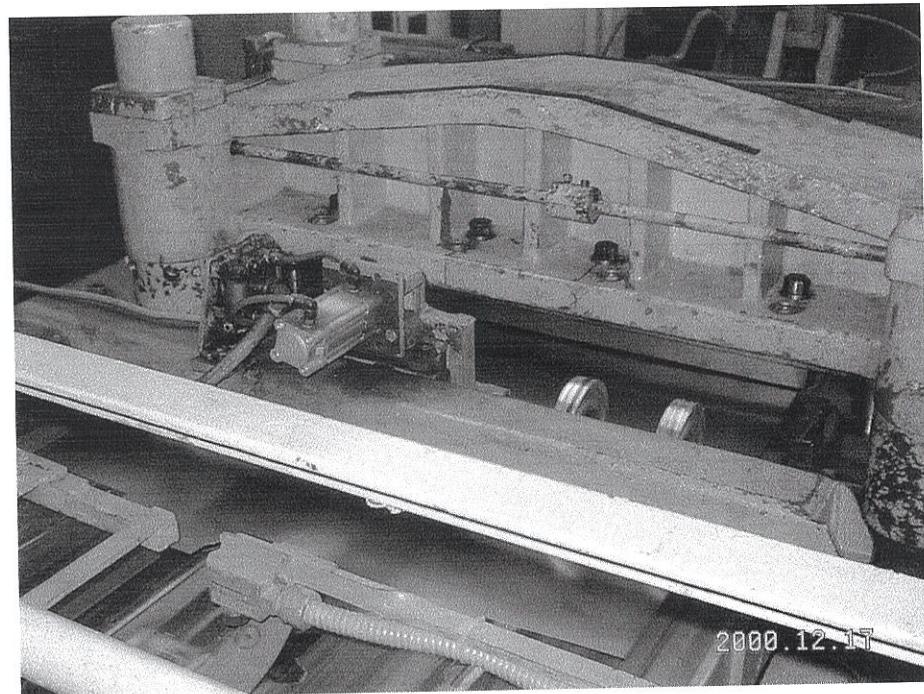
El proceso de fabricación se inicia con la **Recepción de la Materia Prima** básica, que son las bobinas de chapa metálica y barnices, las bobinas cuales pueden ser de dos tipos: a) E.T.P. hojalata electrolítica, y b) T.F.S. hojalata cromada. Para nuestro caso el material a usar es E.T.P. Cabe indicar que la materia prima es solicitada a los diferentes proveedores bajo especificaciones técnicas según sea el uso final. En el Apéndice C se puede encontrar las características más importantes

que debemos considerar antes de ordenar la chapa metálica en bobinas.

Luego de recibida la chapa metálica en bobinas y almacenada provisionalmente, es conducida a la **Línea de Corte**, la cual desenrolla la bobina metálica (ver figura 1.1) y la corta, mediante un troquel montado en una prensa, en una determinada longitud según sea el envase a fabricar (ver figura 1.2). Aquí podemos distinguir dos tipos de corte: recto y scroll. Para nuestro caso el corte es recto. Las láminas vírgenes cortadas son apiladas en palets de madera, formando bultos de hasta 1,500 láminas según sea su peso.



**FIGURA 1.1 LÍNEA DE CORTE LITTELL.- BOBINA DESENROLLÁNDOSE**



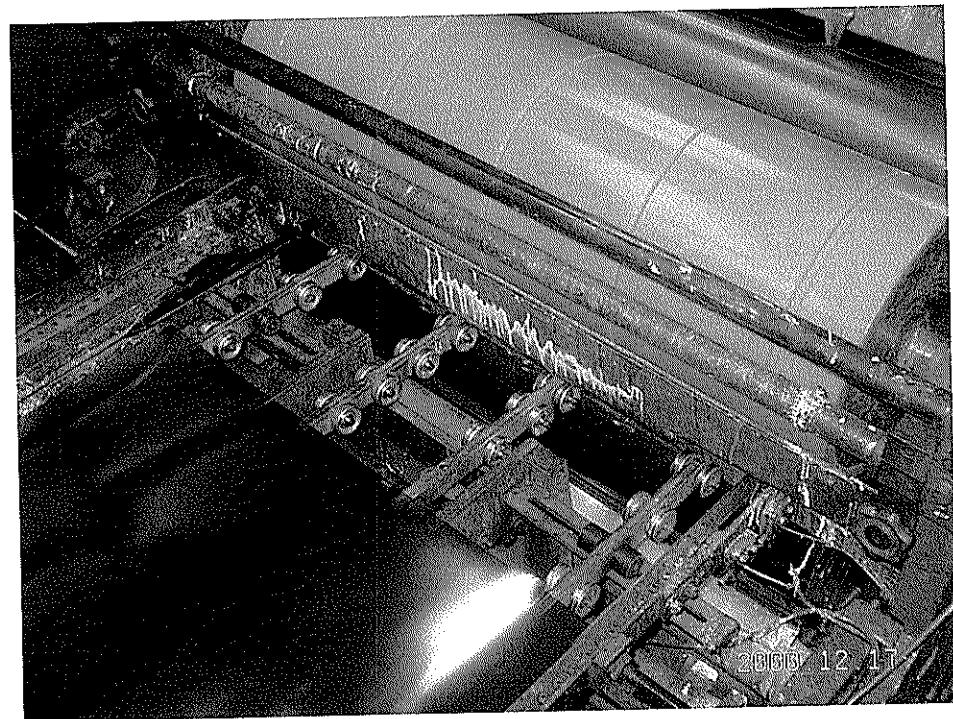
**FIGURA 1.2 LÍNEA DE CORTE LITTEL.- CORTE SCROLL**

Los bultos con láminas vírgenes cortadas son conducidos mediante un montacargas a la **Línea de Barnizado**, en la cual las láminas son barnizadas en ambas caras, es decir se le aplica un recubrimiento con barniz para exterior y como para interior. En el Apéndice D se pueden encontrar las características y tipos de barnices más comúnmente utilizados en la fabricación de envases sanitarios.

Una línea de barnizado consta principalmente de: Alimentador de láminas, Barnizadora, Horno de curado, Apilador de láminas y Volteador.



La aplicación de los barnices se lo hace mediante un rodillo de caucho o poliuretano en la maquina barnizadora, el cual imprime el barniz líquido en la lámina (ver figura 1.3). Para la fabricación de envases de tres piezas, los rodillos de caucho son calados circunferencialmente en un torno, según sea el formato del envase, así de esta manera se deja sin barniz esa área de la lámina que es necesaria para el posterior proceso de soldadura.



**FIGURA 1.3 BARNIZADORA WAGNER (LÍNEA # 1) - RODILLO APLICADOR DE BARNIZ - LÁMINA RECTA (ENVASE DE TRES PIEZAS)**

A continuación la lámina es conducida mediante bandas transportadoras hacia el horno de curado en donde el barniz líquido

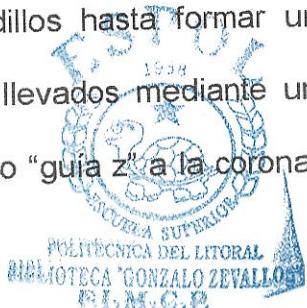
aplicado sobre la lámina es “curado” a un tiempo y temperatura determinado. Finalmente las láminas barnizadas y “curadas” salen del horno y son apiladas en palets de madera.

Una vez protegidas las láminas tanto en el exterior como interior, los bultos de láminas barnizadas son transportados al área de **Cizallas**. En nuestro caso se trata de una Cizalla Circular automática dúplex, en la cual la lámina es cortada mediante cuchillas de widia o carburo de tungsteno en tiras, primera operación, (ver figura 1.4) de acuerdo al desarrollo del envase, y luego en recortes o cuerpos planos, segunda operación, (ver figura 1.5) conforme a la altura del envase a fabricar.

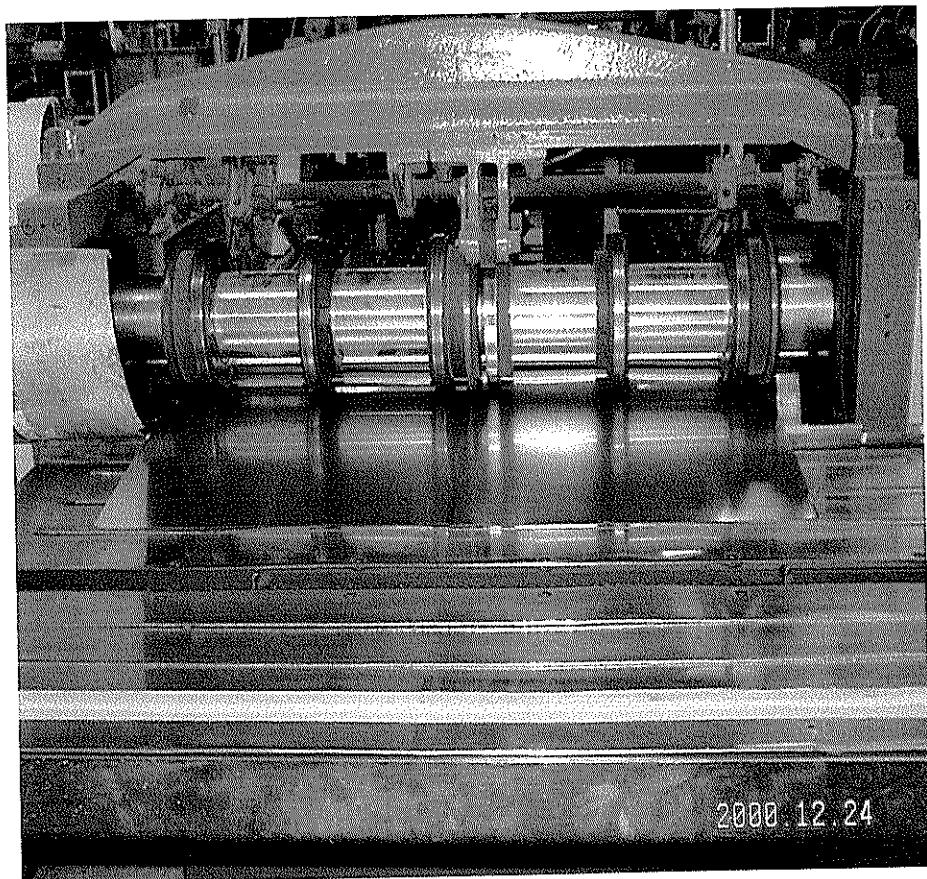
Una vez obtenidos los cuerpos planos o recortes, son apilados en palets de madera y transportados a la Línea de fabricación de

### **Envases Tres Piezas.**

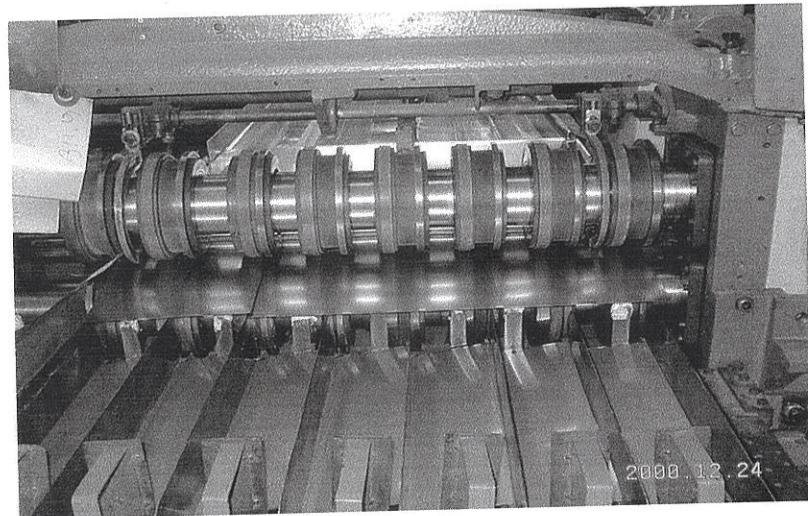
El primer paso en fabricar un envase de tres piezas es la obtención del cilindro en el **Formador** o “Bodymaker” (ver figura 1.6), en el cual el recortes es rolado mediante una serie de rodillos hasta formar un cilindro con un traslape apropiado; luego son llevados mediante un transportador de cadena y guiados por la regla o “guía zeta la corona,



la cual forma el diámetro del cilindro, inmediatamente a la salida de la corona, el cilindro es soldado lateralmente, costura lateral, mediante dos electrodos o roldanas de soldadura, ubicados una por encima de la otra, de tal manera de que la roldana inferior quede en el interior del cilindro.

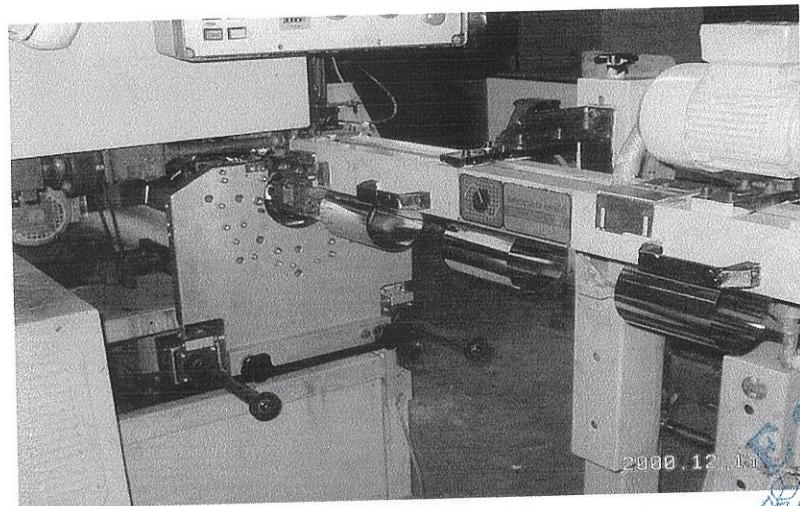


**FIGURA 1.4 CIZALLA CIRCULAR CANCO.- CORTE DE LÁMINA EN TIRAS (PRIMERA OPERACIÓN)**



**FIGURA 1.5 CIZALLA CIRCULAR CANCO.- CORTE DE TIRAS EN RECORTES (SEGUNDA OPERACIÓN)**

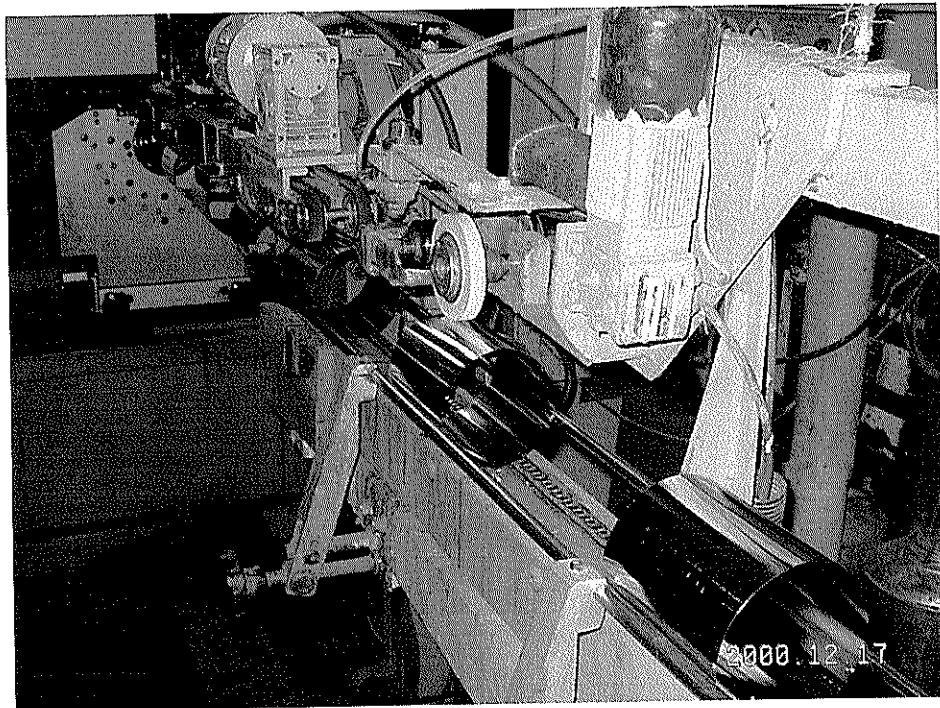
Cuando la corriente pasa entre las roldanas, una serie de puntos de soldadura se producen a medida que el envase se mueve, esto constituye una soldadura continua. En el Apéndice E encontrará los Fundamentos de Soldadura por Resistencia.



**FIGURA 1.6 FORMADOR LÍNEA SMAG- ENVASE  $\phi$  603 X 408**



A continuación el cilindro soldado pasa por el brazo aplicador de barniz en polvo, el cual mediante corriente electrostática el polvo se adhiere a lo largo de la costura lateral por el interior del cilindro formando una tira de protección. Seguidamente, el cilindro pasa por el aplicador de barniz líquido de costura, que consiste en una rueda de caucho que actúa sobre la costura lateral lado exterior (ver figura 1.7). Para lograr el curado tanto de la tira de barniz en polvo (interior) como de la capa de barniz líquido (exterior), es necesario conducir el cilindro al horno a gas.



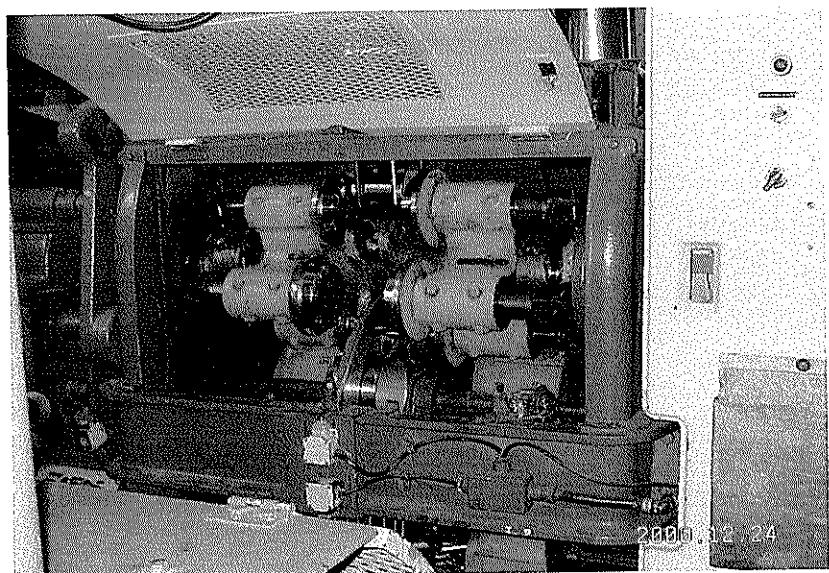
**FIGURA 1.7 FORMADOR LÍNEA SMAG - APLICACIÓN DE BARNIZ LÍQUIDO EXTERIOR**

Luego, el cilindro es conducido mediante un elevador magnético de banda al transportador aéreo, con el objeto de enfriar el cilindro.

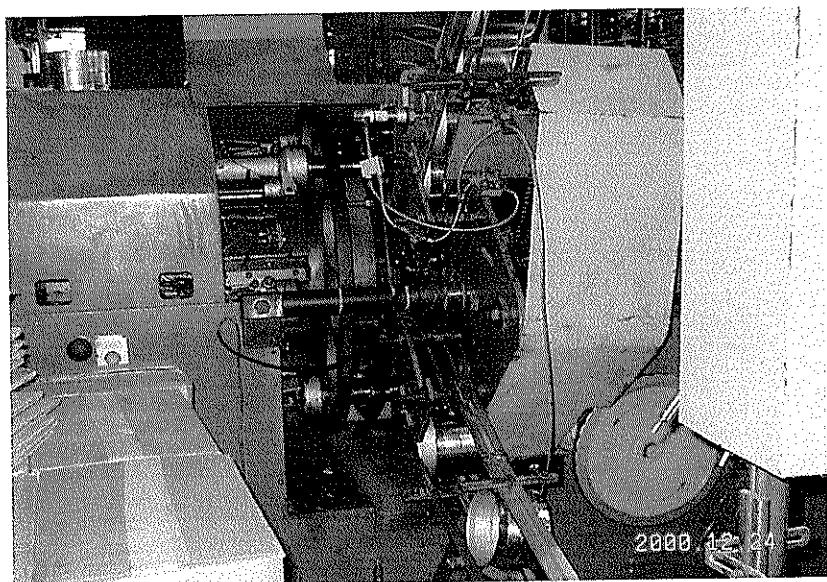
A continuación, el cilindro soldado es introducido mediante canales a la máquina **Pestañadora** (ver figura 1.8). Esta máquina riza ambos extremos del cilindro para la operación de doble cierre. Los cilindros llegan a la guía de entrada y caen uno a uno dentro de los "bolsillos" de la máquina.

Durante el ciclo de rotación de la torre, una leva hace que los cabezales pestañadores (lado izquierdo y lado derecho) se introduzcan gradualmente en el interior del cilindro formando de manera progresiva la pestaña en ambos extremos del cilindro.

Una vez obtenido el cilindro pestañeadlo conforme a las especificaciones dimensionales establecidas según sea el envase a fabricar, es transportado a la máquina **Rodonadora** (ver figura 1.9), en la cual al igual que en la pestañadora, mediante unos mandriles o rodillos rodonadores (actuados por una leva) se forma de manera progresiva una serie de rodones circunferenciales en el cilindro, para obtener así un envase más resistente a posteriores procesos.



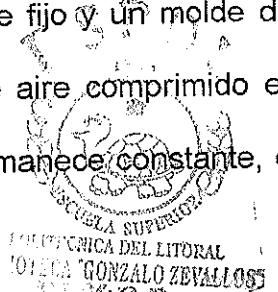
**FIGURA 1.8 MÁQUINA PESTAÑADORA CANCO: FORMACIÓN DE PESTAÑA ENVASE  $\phi$  603 X 408**



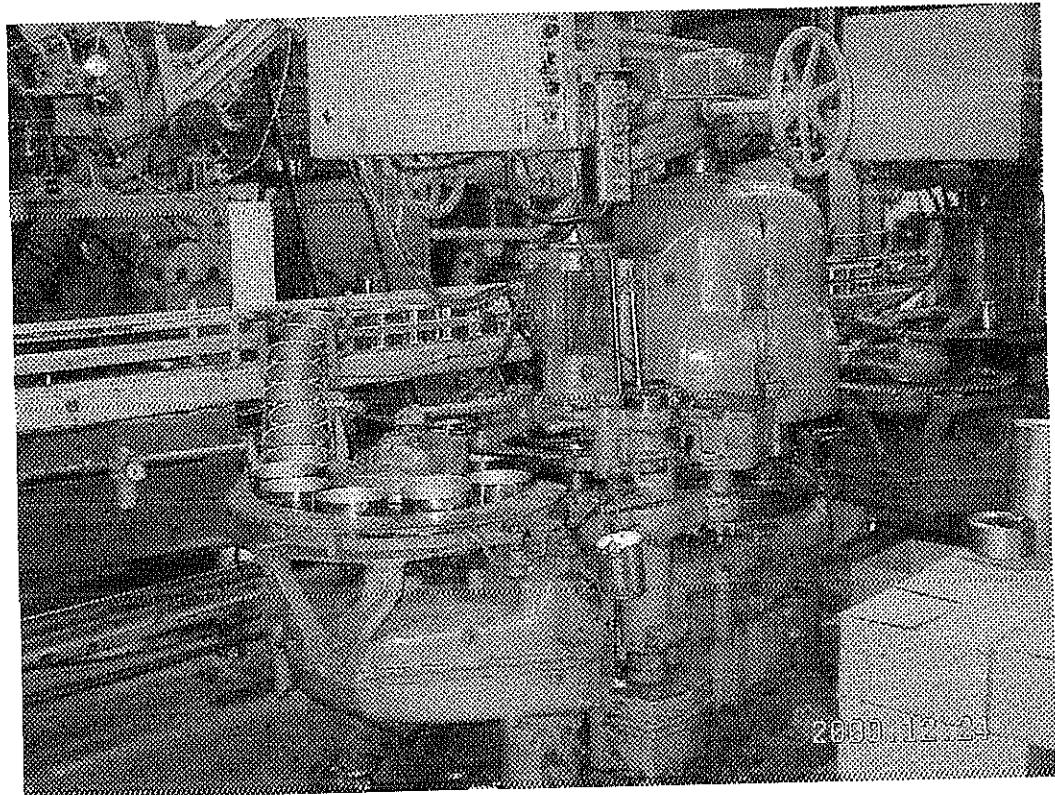
**FIGURA 1.9 MÁQUINA RODONADORA SHIN I: FORMACIÓN DEL RODÓN ENVASE  $\phi$  603 X 408**

A continuación, el cilindro rodonado es conducido mediante elevadores y transportadores magnéticos a la máquina **Cerradora** (ver figura 1.10), que es la que se encarga de ponerle el fondo al cilindro pestañado y rodonado para formar el envase, esta técnica es conocida como doble cierre. El proceso de fabricación de tapas, o fondo, es detallado en el Apéndice F. En la cerradora, el cilindro es introducido mediante una estrella selectora a la máquina; simultáneamente las tapas van descendiendo del alimentador de tapas y son guiadas (movimiento rotacional de la máquina) hasta lograr el contacto entre la tapa y el cuerpo (la pestaña del cuerpo calza con el surco de la tapa). El conjunto es tomado por una mandril (tapa) y plato base (cuerpo parte inferior), para luego por la acción de una serie de rulinas (primera y segunda operación) que se acercan gradualmente y empujen la pestaña de la tapa de tal manera que se forme el doble cierre (ver figura 1.11).

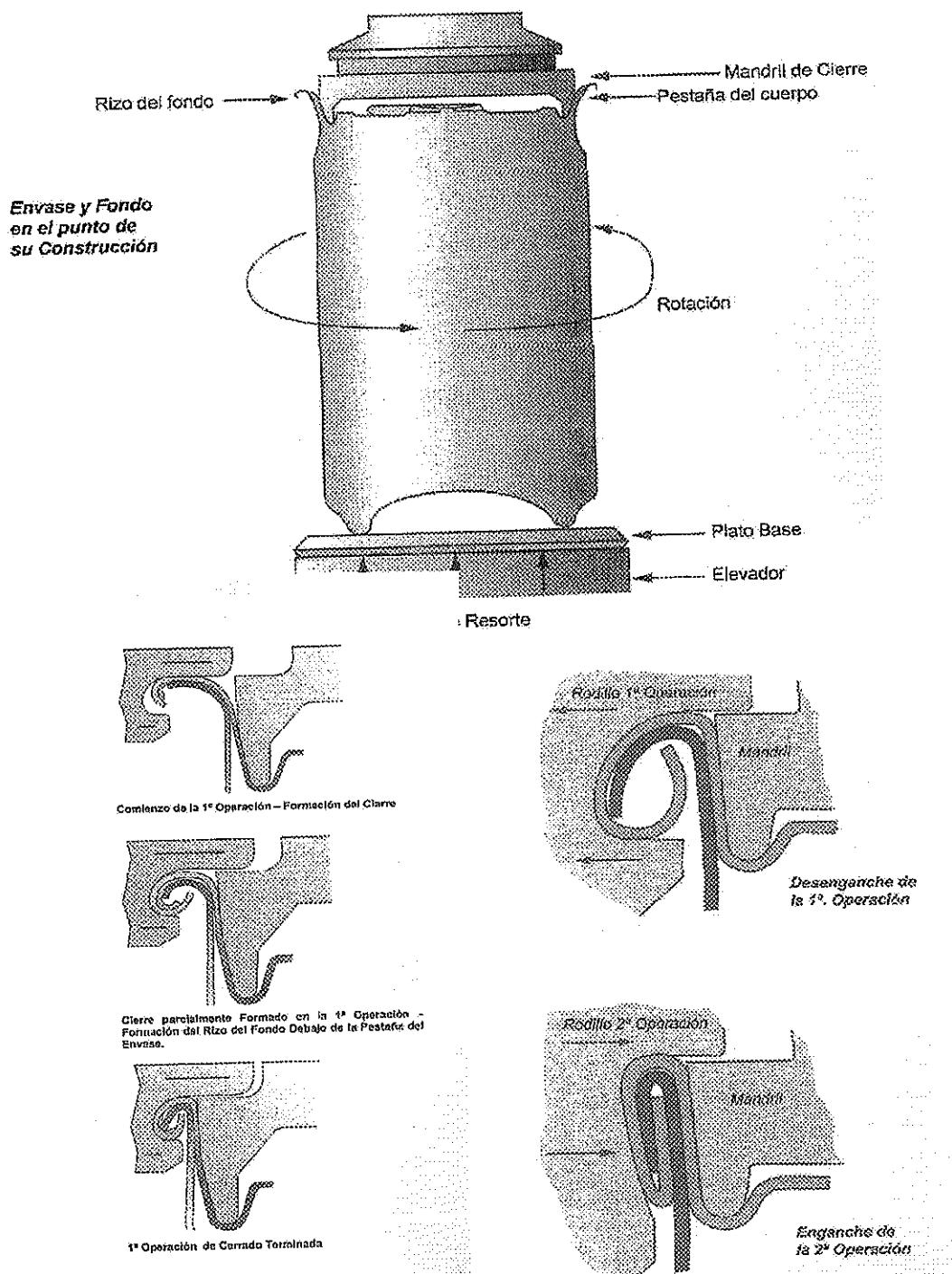
Luego el envase fondeado es transportado a un **Comprobador Neumático** o Tester (ver figura 1.12) que se encarga de detectar y rechazar envases con fugas. El envase es alimentado a los bolsillos de prueba, en donde es asegurado entre un tope fijo y un molde de caucho móvil. Una predeterminada cantidad de aire comprimido es inyectado al interior del envase, si la presión permanece constante, el



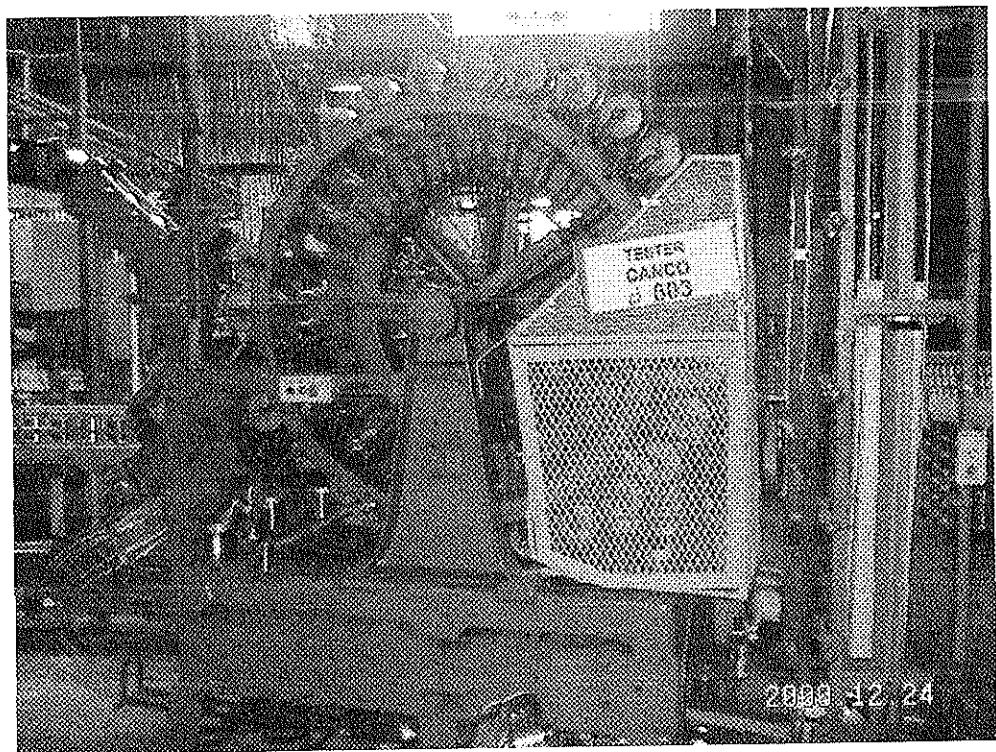
envase es conducido de la salida al elevador magnético que luego lo lleva al paletizador; si la presión desciende, el envase es rechazado y conducido hacia otro canal para posteriormente ser revisado visualmente y comprobar el defecto.



**FIGURA 1.10 MÁQUINA CERRADORA.- COLOCACIÓN DEL FONDO AL CUERPO**



### FIGURA 1.11 FORMACIÓN DEL DOBLE CIERRE



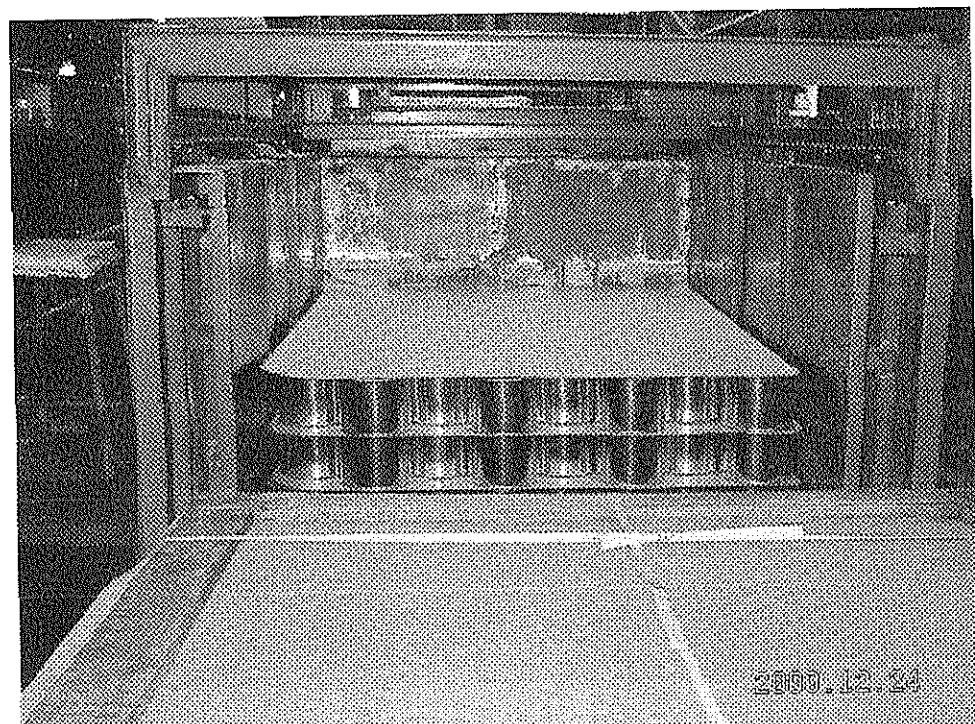
**FIGURA 1.12** COMPROBADOR NEUMÁTICO: ENVASE  $\phi$  603 X

408

Finalmente los envases que pasan por la estación del Comprobador Neumático, son enviados mediante elevadores y canales transportadores al **Paletizador** (ver figura 1.13), el cual se encarga de ordenar los envases para apilarlos y colocarlos en planchas con un determinado número de envases, separando cada plancha con una lámina de cartón satinado, que además de servir de protector para evitar la destrucción de la pestaña, facilita la colocación de una plancha sobre otra y permite un deslizamiento óptimo de los envases al ser despaletizado en la planta del cliente. Además los palets con

envases se los asegura con flejes de plástico y forrados con plástico extensible transparente de capa delgada.

En el Plano 2 se puede observar el Layout del proceso de fabricación del envase  $\phi$  603 x 408 con las especificaciones dimensionales correspondientes.



**FIGURA 1.13 PALETIZADOR: ENVASE  $\phi$  603 X 408**

**1.3 Ventajas y desventajas de la línea existente y medición o cálculo de la productividad de la línea.**

La Tabla 1 analiza las Ventajas y de la Línea Smag en producción, y en la Tabla 2 se identifican las Necesidades de Producción Actuales para los diversos tamaños de envases.

**TABLA 1**

**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LÍNEA SMAG EN PRODUCCIÓN**

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por su baja velocidad de operación se obtiene una soldadura óptima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad máxima de operación en el formador es 50 env/min</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cambios de formatos requieren de menor tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere programar personal para laborar un segundo turno e incluso los fines de semana</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La diversidad de máquinas, rodonadoras y pestañadoras, facilitan el cambio de formato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza continua en el sistema de aplicación de barniz en polvo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor control en el proceso de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad actual no cumple con las necesidades de producción</li> </ul>



**TABLA 2**  
**NECESIDADES DE PRODUCCIÓN ACTUALES**

Producto	Mensual Aproximado	
	Cajas x 48	Unidades
603 x 209	5.000	240.000
603 x 402	3.500	160.000
603 x 404	1.000	48.000
603 x 408	6.500	302.000
603 x 600	3.100	150.000
<b>TOTAL</b>	<b>19.100</b>	<b>900.000</b>

**Cálculo de la Productividad:**

La productividad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{unidades producidas (ka)}}{\text{horas de mano de obra (horas - hombre)}}$$

Es, decir la cantidad de envases producidos durante un turno de 12 horas en kg por las horas hombre utilizada para fabricar dichos envases.

A continuación tenemos el cálculo de la productividad en la línea Smag, para la fabricación de envases 603 x 408 pared lisa (altura sencilla) en un turno de 12 horas:

Cantidad de envases fabricados: 24.200 unidades

Si el recorte de lámina para la fabricación de un envase tiene las siguientes dimensiones:

Espesor = 0.25 mm

Desarrollo = 482.95 mm

Altura de corte = 117.85 mm

Entonces el peso de cada envase es el siguiente:

$$\text{Peso (kg)} = 0.25 \times 0.11785 \times 0.48295 \times 7.85$$

$$\text{Peso} = 0.112 \text{ kg}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{24.200 \text{ envases} \times 0.112 \text{ kg/envases}}{3 \times 12 \text{ horas-hombre}} \\ &= 75.28 \text{ kg / horas-hombre} \end{aligned}$$



#### 1.4 Capacidad de producción instalada e índice de productividad.

- Para determinar la capacidad instalada de la Línea Smag es necesario analizar las capacidades de las máquinas existentes.

En la Tabla 3 se presentan las especificaciones técnicas de cada máquina y su capacidad de producción.

De lo expuesto en la Tabla 3 podemos determinar que la máxima **capacidad en la línea** de fabricación Smag es de **50 env/min**, limitada específicamente por la máquina soldadora o formador.

El personal requerido para operar la línea, es el siguiente:

1 operador de Cizalla	8 horas
1 operador de Formador	12 horas
1 operador de Cerradora	12 horas
1 operador de Paletizador	12 horas
1 mecánico de línea	12 horas
1 Supervisor	12 horas

**TABLA 3**  
**CAPACIDAD DE PRODUCCION INSTALADA LINEA SMAG**

MAQUINA	VELOCIDAD 50 láminas/minutos	DIAMETRO		ALTURA mm US-Norm	OTROS PARAMETROS IMPORTANTES
		mm	US-Norm		
Cizalla Circular Canco	50 láminas/minutos	-	-	-	Tamaño de lámina 42 pulg x 42 pulg Diámetro de cuchillas 6 pulg
Formador Smag -ZSMVA-2	40 a 60 env/min	99 a 185	401 a 706	60 a 350	Esp. chapa 0.20 a 0.32mm Solapado de costura 0.80mm Vel. máx. de soldadura 12 m/min
Pestañadora Rodonadora Canco	100 a 250 env/min	-	603	-	402 a 800
Pestañadora Canco	100 a 250 env/min	-	603 a 610	-	209 a 800
Cerradora Canco 600	150 env/min	-	603	-	204 a 900
Comprobador Neumático Canco	100 a 300 env/min	-	502 a 610	-	300 a 900 42 estaciones de prueba

- Formador Smag: La producción depende de la longitud del cuerpo y de la velocidad de soldadura. A su vez, la velocidad de soldado depende de la calidad requerida de la costura, del tipo de material, del espesor de la chapa, así como de la frecuencia de la corriente de soldadura.

### Índice de Productividad:

El índice de productividad de una Línea de producción se la calcula mediante los siguientes índices: índice de disponibilidad, índice de producción e índice de calidad, lo que en conjunto nos da como resultado la Efectividad Total del Equipo.

La Tabla 4 muestra la forma de calcular éstos índices:

**TABLA 4**

#### CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD

Tiempo Total (min)	A
Tiempo Paros Planificados (min)	B
Tiempo Disponible (min)	C = A - B
Tiempo Paros no Planificados (min)	D
Tiempo de Operación	E = C - D
<b>Índice de Disponibilidad</b>	<b>F = E / C</b>
Producción Real (envases)	G = Prod. Paletizada + K
Velocidad Teórica (envases/min)	H
Producción Teórica (envases)	I = E x H
<b>Índice de Producción</b>	<b>J = G / I</b>
Producción Rechazada	K
<b>Índice de Calidad</b>	<b>L = (G - K) / G</b>
Efectividad Total del Equipo ETE	F x J x L x 100%

En la cual el tiempo de los paros no planificados y paros planificados se lo determina mediante la Tabla 5.



TABLA 5

**CÁLCULO DE LOS PAROS NO PLANIFICADOS Y PAROS  
PLANIFICADOS**

<b>PAROS NO PLANIFICADOS (min)</b>	
1	Ajustes en soldadura eléctrica
2	Ajustes en aplicación de barniz interior y exterior
3	Ajustes en Pestañadora
4	Ajustes en Rodonadora
5	Ajustes en Cerradora
6	Ajustes en Comprobador neumático
7	Ajustes en Paletizador
8	Ajustes en Transportadores/Elevadores
9	Falla mecánica / eléctrica general
10	Falta de tapas
11	Preparación de equipos

<b>PAROS PLANIFICADOS (min)</b>	
12	Almuerzo / Merienda
13	Reuniones de personal
14	Mantenimiento preventivo programado
15	Pruebas en línea
16	Limpieza planificada
17	Cambios de Formato

# CAPÍTULO 2

## 2. AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

### 2.1 Soluciones propuestas consideradas y su evaluación técnica económica

Nuestro objetivo principal es poder producir mensualmente 900 mil envases de Ø 603 (por sus diferentes alturas), la capacidad de la línea deseada para un turno diario de 12 horas, es el siguiente:

Tiempo disponible al mes:	20	turnos
Tiempo previsto para los cambios de formato:	3	turnos
Tiempo efectivo para producción:	17	turnos

Nota: El mantenimiento preventivo se lo realizará de acuerdo al plan anual de mantenimiento, y en lo posible durante los cambios y en los fines de semana.

$$\frac{900,000 \text{ envases}}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{17 \text{ turnos}} \times \frac{1 \text{ turno}}{12 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = \frac{74 \text{ envases}}{\text{minuto}}$$

En promedio esta línea trabaja a un 85 % de eficiencia, entonces tenemos:

$$\frac{74 \text{ envases}}{\text{minuto}} / 0.85 = \frac{87 \text{ envases}}{\text{minuto}}$$

Ante esta situación planteamos las siguientes posibles soluciones:

#### Alternativa # 1:

Reemplazar sólo la **máquina soldadora** actual por una **nueva de mayor capacidad** con características similares, es decir con herramientas para soldar envases  $\phi$  401, 404, 603 y 610. Se deberá adquirir adicionalmente el sistema de protección interna de costura por polvo, el sistema de protección externa de costura por barniz y el correspondiente sistema de curado (horno con quemadores eléctricos), necesarios ya que los equipos actuales podrían presentar problemas durante la producción a mayor capacidad. Las características técnicas de los equipos se muestran en la Tabla 6.



**TABLA 6  
ALTERNATIVA 1**

Maquina		Diámetro		Altura	Características
	mm	US-Norm	mm	US-Norm	
Soldadora Automática Soudronic Modelo: AFB 212	99 a 240	401 a 909	65 a 350	207 a 1,310	Espesores de chapa: mm 0.18 a 0.31 Solapado de la costura: mm 0.80 Velocidad máxima de soldadura: m/min 35 Producción máxima: env/min/120 (Dependiendo del formato y calidad del material) Precio: US\$ 500,000 Proveedor: Soudronic – Suiza
Sistema Protección Interná Costura por polvo Modelo: PCE-120	52 a 185	202 a 706			Máxima velocidad de aplicación: m/min 10 a 125 Precio: US\$ 7,500 Proveedor: Soudronic - Suiza
Sistema Protección externa Costura por barniz Modelo: PRC-TD	45 a 165	114 a 610			Máxima velocidad de aplicación: m/min 10 a 125 Precio: US\$ 3,000 Proveedor: Soudronic - Suiza
Sistema de curado (horno eléctrico) Modelo: LCS-6	45 a 185	114 a 706			Longitud de curado efectiva: m 6 Longitud total: m 8.7 Precio: US\$ 9,500 Proveedor: Soudronic – Suiza
<b>Precio Total de equipos:</b>				<b>US\$ 520,000</b>	

Cabe indicar que el resto de máquinas que no se contemplan en esta alternativa, es debido a que se pueden seguir utilizando sin necesidad de modificarlas ni reemplazándolas ya que su capacidad les permite trabajar sin problema alguno, en conjunto con la máquina nueva propuesta. En esta alternativa, el número de operadores en la línea se mantiene en 4.

El tiempo requerido para su implantación es de 8 meses aproximadamente, porque el fabricante no tiene en stock esta máquina, por lo que es preciso construirla.

#### **Alternativa # 2:**

Reemplazar sólo la **máquina soldadora** actual por una de segunda mano, en buenas condiciones, con mayor capacidad y con características similares, es decir con herramientas para soldar envases  $\phi$  401, 404, 603 y 610. Así mismo, se deberá adquirir adicionalmente el sistema de protección interna de costura por polvo, el sistema de protección externa de costura por barniz, y el horno de secado a gas, por recomendaciones del proveedor. Las características técnicas de los equipos se detallan en la Tabla 7.



Así como en la alternativa anterior, el resto de la línea estaría en capacidad de trabajar con las máquinas anteriormente descritas, pero con un capacidad máxima de hasta 150 env/min (capacidad máxima en cerradora), lo que limitaría el uso de la máquina propuesta.

**TABLA 7  
ALTERNATIVA 2**

Maquina	Diámetro	Altura	Características
	mm	mm	
Soldadora superwima Soudronic Modelo: SBW250	99 a 200	95 a 320	Espesores de chapa: mm 0.18 a 0.31 Producción máxima: env/min 280 Precio: US\$ 250,000 Proveedor: M.E.N. Holland B.V. - Holanda
Sistema de protección interna de costura por polvo Frei AG EPC.			Precio: US\$ 20,000 Proveedor: M.E.N. Holland B.V. - Holanda
Sistema de protección interna de costura por polvo Frei AG EPC.			
Sistema de protección externa de costura por barniz Frei AG ORC/TM.			
Unidad de secado por gas Frei AG FMC/G-2x6.			
<b>Precio Total de equipos :</b>		<b>US\$ 270,000</b>	

De la misma manera, en esta alternativa se mantiene el número de 4 operadores en la línea. El tiempo para su implantación es de 4 meses aproximadamente ya que la máquina se importaría desde España, por lo que bastaría embarcarla e instalarla inmediatamente.

**Alternativa # 3:**

se plantea soldar cuerpos de doble altura manteniendo la capacidad de la actual máquina soldadora, es decir se podría obtener una capacidad de hasta 50 x 2 env/min, dependiendo del tamaño del cuerpo, pero para esto necesitamos complementar la línea actual con dos máquinas adicionales:

- Una máquina de Pre corte nueva, la cual realizará una incisión o raya longitudinal en la mitad del recorte doble previamente cortado en la cizalla. Costo US\$ 50,000.
- Una máquina Separadora de cuerpos, que nos permita cortar o separar el cilindro soldado de doble altura. Para tal efecto se transformará una máquina rizadora de anillo Ø 211 industrial que está actualmente sin servicio. Costo aproximado de piezas y partes: US\$ 1,200.
- Además de las máquinas mencionadas será necesario construir canales transportadores y un elevador magnético de envases para poder acoplarlas a la línea existente. Costo aproximado de construcción incluidos los materiales: US\$ 1,500.

**Costo Total del proyecto: US\$ 52,700**

Esta alternativa surge como una adaptación similar a la que tenemos en la línea Castor para envases de formato menor, en donde así mismo duplicamos la capacidad de la máquina soldadora de 150 a 300 env/min.

Cabe indicar que los fabricantes de la maquinaria no han diseñado aun máquinas de Pre corte, ni separadoras para el formato de Ø 603 sino solo hasta formatos menores de Ø 307; por lo que este proyecto representa un reto tanto para Enlit como para la empresa que fabrica las máquinas.

El tiempo aproximado para su implantación es de 4 meses. Debido a que se adiciona dos máquinas, es necesario contar con 5 operadores:

- 1 operador de Cizalla y Pre corte
- 1 operador de Formador
- 1 operador de Separadora
- 1 operador de Cerradora
- 1 operador de Paletizador

En la Tabla 8 analizaremos las tres alternativas presentadas considerando aspectos técnicos y económicos.

**TABLA 8**  
**MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reemplazo de Formador por máquina nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementaría la capacidad hasta 120 env/min.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto costo de inversión inicial: US\$ 520.000.</li> <li>Tiempo de implantación aproximada: 8 meses.</li> </ul>
Reemplazo de Formador por máquina de segunda mano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementaría la capacidad hasta 150 env/min.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto costo de inversión inicial: US\$ 270.000.</li> <li>Tiempo de implantación aproximada: 4 meses</li> </ul>
Soldar cuerpos de doble altura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menor costo de inversión: US\$ 52.700.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se requiere disponer de un operador adicional para máquina separadora.</li> </ul>

## 2.2 Solución escogida, plan para su implantación.

De las tres alternativas anteriormente presentadas escogemos la **alternativa 3**, por cuanto resulta ser la más económica en inversión inicial. Además, se constituye en la alternativa más adecuada debido a que solo invertiríamos en una máquina de Pre corte de diseño nuevo (ajustada al formato  $\phi$  603), y con la ayuda de nuestro personal técnico capacitado se modificaría una máquina rizadora de anillo  $\phi$  211 para convertirla en una máquina separadora de cuerpos dobles; y complementarla con la construcción de transportadores y elevador magnético de envases.

Esta alternativa nos va a permitir producir hasta  $50 \times 2$  env/min (dependiendo del tamaño del envase), lo cual cumple nuestro objetivo de satisfacer una producción mensual de 900 mil envases.

El plan para la implantación de la alternativa escogida lo describimos en el Cronograma de Actividades presentado en el Apéndice G.

## 2.3 Fabricación de partes y componentes requeridos para modificación de las máquinas y las operaciones del sistema.



Para modificar la actual máquina rizadora de anillo  $\phi$  211 en máquina separadora de cuerpos doble, necesitamos realizar los siguientes trabajos:

- Cambio del accionamiento del disco de ajuste, es decir de accionamiento mecánico a neumático (ver lista de materiales en la Tabla 9).
- Fabricación de un nuevo disco de ajuste, según Plano 3.
- Reducción en el tiempo de la leva que acciona el eje superior contra el eje inferior, para esto se necesita desbastar una sección de la leva.

## FABRICACIÓN DE PARTES

Para la modificación de la máquina rizadora de anillo  $\phi$  211 a separadora también debemos fabricar las siguientes piezas en el Taller según plano de conjunto 4:

- Un eje superior, según plano 5
- Un eje inferior, según plano 6
- Un disco superior, según plano 7
- Un anillo interior, según plano 8
- Un anillo superior, según plano 9
- Un pisador, según plano 10

- Una tuerca superior, según plano 11
- Una cuchilla, según plano 12
- Un anillo suple, según plano 13

**TABLA 9**  
**COMPONENTES NEUMÁTICOS REQUERIDOS PARA MAQUINA**  
**SEPARADORA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Rodillos doble vástago	U	1
Válvula de rodillo Festo 5/2(para cilindro)	U	1
Válvula de rodillo Festo 3R 1/4 (para soplador)	U	1
Válvula de rodillo Festo V/O 3 1/8 (para alimentador)	U	1
Cilindro de simple efecto	U	1
Electroválvula 3/2 – 1/8	U	1
Función OS-1/8B	U	1
Racores QS-1/8-6	U	6
Racores RSL-6	U	2
Racores QS-1/8-8	U	5
Racores QSL-1/8-8	U	1
Regulador de presión Mini	U	1
Regulador de Caudal	U	2
Manguera flexible Festo pun 6	mts.	5
Manguera flexible Festo pun 8	mts.	2
Amortiguadores Air Tac AD 25 25	U	1

Para transportar el envase soldado de doble altura hacia la máquina separadora es necesario construir un transportador de alimentación (entrada de máquina separadora), un canal transportador (salida de máquina separadora) y un elevador magnético; el material utilizado para la construcción esta detallado en la Tabla 10.

**TABLA 10**  
**MATERIALES UTILIZADOS EN CONSTRUCCION DE**  
**TRANSPORTADORES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Perfil de acero laminado en L de 1 1/2" x 1/4 " x 6 mts	U	10
Perfil de acero laminado en L de 2 1/2" x 1/4 " x 6 mts	U	5
Varillas de acero inoxidable Ø 1/4" 1 1/2" x 1/4 " x 6 mts	U	10
Platina de hierro de 1 1/2" x 1/4 " x 6 mts	U	1
Platina de hierro de 1" x 1/4 " x 6 mts	U	1
Barra magnética rectangular de 2" x 3/4" x 4 mts	U	1
Plancha de acero inoxidable de 400x3000x3mm.	U	1
Tubo de hierro galvanizado de Ø 3/4" x 6 mts	U	1
Polea de acero magnética de Ø 7" x 4" de ancho	U	1
Banda plana Transilón tipo E1-V 1 de 9.530mm x 76.2mm	U	1
Motor reductor eléctrico de 1/2 HP, 1725 R.p.m, ratio 50	U	1
Polea de acero tipo tambor de Ø 9" x 4" de ancho	U	1
Soporte e piso(Chumaceras) de Ø 1" NTN	U	2
Soporte de piso (chumaceras) de Ø 1 1/4" NTN	U	2
Rodillo de hierro templador de Ø 4" x 3" de ancho	U	1
Pernos hexagonales de Ø 3/8" x 1"	U	70
Pernos de cabeza de coco Ø 5/16" x 3/4"	U	30
Anillos de planos de Ø 5/16"	U	30
Tuerca hexagonal de Ø 5/16"	U	30
Soldadura de acero inoxidable	Lbs	1
Soldadura de acero tipo E-611 de Ø 1/8"	Lbs	3
Pernos hexagonales de Ø 1/2 x 1 1/2"	U	6
Tacos Hilti de Ø 1/2"	U	6

**Modificaciones en máquina de Pre corte:**

- Cambio de bomba de vacío original por un sistema de aire con toberas de vacío VAD1/4.

- Instalación de porta ventosas para láminas de envases 603 x 209 doble.
- Cambio de posición de las barras imantadas (2) en la mesa de alimentación de láminas.

Los materiales utilizados para realizar las modificaciones se describen en la Tabla 11.

**TABLA 11**

**MATERIALES USADOS EN MODIFICACIONES DE MAQUINA DE PRE CORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Tubo galvanizado de Ø ½" x 6 mts	U	1
Llave de cierre rápido de Ø ½"	U	1
Tobera de vacío VAD ¼	U	1
Racor QS ¼ -8	U	5
Electroválvula MX 2 ¼	U	1
Regulador de caudal	U	1

**OPERACIONES DEL SISTEMA**

La línea con la inclusión de las dos máquinas anteriormente mencionadas, deberá funcionar de la siguiente manera:

Las láminas barnizadas deberán ser cortadas en la cizalla circular, mediante el corte en tiras (primera operación) y finalmente en recortes de cuerpos de doble altura (segunda operación). El mismo operador



de cizalla deberá retirar los recortes del apilador de la cizalla y colocarlos en el alimentador de la máquina de Pre corte.

La máquina de Pre corte está destinada a ser una unidad adicional a la máquina soldadora de cuerpos.

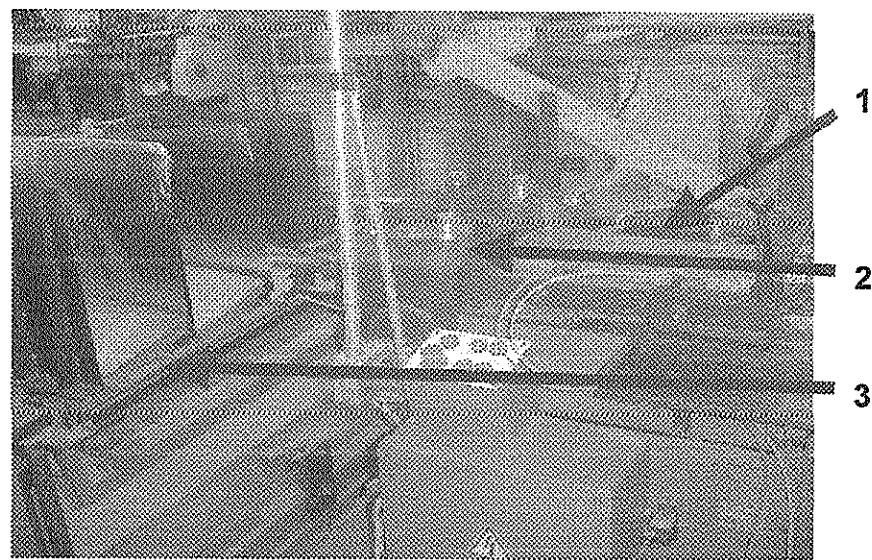
Esta máquina se compone de un armazón de fundición en que se encuentran alojados el almacén de apilado, la estación de corte o rayado y el engranaje.

Los recortes a rayar se colocan manualmente en el almacén (1) (ver figura 2.1).

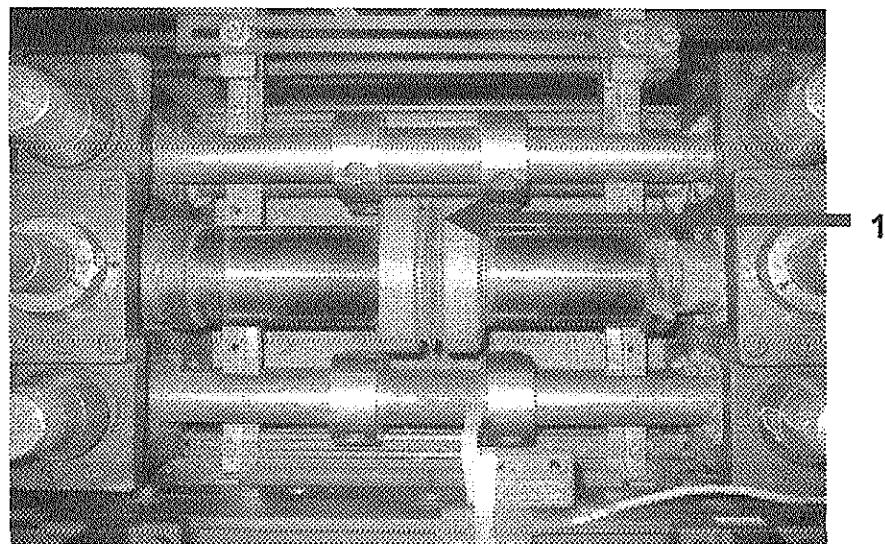
Aspiradores de vacío sacan los recortes individualmente abajo del almacén y los lleva para abajo colocándolos en las regletas de guía. Los dedos de alimentación transportan los recortes a la estación de rayado (2) (ver figura 2.1).

En la estación de rayado, se encuentra la cuchilla rayadora (1) (ver figura 2.2) montada en un eje que es rígido a la flexión. Al pasar le recorte este se marca con una raya continua (ver figura 2.3), la cual puede ajustarse a las necesidades del proceso de separación. Hay

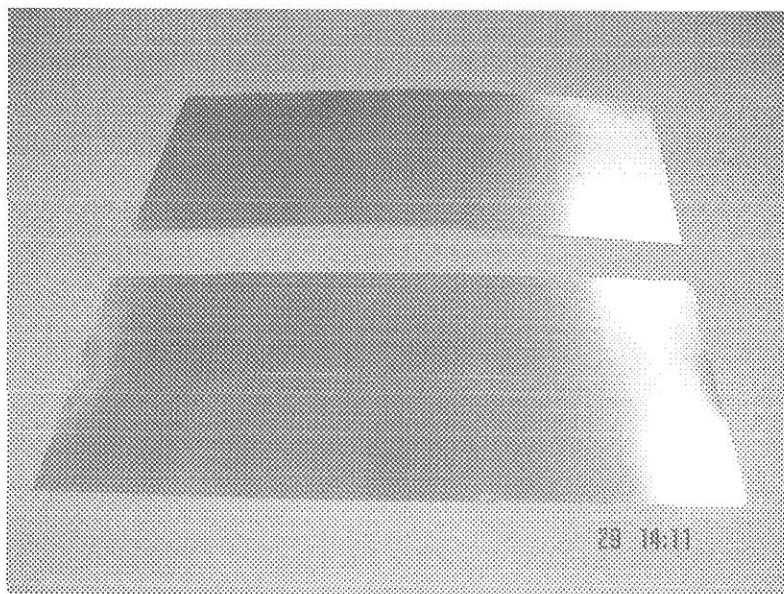
que prestar atención a que los recortes no se rompan durante el rayado. Después del rayado, los cilindros de transporte llevan los recortes al recogedor (3) (ver figura 2.1), en donde se efectúa el desapilado a las paletas.



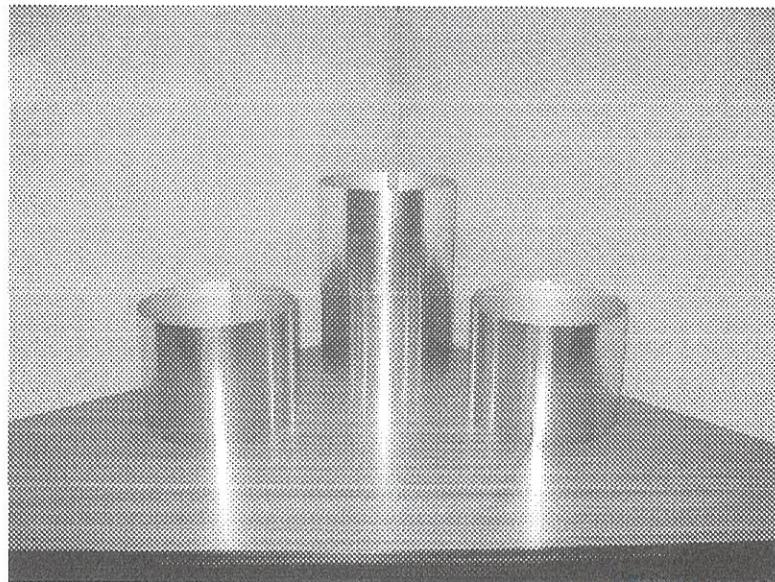
**FIGURA 2.1 MÁQUINA DE PRE CORTE**



**FIGURA 2.2 MÁQUINA DE PRE CORTE – CUCHILLA RAYADORA**



**FIGURA 2.3 RECORTE ANTES Y DESPUÉS DEL PRE RAYADO**

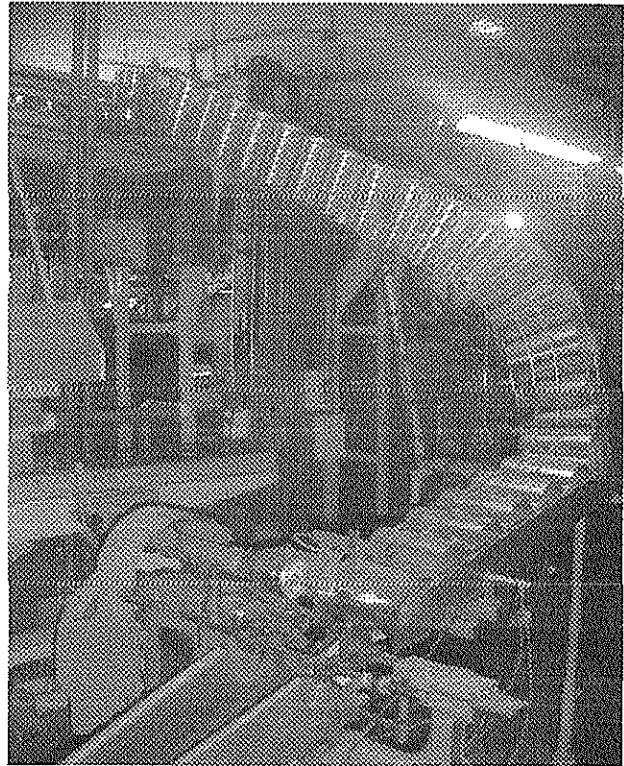


**FIGURA 2.4 CILINDRO SOLDADO DE DOBLE ALTURA CILINDRO  
SEPARADO**

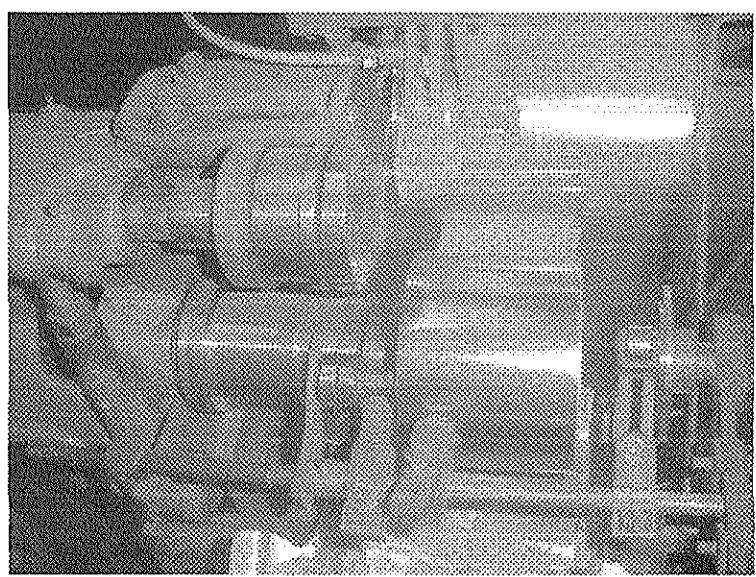


Luego, los recortes rayados de doble altura son llevados a la máquina soldadora de la línea Smag, en donde son rolados y soldados hasta formar el cilindro de doble altura (ver figura 2.4). De la misma manera, son protegidos interiormente mediante la aplicación de barniz en polvo en el área de la costura, y exteriormente mediante la aplicación de barniz líquido de costura lateral. Luego de pasar por el horno de curado, son conducidos mediante transportadores (ver figura 2.5) a la máquina separadora (ver figura 2.6), en la cual mediante una cuchilla de acero el cilindro doble es cortado, dividiéndolo en dos cuerpos de altura sencilla. Los cuerpos son transportados mediante el elevador (ver figura 2.7) y el transportador al canal de entrada de la máquina pestañadora, en caso de ser el envase de pared rodonada será conducido a la máquina rodonadora, o en su defecto será transportado a la maquina cerradora para colocarle el fondo del envase.

Finalmente el envase es conducido hacia el comprobador neumático, que detecta fugas de hasta 0.004 pulg; y de ahí conducidos hacia el paletizador de envases en el cual los envases son apilados y ordenados conforme a los requerimientos de embalaje del producto.



**FIGURA 2.5 CANAL TRANSPORTADOR DE CUERPOS DOBLES**



**FIGURA 2.6 MÁQUINA SEPARADORA DE CUERPOS DOBLES**

- El fundamento debe contar con una superficie completamente llana y horizontal. Para construir el fundamento hace falta emplear el nivel de burbuja de aire.
- Las líneas de abastecimiento (las de energía eléctrica, conductos de aire comprimido) van de arriba a la máquina y al armario de mando. Es necesario además instalar los dispositivos fijadores seguros antes de colocar la máquina.

#### Instalación:

- La máquina es colocada en el fundamento ya preparado mediante aparatos apropiados de elevación.
- La alineación de la máquina se efectúa según el nivel de burbuja de aire.
- En caso que se coloquen cables u otros conductos en zanjas, hace falta cubrirlas a continuación.
- En caso que se coloquen las líneas o conductos sobre el suelo, hay que instalar dispositivos fijadores seguros.

#### Datos técnicos:

- Valores de conexión:

Tipo de corriente/frecuencia:

Trifásico / 60 Hz  
BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"  
F.I.M. C.M.



## PRUEBAS EN VACÍO

Antes de empezar con una prueba de producción es necesario realizar pruebas en vacío en las máquinas nuevas que estamos acoplando a la línea actual:

### **Maquina de Pre corte**

Los recortes a trabajar deben pasar por la máquina sin ser deformados. El almacén tiene que ser ajustado según los recortes a trabajar, y deben estar exentos de rebabas.

Colocar los recortes a rayar en los rieles de guía del almacén, probar alimentando un recorte. La línea rayada tiene que estar trazada en la posición centrada al recorte para que ambas partes tengan las mismas medidas después de ser partidos.

La profundidad de rayado deberá ser de 2/3 del espesor de la lámina. El recorte rayado debe romperse limpiamente en la línea rayada después de ser doblado manualmente dos veces en dirección rectangular. Ambas partes del recorte deben tener el mismo ancho. En caso de tener diferencia realizar los ajustes necesarios para obtener un pre corte correcto. El borde de rotura debe ser limpio.

### **Maquina separadora**

Recibe los cuerpos dobles soldados y mediante una cuchilla de corte los separa en dos cuerpos sencillos. El operador deberá verificar que los cuerpos separados deban tener la misma altura, caso contrario deberá realizar los ajustes necesarios.

Luego de ser separado el cuerpo doble, las dos mitades deben ser desalojadas mediante un soplador hacia un canal, que a su vez alimenta de envases al elevador magnético. Ajustar la posición del soplador para la correcta evacuación de los envases.

### **CORRECCIONES**

Durante las pruebas de vacío no se observo ningún problema en la máquina de Pre corte, no así en la máquina separadora en la cual obtuvimos los siguientes problemas (ver Tabla 12).

### **PRUEBAS DE PRODUCCIÓN**

Una vez realizadas las pruebas en vacío con las correcciones necesarias se plantea realizar una prueba de producción.

Para la prueba de producción de envase doble altura, escogemos la fabricación del envase de 603 x 408 de pared lisa, en un turno de 12 horas, cuyas novedades fueron las siguientes:

TABLA 12

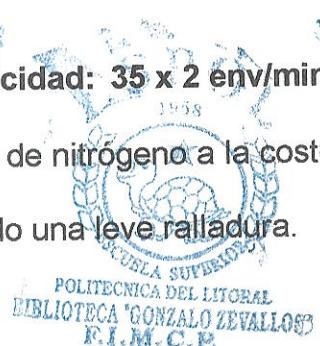
## CORRECCION EN PRUEBAS DE VACIO MAQUINA SEPARADORA

Problema	Causa	Solución
Cuerpos dobles no se separan completamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de actuación de cuchilla dado por la leva no es el suficiente.</li> <li>• Radio de cuchilla no es apropiado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrentar el perfil de la leva</li> <li>• Practicar un radio de 0.2 mm</li> </ul>
Envases separados no son entregados adecuadamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de entrega no es el adecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar soplador de envases</li> </ul>
Pestaña del lado de la separación varía con respecto al otro extremo del envase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuchilla separadora produce una pre pestaña corta y no uniforme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar ángulo de la cuchilla de tal manera de que produzca una pre pestaña mas alargada y uniforme</li> </ul>

## Máquina soldadora

Capacidad: 35 x 2 env/min

- Se calibra y pule dispositivo aplicador de nitrógeno a la costura lado interior ya que estaba produciendo una leve ralladura.



- Se pulen los rodillos curvadores para corregir leve ralladura en parte exterior del recorte doble.

**Máquina separadora**

**Capacidad: 42 x 2 env/min**

- Se corrige profundidad de corte ya que en ocasiones el rodillo pisador de caucho que ejerce presión para hacer girar al cuerpo no rotaba completamente y dejaba envases sin separar.
- Se calibró peine soplador porque algunos envases se estaban virando y provocaban obstrucciones en el elevador magnético.

**Máquina pestañadora**

**Capacidad: 72 env/min**

- Se corrige altura del cuerpo pestañado ya que habían envases con altura bajo especificación.
- Se calibró guías de entrada ya que los envases se deformaban a la entrada.

**Máquina cerradora**

**capacidad: 80 env/min**

- Se calibró guías de salida del envase ya que estaban provocando pequeño golpe en la pestaña del envase.



**TABLA 13**  
**CONTROL DE CALIDAD**  
 Análisis Dimensional  
 Envase 603 x 408 pared sencilla



**TABLA 14**  
**TIEMPOS DE PARADA POR FALLA (HORAS)**

	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Ajustes en soldadura eléctrica	5	8	3	3
2	Ajuste en aplicación de barniz interior y exterior	2	3	2	2
3	Ajustes en separadora	0	0	6	5
4	Ajustes en pestañadora	2	6	0	0
5	Ajustes en rodonadora	10	11	5	6
6	Ajustes en cerradora	6	4	2	3
7	Ajustes en comprobador neumatico	5	5	4	2
8	Ajustes en transportadores y elevadores magnéticos	1	5	2	0
9	Ajustes en paletizador	4	5	4	2
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>	<b>47</b>	<b>28</b>	<b>23</b>

**TABLA 15**  
**TIEMPO DE PARADA VS. TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)**

MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	252	264	240	216
TIEMPO DE PARADA POR FALLA (HORAS)	35	47	28	23
% DE PARADA	13,8	17,8	11,6	10,25

SIEBEL MTA GONZALO LOPEZ  
 14.11.2012, C. 32  
 TECNICA DEL LADRILLO

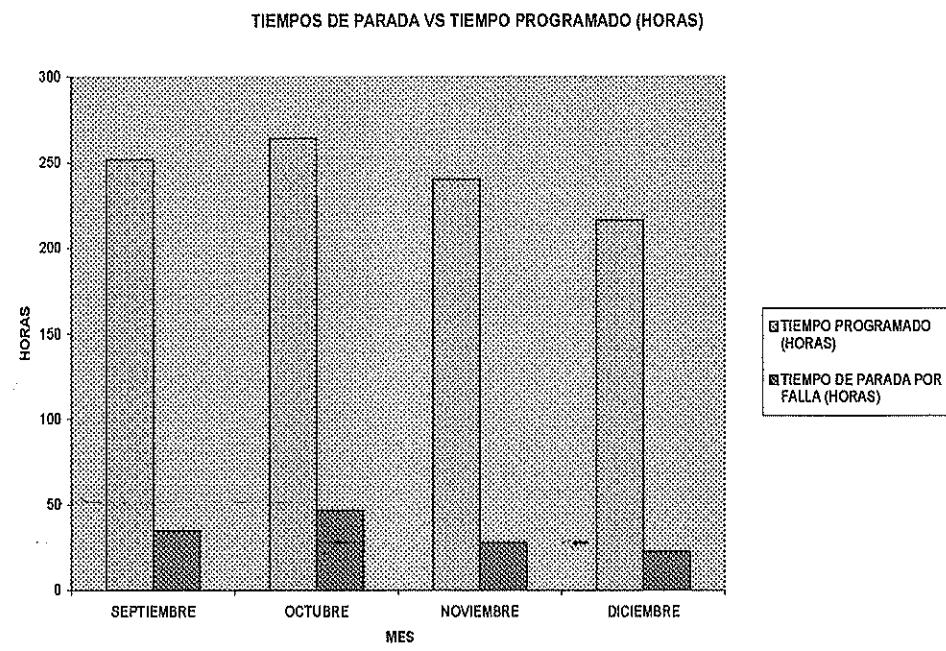


FIGURA 2.8 TIEMPOS DE PARADA VS TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)

# CAPÍTULO 3

## 3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

En este capítulo se evaluarán los cambios efectuados para determinar si se cumple el objetivo de incrementar la producción.

Se comparará primero con respecto a la capacidad de producción de la línea en cuestión, luego con respecto a la calidad de los productos obtenidos, y finalmente con respecto a la productividad.

### 3.1 Con relación a la capacidad de producción.

Las capacidades teóricas de la línea Smag antes y después de los cambios realizados, para los diferentes envases, se presentan en la Tabla 16:



aunque las máquinas de Pre corte, soldadora y separadora están acondicionadas para trabajar a doble altura, no podemos producir por cuanto la máquina rodonadora está limitada hasta 50 env/min.

Por otro lado para el envase de  $\phi$  603 x 600, no es factible trabajar a doble altura aunque la máquina soldadora si lo permite, la máquina separadora no está adaptada para separar envases de este tamaño, además por la poca cantidad de demanda de este envase.

En cuanto a los turnos de 12 horas necesarios para cumplir el objetivo, podemos observar que éste disminuye de 29 a 22 turnos, por lo que bastaría en programar tan sólo una semana a doble turno.

### **3.2 Con relación a los productos.**

Los productos finales obtenidos mediante el proceso de fabricación del envase de doble altura son de la misma calidad que el de proceso normal, como así lo demuestra la tabla 17, en la cual se compara los parámetros de control de calidad antes y después de los cambios realizados.

Como se puede observar todos los parámetros están dentro de las especificaciones del producto.

TABLA 17

## CONTROL DE CALIDAD

## Análisis de doble cierre envase 603 x 408

## Comparación envase doble vs. sencillo

DOBLE CIERRE		ESPECIF.	sencillo	doble
1 CABEZAL	ANCHO	3,30 máx	3,22 - 3,29	3,24 - 3,28
	ESPESOR	1,47 - 1,62	1,54 - 1,57	1,55 - 1,58
	EMBUTIDO	3,17 - 3,42	3,30 - 3,40	3,32 - 3,43
	G. CUERPO	1,93 - 2,29	2,13 - 2,22	2,10 - 2,22
	G. TAPA	1,91 min	2,09 - 2,14	2,05 - 2,13
	OVERLAP	1,14 min	1,37 - 1,46	1,35 - 1,47
	ALTURA	104,78 ± 20	104,8	104,84
	ANCHO		2,26 - 2,36	2,29 - 2,34
2	ESPESOR		1,55 - 1,55	1,52 - 1,56
	EMBUTIDO		3,31 - 3,39	3,35 - 3,40
	G. CUERPO		2,13 - 2,18	2,12 - 2,19
	G. TAPA		2,16 - 2,22	2,15 - 2,24
	OVERLAP		1,46 - 1,51	1,42 - 1,55
	ALTURA		104,82	104,86
	ANCHO		3,30 - 3,31	3,29 - 3,33
	ESPESOR		1,59 - 1,57	1,55 - 1,58
3	EMBUTIDO		3,36 - 3,39	3,34 - 3,38
	G. CUERPO		2,18 - 2,22	2,17 - 2,24
	G. TAPA		2,15 - 2,18	2,13 - 2,19
	OVERLAP		1,39 - 1,44	1,37 - 1,45
	ALTURA		104,79	104,8
	ANCHO		3,25 - 3,30	3,27 - 3,32
	ESPESOR		1,56 - 1,57	1,54 - 1,58
	EMBUTIDO		3,29 - 3,40	3,30 - 3,40
4	G. CUERPO		2,19 - 2,29	2,17 - 2,30
	G. TAPA		2,16 - 2,22	2,14 - 2,23
	OVERLAP		1,439 - 1,56	1,40 - 1,57
	ALTURA		104,55	104,57

### 3.3 Con relación a la productividad.

La productividad luego de los cambios implementados en la línea y tomando como referencia una producción del envase 603 x 408 pared lisa pero de doble altura, es el siguiente:

Cantidad de envase producidos = 35.150 (ver tabla 18)

Si sabemos que el peso de cada envase es 0.112 kg

$$\text{Productividad} = \frac{35.150 \text{ envases} \times 0.112 \text{ kg/envases}}{4 \times 12 \text{ horas-hombre}} \\ = 82.02 \text{ kg / horas-hombre}$$

Cabe indicar que se considera 4 operadores en línea debido a la inclusión de la máquina separadora.

Es importante además calcular los índices de productividad comparándola con la situación anterior la cual se muestra en la Tabla 18.



Así como en la alternativa anterior, el resto de la línea estaría en capacidad de trabajar con las máquinas anteriormente descritas, pero con un capacidad máxima de hasta 150 env/min (capacidad máxima en cerradora), lo que limitaría el uso de la máquina propuesta.

**TABLA 7  
ALTERNATIVA 2**

Maquina	Diámetro	Altura	Características
	mm	mm	
Soldadora superwima Soudronic Modelo: SBW250	99 a 200	95 a 320	Espesores de chapa: mm 0.18 a 0.31 Producción máxima: env/min 280 Precio: US\$ 250,000 Proveedor: M.E.N. Holland B.V. - Holanda
Sistema de protección interna de costura por polvo Frei AG EPC.			Precio: US\$ 20,000 Proveedor: M.E.N. Holland B.V. - Holanda
Sistema de protección interna de costura por polvo Frei AG EPC.			
Sistema de protección externa de costura por barniz Frei AG ORC/TM.			
Unidad de secado por gas Frei AG FMC/G- 2x6.			
<b>Precio Total de equipos :</b>			<b>US\$ 270,000</b>

De la misma manera, en esta alternativa se mantiene el número de 4 operadores en la línea. El tiempo para su implantación es de 4 meses aproximadamente ya que la máquina se importaría desde España, por lo que bastaría embarcarla e instalarla inmediatamente.

**Alternativa # 3:**

Se plantea soldar cuerpos de doble altura manteniendo la capacidad de la actual máquina soldadora, es decir se podría obtener una capacidad de hasta 50 x 2 env/min, dependiendo del tamaño del cuerpo, pero para esto necesitamos complementar la línea actual con dos máquinas adicionales:

- Una máquina de Pre corte nueva, la cual realizará una incisión o raya longitudinal en la mitad del recorte doble previamente cortado en la cizalla. Costo US\$ 50,000.
- Una máquina Separadora de cuerpos, que nos permita cortar o separar el cilindro soldado de doble altura. Para tal efecto se transformará una máquina rizadora de anillo Ø 211 industrial que está actualmente sin servicio. Costo aproximado de piezas y partes: US\$ 1,200.
- Además de las máquinas mencionadas será necesario construir canales transportadores y un elevador magnético de envases para poder acoplarlas a la línea existente. Costo aproximado de construcción incluidos los materiales: US\$ 1,500.

<b>Costo Total del proyecto:</b>	<b>US\$</b>	<b>52,700</b>
----------------------------------	-------------	---------------

Esta alternativa surge como una adaptación similar a la que tenemos en la línea Castor para envases de formato menor, en donde así mismo duplicamos la capacidad de la máquina soldadora de 150 a 300 env/min.

Cabe indicar que los fabricantes de la maquinaria no han diseñado aun máquinas de Pre corte, ni separadoras para el formato de Ø 603 sino solo hasta formatos menores de Ø 307; por lo que este proyecto representa un reto tanto para Enlit como para la empresa que fabrica las máquinas.

El tiempo aproximado para su implantación es de 4 meses. Debido a que se adiciona dos máquinas, es necesario contar con 5 operadores:

- 1 operador de Cizalla y Pre corte
- 1 operador de Formador
- 1 operador de Separadora
- 1 operador de Cerradora
- 1 operador de Paletizador

En la Tabla 8 analizaremos las tres alternativas presentadas considerando aspectos técnicos y económicos.

**TABLA 8**  
**MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Reemplazo de Formador por máquina nueva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementaría la capacidad hasta 120 env/min.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de inversión inicial: US\$ 520.000.</li> <li>• Tiempo de implantación aproximada: 8 meses.</li> </ul>
Reemplazo de Formador por máquina de segunda mano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementaría la capacidad hasta 150 env/min.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de inversión inicial: US\$ 270.000.</li> <li>• Tiempo de implantación aproximada: 4 meses</li> </ul>
Soldar cuerpos de doble altura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo de inversión: US\$ 52.700.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere disponer de un operador adicional para máquina separadora.</li> </ul>

## 2.2 Solución escogida, plan para su implantación.

De las tres alternativas anteriormente presentadas escogemos la **alternativa 3**, por cuanto resulta ser la más económica en inversión inicial. Además, se constituye en la alternativa más adecuada debido a que solo invertiríamos en una máquina de Pre corte de diseño nuevo (ajustada al formato  $\phi$  603), y con la ayuda de nuestro personal técnico capacitado se modificaría una máquina rizadora de anillo  $\phi$  211 para convertirla en una máquina separadora de cuerpos dobles; y complementarla con la construcción de transportadores y elevador magnético de envases.

Esta alternativa nos va a permitir producir hasta  $50 \times 2$  env/min (dependiendo del tamaño del envase), lo cual cumple nuestro objetivo de satisfacer una producción mensual de 900 mil envases.

El plan para la implantación de la alternativa escogida lo describimos en el Cronograma de Actividades presentado en el Apéndice G.

## 2.3 Fabricación de partes y componentes requeridos para modificación de las máquinas y las operaciones del sistema.



Para modificar la actual máquina rizadora de anillo  $\phi$  211 en máquina separadora de cuerpos doble, necesitamos realizar los siguientes trabajos:

- Cambio del accionamiento del disco de ajuste, es decir de accionamiento mecánico a neumático (ver lista de materiales en la Tabla 9).
- Fabricación de un nuevo disco de ajuste, según Plano 3.
- Reducción en el tiempo de la leva que acciona el eje superior contra el eje inferior, para esto se necesita desbastar una sección de la leva.

## FABRICACIÓN DE PARTES

Para la modificación de la máquina rizadora de anillo  $\phi$  211 a separadora también debemos fabricar las siguientes piezas en el Taller según plano de conjunto 4:

- Un eje superior, según plano 5
- Un eje inferior, según plano 6
- Un disco superior, según plano 7
- Un anillo interior, según plano 8
- Un anillo superior, según plano 9
- Un pisador, según plano 10

- Una tuerca superior, según plano 11
- Una cuchilla, según plano 12
- Un anillo suple, según plano 13

**TABLA 9**  
**COMPONENTES NEUMÁTICOS REQUERIDOS PARA MAQUINA**  
**SEPARADORA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Rodillos doble vástago	U	1
Válvula de rodillo Festo 5/2(para cilindro)	U	1
Válvula de rodillo Festo 3R 1/4 (para soplador)	U	1
Válvula de rodillo Festo V/O 3 1/8 (para alimentador)	U	1
Cilindro de simple efecto	U	1
Electroválvula 3/2 – 1/8	U	1
Función OS-1/8B	U	1
Racores QS-1/8-6	U	6
Racores RSL-6	U	2
Racores QS-1/8-8	U	5
Racores QSL-1/8-8	U	1
Regulador de presión Mini	U	1
Regulador de Caudal	U	2
Manguera flexible Festo pun 6	mts.	5
Manguera flexible Festo pun 8	mts.	2
Amortiguadores Air Tac AD 25 25	U	1

Para transportar el envase soldado de doble altura hacia la máquina separadora es necesario construir un transportador de alimentación (entrada de máquina separadora), un canal transportador (salida de máquina separadora) y un elevador magnético; el material utilizado para la construcción esta detallado en la Tabla 10.

**TABLA 10**  
**MATERIALES UTILIZADOS EN CONSTRUCCION DE**  
**TRANSPORTADORES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Perfil de acero laminado en L de 1 ½" x ¼ " x 6 mts	U	10
Perfil de acero laminado en L de 2 ½" x ¼ " x 6 mts	U	5
Varillas de acero inoxidable Ø ¼" 1 ½" x ¼ " x 6 mts	U	10
Platina de hierro de 1 ½" x 1/4" x 6mts	U	1
Platina de hierro de 1" x ¼ " x 6mts	U	1
Barra magnética rectangular de 2" x ¾" x 4mts	U	1
Plancha de acero inoxidable de 400x3000x3mm.	U	1
Tubo de hierro galvanizado de Ø ¾" x 6mts	U	1
Polea de acero magnética de Ø 7" x 4" de ancho	U	1
Banda plana Transilón tipo E1-V 1 de 9.530mm x 76.2mm	U	1
Motor reductor eléctrico de ½ HP, 1725 R.p.m, ratio 50	U	1
Polea de acero tipo tambor de Ø 9"x4" de ancho	U	1
Soporte e piso(Chumaceras) de Ø 1" NTN	U	2
Soporte de piso (chumaceras) de Ø 1 ¼" NTN	U	2
Rodillo de hierro templador de Ø 4"x3" de ancho	U	1
Pernos hexagonales de Ø 3/8" x 1"	U	70
Pernos de cabeza de coco Ø 5/16" x ¾"	U	30
Anillos de planos de Ø 5/16"	U	30
Tuercas hexagonales de Ø 5/16"	U	30
Soldadura de acero inoxidable	Lbs	1
Soldadura de acero tipo E-611 de Ø 1/8"	Lbs	3
Pernos hexagonales de Ø 1/2 x 1 ½"	U	6
Tacos Hilti de Ø ½"	U	6

**Modificaciones en máquina de Pre corte:**

- Cambio de bomba de vacío original por un sistema de aire con toberas de vacío VAD ¼.

- Instalación de porta ventosas para láminas de envases 603 x 209 doble.
- Cambio de posición de las barras imantadas (2) en la mesa de alimentación de láminas.

Los materiales utilizados para realizar las modificaciones se describen en la Tabla 11.

**TABLA 11**

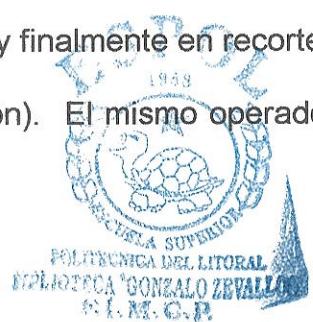
**MATERIALES USADOS EN MODIFICACIONES DE MAQUINA DE PRE CORTE**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Tubo galvanizado de Ø 1/2" x 6 mts	U	1
Llave de cierre rápido de Ø 1/2"	U	1
Tobera de vacío VAD 1/4	U	1
Racor QS 1/4 -8	U	5
Electroválvula MX 2 1/4	U	1
Regulador de caudal	U	1

**OPERACIONES DEL SISTEMA**

La línea con la inclusión de las dos máquinas anteriormente mencionadas, deberá funcionar de la siguiente manera:

Las láminas barnizadas deberán ser cortadas en la cizalla circular, mediante el corte en tiras (primera operación) y finalmente en recortes de cuerpos de doble altura (segunda operación). El mismo operador



de cizalla deberá retirar los recortes del apilador de la cizalla y colocarlos en el alimentador de la máquina de Pre corte.

La máquina de Pre corte está destinada a ser una unidad adicional a la máquina soldadora de cuerpos.

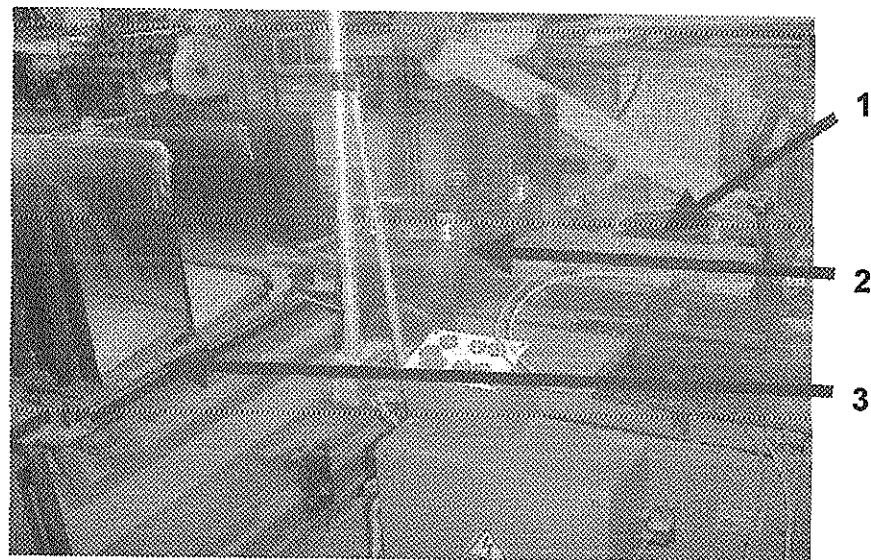
Esta máquina se compone de un armazón de fundición en que se encuentran alojados el almacén de apilado, la estación de corte o rayado y el engranaje.

Los recortes a rayar se colocan manualmente en el almacén (1) (ver figura 2.1).

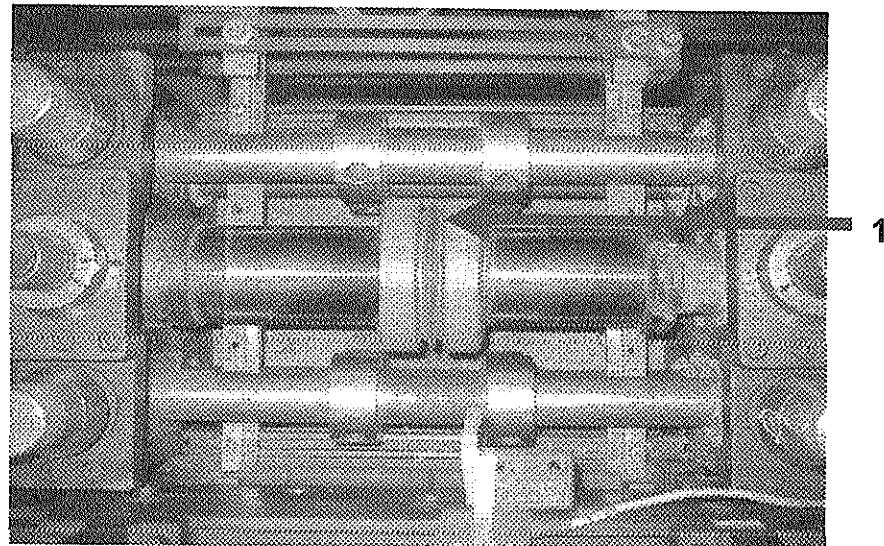
Aspiradores de vacío sacan los recortes individualmente abajo del almacén y los lleva para abajo colocándolos en las regletas de guía. Los dedos de alimentación transportan los recortes a la estación de rayado (2) (ver figura 2.1).

En la estación de rayado, se encuentra la cuchilla rayadora (1) (ver figura 2.2) montada en un eje que es rígido a la flexión. Al pasar le recorte este se marca con una raya continua (ver figura 2.3), la cual puede ajustarse a las necesidades del proceso de separación. Hay

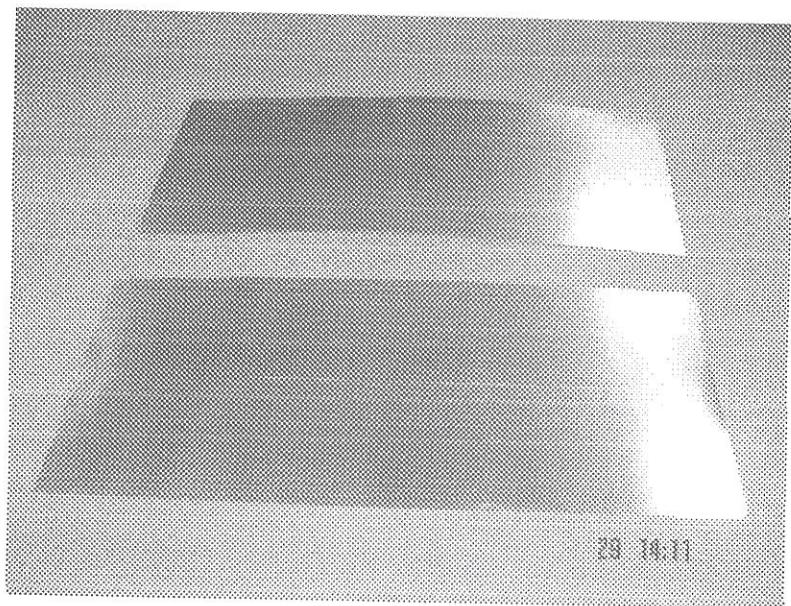
que prestar atención a que los recortes no se rompan durante el rayado. Después del rayado, los cilindros de transporte llevan los recortes al recogedor (3) (ver figura 2.1), en donde se efectúa el desapilado a las paletas.



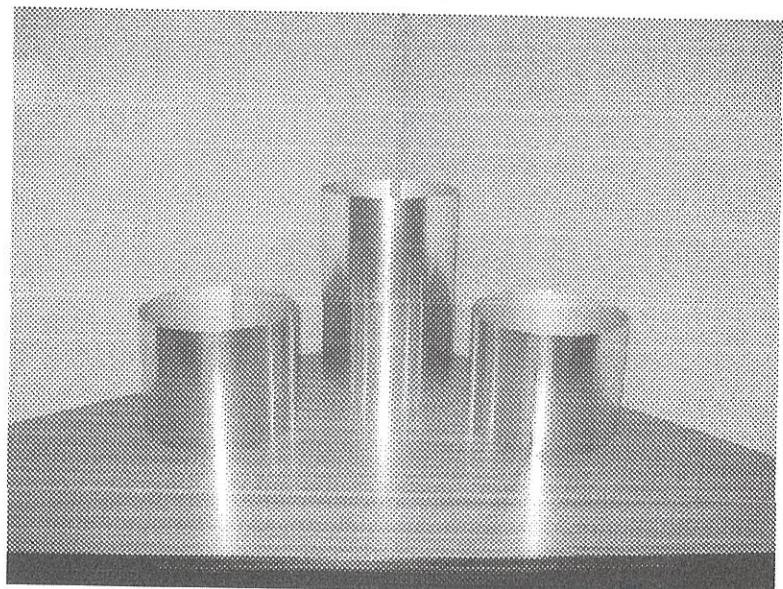
**FIGURA 2.1 MÁQUINA DE PRE CORTE**



**FIGURA 2.2 MÁQUINA DE PRE CORTE – CUCHILLA RAYADORA**



**FIGURA 2.3 RECORTE ANTES Y DESPUÉS DEL PRE RAYADO**

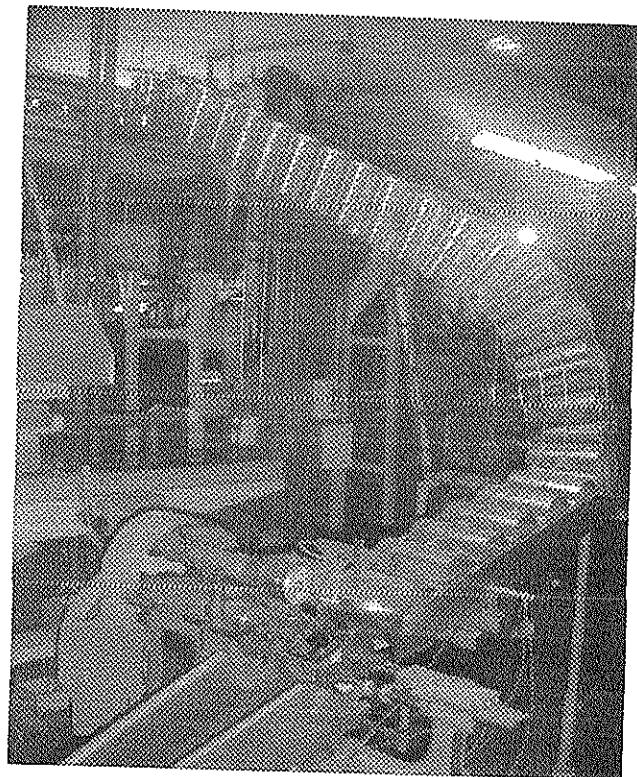


**FIGURA 2.4 CILINDRO SOLDADO DE DOBLE ALTURA- CILINDRO  
SEPARADO**

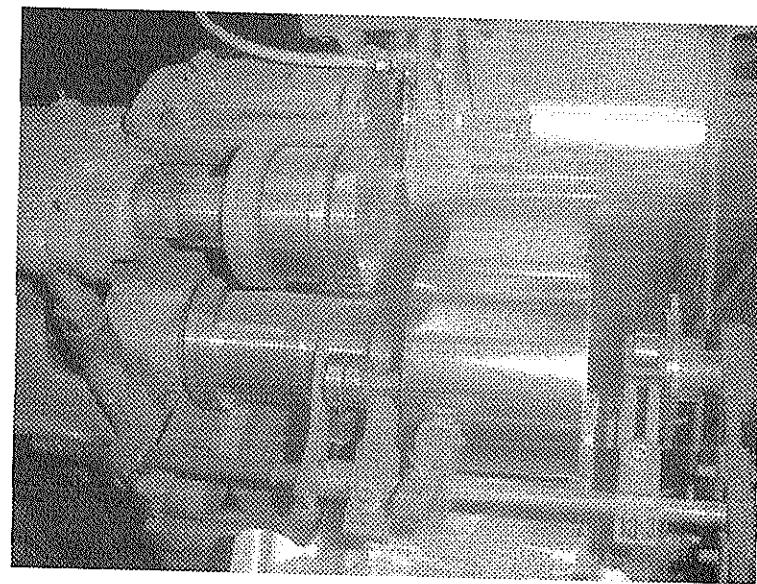


Luego, los recortes rayados de doble altura son llevados a la máquina soldadora de la línea Smag, en donde son rolados y soldados hasta formar el cilindro de doble altura (ver figura 2.4). De la misma manera, son protegidos interiormente mediante la aplicación de barniz en polvo en el área de la costura, y exteriormente mediante la aplicación de barniz líquido de costura lateral. Luego de pasar por el horno de curado, son conducidos mediante transportadores (ver figura 2.5) a la máquina separadora (ver figura 2.6), en la cual mediante una cuchilla de acero el cilindro doble es cortado, dividiéndolo en dos cuerpos de altura sencilla. Los cuerpos son transportados mediante el elevador (ver figura 2.7) y el transportador al canal de entrada de la máquina pestañadora, en caso de ser el envase de pared rodonada será conducido a la máquina rodonadora, o en su defecto será transportado a la maquina cerradora para colocarle el fondo del envase.

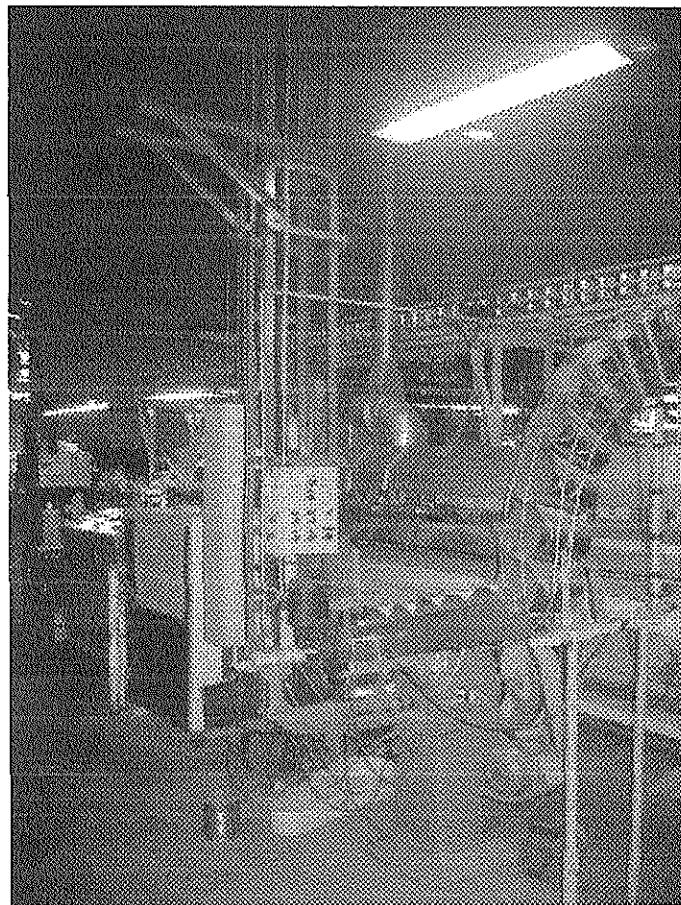
Finalmente el envase es conducido hacia el comprobador neumático, que detecta fugas de hasta 0.004 pulg; y de ahí conducidos hacia el paletizador de envases en el cual los envases son apilados y ordenados conforme a los requerimientos de embalaje del producto.



**FIGURA 2.5 CANAL TRANSPORTADOR DE CUERPOS DOBLES**



**FIGURA 2.6 MÁQUINA SEPARADORA DE CUERPOS DOBLES**



**FIGURA 2.7 ELEVADOR MAGNÉTICO SALIDA DE SEPARADORA**

#### **2.4 Montaje, pruebas en vacío, corrección y pruebas de producción.**

*Montaje de máquina de Pre corte:*

Fundamento:

- El fundamento o el área de instalación debe mantener la masa de la máquina (peso aproximado 900 Kg).
- La capacidad de carga estática del fundamento o del área de instalación debe ser mayor o igual a  $30 \text{ kN/m}^2$ .

- El fundamento debe contar con una superficie completamente llana y horizontal. Para construir el fundamento hace falta emplear el nivel de burbuja de aire.
- Las líneas de abastecimiento (las de energía eléctrica, conductos de aire comprimido) van de arriba a la máquina y al armario de mando. Es necesario además instalar los dispositivos fijadores seguros antes de colocar la máquina.

#### Instalación:

- La máquina es colocada en el fundamento ya preparado mediante aparatos apropiados de elevación.
- La alineación de la máquina se efectúa según el nivel de burbuja de aire.
- En caso que se coloquen cables u otros conductos en zanjas, hace falta cubrirlas a continuación.
- En caso que se coloquen las líneas o conductos sobre el suelo, hay que instalar dispositivos fijadores seguros.

#### Datos técnicos:

- Valores de conexión:

Tipo de corriente/frecuencia:



Trifásico / 60 Hz

Tensión:	440 V $\pm$ 1.5%
• Accionamiento:	
Motor propulsor principal:	1.32 kW
Recogedor de recortes:	1.8 kW
Bomba de vacío:	2.2 kW

*Montaje de Máquina separadora y Elevador magnético:*

Para la instalación de la máquina separadora de cuerpos dobles solamente la necesita anclar con 4 tacos hilti de  $\phi$   $1/2"$  y 4 de pernos hexagonales de  $\phi$   $1/2"$  x 2".

De igual manera para la instalación del elevador magnético de envases necesita anclarlo con 4 tacos hilti de  $\phi$   $1/2"$  y 4 de pernos hexagonales de  $\phi$   $1/2"$  x 2".

En ambos casos hay que considerar que el terreno en donde se va a instalar estas máquinas esté nivelado.

Por otro lado considerando el tamaño y peso de las máquinas, no es necesario colocar los vibra stop que sirven para amortiguar la vibración durante el funcionamiento de las mismas.

## PRUEBAS EN VACÍO

Antes de empezar con una prueba de producción es necesario realizar pruebas en vacío en las máquinas nuevas que estamos acoplando a la línea actual:

### Maquina de Pre corte

Los recortes a trabajar deben pasar por la máquina sin ser deformados. El almacén tiene que ser ajustado según los recortes a trabajar, y deben estar exentos de rebabas.

Colocar los recortes a rayar en los rieles de guía del almacén, probar alimentando un recorte. La línea rayada tiene que estar trazada en la posición centrada al recorte para que ambas partes tengan las mismas medidas después de ser partidos.

La profundidad de rayado deberá ser de 2/3 del espesor de la lámina. El recorte rayado debe romperse limpiamente en la línea rayada después de ser doblado manualmente dos veces en dirección rectangular. Ambas partes del recorte deben tener el mismo ancho. En caso de tener diferencia realizar los ajustes necesarios para obtener un pre corte correcto. El borde de rotura debe ser limpio.

### **Maquina separadora**

Recibe los cuerpos dobles soldados y mediante una cuchilla de corte los separa en dos cuerpos sencillos. El operador deberá verificar que los cuerpos separados deban tener la misma altura, caso contrario deberá realizar los ajustes necesarios.

Luego de ser separado el cuerpo doble, las dos mitades deben ser desalojadas mediante un soplador hacia un canal, que a su vez alimenta de envases al elevador magnético. Ajustar la posición del soplador para la correcta evacuación de los envases.

### **CORRECCIONES**

Durante las pruebas de vacío no se observó ningún problema en la máquina de Pre corte, no así en la máquina separadora en la cual obtuvimos los siguientes problemas (ver Tabla 12).

### **PRUEBAS DE PRODUCCIÓN**

Una vez realizadas las pruebas en vacío con las correcciones necesarias se plantea realizar una prueba de producción.

Para la prueba de producción de envase doble altura, escogemos la fabricación del envase de 603 x 408 de pared lisa, en un turno de 12 horas, cuyas novedades fueron las siguientes:

TABLA 12

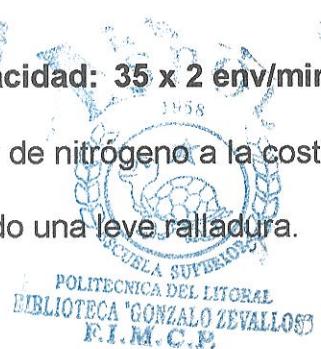
## CORRECCION EN PRUEBAS DE VACIO MAQUINA SEPARADORA

Problema	Causa	Solución
Cuerpos dobles no se separan completamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de actuación de cuchilla dado por la leva no es el suficiente.</li> <li>• Radio de cuchilla no es apropiado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrentar el perfil de la leva</li> <li>• Practicar un radio de 0.2 mm</li> </ul>
Envases separados no son entregados adecuadamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de entrega no es el adecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar soplador de envases</li> </ul>
Pestaña del lado de la separación varía con respecto al otro extremo del envase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuchilla separadora produce una pre pestaña corta y no uniforme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar ángulo de la cuchilla de tal manera de que produzca una pre pestaña mas alargada y uniforme</li> </ul>

## Máquina soldadora

Capacidad: 35 x 2 env/min

- Se calibra y pule dispositivo aplicador de nitrógeno a la costura lado interior ya que estaba produciendo una leve ralladura.



- Se pulen los rodillos curvadores para corregir leve ralladura en parte exterior del recorte doble.

**Máquina separadora**

**Capacidad: 42 x 2 env/min**

- Se corrige profundidad de corte ya que en ocasiones el rodillo pisador de caucho que ejerce presión para hacer girar al cuerpo no rotaba completamente y dejaba envases sin separar.
- Se calibró peine soplador porque algunos envases se estaban virando y provocaban obstrucciones en el elevador magnético.

**Máquina pestañadora**

**Capacidad: 72 env/min**

- Se corrige altura del cuerpo pestañado ya que habían envases con altura bajo especificación.
- Se calibró guías de entrada ya que los envases se deformaban a la entrada.

**Máquina cerradora**

**capacidad: 80 env/min**

- Se calibró guías de salida del envase ya que estaban provocando pequeño golpe en la pestaña del envase.



**Máquina comprobadora      Capacidad: 80 env/min**

- Se calibraron los platos de contra presión de los bolsillos ya que provocaban deformación en la pestaña.
- Se calibró guías de salida del comprobador neumático porque al salir los envases se viraban y provocaban acumulación.

## **2.5 Control de calidad del producto y evaluación mecánica de la línea.**

Los productos obtenidos durante la prueba de producción en cuanto a control de calidad son satisfactorios y cumplen con las especificaciones dimensionales y de doble cierre del envase así como presenta en la tabla 13.

### **Evaluación Mecánica**

Para la evaluación mecánica de la línea presentamos a continuación la tabla 14 en la cual se muestra una estadística de los tiempos de parada por falla. Los meses de septiembre y octubre corresponden a producciones con envases de altura sencilla, en cambio los meses de noviembre y diciembre corresponden a producciones con envases a doble altura es decir después de los cambios realizados.

**TABLA 13**  
**CONTROL DE CALIDAD**  
 Análisis Dimensional  
**Envase 603 x 408 pared sencilla**

PRODUCTO FECHA MECANICO	603 x 408		TURNO LINEA	1 Smag	ELABORADO POR SUPERVISOR	Indaicochea C. Morales
	04/10/2004	Indaicochea				
<b>CERRADORA :</b>						
	DOBLE CIERRE	ESPECIF.	14H00	Horas	PESTANA	PESTANA
	ANCHO	3,30 max	3,24 - 3,28		ESPECIF.	105,31 ± 20
	ESPESOR	1,47 - 1,62	1,55 - 1,58		1	105,43
	EMBUTIDO	3,17 - 3,42	3,32 - 3,43		2	105,41
1	G. CUERPO	1,93 - 2,29	2,10 - 2,22		3	105,48
	G. TAPA	1,91 min	2,05 - 2,13		4	105,44
	OVERLAP	1,14 min	1,35 - 1,47		5	2,88
	ALTURA	104,78 ± 20	104,84		6	2,94
	ANCHO		2,29 - 2,34			
	ESPESOR		1,52 - 1,56			
	EMBUTIDO		3,35 - 3,40			
2	G. CUERPO		2,12 - 2,19			
	G. TAPA		2,15 - 2,24			
	OVERLAP		1,42 - 1,55			
	ALTURA		104,86			
	ANCHO		3,29 - 3,33			
	ESPESOR		1,55 - 1,58			
	EMBUTIDO		3,34 - 3,38			
3	G. CUERPO		2,17 - 2,24			
	G. TAPA		2,13 - 2,19			
	OVERLAP		1,37 - 1,45			
	ALTURA		104,8			
	ANCHO		3,27 - 3,32			
	ESPESOR		1,54 - 1,58			
	EMBUTIDO		3,30 - 3,40			
4	G. CUERPO		2,17 - 2,30			
	G. TAPA		2,14 - 2,23			
	OVERLAP		1,40 - 1,57			
	ALTURA		104,57			
	<b>CABEZAL</b>					
	DOBLE CIERRE	ESPECIF.	14H00	Horas	RODON	RODON
	ANCHO	3,30 max	3,24 - 3,28		ESPECIF.	105,31 ± 20
	ESPESOR	1,47 - 1,62	1,55 - 1,58		1	105,43
	EMBUTIDO	3,17 - 3,42	3,32 - 3,43		2	105,41
	G. CUERPO	1,93 - 2,29	2,10 - 2,22		3	105,48
	G. TAPA	1,91 min	2,05 - 2,13		4	105,44
	OVERLAP	1,14 min	1,35 - 1,47		5	2,88
	ALTURA	104,78 ± 20	104,84		6	2,94
	ANCHO		2,29 - 2,34			
	ESPESOR		1,52 - 1,56			
	EMBUTIDO		3,35 - 3,40			
	G. CUERPO		2,12 - 2,19			
	G. TAPA		2,15 - 2,24			
	OVERLAP		1,42 - 1,55			
	ALTURA		104,86			
	ANCHO		3,29 - 3,33			
	ESPESOR		1,55 - 1,58			
	EMBUTIDO		3,34 - 3,38			
	G. CUERPO		2,17 - 2,24			
	G. TAPA		2,13 - 2,19			
	OVERLAP		1,37 - 1,45			
	ALTURA		104,8			
	ANCHO		3,27 - 3,32			
	ESPESOR		1,54 - 1,58			
	EMBUTIDO		3,30 - 3,40			
	G. CUERPO		2,17 - 2,30			
	G. TAPA		2,14 - 2,23			
	OVERLAP		1,40 - 1,57			
	ALTURA		104,57			



TABLA 14

## TIEMPOS DE PARADA POR FALLA (HORAS)

	DESCRIPCIÓN DE FALLAS	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1	Ajustes en soldadura eléctrica	5	8	3	3
2	Ajuste en aplicación de barniz interior y exterior	2	3	2	2
3	Ajustes en separadora	0	0	6	5
4	Ajustes en pestañadora	2	6	0	0
5	Ajustes en rodonadora	10	11	5	6
6	Ajustes en cerradora	6	4	2	3
7	Ajustes en comprobador neumatico	5	5	4	2
8	Ajustes en transportadores y elevadores magnéticos	1	5	2	0
9	Ajustes en paletizador	4	5	4	2
TOTAL		35	47	28	23

TABLA 15

## TIEMPO DE PARADA VS. TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)

MES	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)	252	264	240	216
TIEMPO DE PARADA POR FALLA (HORAS)	35	47	28	23
% DE PARADA	13,8	17,8	11,6	9,25

SOLICITUD DE CERTIFICADO  
SOLICITUD DE CERTIFICADO  
SOLICITUD DE CERTIFICADO  
SOLICITUD DE CERTIFICADO

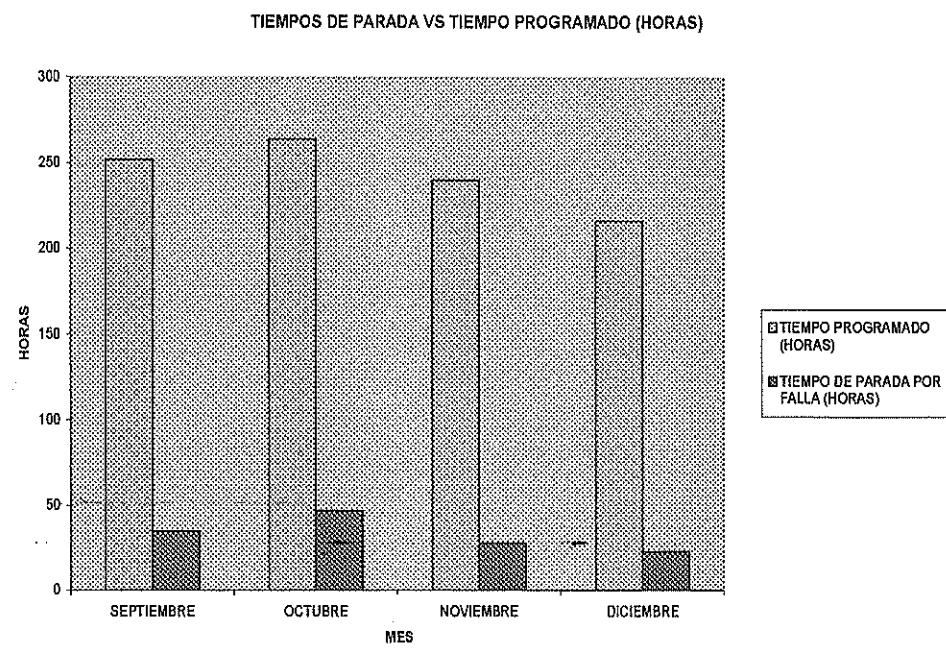


FIGURA 2.8 TIEMPOS DE PARADA VS TIEMPO PROGRAMADO (HORAS)

# CAPÍTULO 3

## 3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

En este capítulo se evaluarán los cambios efectuados para determinar si se cumple el objetivo de incrementar la producción.

Se comparará primero con respecto a la capacidad de producción de la línea en cuestión, luego con respecto a la calidad de los productos obtenidos, y finalmente con respecto a la productividad.

### 3.1 Con relación a la capacidad de producción.

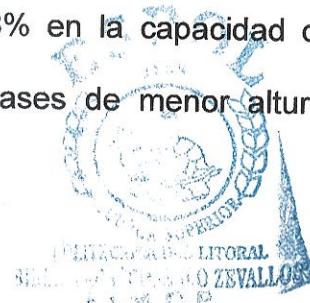
Las capacidades teóricas de la línea Smag antes y después de los cambios realizados, para los diferentes envases, se presentan en la Tabla 16:



**TABLA 16**  
**CAPACIDAD TEÓRICA DE PRODUCCIÓN**

Producto	Estimado Mensual		Anterior		Actual	
	Cajas x 48	Unidad es	Cap. Teórica	Turnos	Cap. Teórica	Turnos
603 x 209	5.000	240.000	40	12 h	40	8
603 x 214	1.500	72.000	40	3	40	3
603 x 402	3.450	165.600	45	5	80	3
603 x 404	1.000	48.000	45	1	80	1
603 x 408	6.300	302.400	45	9	80	5
603 x 600	1.500	72.000	40	3	40	3
<b>Total:</b>	<b>18.750</b>	<b>900.000</b>		<b>29</b>		<b>22</b>

En la tabla anterior podemos observar que para los envases de mayor altura se ha producido un incremento del 78% en la capacidad de producción. Cabe indicar que para los envases de menor altura,



aunque las máquinas de Pre corte, soldadora y separadora están acondicionadas para trabajar a doble altura, no podemos producir por cuanto la máquina rodonadora está limitada hasta 50 env/min.

Por otro lado para el envase de  $\phi$  603 x 600, no es factible trabajar a doble altura aunque la máquina soldadora si lo permite, la máquina separadora no está adaptada para separar envases de este tamaño, además por la poca cantidad de demanda de este envase.

En cuanto a los turnos de 12 horas necesarios para cumplir el objetivo, podemos observar que éste disminuye de 29 a 22 turnos, por lo que bastaría en programar tan sólo una semana a doble turno.

### **3.2 Con relación a los productos.**

Los productos finales obtenidos mediante el proceso de fabricación del envase de doble altura son de la misma calidad que el de proceso normal, como así lo demuestra la tabla 17, en la cual se compara los parámetros de control de calidad antes y después de los cambios realizados.

Como se puede observar todos los parámetros están dentro de las especificaciones del producto.

**TABLA 17**  
**CONTROL DE CALIDAD**  
**Análisis de doble cierre envase 603 x 408**  
**Comparación envase doble vs. sencillo**

DOBLE CIERRE		ESPECIF.	sencillo	dobla
1	ANCHO	3,30 máx	3,22 - 3,29	3,24 - 3,28
	ESPESOR	1,47 - 1,62	1,54 - 1,57	1,55 - 1,58
	EMBUTIDO	3,17 - 3,42	3,30 - 3,40	3,32 - 3,43
	G. CUERPO	1,93 - 2,29	2,13 - 2,22	2,10 - 2,22
	G. TAPA	1,91 min	2,09 - 2,14	2,05 - 2,13
	OVERLAP	1,14 min	1,37 - 1,46	1,35 - 1,47
	ALTURA	104,78 ± 20	104,8	104,84
	ANCHO		2,26 - 2,36	2,29 - 2,34
2	ESPESOR		1,55 - 1,55	1,52 - 1,56
	EMBUTIDO		3,31 - 3,39	3,35 - 3,40
	G. CUERPO		2,13 - 2,18	2,12 - 2,19
	G. TAPA		2,16 - 2,22	2,15 - 2,24
	OVERLAP		1,46 - 1,51	1,42 - 1,55
	ALTURA		104,82	104,86
	ANCHO		3,30 - 3,31	3,29 - 3,33
	ESPESOR		1,59 - 1,57	1,55 - 1,58
3	EMBUTIDO		3,36 - 3,39	3,34 - 3,38
	G. CUERPO		2,18 - 2,22	2,17 - 2,24
	G. TAPA		2,15 - 2,18	2,13 - 2,19
	OVERLAP		1,39 - 1,44	1,37 - 1,45
	ALTURA		104,79	104,8
	ANCHO		3,25 - 3,30	3,27 - 3,32
	ESPESOR		1,56 - 1,57	1,54 - 1,58
	EMBUTIDO		3,29 - 3,40	3,30 - 3,40
4	G. CUERPO		2,19 - 2,29	2,17 - 2,30
	G. TAPA		2,16 - 2,22	2,14 - 2,23
	OVERLAP		1,439 - 1,56	1,40 - 1,57
	ALTURA		104,55	104,57

### 3.3 Con relación a la productividad.

La productividad luego de los cambios implementados en la línea y tomando como referencia una producción del envase 603 x 408 pared lisa pero de doble altura, es el siguiente:

Cantidad de envase producidos = 35.150 (ver tabla 18)

Si sabemos que el peso de cada envase es 0.112 kg

$$\text{Productividad} = \frac{35.150 \text{ envases} \times 0.112 \text{ kg/envases}}{4 \times 12 \text{ horas-hombre}} \\ = 82.02 \text{ kg / horas-hombre}$$

Cabe indicar que se considera 4 operadores en línea debido a la inclusión de la máquina separadora.

Es importante además calcular los índices de productividad comparándola con la situación anterior la cual se muestra en la Tabla 18.



TABLA 18

COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD ENTRE  
ENVASE SENCILLO Y DOBLE ALTURA

PRODUCTO: ENVASES 603 X 408 PARED LISA FONDO TFS		Envase	
EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO		Sencillo	Doble
Tiempo Total (min)	A	720	720
Tiempo Paros Planificados (min)	B	30	30
Tiempo Disponible (min)	C = A - B	690	690
Tiempo Paros no Planificados (min)	D	140	160
Tiempo de Operación	E = C - D	550	530
Índice de Disponibilidad	F = E / C	0,80	0,77
Producción Real (envases)	G = Prod. Paletizada + K	24.200	35.150
Velocidad Teórica (envases/min)	H	50	70
Producción Teórica (envases)	I = E x H	27.500	37.100
Índice de Producción	J = G / I	0,88	0,95
Producción Rechazada	K	650	1.000
Índice de Calidad	L = (G - K) / G	0,97	0,97
Efectividad Total del Equipo ETE	F x J x L x 100%	68	71

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Después de haber realizado los cambios y adaptaciones a la línea existente, las conclusiones a las que llegamos en relación al incremento de la capacidad de producción, son las siguientes:

- La capacidad de producción de la línea Smag, en la práctica se incrementó en un 45% con respecto a una producción normal del mismo envase pero sencillo en un turno.
- Debido a que no es necesario prácticamente programar personal para el 2do turno, el ahorro por consumo de energía es aproximadamente USD\$ 1,500.00 al mes
- La productividad de la línea durante el proceso de fabricación del envase de doble altura aumento de 75.28 a 82.02 kilogramos por horas hombre.



## 4.2 Recomendaciones

Después de establecer nuestras conclusiones detallamos a continuación nuestras recomendaciones y que son las siguientes:

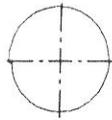
- Implementar un sistema de mejoramiento continuo especialmente para los procesos de fabricación de tapas en la cual existen muchas deficiencias por poseer máquinas de tecnología no muy avanzada como son las máquinas engomadoras.
- Establecer un programa de tratamientos de emisiones de gases y uso de solventes en las líneas de barnizado debido que en el futuro las regulaciones municipales así lo exigirá.
- Acondicionar las máquinas engomadoras para utilizar compuesto sellantes con alto porcentaje de sólidos en vez de bajo sólidos, con el fin de reducir los costos de energía generados por los hornos eléctricos de curado.



## **APENDICES**

## **APENDICE A: PLANOS**

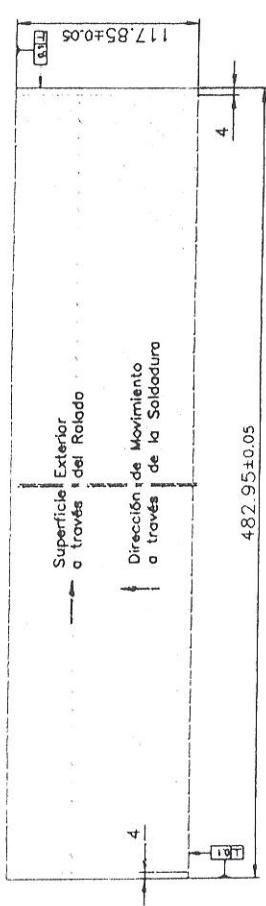




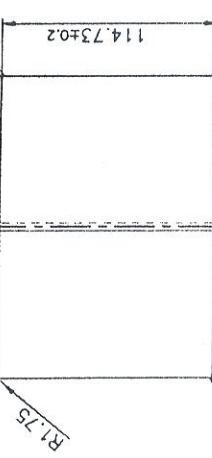
0.15(S) max.

Rebaba en Línea de Corte y Cizallas

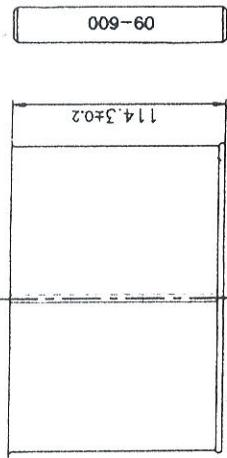
Sentido Rolado



Largo de Pestaña



Cuerpo Pestañado



00-60

 Envase Terminado  
(Fondeado)

## FIMCP – ESPOL

PROYECTO:

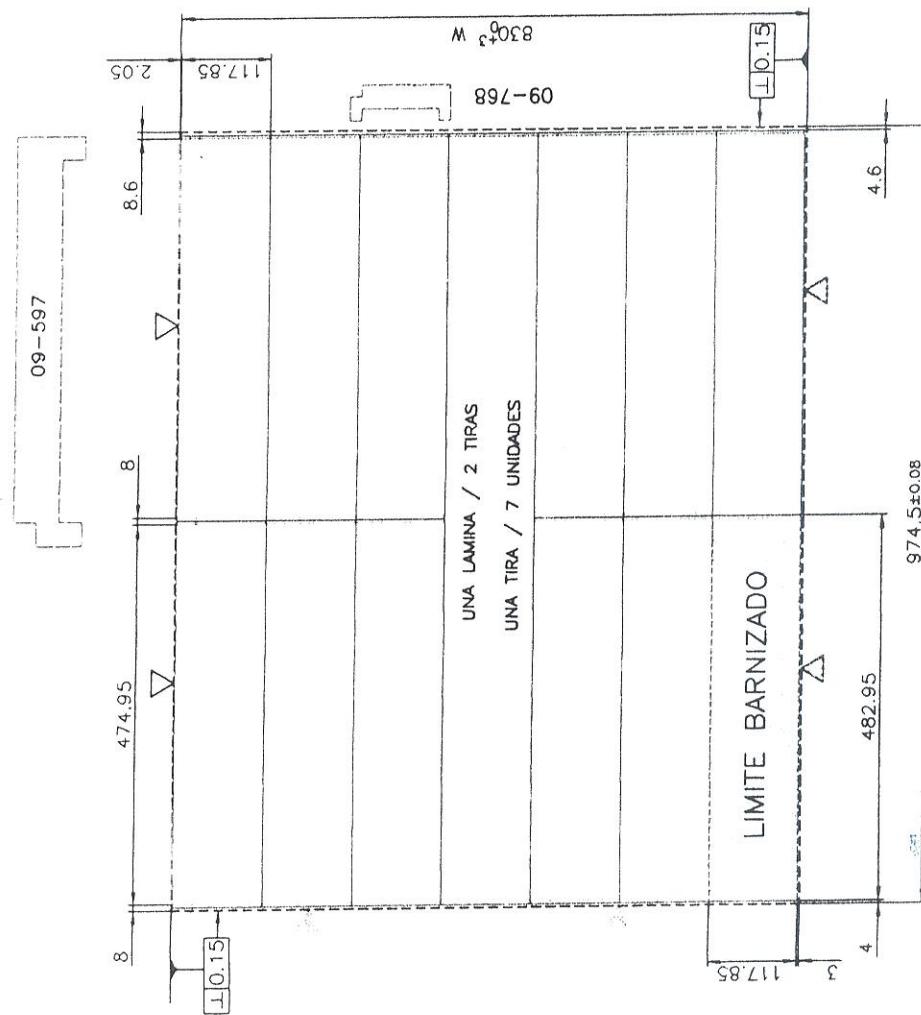
## SEPARADORA DE CUERPOS

Plano:

2

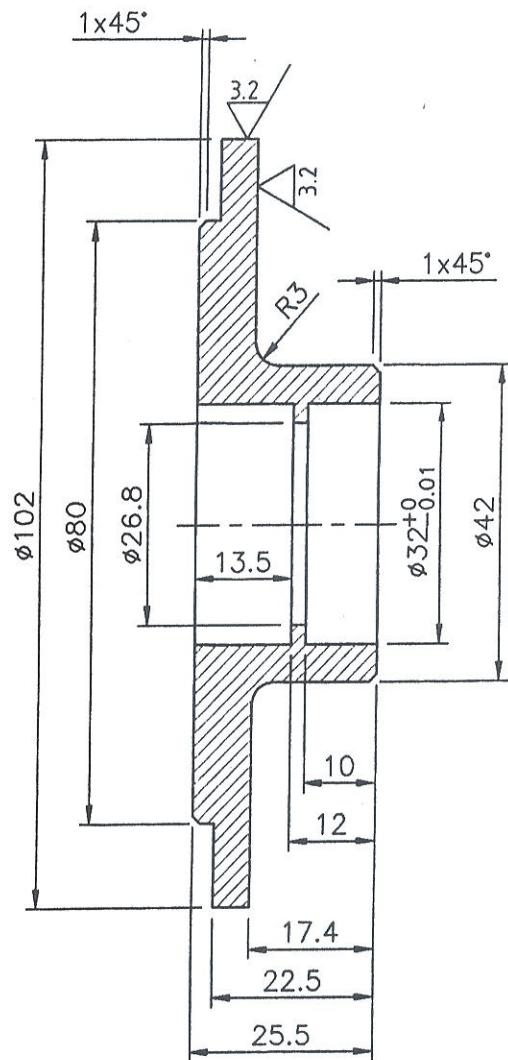
Dibujo	03.02.14	Nombre
Revisor	03.02.14	Ing. Wiesner

Escala:	1:10	Contiene:	ENVASE #603 x 408
Material:	Hojalata 0.25 x 830 W x 974.5	Masa (Kg.):	9.90


 FORMADORES DE CUERPOS:  
Línea Smag  
CALIBRES  
Línea Cizallas

09-597 : Medido entre Cuchillas en 1er. Corte  
09-768 : Medida entre Cuchillas en 2do. Corte  
09-599 : Plug Diameter  
09-600 : Patrón de Altura

▽ Lado Fijo Línea de Corte  
▽ Lado Fijo Barnizado Interior y Exterior : 1er. Corte en Cizallas  
▽ Lado Fijo 2do. Corte en Cizallas



# FIMCP - ESPOL

PROYECTO:

## SEPARADORA DE CUERPOS

Fecha	Nombre
03/02/14	P.Contreras
03/02/14	Ing.Wiesner
DIBUJO DEL LITORAL	
Plano 3	
3	



Escala :

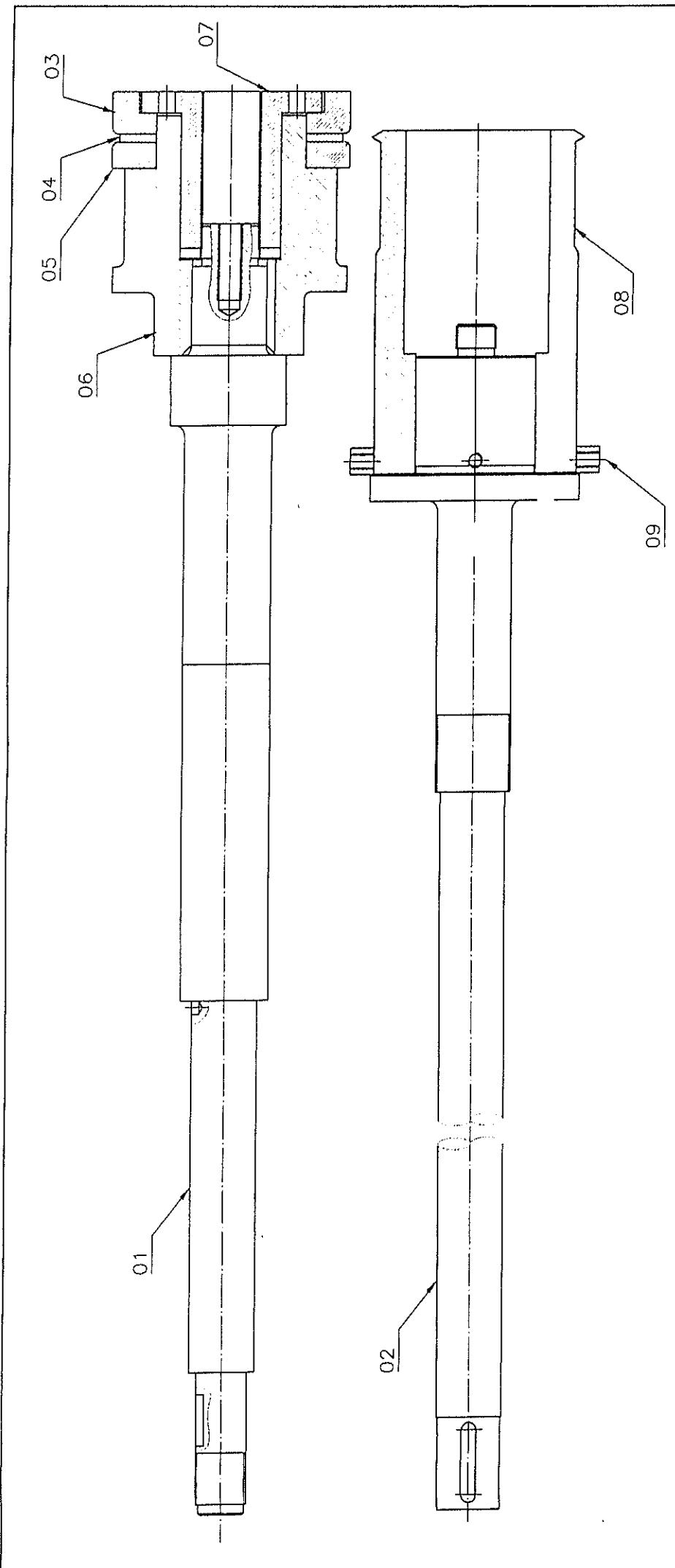
Contiene :

DISCO DE AJUSTE

Material:

AISI 01 (DF2-K460)

Masa (Kg.)



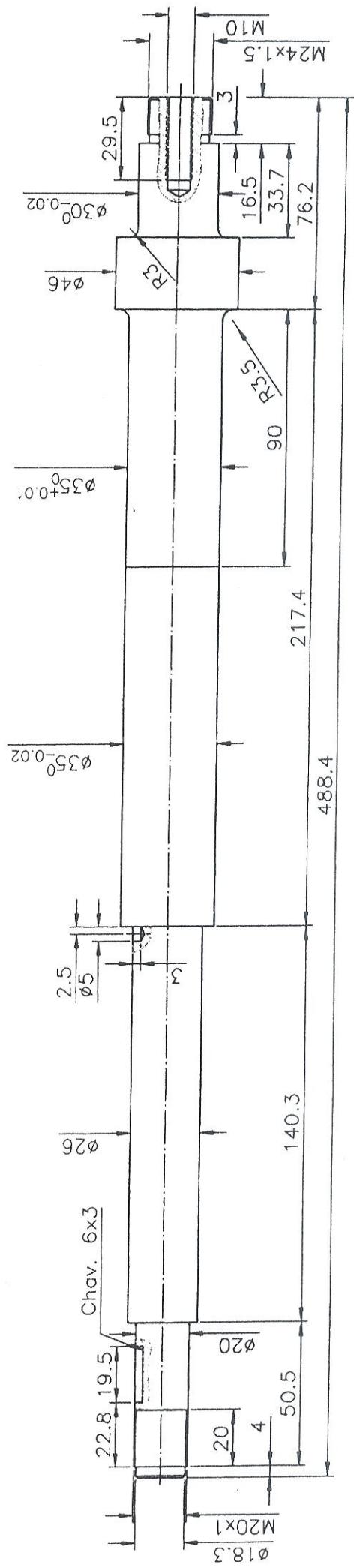
# FIMCP - ESPOL

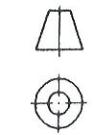
---

o: SEPARADORA DE CUERPOS

1

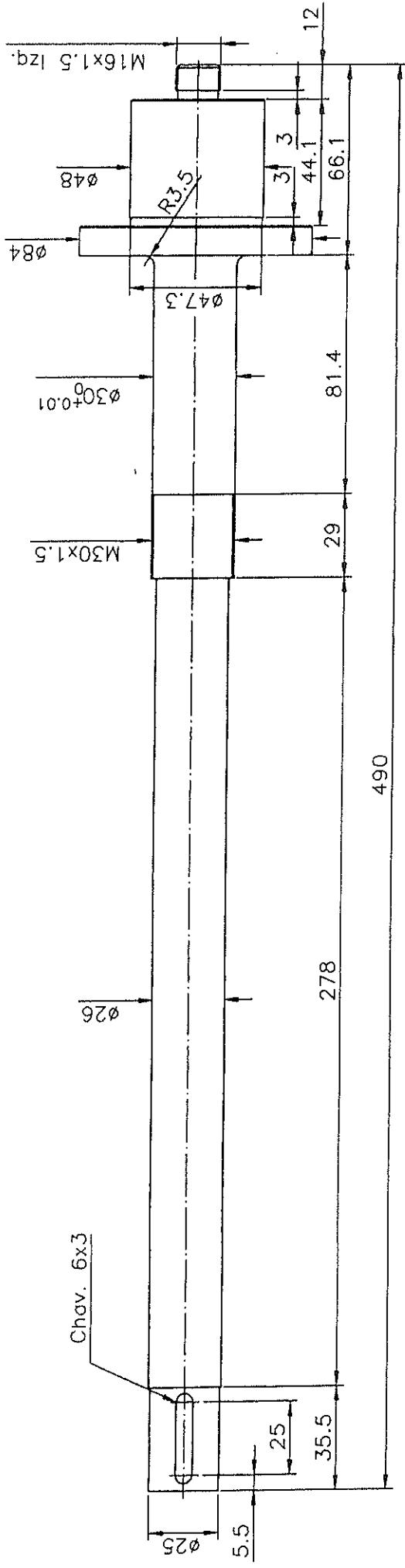
FIMCP – ESPOL					
PROYECTO: SEPARADORA DE CUERPOS					
08	01	U	ANILLO SUPLE	13	
08	01	U	COCHILLA	12	
07	01	U	TUERCA SUPERIOR	11	
06	01	U	PISADOR	10	
05	01	U	ANILLO SUPERIOR	9	
04	01	U	ANILLO INTERIOR	8	
03	01	U	DISCO SUPERIOR	7	
02	01	U	EJE INFERIOR	6	
01	01	U	EJE SUPERIOR	5	
Per.	Cant.	Und.	Denominación	Código de pliego	Observación



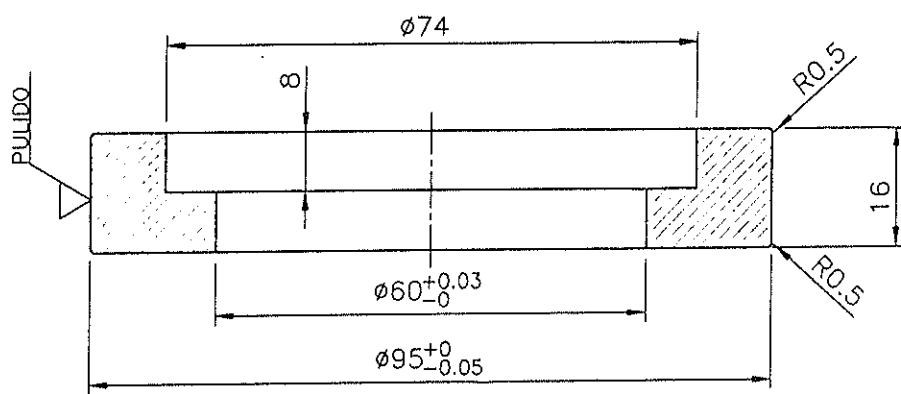
<b>FIMCP – ESPOL</b>		Nombre
Dibujo	Fecha	P. Contreras
Revisor	03.02.14	Ing. Wiesner
Plano :		
<b>PROYECTO: SEPARADORA DE CUERPOS</b>		
 1:2	Escala :	Contiene :
		EJE SUPERIOR
	Material:	AISI 4340 ( 705 )
	Masa (Kg.)	

5





FIMCP — ESPOL		Nombre
Dibujo	03.02.14	P.C. Contreras
Revisio	03.02.14	Ing. Wiesner
PROYECTO:		Piano :
SEPARADORA DE CUERPOS		6
 1:2	Escala :	Contiene :
		EJE INFERIOR
Material:		AlSi 4340 ( 705 )
		Masa (Kg.)



FIMCP - ESPOL

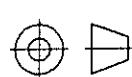
	Fecha	Nombre
Dibujo	03.02.14	P.Contreras
Reviso	03.02.14	Ing.Wiesner

PROYECTO:

SEPARADORA DE CUERPOS

Plano :

7

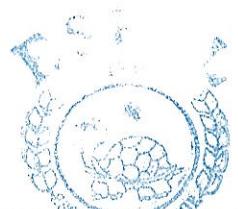
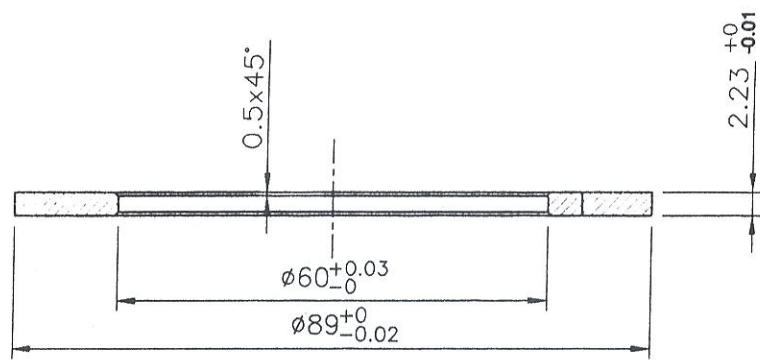


Escala :  
1:1

Contiene :  
DISCO SUPERIOR

Material :  
AISI-01 ( DF2-K460 )

Masa (Kg.)



# FIMCP - ESPOL

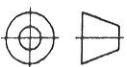
PROYECTO:	FECHA:	Nombre:
SEPARADORA DE CUERPOS	Dibujo 03.02.14	P. Contreras
	Reviso 03.02.14	Ing. Wiesner

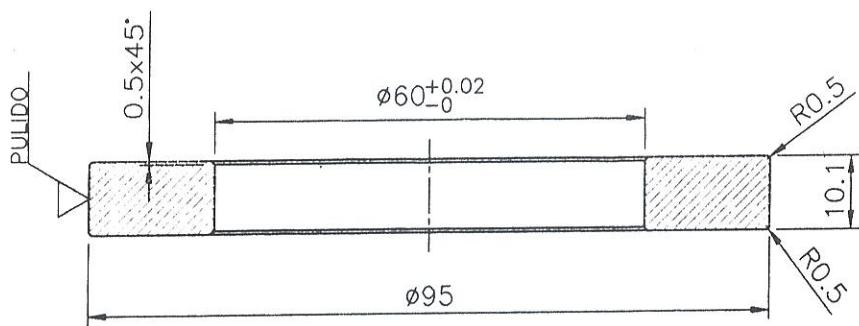
PROYECTO:

## SEPARADORA DE CUERPOS

Plano :

8

	Escala : 1:1	Contiene :	ANILLO INTERIOR	Masa (Kg.)
		Material:	AISI 4340 ( 705 )	



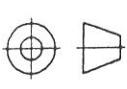
# FIMCP - ESPOL

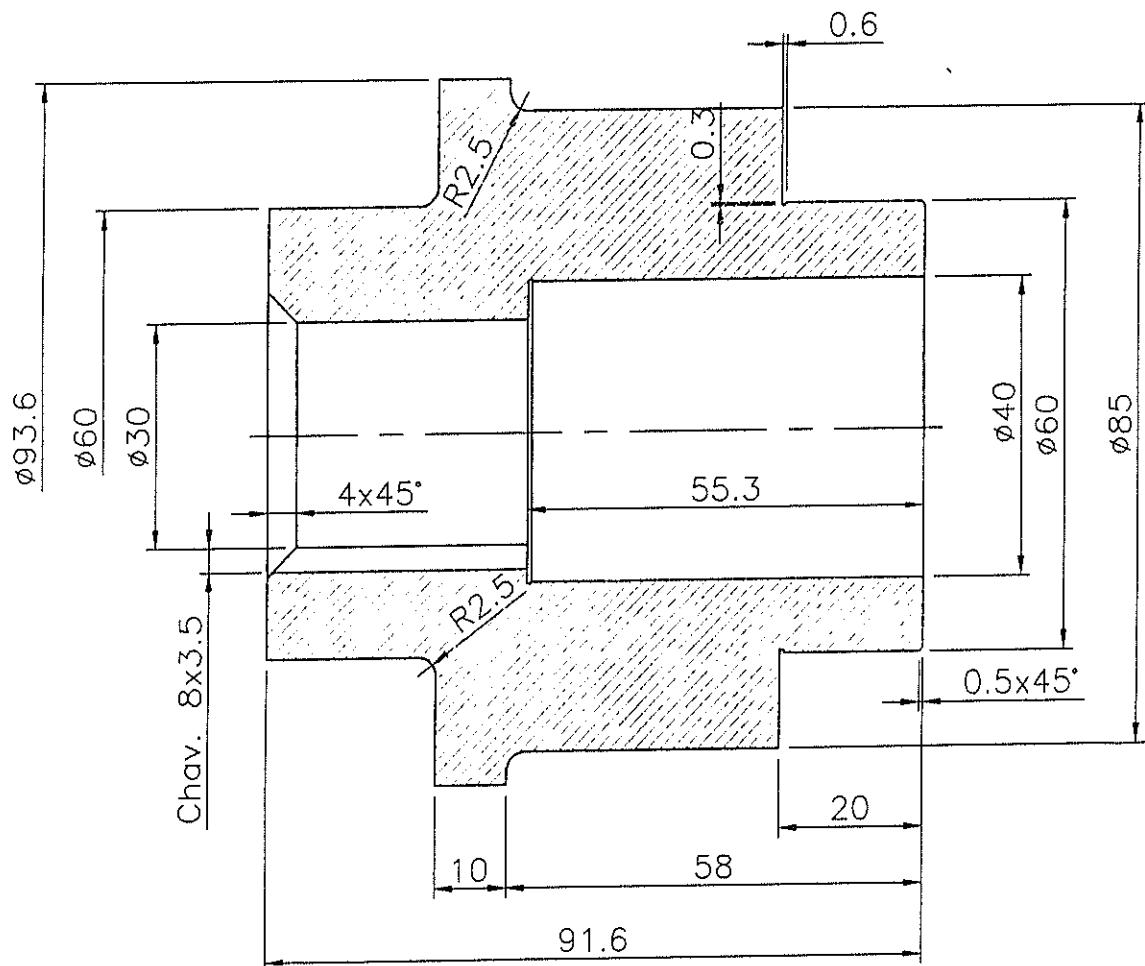
PROYECTO:

## SEPARADORA DE CUERPOS

Plano	Fecha	Nombre
Dibujo	03.02.14	P. Contreras
Revisó	03.02.14	Ing. Wiesner

Plano a escala 1:1  
PROYECTO DEL LITORAL  
DRA. GONZALO YEA  
R.M.C.T. 9

	Escala : 1:1	Contiene :	ANILLO SUPERIOR	
		Material:	AISI 01 (DF2)	
Masa (Kg.)				



# FIMCP - ESPOL

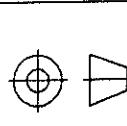
PROYECTO:

## SEPARADORA DE CUERPOS

	Fecha	Nombre
Dibujo	03.02.14	P.Contreras
Reviso	03.02.14	Ing.Wiesner

Plano :

10



Escala :  
1:1

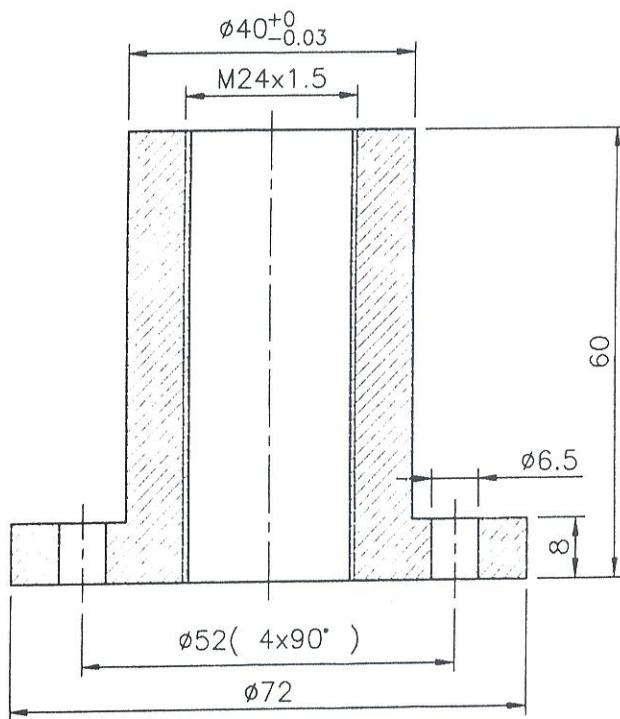
Contiene :

PISADOR

Material:

AISI 01 ( DF2-K460 )

Masa (Kg.)



# FIMCP - ESPOL

PROYECTO:

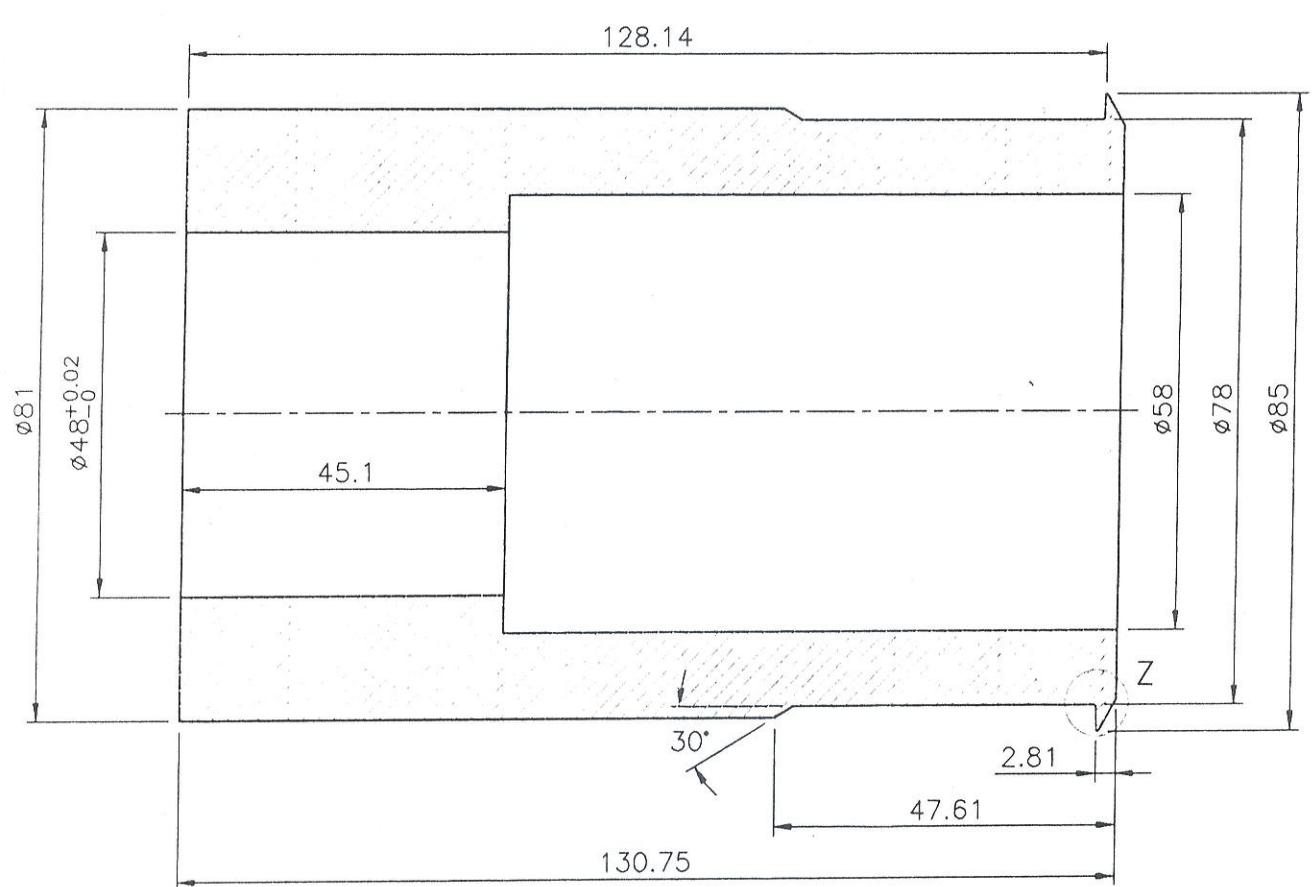
## SEPARADORA DE CUERPOS

	Fecha	Nombre
Dibujo	03.02.14	P. Contreras
Reviso	03.02.14	Ing. Wiesner

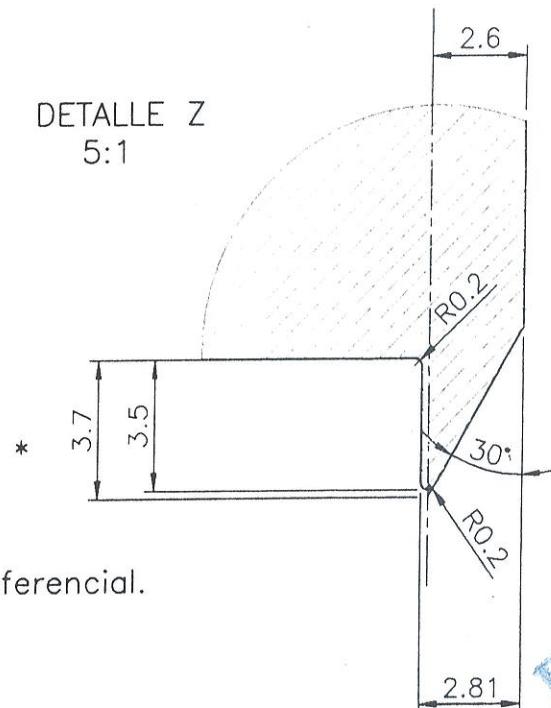
Plano :

11

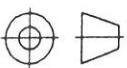
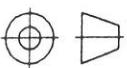
	Escala :	Contiene :	TUERCA SUPERIOR	Masa (Kg.)
		Material:	AISI 4340 ( 705 )	

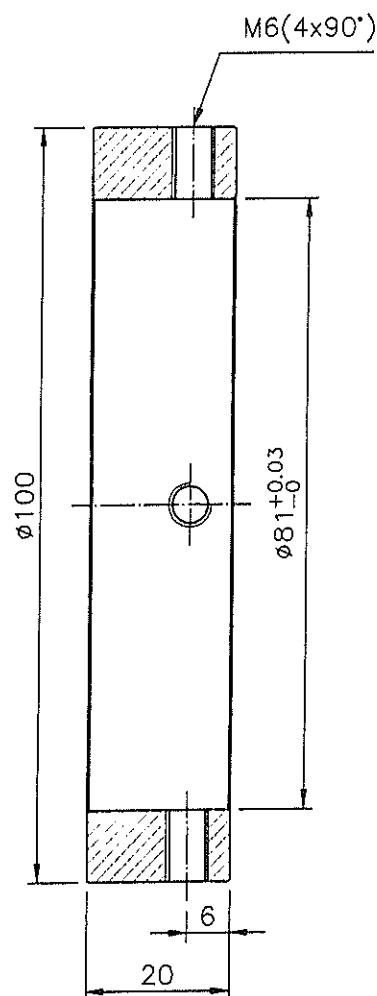


DETALLE Z  
5:1



\*.- Medida referencial.

<b>FIMCP - ESPOL</b>		 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA</b> <b>PROFESION DE INGENIERIA EN MECANICA</b>	
<b>PROYECTO:</b> <b>SEPARADORA DE CUERPOS</b>		 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARCOS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA</b> <b>PROFESION DE INGENIERIA EN MECANICA</b>	
 <b>Escala :</b> 1:2		<b>Contiene :</b> <b>UCHILLA</b>	<b>Fecha</b> 03.02.14 <b>Nombre</b> P.Contreras <b>Dibujo</b> 03.02.14 <b>Reviso</b> 03.02.14 <b>Ing.Wiesner</b>
	<b>Material:</b> AISI D3 ( K100 )	<b>Masa (Kg.)</b>	<b>12</b>



# FIMCP - ESPOL

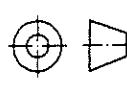
PROYECTO:

## SEPARADORA DE CUERPOS

Fecha	Nombre
03.02.14	P. Contreras
03.02.14	Ing. Wiesner

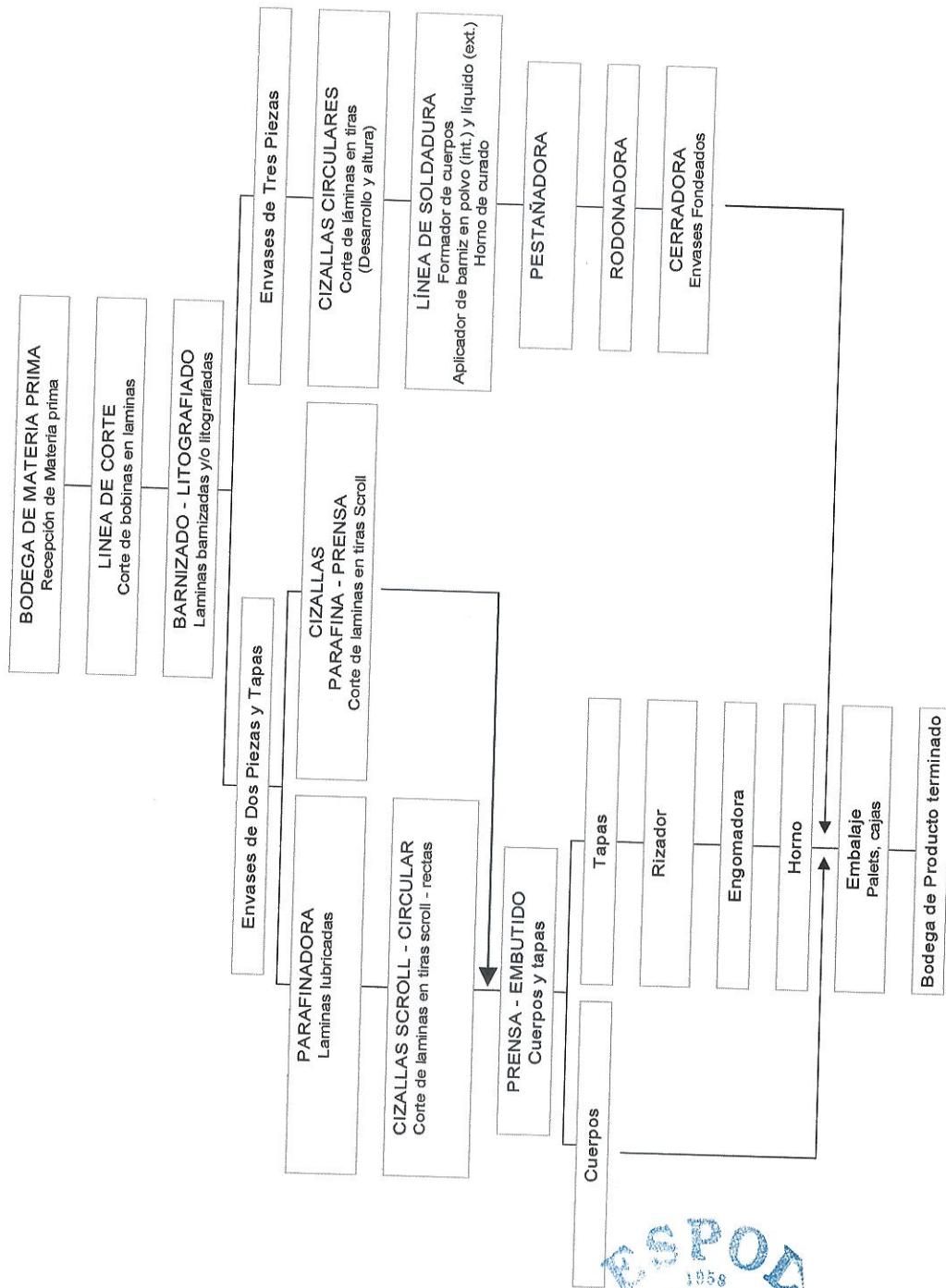
Plano :

13

	Escala : 2:1	Contiene :	ANILLO SUPLE	Masa (Kg.)
		Material:	AISI 01 ( DF2 )	

**APENDICE B: DIAGRAMA DE FLUJO DE FABRICACIÓN DE  
ENVASES SANITARIOS**

## DIAGRAMA DE FLUJO DE FABRICACIÓN DE ENVASES SANITARIOS



## **APENDICE C: CARACTERÍSTICAS DE LAS CHAPAS METALICAS**

## CARACTERÍSTICAS DE LA CHAPA METÁLICA

### El Acero Base

El acero utilizado en la fabricación de la hojalata es de bajo contenido de carbono, y puede ser obtenido por medio de colada continua o por lingoteras; por su composición química, los aceros utilizados en la fabricación de la hojalata se clasifican en:

**Acero tipo D.-** Es un acero apagado (desoxidado) con aluminio, se utiliza para la fabricación de domos, y fondos de aerosol, envases de embutido profundo (two piece can).

**Acero tipo L.-** Contiene bajo porcentaje de elementos residuales como: Cr, Ni, Mo y otros, es usado para obtener mejores resultados en el envasado de productos alimenticios por su elevada resistencia a la corrosión interna.

**Acero tipo MR.-** Es muy similar al tipo L excepto en el contenido de elementos residuales, tiene buena resistencia a la corrosión interna, es el de mayor uso en la industria de envases.

### Espesor

En cuanto al espesor preferentemente se utilizan de dos tipos: La convencional o **Simplemente Reducida** al frío (SR), que usualmente esta en el rango de 0.15 mm a 0,49 mm y la **Dblemente Reducida** al frío (DR), que por su fortaleza hace posible la reducción de espesores al rango de 0.14 mm



a 0.29 mm. El espesor de la chapa o lámina metálica está dado en mm en el sistema métrico decimal y en libras por caja base en el sistema Inglés.

El sistema Inglés relaciona el espesor de la lámina al peso que nos da la superficie que representa 112 láminas de 20" x 14", es decir 31,360 pulg<sup>2</sup>.

La equivalencia entre libras/caja base y mm está dada por la relación siguiente 1 lbs/c.b. = 0.15902 x 2.200 x espesor (mm).

La Tabla C.1 que a continuación se muestra relaciona el peso nominal en lbs/c.b. con el espesor teórico tanto en pulgadas como en mm:

**Tabla C.1**  
**Peso base nominal para hojalata**

<b>Peso nominal</b> lbs/c.b.	<b>Espesor Teórico</b>	
	pulgadas	mm
45	0,0050	0,127
50	0,0055	0,140
55	0,0061	0,155
60	0,0066	0,168
65	0,0072	0,183
70	0,0077	0,196
75	0,0083	0,211
80	0,0088	0,224
85	0,0094	0,239
90	0,0099	0,251
95	0,0105	0,267
100	0,0110	0,279
103	0,0113	0,287
107	0,0118	0,300

## Temple

Es un término característico de las propiedades mecánicas del acero. El temple se lo designa por la letra **T** y va numerado correlativamente del más suave al más duro, esta designación se lo utiliza en lo relativo a la lámina convencional o de simple reducción. En lo relacionado a la lámina doble reducida se le designa el temple con las letras **DR**. Dentro de la designación del temple de la lámina de simple reducción encontramos que se le agrega a continuación el número correspondiente al temple solicitado, seguido de las letras **BA** que significa recocido por cajas, o **CA** que significa recocido en colada continua. A continuación en la Tabla C.2 se presenta la designación por temple de la chapa metálica y sus usos más recomendados:



**TABLA C.2**  
**Designación de la chapa metálica por Temple**

Temple	Dureza Rockwell 30 T	Usos recomendados
T1 BA	46 - 52	Embutidos profundos como son ovales, cuellos, juguetería, etc.
T2 BA	50 - 56	Embutidos moderados, tapas oval, envases cuadrados.
T2 1/2 BA	52 - 58	Anillos de pintura, en general para requerimientos de dureza moderada.
T3 BA	54 - 60	Cuerpos de envases diversos que requieren una apropiada dureza.
T4 CA	58 - 64	Tapas coronas, tapas y fondos de envases. Ofrece resistencia relativamente alta.
T5 CA	62 - 68	Cuerpos de envases cuando es necesario combinar: dureza, alta resistencia y facilidad de formado.
DR 8	70 - 76	Cuerpos y fondos de envases pequeños que requieren alta resistencia.
DR 9	73 - 79	Cuerpos y fondos para envases de diámetros grandes que requieren alta resistencia.
DR 9M	74 - 80	Cuerpos y fondos para envases de diámetros grandes que requieren alta resistencia.
DR 10	77 - 83	Cuerpos y fondos para contenedores que necesitan alta resistencia.

### Acabado Superficial

La lámina simple reducida está disponible en un rango de acabado superficial. La norma internacional ISO 1111, reconoce cuatro acabados de superficie básicos:

- **Mate.**- Su principal uso esta en la fabricación de tapas coronas. Su acabado es opaco sin brillo.

- **Plata.**- Se utiliza en la fabricación de envases de usos diversos. Su acabado se lo obtiene con estaño fundido producido por un tratamiento especial dado al metal base.
- **Brillante.**- Frecuentemente utilizado en la fabricación de envases de uso en general como aceite, pinturas, polvos, etc. Su acabado es con estaño fundido producido sobre el metal base con ligera apariencia opaca, permanece sin ralladuras durante la litografía o fabricación.
- **Piedra.**- Es un acabado especial similar al anterior pero su apariencia es de gránulos muy pequeños, permitiendo una mejor adherencia a los barnices y tintas.

## Recubrimiento Metálico

El recubrimiento del acero viene dado en forma de fina película de estaño depositada por medios electrolíticos y en forma uniforme en la superficie tanto exterior como interior de la lámina.

Distinguimos tres métodos para lograr el recubrimiento de estaño a la lámina metálica:

- a) **Inmersión en caliente** (Hot Dip), que consiste sumergir las láminas virgen en un baño de estaño (líquido), el cual es previamente calentado en una temperatura adecuada para obtener el estañado deseado con igual cantidad por ambos lados. Ejemplo : 25/25.



- b) **Proceso electrolítico**, que consiste en sumergir la lámina en un baño de solución saturada de estaño, luego de lo cual se aplica una corriente eléctrica de tal manera de que se atrae las moléculas de estaño a la lámina donde se depositan y se adhieren. Se obtiene la misma cantidad de estaño por ambos lados.
- c) **Proceso electrolítico diferencial** es más económico ya que se obtiene diferentes estañados ya sea por el lado interior o exterior.

El contenido de estaño dentro del sistema inglés se lo conoce como la cantidad de estaño en libras que es aplicada en ambas caras a la superficie resultante en una caja base ó sea en 112 láminas de 14" x 20". Ejemplo : una hojalata de 0.25 significa que  $\frac{1}{4}$  lbs de estaño es depositado en la superficie que comprende una caja base.

En el sistema métrico decimal se lo conoce como la cantidad de gramos que se deposita en la superficie de ambas caras de 1 m<sup>2</sup>. Ejemplo hojalata de 5.6 gr/m<sup>2</sup> significa que cada cara tiene 2.8 gr/m<sup>2</sup>.

La Tabla B.3 muestra los estañados más comunes con su respectivo peso.

**TABLA C.3**  
**Recubrimientos de estaño comerciales.**

Designación No.	Peso Nominal del Recubrimiento					Peso mínimo aceptado			
	lbs/c.b.		gr/m <sup>2</sup>		lbs/c.b.		gr/m <sup>2</sup>		
	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.	
25	0,125	0,125	2,8	2,8	0,11	0,11	2,45	2,45	
50	0,250	0,250	5,6	5,6	0,23	0,23	5,25	5,25	
75	0,375	0,375	8,4	8,4	0,35	0,35	7,85	7,85	
100	0,500	0,500	11,2	11,2	0,45	0,45	10,10	10,10	
25/50	0,125	0,250	2,8	5,6	0,11	0,23	2,25	5,05	
25/75	0,125	0,375	2,8	8,4	0,11	0,35	2,25	7,85	
25/100	0,125	0,500	2,5	11,2	0,11	0,45	2,25	10,10	
50/75	0,250	0,375	5,6	8,4	0,23	0,35	5,05	7,85	
50/100	0,250	0,500	5,6	11,2	0,23	0,45	5,05	10,10	
75/100	0,375	0,500	8,4	11,2	0,35	0,45	7,85	10,10	

### **Pasivación**

El principal propósito del tratamiento del tratamiento químico o pasivación es el de estabilizar la superficie de la hojalata y de esa manera inhibirla del crecimiento de óxido en la superficie. El tratamiento consiste en pasar la lámina a través de una solución química acuosa con o sin corriente aplicada.

El tratamiento químico que normalmente se usa es dicromato catódico (CDC)

311. Existen otros tipos de tratamiento químico como son: carbonato de sodio catódico, ácido cromico, dicromato de sodio dip, este ultimo es muy usado para evitar la formación de óxido de estaño en la superficie y da mayor estabilidad en el almacenamiento de la hojalata.

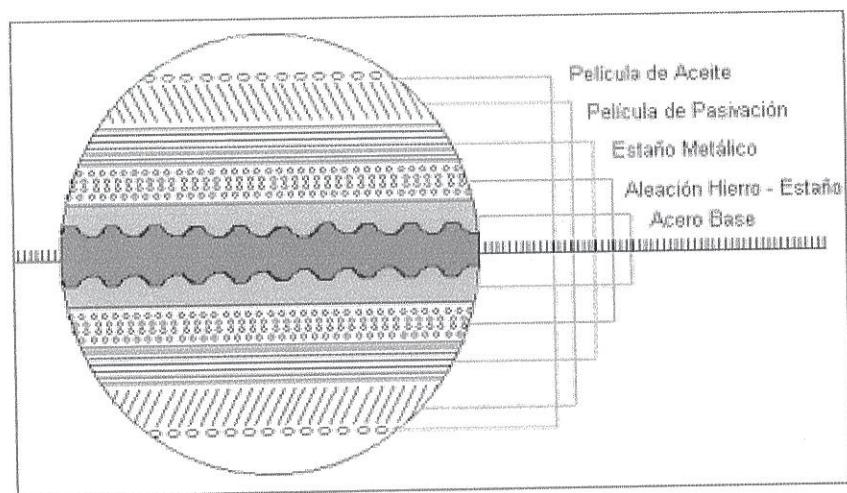
## Aceitado o lubricación de la hojalata

Como operación final de la fabricación de la hojalata tenemos la lubricación que se aplica como una fina película sobre la superficie estañada para evitar la acción de la humedad del aire y facilitar su manipuleo. Entre los lubricantes más comunes tenemos el dioctyl sebacate (DOS) y el petrolatum.

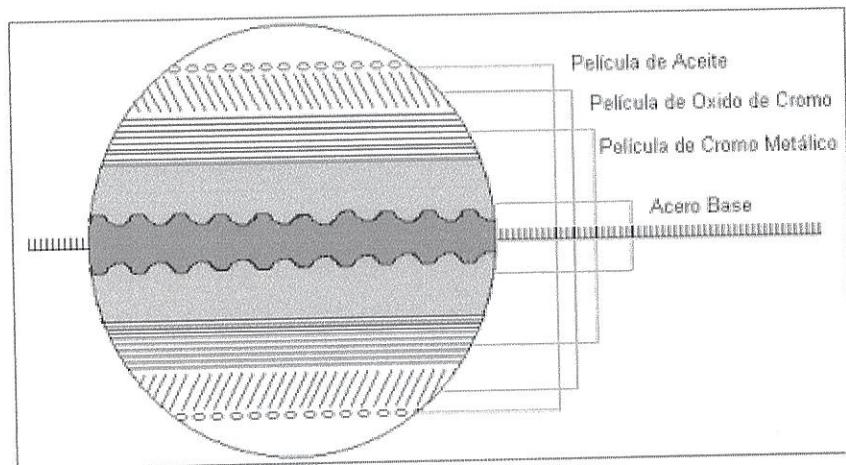
## Alternativa de Recubrimiento metálico

La única alternativa de recubrimiento metálico al estañado comercial está basada en una mezcla de cromo y óxidos de cromo, comúnmente llamada **lámina cromada o T.F.S.** que significa acero libre de estaño. Los pesos especificados para las capas de cromo y óxido de cromo varían considerablemente entre los fabricantes, en un rango de 50 a 150 mg/m<sup>2</sup> de cromo metálico y de 5 a 80 mg/m<sup>2</sup> de óxido de cromo. Este recubrimiento es usualmente aplicado en líneas de estañado electrolítico modificadas, siendo su proceso similar pero utilizando un electrolito diferente (ácido crómico). La apariencia del recubrimiento es diferente al de la hojalata, siendo menos brillante y tiene un ligero tono azulado. Está disponible en chapa simple reducida como en doble reducida, y en varios acabados superficiales (brillante, piedra y mate).

A continuación, en la figura C.1 presentamos un esquema comparativo entre los dos tipos de recubrimientos, estañado y cromado.



Recubrimiento estañado



Recubrimiento cromado

**Figura C.1      Alternativas de Recubrimiento metálico**



## **APENDICE D: CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE BARNICES**

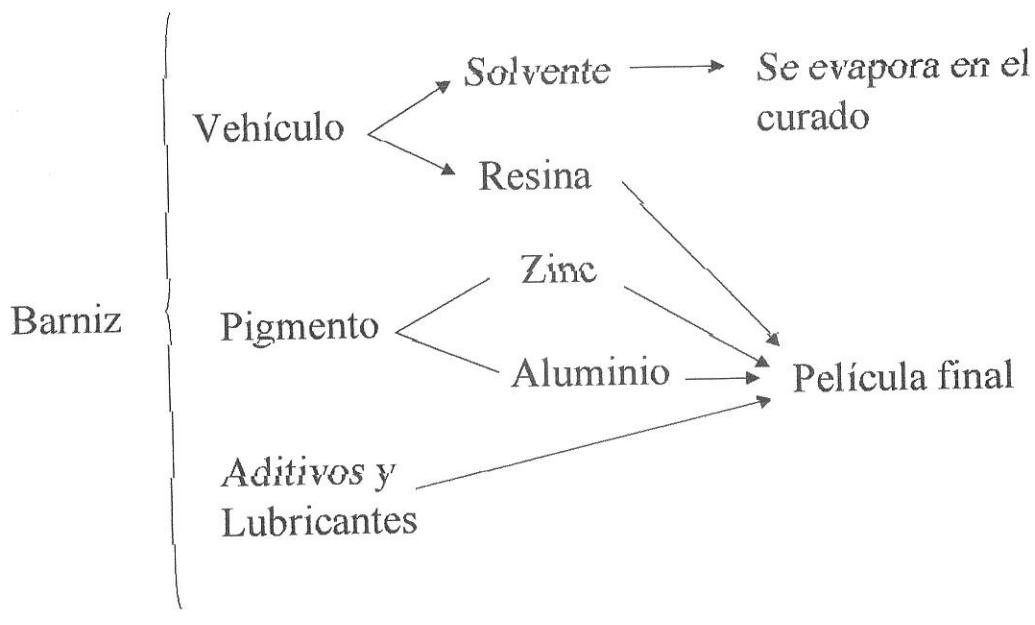
## Características y Tipos de Barnices

El uso de barnices orgánicos en la industria de envases metálicos se debe a diferentes factores entre los que se destacan:

- Para proteger los productos enlatados de la contaminación del metal.
- Para proteger los envases de la corrosión o manchas del producto.
- Para preservar el color y sabor del producto.
- Para facilitar la manufactura del envase.
- Para reducir su costo.
- Para prevenir la oxidación externa.

Los barnices deben tener buenas propiedades de adherencia, soportar la embutición y el calor de la soldadura sin reventarse, tener buena movilidad, resistir a los productos empacados y no producir ninguna clase de cambios en ellos como son de color y sabor; además deben resistir los procesos térmicos utilizados en la elaboración de conservas

En el esquema siguiente se podrá observar la estructura de los barnices:



Ya que es virtualmente imposible agrupar en clases tantas formulaciones, la clasificación siguiente describe, en general, varios barnices y su uso típico:

#### CLASE DE BARNIZ

Oleoresinoso

Phenólicos

Vinílico

Epóxico

Politubanos

Acrílicos

Alquílicos

#### USO TÍPICO

Maíz

Pescado, hígado

Cerdo, frijoles

Usos diferentes

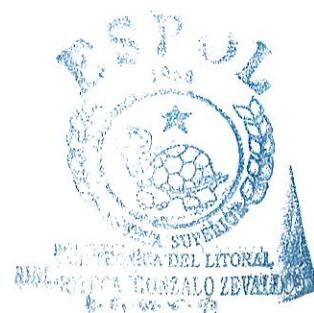
Frutas, legumbres

Varios usos

Barniz final



## APENDICE E: FUNDAMENTOS DE SOLDADURA POR RESISTENCIA



## Fundamentos de Soldadura por Resistencia

El principio de la soldadura por resistencia se basa en el hecho de que todo material se calienta al ser atravesado por una corriente eléctrica. En el caso de la soldadura por roldanas, el material (hojalata) se hace pasar entre dos roldanas de soldadura.

La corriente alterna de alta intensidad  $I$  (baja tensión) es suministrada por un transformador (1). Las roldanas de soldadura desempeñan tres funciones:

- Transmisión de la corriente eléctrica  $I$
- Transmisión de la fuerza de soldadura  $F$
- Transmisión del movimiento de avance  $V_s$

El circuito de soldadura funciona de la siguiente manera (figura E.1):

La corriente de soldadura  $I$  fluye del transformador (1) por la barra porta corriente (2), las roldanas de soldadura (3) y (5), el material a soldar (4) y el brazo inferior (6) y, de allí, regresa al transformador.

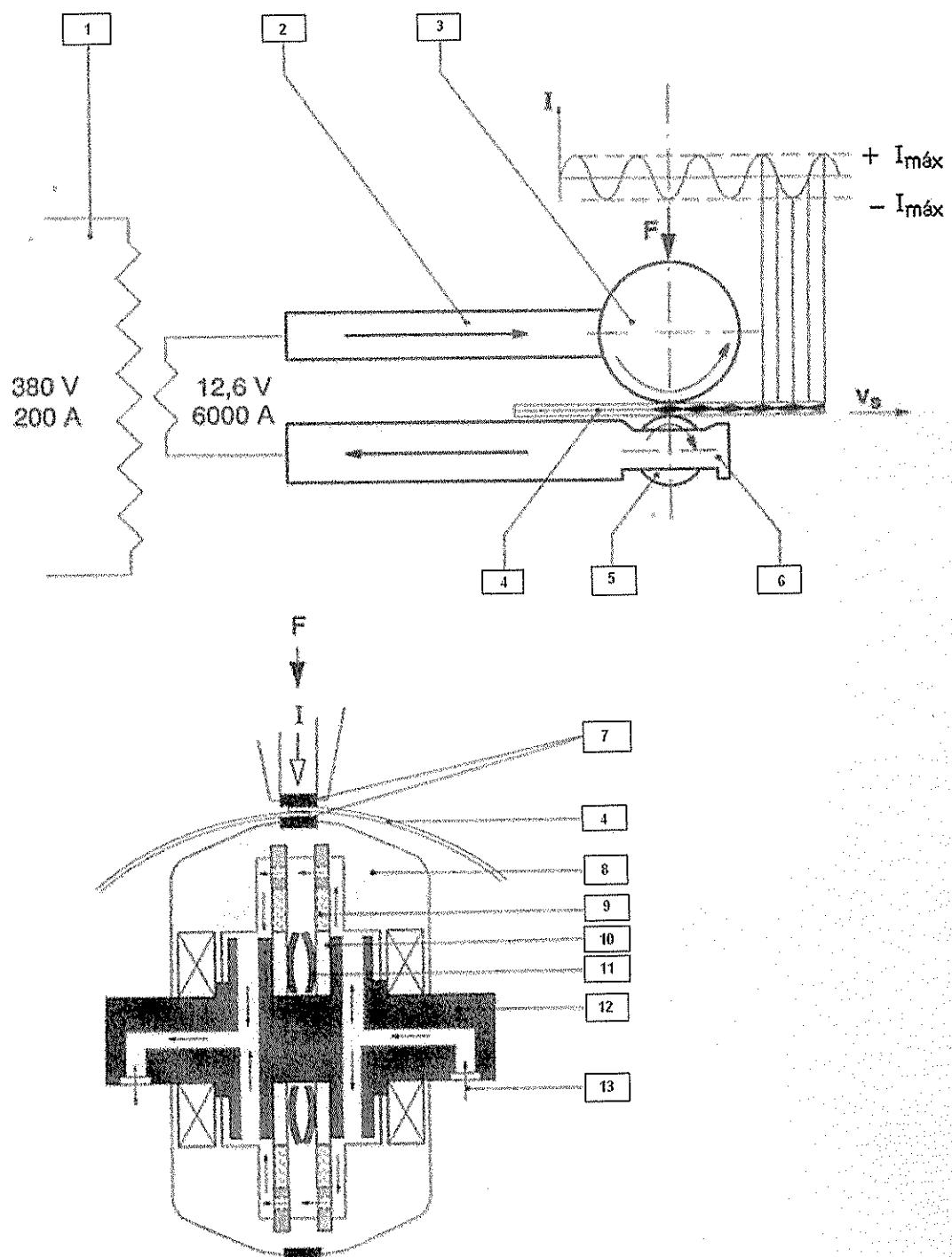
Las dos partes del material a soldar (4), con su alta resistencia, son calentadas en gran medida por la corriente  $I$  que las atraviesa. De esta forma, pasan a un estado pastoso con una semi onda de corriente eléctrica (positiva y negativa).

La fuerza de soldadura **F** comprime las dos piezas calientes y pastosas. Las piezas se unen y, una vez fría, forman una estructura de soldadura homogénea.

Las barras portacorriente y el brazo inferior son protegidas contra un calentamiento inadmissible mediante una intensa refrigeración por agua.

Al soldar hojalata, las roldanas de soldadura son protegidas contra la suciedad gracias a un electrodo intermedio. Este electrodo esta formado por un alambre de cobre (7) que se va introduciendo continuamente y que discurre sobre las ranuras de las roldanas de soldadura.





**Figura D.1      Técnica de Soldadura Soudronic**

## **APENDICE F: PROCESO DE FABRICACIÓN DE TAPAS**

## Proceso de Fabricación de Tapas

La fabricación de tapas reciben el mismo proceso de corte y barnizado al igual que para la fabricación de envases (ver diagrama de flujo general de fabricación). Así mismo se identifican los dos tipos de corte recto y en scroll, de acuerdo a la tapa a fabricar.

**Parafinado.-** Las láminas luego de ser barnizadas exterior como interiormente, pasan a la máquina parafinadora, en la cual las láminas reciben mediante una serie de boquillas una película de parafina líquida, necesaria para el proceso posterior de troquelado.

**Corte en Cizalla.-** Luego de ser parafinadas las láminas de la cara por donde se troquelan (lado exterior), son llevadas a la cizalla según sea lámina recta (cizalla automática circular) o lámina scroll (cizalla re scroll), en donde son cortadas mediante troqueles en tiras.

**Troquelado.-** Las tiras cortadas son llevadas a la prensa la misma que está dotada de un troquel (die) de dos punzones, en ésta operación se forma dos tapas a la vez las mismas que pasan automáticamente a otra máquina que está adosada a la prensa y que se denomina rizador o curler.



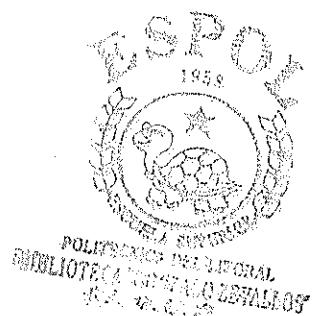
**Rizado.-** Las tapas provenientes de la prensa entran en el rizado y mediante la rotación de dos vueltas completas de su diámetro se riza los bordes en forma uniforme; esta operación es muy importante para la alimentación automática en las engomadoras y en los alimentadores de las máquinas cerradoras de los clientes.

**Engomado.-** Las tapas rizadas son transportadas mediante elevadores de banda a la engomadora de cuatro cabezales, en donde reciben la aplicación alrededor del surco rizado una determinada cantidad de compuesto sellante.

**Horneado.-** El compuesto sellante aplicado es una solución a base agua por lo que es necesario que reciba una cantidad determinada de calor que permita eliminar la humedad y quedar adherida al metal los sólidos del compuesto.

**Empacado.-** Una vez las tapas han salido del horno, se realiza una inspección final y luego son empacadas en fundas de plástico o papel, para finalmente apiladas en palets de madera.

A continuación presentamos en la figura F.1, un esquema del proceso de fabricación de tapas.



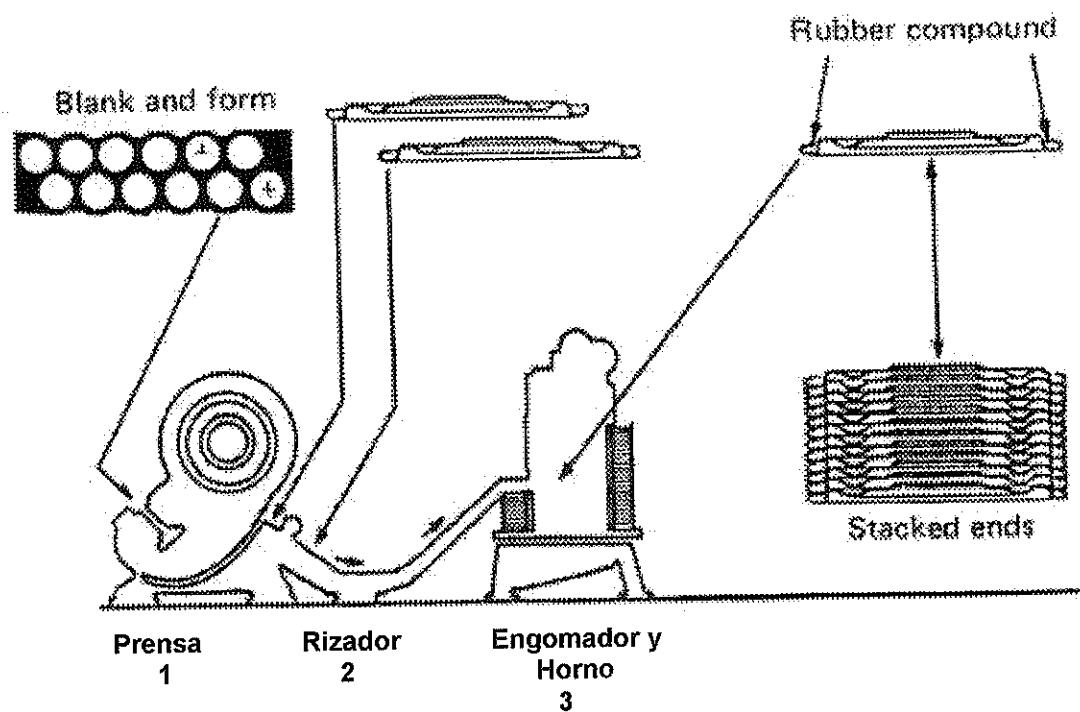


Figura F.1 Esquema de una Línea de Tapas

## APENDICE G: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES  
PROYECTO LINEA SMAG  
Envase 603 Doble Altura**

## BIBLIOGRAFÍA

1. I.T.R.I. International Tin Research Institute. Guide to Tinplate. I.T.R.I. Publication No. 622.
2. HOARE, W.E.-HEDGES, E.S. AND BARRY, B.T.K., The Technology of Tinplate, Publ. by Edward Arnold Ltd., London, 1965.
3. MORGAN, E. Tinplate and Modern Canmaking Technology, Publ. by Board, first edition 1985.
4. STUCHBERY, A.L., Engineering and Canmaking, Proc. Inst. Mech. Engrs., 1965-6, 1167.
5. SCHÄFER, G. Food and Beverage Can Manufacture by Soudronic Welding Technology, second International Tinplate Conference, I.T.R.I 1980.