

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la

Producción

"Rediseño de una Línea de Producción de Envases Metálicos de
Tres Piezas para Atún"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Adolfo Alexander Cedeño Betancourt

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A mis padres Adolfo y Clotilde que supieron guiarme y hacer posible mi educación.

A mi tío el Ing. Lizandro Arteaga y al Ing. Marcelo Valencia que de una u otra manera colaboraron con la realización de este TFG y en especial al Ing. Ernesto Martínez, Director del TFG, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI
PADRE.

A MI MADRE.

A MI FAMILIA.

A MI NOVIA.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DEL TFG



Ing. Federico Camacho B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Adolfo Cedeño Betancourt

RESUMEN

En el Ecuador, el consumo de alimentos enlatados en especial el atún ha tenido una gran acogida debido a la facilidad preparación en las comidas, la calidad y frescura del producto envasado y el largo periodo de no caducidad del mismo. A su vez la exportación de productos enlatados de atún y productos del mar también ha tenido un incremento. La suma de todos estos factores ha generado un aumento en la demanda de envases sanitarios para conservas y enlatados. Debido a esto Envases del Ecuador, una empresa dedicada a la fabricación de este tipo de envases ha decidido incrementar su capacidad de producción para cubrir las expectativas de la demanda actual.

La actual línea de producción de envases de tres piezas para atún 211X106 está funcionando a su plena capacidad sin lograr satisfacer la demanda del mercado. Por lo que, la alta gerencia decidió realizar un estudio de la línea de envases de tres piezas para atún y de las diferentes alternativas de solución propuestas seleccionar aquella que mejor satisfaga a los intereses de la empresa considerando limitaciones y requerimientos.

En el presente proyecto de graduación se analizó la capacidad y eficiencia de línea de producción de envases para atún de tres piezas y luego de este análisis, se seleccionó la propuesta más viable haciendo uso de una matriz de decisión, con esta información se llegó a la conclusión de realizar la modificación a ciertos equipos y comprar nuevos equipos para los que no podían ser mejorados. Para la realización del proyecto se elaboró un cronograma de actividades en los cuales se detallan los tiempos de ejecución de cada trabajo incluyendo los tiempos de importación de los equipos nuevos.

Con esta solución fue posible realizar un incremento en la producción, y a su vez se obtuvo beneficios en cuanto ahorro de materia prima y rentabilidad en la inversión. Logrando un cumplimiento de la demanda y clientes satisfechos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	ii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ABREVIATURAS	xii
SIMBOLOGÍA	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE PLANOS	xix
INTRODUCCIÓN	1
1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES SANITARIOS, PARA ATÚN DE TRES PIEZAS.....	3
1.1 Materia prima para elaboración de envases para atún.....	3
1.2 Tipos de envases de tres piezas para atún y normas aplicables.....	13
1.3 Descripción de proceso de fabricación de envases de tres piezas para atún.....	16
1.4 Definición de problema, antecedentes.....	30
1.5 Justificación del proyecto.....	31
2. REDISEÑO DE LA LINEA DE ENVASES DE TRES PIEZAS.....	33

2.1	Análisis de la línea de producción de envases de tres piezas.....	33
2.2	Determinación de equipos críticos.....	40
2.3	Desarrollo de nuevo proceso para elaboración de envases de atún de tres piezas.....	42
2.4	Rediseño de la línea de producción.....	43
2.5	Requerimiento de equipos nuevos.	43
2.5.1	Selección de Formador de cuerpos (bodymaker)	43
2.5.2	Selección de separador de cuerpos.	47
2.5.3	Selección de cerradora.....	49
2.5.4	Selección de probador de envases.....	50
2.6	Modificación de equipos existentes.	52
2.6.1	Modificación de equipos adyacentes.	52
2.6.2	Modificación de los transportadores acumuladores.....	53
2.6.3	Aumento de capacidad en paletizadora.....	53
2.7	Cambio de tecnología.....	55
2.7.1	Cambio de pestañadora por impacto a pestañadora de rulinas.....	55
2.7.2	Layout de nueva distribución de la línea.....	56
3.	PROGRAMA DE IMPLEMENTACION DE NUEVA LINEA DE ENVASES DE TRES PIEZAS.....	57

3.1	Plan de actividades.....	57
3.2	Cronograma de actividades	58
4.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	59
4.1	Costos de implementación.....	59
4.2	Análisis económico.	62
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1	Conclusiones	68
5.2	Recomendaciones	70

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ETP	Electrolytic Tinplate (Lamina Protegida con Estaño)
SR	Reducción Simple
DR	Doblemente Reducida al Frío
CA	Recocido Continuo
BA	Recocido por Lotes
TFS	Tin Free Steel (Lamina Cromada Libre De Estaño)
ASTM	American Society for Testing Materials (Sociedad Americana de Ensayos en Materiales)

SIMBOLOGÍA

Fe	Hierro
Sn ₂	Estaño molecular
<i>g</i>	Gramos
<i>m</i>	Masa
<i>V</i>	Volumen
<i>m</i> ²	Metros cuadrados
<i>mm</i> ³	Milímetros cúbicos
Kg	Kilogramos
mm	Milímetros
HR 30T	Dureza Rockwell 30T
TM	Tonelada Métrica
Cu	Cobre
Ni	Níquel
Mo	Molibdeno
m/s	Metros por Segundos
cpm	Envases por Minuto
rpm	Revoluciones por Minuto
Hp	Caballos de Potencia

Lb	Libras
P_r	Producción real
E	Eficiencia de la línea de producción
P_t	Producción teórica
A_{cuerpo}	Área de Lámina para Cuerpos del Envase
A_{tapa}	Área de Lámina para Tapas
ρ_{acero}	Densidad del acero
A	Área
e	Espesor de la lámina
in^2	Pulgadas cuadradas
$\$$	Dólares
Y	Ingresos
G	Gastos
B/C	Relación costo-beneficio
h_t	Horas trabajadas
d_t	Días trabajados
P	número de trabajadores

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1. Esquema de Composicion de lamina de acero ETP (1).....	8
FIGURA 1.2. Diagrama morfologico del proceso de fabricacion de envases de tres piezas (6).	17
FIGURA 1.3. Cizalla cepak duplex (6).	19
FIGURA 1.4. Cortes para formar cuerpos.....	19
FIGURA 1.5. Formadora de cuerpo castor vaak 50.....	21
FIGURA 1.6. Grafico de traslape para electro soldado (8).	21
FIGURA 1.7. Aplicación de barniz en polvo.....	22
FIGURA 1.8. Aplicación de barniz liquido.	23
FIGURA 1.9. Horno de secado de barnices (7).	24
FIGURA 1.10. Pestañado del envase de tres piezas.....	25
FIGURA 1.11. Operación de cerrado de envases (8).	27
FIGURA 1.12. Dimensiones del doble cierre para envases (8).	28
FIGURA 1.13. Cerradora canco 400.....	29
FIGURA 1.14. Paises consumidores de enlatados ecuatorianos (9).	31
FIGURA 2.1. Porcentajes de generación de desecho por máquina (6).	37
FIGURA 2.2. Utilización de maquinas de la linea de tres piezas 211X106 al mes (6).....	39

FIGURA 2.3. Formadora de cuerpo soucan 640 (7).	44
FIGURA 2.4. Formado de cuerpo doble sin separar.	47
FIGURA 2.5. Separador de cuerpos shin-i (10).	48
FIGURA 2.6. Cerradora angelus 60l.	50
FIGURA 2.7. Probador de envases borden.	51
FIGURA 2.8. Pestañadora por rulinas Germann frei sfv 600.	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composicion quimica del Acero base (1).....	5
Tabla 2. Recubrimiento de estaño superficies iguales (2)	7
Tabla 3. Recubrimiento de estaño superficies diferentes (2)	7
Tabla 4. Tipos de temple para laminas de acero dr (1).....	9
Tabla 5. Tipos de temple para laminas de acero sr (1).....	10
Tabla 6. CLases de Barnices y aplicaciones (4)	12
Tabla 7. Tipos de envases fabricados (5)	14
Tabla 8. Caracteristicas de Materia prima (6).	16
Tabla 9. Especificaciones Técnicas de Formadora de cuerpo (6).	20
Tabla 10. Especificaciones Técnicas pestañadora (6).....	25
Tabla 11. Especificaciones Técnicas de la cerradora (6).....	28
Tabla 12. Capacidad instalada en la linea castor (6).	34
Tabla 13. Produccion de envases de tres piezas del 2014 (6).	34
Tabla 14. Eficiencia mensual de la linea (6).	35
Tabla15. Desechos mensuales de linea castor (6).	36
Tabla16. Total de paralizaciones mensuales por falla de máquinas (6)	38
Tabla 17. Eficiencia de operación por maquina (6).....	38

Tabla 18. Matriz de decision	42
Tabla 19. Especificaciones tecnicas de nueva cerradora (7).....	44
Tabla 20. Masa de cuerpo y de fondo por envase	46
Tabla 21. Especificaciones tecnicas de separador de cuerpos (10).	48
.Tabla 22. Especificaciones tecnicas de nueva cerradora	49
Tabla 23. Especificaciones tecnicas de probador de envases (11).	52
Tabla 24. Especificaciones tecnicas de pestañadora (12).	55
Tabla 25. Plan de actividades.....	58
Tabla 26. Costos por mano de obra (6).	60
Tabla 27. Costos de materiales y suministros.....	61
Tabla 28. Costo total del proyecto.	62
Tabla 29. Capacidad instalada en la linea rediseñada soucan.	64
Tabla 30. Ganancias por envases producido.....	65
Tabla 31. Producción envases/ hora-hombre (6).....	66
Tabla32. Margen de ganancias por envases producidos (6).	67

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	Envase liso tres piezas.
PLANO 2	Ubicación de línea castor envase tres piezas \varnothing 211x106.
PLANO 3	Implantación de línea castor envase tres piezas \varnothing 211x106.
PLANO 4	Paletizadora.
PLANO 5	Paletizadora modificada.
PLANO 6	Paletizadora modificada vista superior.
PLANO 7	Implantación de línea soucan envase tres piezas \varnothing 211x106.
PLANO 8	Ubicación de línea soucan envase tres piezas \varnothing 211x106.

INTRODUCCIÓN

En el país actualmente esta experimentando cambios en la matriz productiva dándole prioridad a otras fuentes de divisas como lo son los productos del mar, esto ha generado la apertura de mercados y una creciente demanda de productos enlatados como el atun, demanda sustentada no solo por el mercado interno sino también por la productos enlatados para el exterior. Por lo que el desarrollo del trabajo final de graduación se enfoca en el rediseño de una línea de producción de envases de tres piezas para atún para aumentar su producción.

En el capítulo 1, se describe el proceso de fabricación de envases de tres piezas, la materia prima que se utiliza para su fabricación, enfatizando en sus propiedades y características. Se describe el origen del problema por el cual se plantea este proyecto y la justificación para su emprendimiento.

El Capítulo 2 hace referencia al rediseño de la línea de envases de tres piezas, en el cual se analiza la línea de producción para determinar las causas que generan no poder aumentar la cantidad de envases producidos.

Se realiza el desarrollo del nuevo proceso seleccionando los equipos nuevos, los cambios de tecnologías y las modificaciones a los equipos

existentes. Al final se presenta un lay out de la planta mostrando las modificaciones realizadas.

En el Capítulo 3, se detalla el plan de actividades mostrando el tiempo que se tomara el proyecto desde el momento de su elaboración. Se presenta también un cronograma de actividades para seguir con mayor detalle el avance del proyecto y los cumplimientos de los tiempos de ejecución.

En el Capítulo 4, se elabora el detalle de los costos de implementación del proyecto, se muestran el calculo de costos de mano de obra y materiales asi como también el análisis económico del costo beneficio para demostrar su rentabilidad

Finalmente en el Capítulo 5, se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto elaborado.

CAPÍTULO 1.

1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES SANITARIOS, PARA ATÚN DE TRES PIEZAS.

1.1 Materia prima para elaboración de envases para atún.

Debido a la importancia que tienen los materiales dentro del proceso de diseño se describirá el tipo de lámina de acero que es utilizada en la industria de envases metálicos y sus propiedades según el tipo de aplicación. Para la fabricación de envases sanitarios, para atún de tres piezas se utiliza:

Lámina de acero ETP

Utilizada por la industria de conservas desde hace más de un siglo, son láminas de acero de bajo contenido de carbono recubierto de estaño, esta es conocida comúnmente como hojalata. A continuación se detalla la composición la lámina de acero y la función de cada parte que la compone (Ver figura 1.1).

- **Acero base:** proporciona rigidez al material, debido a su espesor y resistencia mecánica. Su composición química le da propiedades especiales de resistencia a la corrosión. De acuerdo a su composición química los tipos de acero base utilizados para la fabricación de hojalata son:

Acero tipo D- es un acero desoxidado con aluminio, utilizado en procesos en los que se pueden producir arrugas como en la fabricación de envases de dos piezas y cuellos de aerosol.

Acero tipo L- es un acero con baja presencia de elementos residuales, como: Cu, Ni, Mo. Es utilizado para mejorar el problema de la corrosión interna de envases en ciertos productos alimenticios.

Acero tipo MR- en un acero que contiene bajos elementos residuales y posee buena resistencia a la corrosión. Es el más utilizado para la producción de envases en general.

A continuación se presentan las composiciones en porcentaje de los elementos de cada acero base de acuerdo a la norma ASTM A623 del 209 (1).

TABLA 1. COMPOSICION QUIMICA DEL ACERO BASE (1)

Elemento	Tipo		
	D 1% max	L 1% max	MR 1% max
Carbono	0.12	0.13	0.13
Manganeso	0.60	0.60	0.60
Fósforo	0.02	0.015	0.02
Azufre	0.03	0.03	0.03
Silicio	0.02	0.02	0.02
Cobre	0.20	0.06	0.20
Níquel	0.15	0.04	0.15
Cromo	0.10	0.06	0.10
Molibdeno	0.05	0.05	0.05
Aluminio	0.2	0.10	0.2
Otros, cada uno	0.02	0.02	0.02

- **Aleación hierro-estaño:** esta aleación sirve para evitar la corrosión y esta constituida por el compuesto intermetálico $Fe - Sn_2$. Para que su efecto sea mas seguro es , es de suma

importancia que su aplicación sea continua sobre la superficie de la lamina de acero **(1)**.

- **Estaño metálico:** el estaño es la barrera mas fuerte contra la corrosión que posee la lamina de acero, este es depositado por electrodeposición y posee varias cualidades que lo hacen el elemento de mayor importancia para la protección de laminas de acero para envases sanitarios; en la formación de envases de tres piezas ayuda a la soldabilidad característica que no ocurre con las laminas de acero TFS. Otra característica es que provee una excelente base para litografiar y aplicar lacas a su vez actúa como elemento de sacrificio en la presencia de elementos desestañadores.

Tipo de recubrimiento de estaño

Para el recubrimiento de estaño existen dos maneras de aplicación, la primera es el estañado igual en ambas caras de la lamina y la segunda el estañado diferencial entre caras. A continuación se muestra en las tablas 2 y 3 los recubrimientos estandares usados para la fabricación de laminas ETP.

TABLA 2. RECUBRIMIENTO DE ESTAÑO SUPERFICIES IGUALES (2)

Código	Recubrimiento nominal	Total	Promedio mínimo
	Por lado g/m^2	Ambos lados g/m^2	Ambos lados g/m^2
E 2,8/2,8	2,8	5,6	4,9
E 5,6/5,6	5,6	11,2	10,5
E 8,4/8,4	8,4	16,8	15,7
E 11,2/11,2	11,2	22,4	20,2

TABLA 3. RECUBRIMIENTO DE ESTAÑO SUPERFICIES DIFERENTES (2)

Código	Recubrimiento nominal		Promedio mínimo	
	Superficie de mayor recubrimiento g/m^2	Superficie de menor recubrimiento g/m^2	Superficie de mayor recubrimiento g/m^2	Superficie de menor recubrimiento g/m^2
D 5,6/2,8	5,6	2,8	4,75	2,25
D 8,4/2,8	8,4	2,8	7,85	2,25
D 8,4/5,6	8,4	5,6	7,85	4,7
D 11,2/2,8	11,2	2,8	10,1	2,25
D 11,2/5,7	11,2	5,6	10,1	4,75

- **Película de pasivación:** en este proceso se genera una capa delgada del producto de la corrosión (óxidos de cromo), la cual sirve como barrera protectora que cambia el estado del metal de activo a pasivo dificultando la evolución del proceso de reactivo de

la corrosión. Acondiciona, también, la adherencia de los barnices, tintas, lacas, etcétera **(3)**.

- **Película de aceite:** protege la lámina de la humedad del ambiente y facilita su manejo. Es aplicada por un aceitador electrostático en ambas caras de la hoja **(1)**.

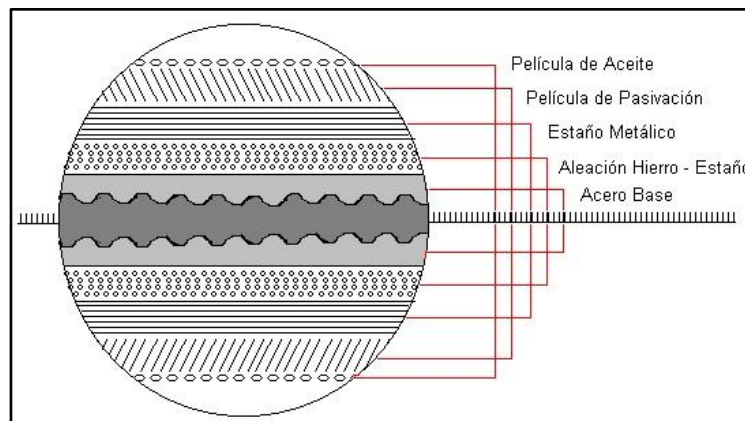


FIGURA 1. 1. ESQUEMA DE COMPOSICION DE LAMINA DE ACERO ETP (1).

Espesor y Temple de Lamina ETP

Los espesores de las laminas ETP actualmente se rigen bajo dos tipos de estándares; los de rango de 0,12 mm a 0,50 mm que provienen de un proceso de reducción simple SR y los de rango de 0,12mm a 0,19 mm que son las laminas de acero doblemente reducidas DR. El

espesor de las laminas en el sistema internacional viene dado en mm y en el sistema ingles en libras por caja base (1).

Para determinar la dureza de las laminas de acero se utiliza el test Rockwell 30T. A continuación se muestra en la tablas 4 y 5 los diferentes grados de temple para laminas de acero simplemente reducidas y doblemente reducidas indicando sus principales usos en la industria conservera y metalmecánica.

TABLA 4. TIPOS DE TEMPLE PARA LAMINAS DE ACERO DR (1)

Doblemente reducida		
Designación	Dureza Rockwell 30 T deseada	Aplicación
DR 8	69-75	Cuerpos y fondos de envases de diámetros pequeños que requieran alta resistencia.
DR 9	73-79	Cuerpos y fondos de envases de diámetros grandes que requieran alta resistencia.
DR 9 M	74-80	Cuerpos y fondos de envases de diámetros grandes que requieran alta resistencia.

TABLA 5. TIPOS DE TEMPLE PARA LAMINAS DE ACERO SR (1)

Simplemente reducida		
Designación	Dureza Rockwell 30 T deseada	Aplicación
T1-BA	45-53	Cuellos, boquillas, espitas, juguetes, fondos de envases de cinco galones para aceite y otros usos que impliquen embutidos profundos.
T2-BA	49-57	Envases cuadrados pequeños, para pescado (ovales) y carnes saladas; anillos y otros usos con embutidos moderados.
T2 2.5 -BA	52-58	Coronas, tapones de envases para pintura y otras aplicaciones en las cuales se requieran embutidos y durezas moderadas.
T3 -BA,CA	53-61	Cuerpos de envases para aceite de cinco galones, envases grandes y otras aplicaciones que requieran un apropiado grado de dureza.
T4-CA	57-65	Cuerpos y fondos de envases en los cuales se requiera una resistencia relativamente alta y tapas corona.
T5-CA	61-69	Cuerpos y fondos de envases que requieran combinación de dureza alta, resistencia y buena disposición para dejarse formar.
T6-CA	66-74	Cuerpos, fondos y tapas de envases con alta rigidez.

Acabado superficial

Las laminas ETP pueden tener diferentes acabados según su aplicación:

- Espejo.- es un acabado usual y se utiliza en la fabricación de envases en general por ejemplo para latas de pinturas.
- Mate.- es un acabado opaco sin brillo usado en la fabricación de tapas coronas.
- Plata.- tiene un acabado producido por un tratamiento especial al metal base obtenido con estaño fundido. Su aplicación es de uso general.
- Brillante.- su acabado es la de estaño fundido sobre el metal base con una tonalidad un poco opaca. Su aplicación es de uso general en la industria, por ejemplo para pinturas, polvos, etc.
- Piedra (stone).- tiene un acabado similar al brillante pero se observa en su superficie infinitos gránulos, generando mejor adherencia a los barnices y tintas (4).

Barnices sanitarios

Estos tipos de recubrimientos se utilizan para preservar en mejores condiciones los alimentos dentro de los envases sanitarios, evitando

asi la contaminación por transferencia de sabores metálicos a los alimentos. Otra ventaja que ofrece la aplicación de barnices es la resistencia a la corrosión que se adiciona al envase, esto permite disminuir espesores en la capa de estaño de la lamina de acero.

Los barnices están hechos a base de resinas naturales teniendo como primera clasificación: óleo resinosos y sintéticos. Los barnices óleo resinosos son producidos a base de de resinas de caucho natural y aceites secos, los sintéticos como su palabra mismo lo dice son barnices sintetizados en laboratorio teniendo como base resinas naturales. A continuación en la tabla 6 se muestran los diferentes tipos de barnices sanitarios y sus aplicaciones generales (4).

TABLA 6. CLASES DE BARNICES Y APLICACIONES (4)

Clase de Barniz	Uso típico
Oleoresinoso	Maíz
Phenólicos	Pescado – Hígados
Vinílico	Cerdo – Frijoles
Epóxido	Usos variados
Politubeno	Legumbres – Frutas
Acrílico	Usos variados
Alkídicos	Barniz final

1.2 Tipos de envases de tres piezas para atún y normas aplicables.

Las normas en que se basa la empresa para la fabricación de envases metálicos son la norma Iso-90 y la Iso-1361 que tratan de la elaboración de recipientes metálicos sanitarios para almacenamiento de alimentos.

A continuación se muestra la tabla 7 con los tipos de envases de tres piezas para atún, tomando en consideración que la línea a modificar es la del envase 211x106.

TABLA 7. TIPOS DE ENVASES FABRICADOS (5)

Estándar Americano	Dimensiones (mm)	Peso aprox. (g)	Capacidad (onzas fluidas)
202 x 308	52 x 89	170	6
202 x 403	52 x 106	200	7
211 x 106	65 x 35	80	3
211 x 201	65 x 52	145	5
300/214 x 407	73 x 113	425	15
307 x 108	83 x 38	160	6
307 x 109	83 x 39	165	6
401/315 x 202	99 x 54	354	12
401/315 x 208	99 x 63	400	14
401/315 x 407	99 x 113	750	27
401/315 x 411	99 x 119	800	28
603 x 209	153 x 65	1000	35
603 x 210	153 x 67	1000	35
603 x 402	153 x 105	1600	56
603 x 404	153 x 108	1700	60
603 x 408	153 x 114	1800	63
603 x 600	153 x 152	2400	85
603 x 700	153 x 178	2600	92

Envase 211X106

Para el envase 211X106 las medidas nominales que representa son el diámetro y la altura las cuales se rigen de acuerdo al estándar americano el cual viene dado en pulgadas. Para cambiar esta nomenclatura al sistema métrico se realiza el siguiente cálculo: $2'' + 11/16'' = 68.072$ mm (diámetro nominal) y $1'' + 6/16'' = 34.925$ mm (altura nominal), dando como resultado una medida equivalente internacional de 65X35 mm. (Ver plano 1).

Para la línea de producción de envases de atún de tres piezas actualmente se usa laminas ETP con un acero base del tipo MR. El espesor utilizado en esta operación es de 0.20 mm para el fondo y 0.17 mm para el cuerpo del envase. La dureza de la lámina utilizada para el cuerpo del envase va desde 69 a 75 Rockwell 30T y la del fondo del envase va desde 57 a 65 Rockwell 30T. A continuación se presenta en la tabla 8 las características generales de las láminas utilizadas para el proceso.

TABLA 8. CARACTERISTICAS DE MATERIA PRIMA (6).

Lámina de acero	ETP (ELCTROLLYTIC TIN PLATE)
Dureza	57 HR 30T (CUERPO) / 69 HR 30T (FONDO)
Espesores	0,17 mm (CUERPO) / 0,20mm (FONDO)
Estañado	2.8/2.8 (g/m^2)
Medida de lamina	822 X 831 mm (CUERPO) / 896 X 864 mm (FONDO)
Peso de lamina	0,0057 Kg (CUERPO) / 0,01215 Kg (FONDO)
Envases por lamina	160 (CUERPO) / 100 (FONDO)
Envases por TM	56.022

1.3 Descripción de proceso de fabricación de envases de tres piezas para atún.

La descripción que se realiza a continuación está dirigida a la línea de fabricación de envase de tres piezas para atún 211x106 que será objeto de nuestro estudio (ver plano 2 y 3).

A continuación se presenta un diagrama morfológico de la línea de fabricación de envase de tres piezas. En la figura 1.2 se detallan los principales procesos y los pre-productos en cada operación.

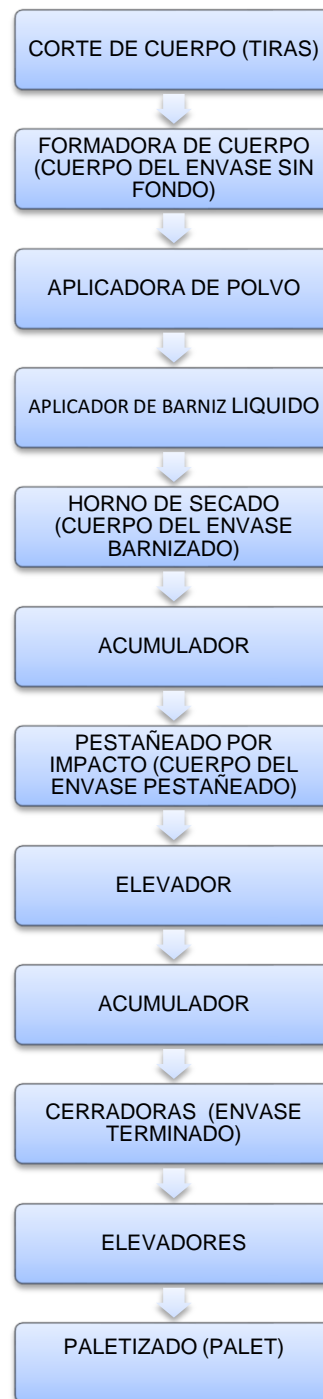


FIGURA 1.2. DIAGRAMA MORFOLOGICO DEL PROCESO DE FABRICACION DE ENVASES DE TRES PIEZAS (6).

A continuación se describirá brevemente cada etapa del proceso actual de fabricación de envases para atún de tres piezas.

Corte de cuerpo

En esta operación una cizalla Cepak dúplex slitter es alimentada con las láminas rectangulares que vienen ya prebarnizadas para realizarles un doble corte. Las láminas son cortadas en tiras y luego se realiza un segundo corte transversal llamado corte de cuerpo en el cual las dimensiones finales son para la formación del cuerpo de uno a dos envases según la formadora de cuerpos utilizada (ver fig 1.4). Las cuchillas de corte están hechas de carburo de tungsteno y están montadas sobre discos de diamante para soportar la presión de corte. Esta máquina corta laminas para formar cuerpos de medidas que van desde 52 a 109 mm de diámetro.

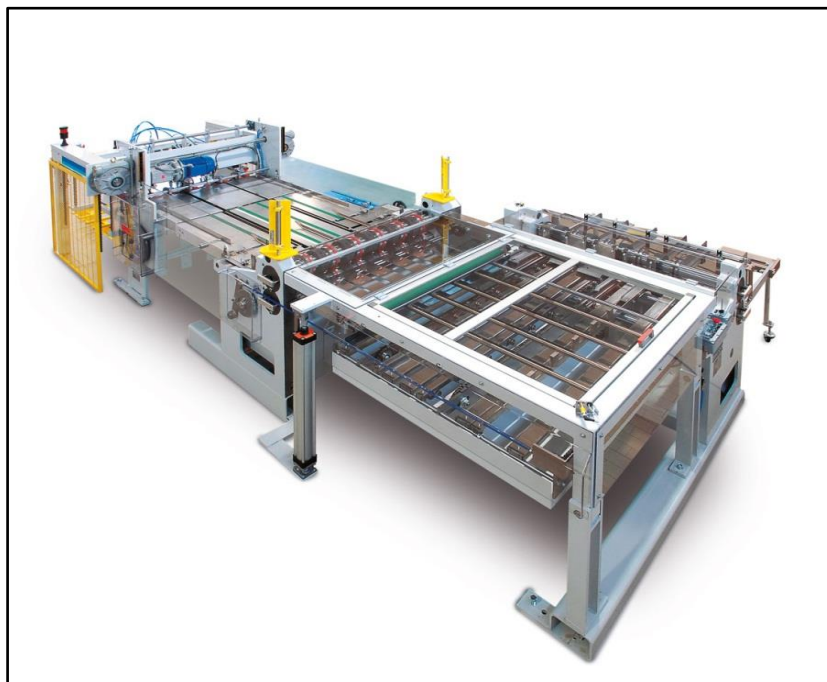


FIGURA 1.3. CIZALLA CEPAK DUPLEX (7).



FIGURA 1.4. CORTES PARA FORMAR CUERPOS

Formadora de cuerpo

En este paso se abastece el alimentador de la maquina con un paquete de cortes de las láminas con las medidas para formar el cuerpo, se rolan produciendo un traslape y se realiza el electro soldado sin ningún aporte externo. Se consigue una línea continua de soldadura por medio de una sucesión de puntos que se producen a lo largo del cuerpo del envase, los cuales son sometidos a la presión de dos electrodos circulares por los que pasa un alambre de cobre energizado.

La energía del electro soldado se produce por la resistencia que opone el material al paso de esta corriente en dicho punto. La máquina que opera en esta operación es la Castor Soudronic VAAK 50 cuyas especificaciones están descritas en la tabla 9.

TABLA 9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FORMADORA DE CUERPO (6).

Body maker castor vaak 50	
Velocidad de producción máx.	175 cpm
Diámetro del envase	52-108 mm
Altura del envase	65-280 mm
Espesores de hojalata	0.17 - 0.25 mm
Diámetro del Alambre de cobre	1.38 mm
Velocidad de soldadura máx.	35 m/s



FIGURA 1.5. FORMADORA DE CUERPO CASTOR VAAK 50

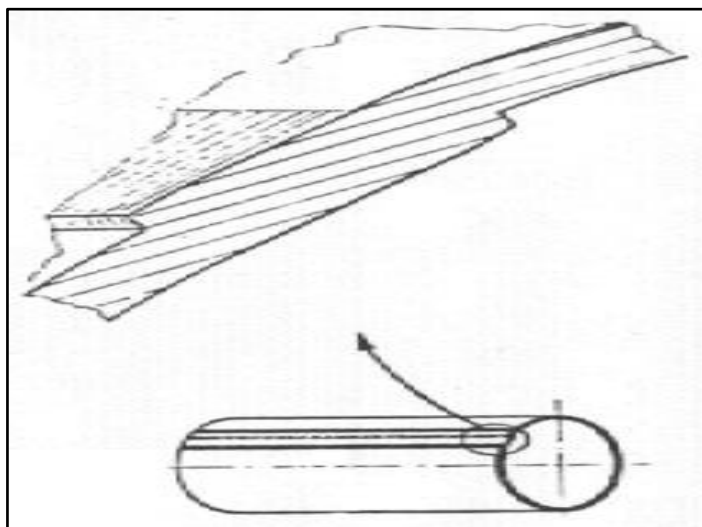


FIGURA 1.6. GRAFICO DE TRASLAPE PARA ELECTRO SOLDADO (8).

Aplicador de polvo

En esta operación se aplica un polvo barniz sobre la costura interna del envase para evitar oxidación sobre esa área.

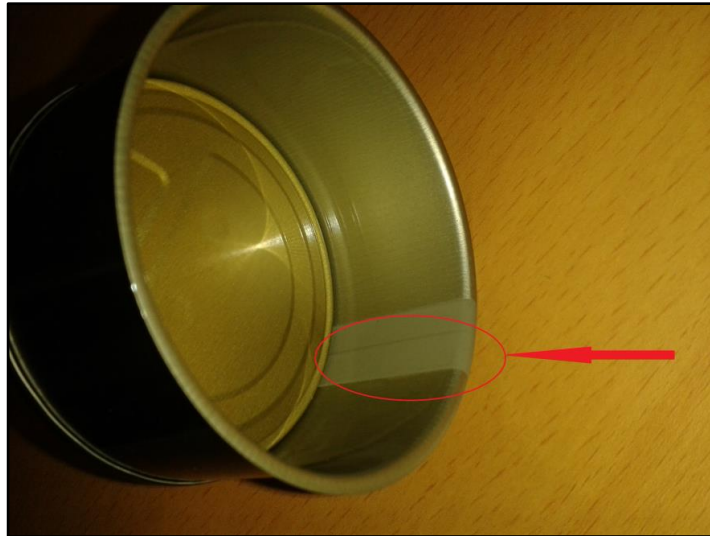


FIGURA 1.7. APLICACIÓN DE BARNIZ EN POLVO.

Aplicador de barniz líquido

En este paso se coloca un barniz líquido transparente sobre la costura de la soldadura por la parte externa del envase.

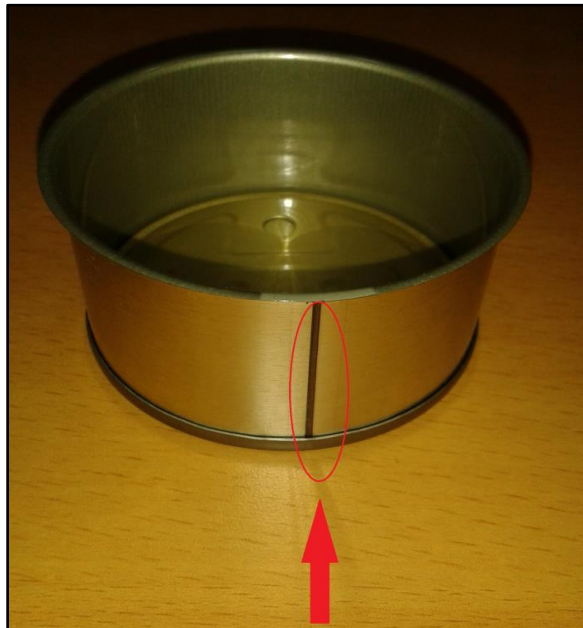


FIGURA 1.8. APLICACIÓN DE BARNIZ LIQUIDO.

Horno de secado

Durante esta operación los envases pasan por un horno longitudinal de secado a gas marca Soudronic Soucure LG en el cual secan los barnices de ambos lados de la costura de la soldadura. Este horno tiene como longitud efectiva 12 metros y como longitud total 14.25 metros.

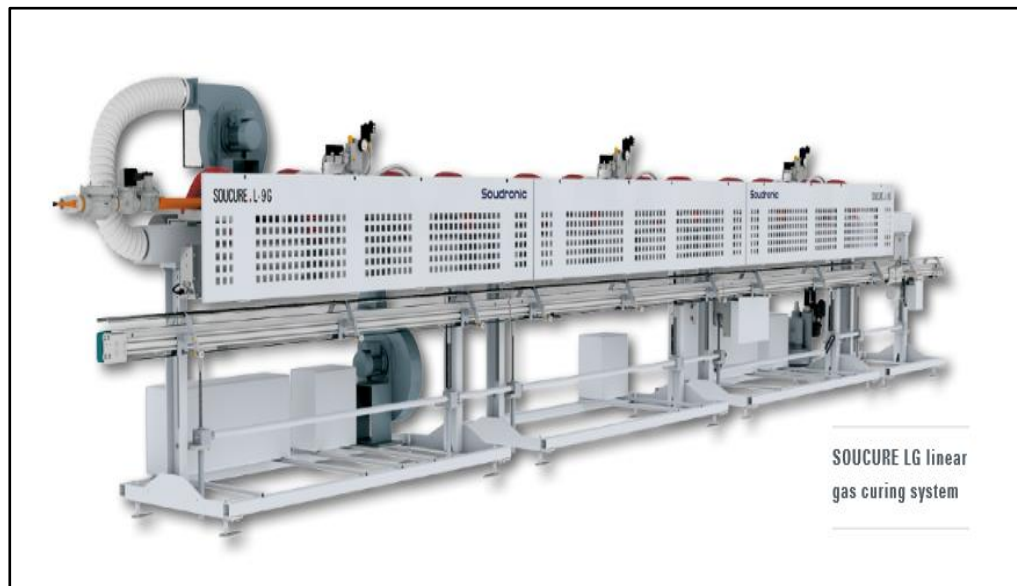


FIGURA 1.9. HORNO DE SECADO DE BARNICES (7).

Pestañado por impacto

En este paso los envases ingresan a un eje donde un conjunto leva-seguidor empuja un plato que se encuentra en los extremos formando la pestaña por ambos lados del envase. A continuación se detallan las características de la maquina en la tabla 10

TABLA 10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PESTAÑADORA (6).

Pestañadora canco 402-56	
Velocidad	100-175 cpm
Diámetro de envase	202-404 estándar americano
Altura de envase	102-300 estándar americano
Carrera de pestañado	1-15-32 pulgadas
Masa	1800 Lb.
Altura	62"
Largo	70"
Ancho	43"
Motor	1.5 Hp 1740 rpm

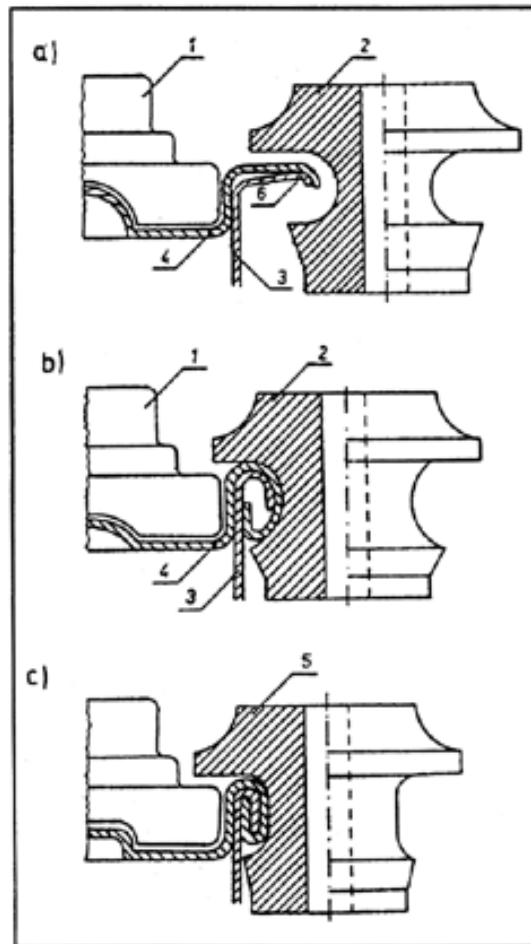
**FIGURA 1.10. PESTAÑO DEL ENVASE DE TRES PIEZAS.**

Cerradora

En esta operación se realiza la colocación de la tapa del envase como fondo del mismo sellándolo mediante un doble cierre generado por rulinas (ver fig. 1.11). En la etapa de cerrado el mandril aloja y sujeta la tapa que servirá de fondo para que las rulinas realicen la operación de cierre. La alimentación de las tapas que servirán como fondo es manual y las tapas vienen de otra línea de producción.

Para la operación de cerrado existen dos tipos de rulinas:

- **Rulina de primera operación-** sirven para empezar el proceso de deformación de la pestaña o borde de la tapa dándole una forma curva que se enrolla sobre la pestaña del cuerpo.
- **Rulina de segunda operación-** sirven para aplastar y terminar el ajuste de sellado entre las dos pestañas.



- (1) Mandril de cierre
- (2) Rulina de primera operación
- (3) Cuerpo del envase
- (4) Tapa
- (5) Rulina de segunda operación

FIGURA 1.11. OPERACIÓN DE CERRADO DE ENVASES (8).

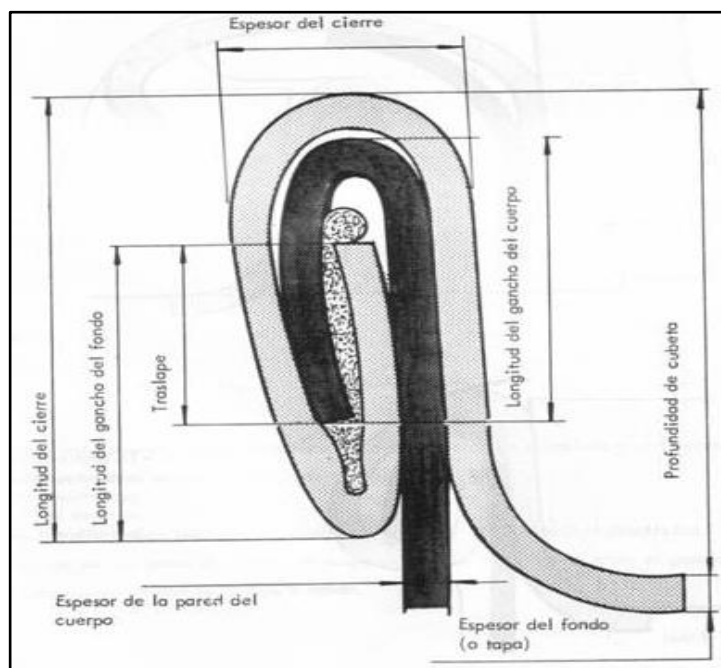


FIGURA 1.12. DIMENSIONES DEL DOBLE CIERRE PARA ENVASES (8).

Las máquinas que operan en esta línea son dos cerradoras Canco 400 cuyas especificaciones se detallan en la tabla 11.

TABLA 11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CERRADORA (6).

CERRADORA CANCO 400	
Velocidad	100 cpm
Diámetro del envase	200-404 estándar americano
Altura del envase	102-300 estándar americano
Masa	5260 Lb.
Altura	80.5"
Largo	69"
Ancho	47"
Motor	5 Hp 1740 rpm

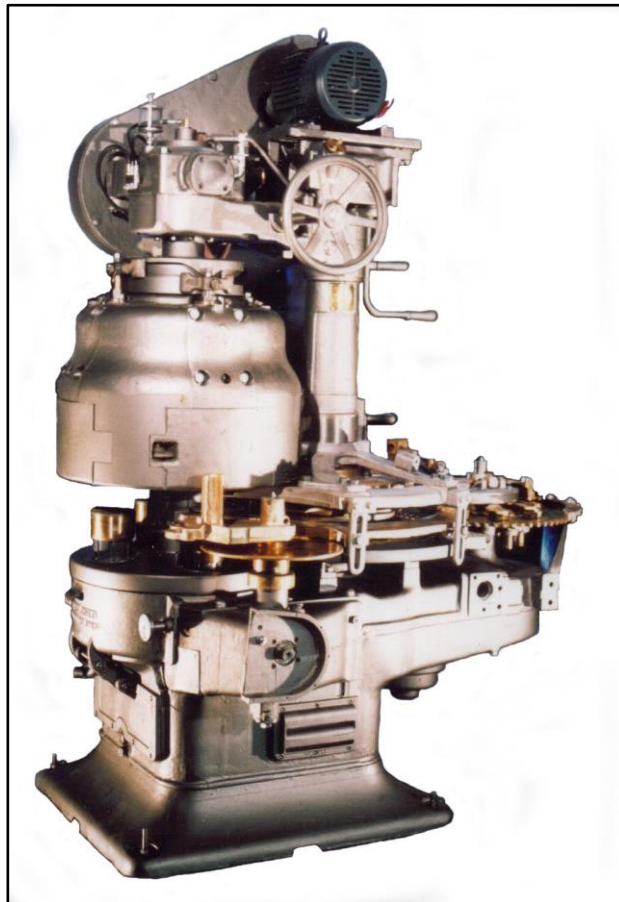


FIGURA 1.13. CERRADORA CANCO 400.

Paletizado

Una vez realizado el cierre de fondo del envase se trasladan los envases por transportadores aéreos hasta el área de Paletizado donde los envases son recibidos en una mesa y arrastrados por una banda para luego ser agrupados por la paletizadora en una disposición de 28 filas de 360 envases por cada una, dando como resultado un embalaje de 10080 unidades por cada palet. Durante este proceso hay un operador que inspecciona de manera visual el

ingreso de los envases para detectar alguna posible anomalía y también para verificar el correcto agrupamiento de los envases en la paletizadora.

Estos palets son transportados hasta una maquina llamada paletizador, el cual forra los palets con láminas de cartón o de plástico para luego ser almacenadas en el área de producto terminado.

1.4 Definicion de problema, antecedentes.

La empresa viene realizando una producción de mensual de envases de tres piezas 211X106 de aproximadamente 4'000.000 unidades, cantidad que no está satisfaciendo las necesidades de los clientes en este caso los envasadores. Adicional se registran problemas en la formación de la pestaña de los envases, lo que está provocando fugas al momento de realizar el cierre del mismo. La falta de implementación de un sistema de prueba del cierre de los envases está provocando rechazos en el producto elaborado por parte de los clientes **(6)**.

1.5 Justificación del proyecto.

Debido al cambio de la matriz productiva en los últimos años y a los esfuerzos de los productores para que el atún ecuatoriano sea uno de los más reconocidos a nivel mundial por su calidad, se pronostica que la producción de atún enlatado se duplique de 200 a 400 toneladas diarias. Según la cámara de procesadores atuneros entre el 10 al 20% del atún es para el consumo local, teniendo como principales consumidores extranjeros según el Ministerio de Comercio Exterior a países como Alemania, Reino Unido, España, Italia, Portugal, Brasil, Argentina y Venezuela.

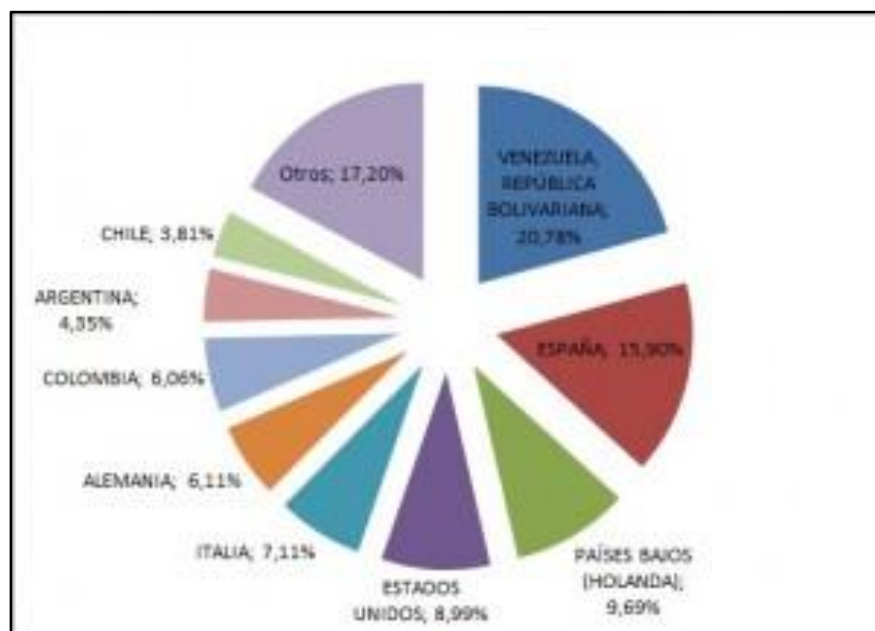


FIGURA 1.14. PAISES CONSUMIDORES DE ENLATADOS ECUATORIANOS (9).

Dado estos aumentos en el consumo nacional e internacional, la demanda de nuestros clientes, en este caso los conserveros han incrementado paulatinamente.

Como la línea de producción está trabajando a plena capacidad y no se está logrando cumplir con la demanda de envases, la alta gerencia ve la necesidad de aprobar el estudio de la línea para mejorar el proceso de producción y así aumentar la cantidad de envases producidos.

CAPÍTULO 2

2. REDISEÑO DE LA LINEA DE ENVASES DE TRES PIEZAS

2.1 Análisis de la línea de producción de envases de tres piezas.

Para determinar el problema primero se procederá a realizar un análisis de la capacidad instalada de producción para la línea de producción Castor de envases de tres piezas 211X106. En la tabla 12 se muestra la producción de envases según la capacidad instalada, tomando en consideración 23 horas trabajo diario con un receso de 30 minutos por turno.

TABLA 12. CAPACIDAD INSTALADA EN LA LINEA CASTOR (6).

Línea	Envases por minuto	Horas Trabajadas	Dias	Total de unidades al mes
Castor 211X106	175	23	24	5'796.000

La Capacidad instalada de la línea Castor es de 5'796.000 envases al mes. A continuación se realizará el análisis de la capacidad de producción real de la línea para lo cual se tomaran datos de los registros de producción entre los meses de Febrero a Septiembre del año 2014, tabla 13.

TABLA 13. PRODUCCION DE ENVASES DE TRES PIEZAS DEL 2014 (6).

Meses	Envases producidos
Febrero	4'537.829
Marzo	4'689.694
Abril	3'953.690
Mayo	4'684.176
Junio	3'967.200
Julio	3'448.147
Agosto	4'751.410
Septiembre	4'511.400

Para realizar el análisis de eficiencia se utilizara la siguiente relación:

$$E = \frac{P_r}{P_t} \times 100 \quad (1)$$

Donde P_r es la producción real de la línea mensualmente y P_t la producción teórica. En siguiente la tabla se observa el calculo de la eficiencia mensual de la línea de producción de envases de tres piezas.

TABLA 14. EFICIENCIA MENSUAL DE LA LINEA (6).

Meses	Envases producidos	Eficiencia %
Febrero	4'537.829	78,29
Marzo	4'689.694	80,91
Abril	3'953.690	68,21
Mayo	4'684.176	80,82
Junio	3'967.200	68,45
Julio	3'448.147	59,49
Agosto	4'751.410	81,98
Septiembre	4'511.400	77,84

Analizando los resultados de la tabla 14 se puede apreciar que la eficiencia de la línea de producción completa es de un 74,50 %.

Como siguiente paso en el análisis de la línea se muestra un detalle de la cantidad de desperdicio tanto en kilogramos de materia prima como en número de envases que se generan actualmente en la producción de envase de tres piezas para atún (ver tabla 15).

TABLA15. DESECHOS MENSUALES DE LINEA CASTOR (6).

Meses	Produccion inicial	Produccion efectiva	Envases desechados	Desperdicio en Kg	Desperdicio %
Feb	5'091.552	4'986.829	104.723	1.869,45	2,06
Mar	4'764.729	4'689.694	75.035	1.339,48	1,57
Abril	4'024.856	3'953.690	71.166	1.270,41	1,77
May	4'776.922	4'684.176	92.746	1.655,65	1,94
Jun	4'036.229	3'967.200	69.029	1.232,26	1,71
Jul	3'518.489	3'448.147	70.342	1.255,70	2,00
Ago	4'821.255	4'751.410	69.845	1.246,83	1,45
Sep	4'605.688	4'511.400	94.288	1.683,17	2,05
Total					1,82

Analizando las máquinas que aportan en la formación de estos desechos, según datos estadísticos de la línea de producción de envases de tres piezas se ha encontrado que la mayoría de defectos son generados en la pestañadora, seguido de las cerradoras y por último se encuentra la formadora de cuerpos (ver figura 2.1).

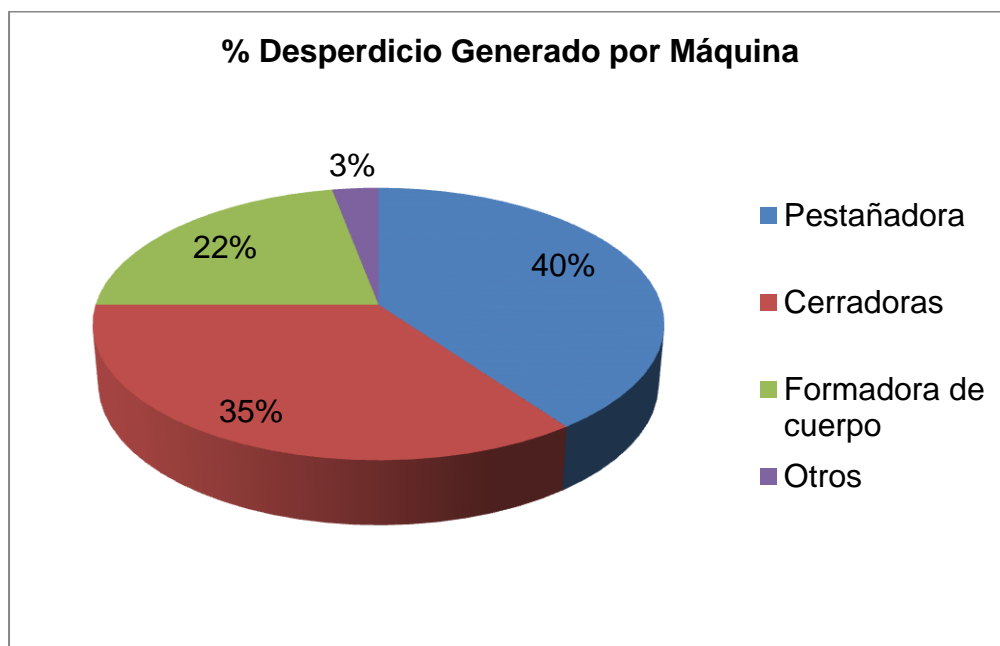


FIGURA 2.1. PORCENTAJES DE GENERACIÓN DE DESECHO POR MÁQUINA (6).

Se puede observar en la figura 2.1 que del total de desechos, la mayor parte es ocasionada por las máquinas más importantes dentro de la línea de producción.

En la tabla 16 a continuación se muestra los tiempos de paralización mensual de las máquinas principales en el proceso de elaboración de envases de tres piezas. Estos tiempos son como consecuencia de fallas en los equipos.

TABLA16. TOTAL DE PARALIZACIONES MENSUALES POR FALLA DE MÁQUINAS (6)

Máquinas	Horas de paralización mensual
Formador de cuerpo	97
Aplicador de barniz en polvo	5,2
Aplicador de barniz líquido	5,2
Pestañadora	78,1
Cerradoras	83

A continuación en la tabla 17 se analiza la producción de envases por minuto de las máquinas más importantes dentro de la línea utilizando la expresión (1) para determinar el porcentaje de utilización de las máquinas dentro de la línea.

TABLA 17. EFICIENCIA DE OPERACIÓN POR MÁQUINA (6).

Equipo	Cantidad	Producción real (cpm)	Producción teórica (cpm)	% de Utilización
Formadora de cuerpo	1	140	175	80
Aplicador de barniz en polvo	1	140	350	40
Aplicador de barniz líquido	1	140	350	40
Pestañadora por impacto	1	140	175	80
Cerradora	2	70	100	70

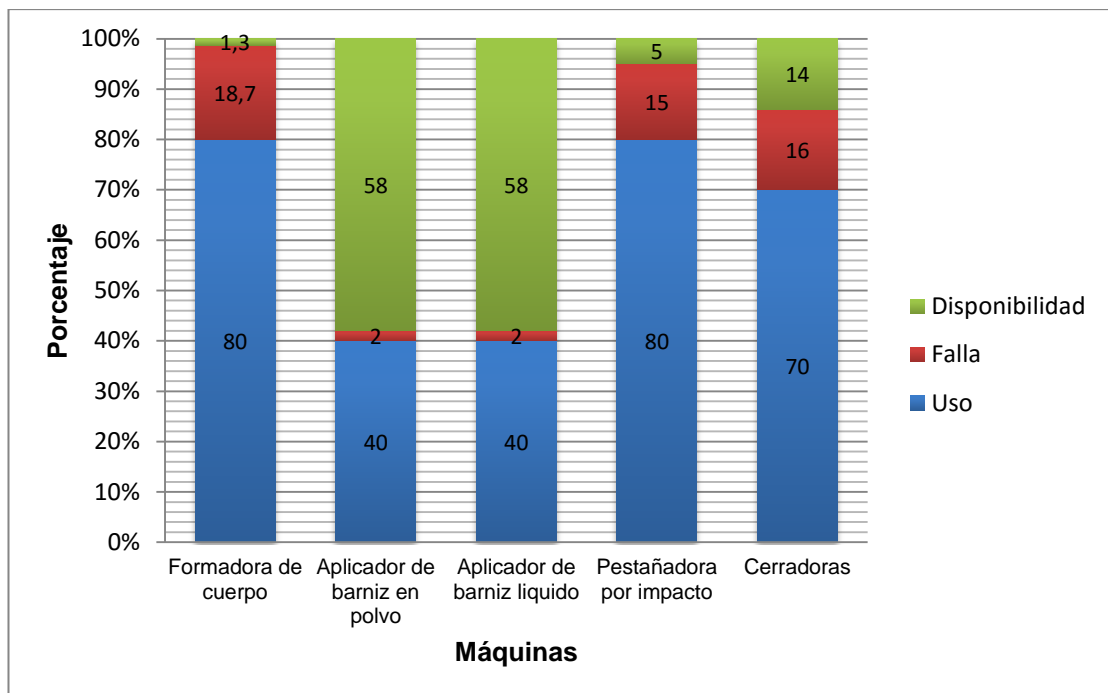


FIGURA 2.2. UTILIZACION DE MAQUINAS DE LA LINEA DE TRES PIEZAS 211X106 AL MES (6).

Análisis de problemas de productividad

Debido a los resultados obtenidos previamente en las tablas 15, 16 y 17 se observan los siguientes problemas que afectan la productividad de la línea:

- Paradas por fallas: este tipo de paradas no programadas ocasionadas por el mal funcionamiento de los equipos acarrear

otro tipo de problemas como pérdida de tiempos en los procesos e inversión constante en mano de obra y repuestos.

- Desecho por no conformidad de envases: en este punto se considera el producto que es desechado durante su elaboración en la línea, este producto es almacenado por máquina y luego pesado para estimar la cantidad de envases de acuerdo al peso por unidad. Este problema de desechos por máquina es como consecuencia de las falencias que ya presentan las máquinas por su tiempo de vida útil.
- Pérdida de tiempo disponible: debido a la velocidad de fabricación que opera la línea existen máquinas que no pueden ser utilizadas al máximo potencial, generando bajos porcentajes de utilización y pérdidas económicas.

2.2 Determinación de equipos críticos.

Dados los resultados del análisis de la línea de producción de envases de tres piezas, se puede observar que hay máquinas que tienen un porcentaje de utilización alto y poseen muy poca

disponibilidad para aumentar la capacidad productiva, evidenciando que están ya en su límite de operación.

Adicionalmente se observa en la tabla 16 los tiempos que las máquinas principales de la línea de producción están no operativas por fallas mecánicas o eléctricas generando pérdida de tiempo y dinero en mantenimiento correctivo y bajas eficiencias de trabajo en las demás operaciones dentro del proceso total de la línea.

Otra restricción que generan estas máquinas es la no utilización de tiempos disponibles en equipos como la barnizadora de polvo y el aplicador de barniz líquido que dependen de la cantidad de producto de entrada para elevar su desempeño.

Estas limitaciones ocasionan una pérdida de oportunidades de venta al no poder cumplir con las expectativas del mercado actual. Por lo tanto y de acuerdo a la información presentada se llega a la conclusión que los equipos mas críticos dentro de la línea de producción de envases de tres piezas son:

- La formadora de cuerpos.
- La pestañadora por impacto.
- Las cerradoras de envases.

2.3 Desarrollo de nuevo proceso para elaboración de envases de atún de tres piezas

Para realizar el desarrollo del nuevo proceso se procederá a utilizar una matriz de decisión para ponderar los beneficios que conllevan las dos soluciones posibles que son:

- Rediseño de la Línea
- Reemplazo de la línea completa

TABLA 18. MATRIZ DE DECISION

	Rediseño de línea	Reemplazo de línea completa
Costo	3	1
Disponibilidad de espacio	3	2
Tiempo de realización	3	1
Reutilización de máquinas	3	1
Suma total	12	5
Viabilidad	3	1

Viabilidad de proyecto: 1 baja, 2 media, 3 alta

De acuerdo a la tabla 18 se puede observar que presenta más beneficios la opción de rediseño de la línea en comparación al reemplazo de todos los equipos, por lo que será seleccionada como solución para el aumento de producción de la línea de envases de tres piezas.

2.4 Rediseño de la línea de producción.

El rediseño de la línea de producción de envases de tres piezas consta por lo tanto de tres variables

- Selección y compra de equipos
- Modificación de equipos existentes.
- Cambio de tecnología.

2.5 Requerimiento de equipos nuevos.

Para el requerimiento de equipos nuevos se seleccionara elementos que puedan mejorar la productividad y su vez quepan dentro de las instalaciones sin realizar demasiadas modificaciones en infraestructura.

2.5.1 Selección de Formador de cuerpos (bodymaker)

Para el formador de cuerpos se seleccionó la máquina Soucan 630 de procedencia Suiza-Alemana, la cual cumple con las especificaciones requeridas en cuanto espacio y cantidad de envases producidos por minuto. Para esta máquina no se necesitó realizar una cimentación nueva. En la tabla 19 se muestran las especificaciones técnicas de la máquina

TABLA 19. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE NUEVA CERRADORA (7).

Body maker soucan 640	
Velocidad de producción máx.	400 cpm
Diámetro del envase	45-200 mm
Altura del envase	50-320 mm
Espesores de hojalata	0.14 - 0.31 mm
Diámetro del Alambre de cobre	1.24/1.38/1.15 mm
Velocidad de soldadura máx.	60 m/s



FIGURA 2.3. FORMADORA DE CUERPO SOUCAN 640 (7).

- **Selección de nuevo espesor de lámina**

Debido a la versatilidad de esta máquina se puede optimizar el proceso reduciendo el espesor de las láminas de acero que se

ha venido utilizando (0,17 mm cuerpo / 0,20 mm tapa) en una centésima de milímetro menos, lo cual no afectaría ya que las características físicas son similares en dureza.

Para tener más claro el beneficio de la reducción de espesores se procede a realizar un cálculo para determinar el número de envases que serán producidos por tonelada métrica utilizando el nuevo espesor de láminas. Para este cálculo se toma en referencia los datos de la tabla 8 en el capítulo 1.

Con dicha información se procede primero a encontrar las áreas de las láminas.

$$A_{cuerpo} = 822 \times 831 [mm] = 683.082 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

$$A_{tapa} = 896 \times 864 [mm] = 774.144 \text{ mm}^2 \quad (3)$$

El siguiente paso es encontrar los volúmenes de las láminas con los nuevos espesores reducidos en una centésima de milímetro (0,16 mm cuerpo / 0,19 mm tapa), para lo cual se utiliza la siguiente expresión.

$$V = A \cdot e \quad (4)$$

Donde V es el volumen, A es el área y e es el espesor de la lámina.

Posteriormente se calculara la masa de cada lámina utilizando la densidad promedio del acero.

$$\rho_{acero} = 7,85 \times 10^{-6} \left[\frac{kg}{mm^3} \right] \quad (5)$$

$$\rho_{acero} = \frac{m}{V} \quad (6)$$

TABLA 20. MASA DE CUERPO Y DE FONDO POR ENVASE

	Espesor de lámina (mm)	Volumen de la lámina (mm³)	Masa de la lámina (Kg)	Unidades por Lamina	Masa por unidad (Kg)
Cuerpo	0,16	109293,120	0,858	160	0,00536
Fondo (tapas)	0,19	147087,360	1,155	100	0,01155
Total					0,01691

$$Envases \text{ por } TM = \frac{1.000 \text{ Kg}}{Masa \text{ del envase}} \quad (7)$$

$$Envases \text{ por } TM = 59.137 \text{ envases}$$

De acuerdo a la tabla 20 la masa total de cada envase es de 0,01691 Kg, por lo tanto la cantidad de envases por tonelada métrica será de 59.137 envases. Comparado con la cantidad

de envases producidos con los espesores de la tabla 8 en el capítulo 1 obtenemos un aumento de 3.115 envases más por tonelada métrica de materia prima.

2.5.2 Selección de separador de cuerpos.

Debido a la capacidad de la formadora de cuerpo se puede obtener dos cuerpos a la vez por cada electro soldado (ver fig 2.4) , por este motivo se va a implementar una nueva máquina de separación de cuerpos.



FIGURA 2.4. FORMADO DE CUERPO DOBLE SIN SEPARAR.

Para esta operación se seleccionó la máquina taiwanesa Shin-I S-B25SV la cual se ajusta a las necesidades y requerimientos del

rediseño de la línea de producción. A continuación se detallan las características en la tabla 21.

TABLA 21. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SEPARADOR DE CUERPOS (10).

Separador de cuerpos shin-i	
Velocidad	600 cpm
Diámetro del envase	50 - 112 mm
Altura del envase	70 - 200 mm
Masa	2450 kg
Altura	2430 mm
Largo	1090 mm
Ancho	1250 mm
Motor	3 Hp

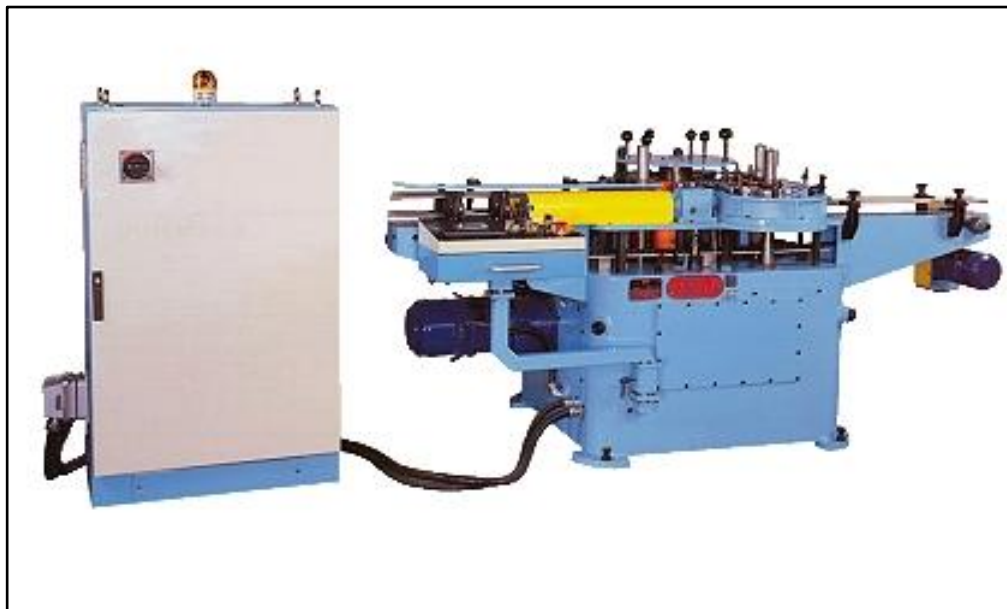


FIGURA 2.5. SEPARADOR DE CUERPOS SHIN-I (10).

2.5.3 Selección de cerradora.

Para esta operación se selecciono la máquina Angelus 60L que trabaja a una velocidad acorde a los requerimientos de la nueva línea. Esta reemplazara en funciones a las antiguas cerradoras Canco 400 las cuales no podían ser reutilizadas debido a sus limitaciones de velocidad de producción. La implementación de esta nueva cerradora optimizara también el espacio físico ya que cumplirá con el trabajo de las dos cerradoras antecesoras.

.Tabla 22. especificaciones tecnicas de nueva cerradora (11)

Cerradora Angelus 60L	
Velocidad	100-400 cpm
Diámetro del envase	200-404 (estándar americano)
Altura del envase	102-300 (estándar americano)
Masa	4000 lbs
Altura	75"
Largo	52"
Ancho	42"
Motor	10 hp 1800 rpm



FIGURA 2.6. CERRADORA ANGELUS 60L.

2.5.4 Selección de probador de envases.

Debido a las mejoras realizadas en la línea de producción de envase de tres piezas y a su vez para garantizar la hermeticidad del envase se implementó la etapa de prueba neumática. Para esta operación se seleccionó el probador de envases marca Borden's de origen norteamericano. Esta prueba consiste colocar los envases dentro de

unos bolsillos que posee la máquina, se los presuriza con aire, y si existiere una caída de presión por alguna fuga en el envase, este es separado y colocado automáticamente en un reservorio de reciclaje. A continuación se detallan las características técnicas en la tabla 23



FIGURA 2.7. PROBADOR DE ENVASES BORDEN.

TABLA 23. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PROBADOR DE ENVASES (12).

Probador de envases Borden	
Velocidad	275-450 cpm
Diámetro del envase	202-404 (estándar americano)
Altura del envase	102-700 (estándar americano)
Masa	9500 lbs
Altura	97"
Largo	47"
Ancho	116"
Motor	3 hp 1700 rpm
Capacidad	48 envases
Presión de prueba	10 <i>lb/in</i> ²

2.6 Modificación de equipos existentes.

2.6.1 Modificación de equipos adyacentes.

En esta operación se realiza la modificación de uno de los elevadores de banda magnética entre la separadora de cuerpos y la pestañadora, maquinas que serán implementadas en el nuevo proceso. Esta modificación consiste en utilizar el lado de retorno de la banda magnética como descensor, optimizando el uso del elevador que se lo estaba utilizando en una sola dirección anteriormente.

Este cambio se lo realizara con la finalidad de minimizar el tiempo de roce de los envases al ser descendidos por rieles de aluminio entre la operación de separado y pestañado.

2.6.2 Modificación de los transportadores acumuladores

Debido al aumento en la capacidad de producción de la línea de envases de tres piezas, la cantidad de envases que permanecen en los acumuladores transportadores que es de 1003 envases a una velocidad de producción de 140 envases por minuto, no se abastecerá por lo que se aumentara en un 48% la cantidad de envases acumulados.

Para esta mejora se incrementará aproximadamente 90 metros más de tramo de acumuladores-transportadores, lo que da como resultado una cantidad de envases de 1485 envases acumulados con una velocidad de la línea de producción de 300 envases por minuto.

El aumento de dichos tramos se puede observar en los dibujos de implantación de la línea en la Plano 8

2.6.3 Aumento de capacidad en paletizadora

El aumento de la capacidad de la paletizadora se debe principalmente al aumento de la cantidad de envases producidos por la implementación de nuevas máquinas. La misma viene funcionando

con una capacidad de 1080 envases a una velocidad de producción de 140 envases por minuto y con problemas en cuanto a la cantidad de envases acumulados, ya que no es la suficiente para realizar un correcto embalaje de los mismos. Esto genera fatiga en el operador, colisión de envases debido a la falta de espacio sobre la banda transportadora en la mesa de trabajo y demoras en el proceso de producción(ver plano 4).

La mejora propuesta consiste en modificar la ubicación de la paletizadora y aumentar la longitud de la mesa que recibe los envases. La capacidad de la mesa será aumentada un 33.3 % lo que producirá un aumento de 360 envases más, dando un total de 1440 envases. Esta cantidad de envases logrará que el operador pueda maniobrar el arreglo de envases de una manera más eficiente generando un ahorro de la mitad de tiempo por palet embalado (ver plano 5 y 6).

2.7 Cambio de tecnología.

2.7.1 Cambio de pestañadora por impacto a pestañadora de rulinas

El proceso de pestañado se ha venido realizando con una tecnología de pestañado por impacto, que de acuerdo a las nuevas especificaciones del material del envase y la velocidad de los procesos de producción ya no es la más idónea para seguir funcionando. En esta operación se seleccionó una pestañadora por rulinas o spin flanger marca Germann Frei SFV 600 de origen alemán la cual realiza un pestañado de una manera menos agresiva, mejorando la calidad del envase y aumentando la velocidad en el proceso. A continuación se detallan las características de la maquina en la tabla 24.

TABLA 24. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PESTAÑADORA (13).

Pestañadora por rulinas Germann Frei SFV 600	
Velocidad	100-400 cpm
Diámetro de envase	45-108 mm
Altura de envase	40-215 mm
Altura	1708 mm
Largo	980 mm
Ancho	790 mm
Motor	4 Hp



FIGURA 2.8. PESTAÑADORA POR RULINAS GERMANN FREI SFV 600.

2.7.2 Layout de nueva distribución de la línea

Una vez seleccionadas todas las máquinas y realizadas las modificaciones correspondientes en cuanto a transportadores, y disposición de equipos se procede a elaborar un layout del rediseño final de la línea de producción de envases de tres piezas el cual se lo puede observar en detalle en los planos 7 y 8.

CAPÍTULO 3

3. PROGRAMA DE IMPLEMENTACION DE NUEVA LINEA DE ENVASES DE TRES PIEZAS.

3.1 Plan de actividades

Para la elaboración de este proyecto se elaboró un plan de actividades según la tabla 25, en el cual se determina un tiempo para la elaboración del proyecto, presentación, aprobación y ejecución del mismo. Se toma en consideración los tiempos estándares de importación de equipos y disponibilidad de recursos. La modificación de la línea de envase de tres piezas 211X106 tiene un tiempo de duración estimada de 260 días a partir de la elaboración del mismo.

TABLA 25. PLAN DE ACTIVIDADES.

Descripción	Días	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15
Elaboracion y presentacion de proyecto	30	■	■								
Aprobacion del Proyecto	20		■	■							
Ejecucion del Proyecto	210			■	■	■	■	■	■	■	■

3.2 Cronograma de actividades

Una vez el proyecto sea aprobado por la gerencia se empezará con el proceso de compras, importaciones, modificaciones de la línea actual e implementación de los nuevos equipos, para lo cual se elaboró un cronograma de actividades, ver Apéndice A, con la finalidad de dar un mejor seguimiento al cumplimiento de cada etapa del proyecto.

CAPÍTULO 4

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Costos de implementación

Los costos que se generaron al realizar el rediseño de la línea de producción de envase de tres piezas 211X106 se pueden dividir de la siguiente manera:

Costo por mano de obra

En este rubro se incluye al personal que estuvo involucrado directamente con el montaje, desmontaje y modificaciones en la línea de producción de envases de tres piezas. Este personal está

compuesto por Mecánicos, Electricistas, Operadores, Supervisores, etc.

Para este proyecto se seleccionó al personal con mayor experiencia dentro de la empresa, teniendo asignados a 6 Mecánicos entre departamento de mantenimiento y taller mecánico, 4 Mecánicos Electricistas, 3 Operadores y dos Supervisores. Los costos de hora/hombre están detallados en la tabla 26.

TABLA 26. COSTOS POR MANO DE OBRA (6).

Descripcion	Cantidad	Costo dólares/hora	Horas trabajadas	Costo total \$
Mecanicos	6	3,5	7.784	27.244
Electricista	4	3,5	1.600	5.600
Operador	3	2,5	400	1.000
Supervisor	2	4,5	1.440	6.480
Total				40.324

Costo de materiales y suministros

Dentro de este rubro se incluye los valores de insumos eléctricos, insumos mecánicos, herramientas, materiales y también el valor de las maquinas que se implementaron en la línea de producción cuyo valor se puede observar en detalle en la tabla 27.

TABLA 27. COSTOS DE MATERIALES Y SUMINISTROS.

Nombre del recurso	Cantidad	Costo total \$
Formadora de cuerpo	1	650.000
Separador de cuerpo	1	40.000
Cerradora	1	80.000
Probador de envases	1	48.000
Modificación de elevador (insumos metálicos, herramientas, etc.)	2	8.000
Construcción de transportadores acumuladores	3	14.000
Modificación de paletizadora (insumos metálicos, banda transportadora, herramientas)	1	1.800
Pestañadora de rulinas	1	76.500
Total		918.300

Costos de dirección técnica y administrativa.

Estos rubros se adjudican a todo el personal del área técnica administrativa que participo en el proyecto durante el desarrollo, evaluación y supervisión del proyecto hasta la finalización del mismo. Este valor se entrega al personal como una bonificación y es aprobado por la presidencia. Para el caso de este proyecto y dados los costos del proyecto se aprobó un valor del 2% del costo total del proyecto cuyo valor se detalla en la tabla 28.

TABLA 28. COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

Descripcion	Costo \$
Costo de mano de obra	40324
Costo de materiales y suministros	918300
Subtotal	958624
Costos de dirección técnica	19172,48
Costo total Proyecto	977.796,48

De acuerdo a la tabla 28 podemos ver que la suma total del costo de inversión para el rediseño de la línea de producción de envase de tres piezas 211X106 asciende a 977.796,48 dólares.

4.2 Análisis económico.

Para el análisis de viabilidad del proyecto de rediseño de la línea de producción de envases de tres piezas para atún 211X106 se aplicara la razón beneficio/costo o índice de rentabilidad actualizada, que consiste en la relación entre los ingresos (**Y**) que generaran el proyecto y los gastos (**G**) necesarios para su instalación y funcionamiento.

Cuando la relación entre ingresos y gastos (**B/C**) sea mayor que la unidad nuestro proyecto generara beneficios y por lo tanto será

aceptable. En caso de que la relación sea menor a la unidad el proyecto representará pérdidas. Cuando la relación beneficio/costo (B/C) sea igual a 1 la aceptación del proyecto no generara perdidas ni ganancias por lo que se consideraría indiferente (14).

$$B/C = \frac{Y}{G} \quad (8)$$

De acuerdo al análisis de costos tenemos que la inversión total del proyecto es de 977.796,48 dólares.

Para obtener el beneficio del proyecto se realizara el cálculo de la ganancia de una producción de ocho meses con la nueva línea en funcionamiento, tomando como referencia la demanda del mercado actual que ha duplicado en los últimos 2 años según la cámara de procesadores atuneros del Ecuador y el Ministerio de Comercio Exterior.

A continuación se calculará la capacidad instalada de la nueva línea y se la comparará con la cantidad de envases que requiere el sector atunero en el formato 211X106.

TABLA 29. CAPACIDAD INSTALADA EN LA LINEA REDISEÑADA SOUCAN.

Línea	Envases por minuto	Horas Trabajadas	Mes	Total de unidades al mes	Demanda mensual
Soucan 211X106	400	23	24	13'248.000	9'900.000

La capacidad instalada de la línea es de 13'248.000 de envases al mes, pero la capacidad de producción real va a ser solo del 75 % de la teórica o sea 9'940.000 envases, para cubrir con la demanda de nuestros clientes sin tener un sobre stock de producto almacenado. Tomando en cuenta estas consideraciones y basándonos en la tabla 20 del capítulo 2 calcularemos la ganancia total en 8 meses de producción.

TABLA 30. GANANCIAS POR ENVASES PRODUCIDO.

	1 Mes	8 Meses
Cantidad de envases a fabricar	9'940.000	79'520.000
0.5% de desperdicio	49.700	397.600
Cantidad efectiva de envases	9'890.300	79'122.400
Kilos de materia prima a utilizar	168.071	1'344.568,01
Costo promedio de kilo de lámina ETP	900	900
Envases por TM	59.142	59.142
Costo de materia prima por envase	0,01522	0,01522
Costo de fabricación por envase	0,02	0,02
Precio de venta envase sin litografiado	0,06	0,06
Ganancia neta por envase	0,02478	0,02478
Ganancia total	245.089,983	1'960.719,86

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 30 el beneficio obtenido en una producción de 8 meses es de 1'960.719,86 dólares

Aplicando la relación (8) tenemos que:

$$B/C = \frac{Y}{G}$$

$$B/C = \frac{1'960.719,86}{977.796,48} = 2$$

Como el resultado de la razón beneficio/costo resulto ser mayor a 1 el proyecto resulta altamente rentable por lo que es recomendable realizarlo.

Otra mejora que se obtiene con la implementación es el aumento de unidades /hora- hombre el cual viene dado por la siguiente expresión .

$$\frac{\text{Unidades}}{\text{hora-hombre}} = \frac{\text{cantidad de envases}}{P \cdot h_t \cdot d_t} \quad (9)$$

Donde P es la cantidad de personas que trabajan en la línea, h_t es la cantidad de horas trabajadas al día y d_t son los días laborados en el mes. A continuación en la tabla 31 se compara los datos del sistema actual con los del sistema propuesto.

TABLA 31. PRODUCCIÓN ENVASES/ HORA-HOMBRE (6).

	# personas	Horas	Días	Envases Producidos	Unidades/hora-hombre
Sistema actual	5	23	24	4'374.068	1584,8
Sistema propuesto	5	23	24	9'940.000	3601,4

Según los datos obtenidos en la tabla 31 se observa que existe un aumento mensual del 44 % en la cantidad de envases producidos por hora-hombre. Este incremento permite obtener un mayor margen de ganancia el cual se muestra en la tabla 32.

Para el cálculo del margen de ganancia en ocho meses de producción se utilizara la siguiente expresión:

$$\text{Incremento de envases} \times \text{Utilidad por envase} = \text{Margen de ganancia} \quad (10)$$

TABLA32. MARGEN DE GANANCIAS POR ENVASES PRODUCIDOS (6).

	Envases Producidos
Sistema actual (envases)	34'992.546
Sistema propuesto (envases)	79'520.000
Incremento (envases)	44'527.454
Utilidad por envase (\$)	0,02478
Margen de ganancia (\$)	1'103.390,31

El margen de ganancia obtenido gracias a la implementación del rediseño de la línea de producción de envases de tres piezas es de 1'103.390,31 dólares.

Tal como se ha demostrado en este capítulo la viabilidad del proyecto es muy alta por lo que se recomienda emprender su realización.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Luego de haber realizado este Proyecto de graduación se concluye:

- Se logrará conseguir aumento de capacidad en la línea de producción de envases de tres piezas 211X106 al realizar el rediseño de la misma, logrando satisfacer la demanda de envases actual
- Se pudo optimizar la utilización de materia prima al disminuir el espesor de la lámina de acero ETP de 0.17 mm a 0.16 en el cuerpo del envase y de 0.20 mm a 0.19 mm en las tapas. Esta

mejora se logrará con la implementación del nuevo formador de cuerpos.

- Se obtendrá el doble de producción con la velocidad de la nueva capacidad instalada del rediseño de la línea de fabricación de envases de tres piezas.
- Se proyecta el dimensionamiento de la línea para un crecimiento de un 20% adicional en la producción según lo requiera el mercado.
- De acuerdo al análisis económico la inversión es justificada, ya que la implementación del rediseño de la línea de producción de envases de tres piezas genera una ganancia que recupera la inversión en 8 meses de operación.

5.2 Recomendaciones

Como recomendaciones para el proyecto tenemos las siguientes:

- Se recomienda el uso de láminas de acero TFS para la elaboración de las tapas, por su calidad y economía.
- Se recomienda capacitar al personal con la asistencia de fábrica para evitar futuros problemas referentes a calibración y ajustes de las maquinas.
- Realizar un monitoreo constante después de arranque de la línea, ejecutando controles de calidad en los envases para minimizar fallas por mala calibración y rechazos en los despachos de envases.
- Realizar un estudio del diámetro de alambre de cobre utilizado para optimizar el proceso de electro soldado en la formadora de cuerpo.

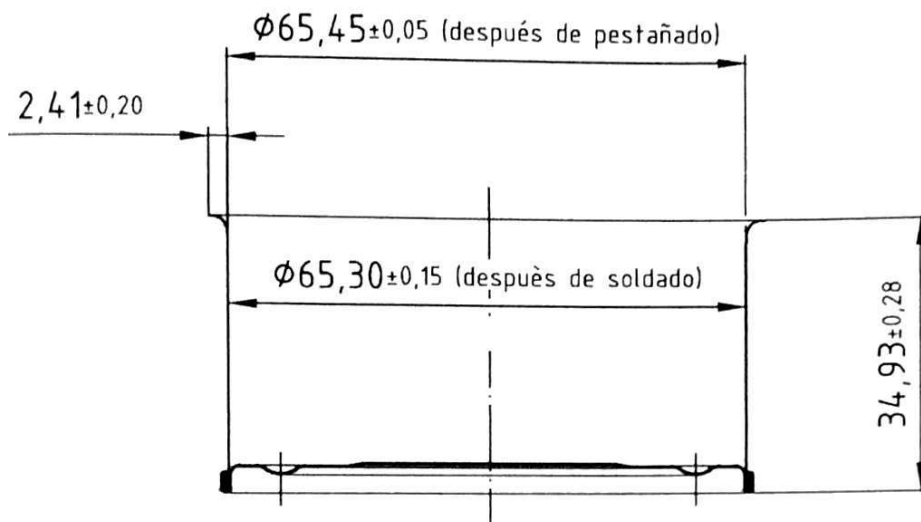
APÉNDICES

APÉNDICE A

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

APÉNDICE B

PLANO 1. ENVASE DE TRES PIEZAS 211X106



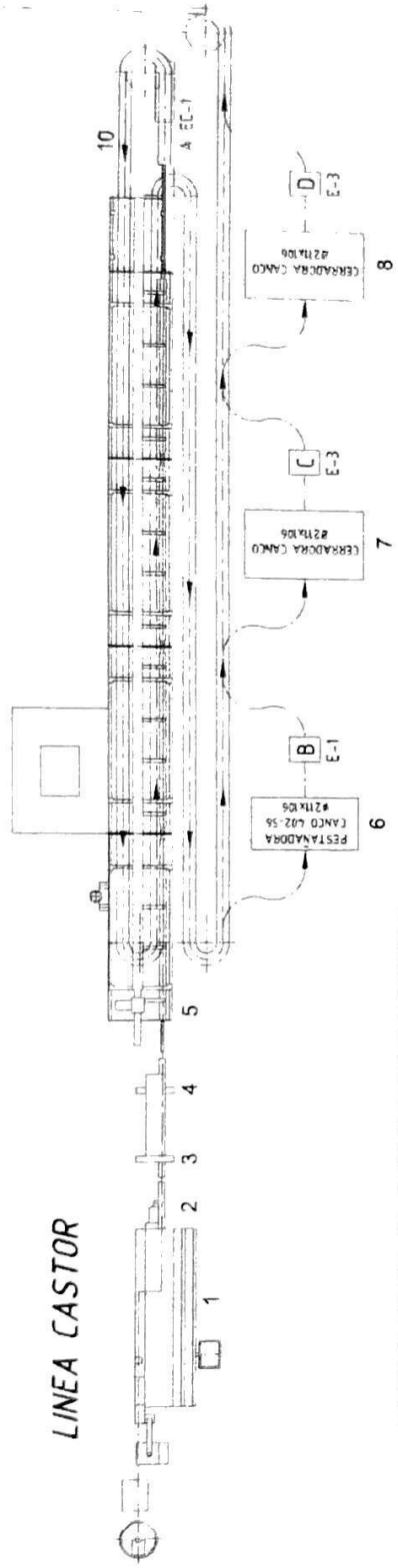
Tolerancias Generales			Escala: 1 : 1	Cotas: mm.	Formato: A4
7168 T1-f			Material:	CUERPO: Hojalata ETP-DR8-CA	
			Trat. Térmico: -	Dureza: -	
	Fecha	Nombre	Nombre de la Parte:		
Dib.	2015-02-20	A. CEDENO	ENVASE LISO TRES PIEZAS $\phi 211 \times 106$		
Rev.					
Aprob.					
ESPOL			Plano No.:	1	Hoja
PRODUCTO			Sustituye al Plano No.:		1 de 1

APÉNDICE C

PLANO 2. UBICACIÓN DE LÍNEA CASTOR ENVASE

TRES PIEZAS ø 211X106.

LINEA CASTOR



NOMENCLATURA DE MÁQUINAS

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	BODY MAKER CASTOR
2	RECICLADORA DE POLVO
3	APLICADOR DE POLVO
4	APLICADOR DE BARNIZ
5	HORNO DE CURADO
6	PESTAÑADORA CANCO 402-56
7	CERRADORA CANCO #1
8	CERRADORA CANCO #2
9	PALETIZADORA
10	ACUMULADOR AEREO

NOMENCLATURA DE ELEVADORES MAGNETICOS

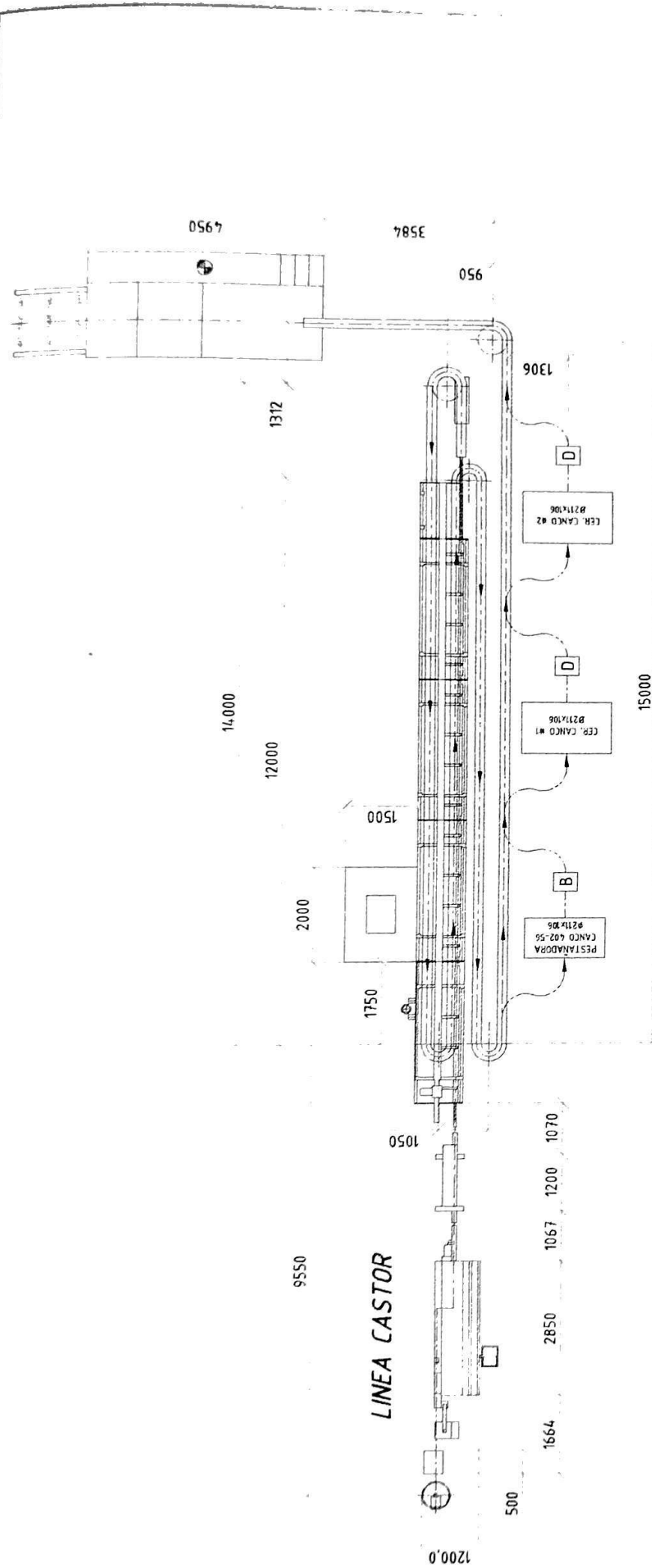
ITEM	DESCRIPCIÓN
A	ELEVADOR MAGNETICO CURVO EC-1
B	ELEVADOR MAGNETICO E-1
C	ELEVADOR MAGNETICO E-2
D	ELEVADOR MAGNETICO E-3

Comentario	Escala	1 : 125	Unidades	mm.	Formato	A4
	Material					
Fecha	Nombre	Nombre de la Parte				
Dib	2015-01-15	A. CEDENO	UBICACIÓN DE LINEA CASTOR			
Rev			ENVASE 3P Ø211x106			
Aprob						
ESPOL		Plano No		2		
PLANTA		Sustituye al Plano No		1 de 1		

APÉNDICE D

PLANO 3. IMPLANTACIÓN DE LÍNEA CASTOR

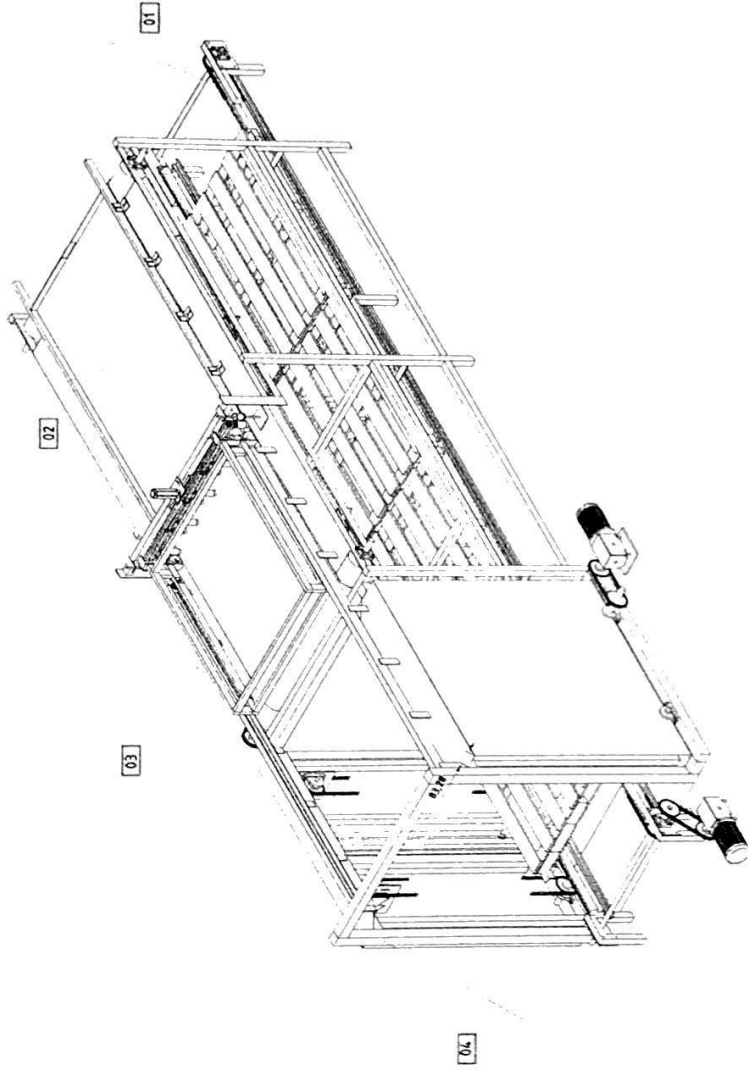
ENVASE TRES PIEZAS ø 211X106.



Comentarios:		Escala	1 : 125	Cotas	mm.	Formato	A4
		Material:					
		Nombre de la Parte	IMPLANTACIÓN DE LÍNEA CASTOR ENVASE 3P Ø21x106				
Fecha	Nombre						
Dib.	2015-01-15	A. CEDENO					
Rev.							
Aprob.							
ESPOL		Plano No:	3				
PLANTA		Sustituye al Plano No	1 de 1				

APÉNDICE E

PLANO 4. PALETIZADORA.

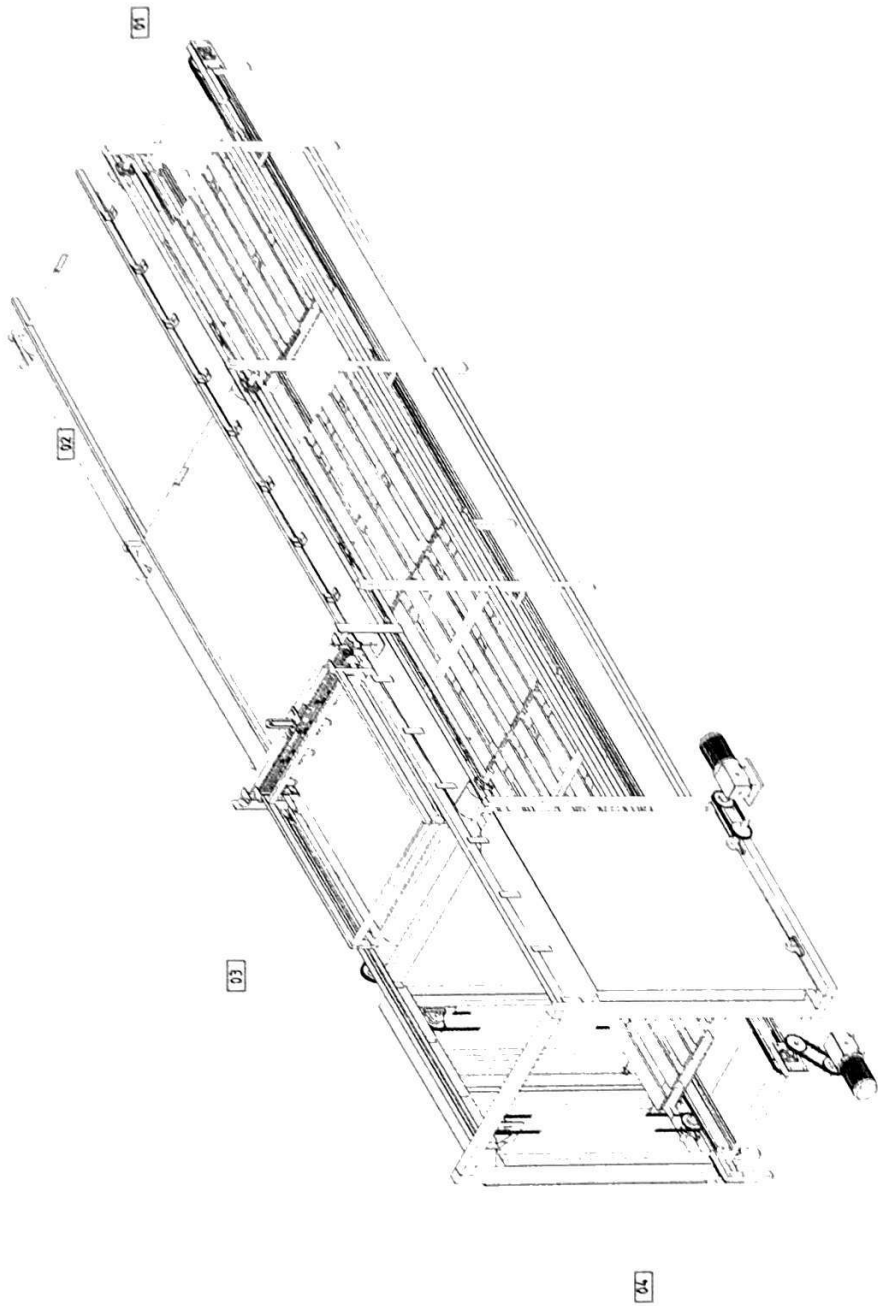


Escala		1 : 50	Cotas	mm.	Formato	A4
Comentario		Material				
Fecha	Hombre	Nombre de la Parte				
2015-01-15	A. CEDENO	PALETIZADORA				
Dit		Para Envases de Cuerpos Ø211				
Rev		Area de 3 Piezas				
Aprob		Plano No				
ESPOL		4				
PLANTA		Hoja				
		1 de 1				
		Sustituye al Plano No				

ITEM	DESCRIPCION
04	Elevador de Pallet
03	Carro Transportado de Envases
02	Banda Transportadora de Envases
01	Transportador de Pallet

APÉNDICE F

PLANO 5. PALETIZADORA MODIFICADA.



Contenido: Escala 1:50 Tipo: mm. Formato: A4

04	Evacuación de Palet
03	Carril Transversales de Envases
02	Banda Transportadora de Envases
01	Carril Longitudinal de Palet
REV	REVISIÓN

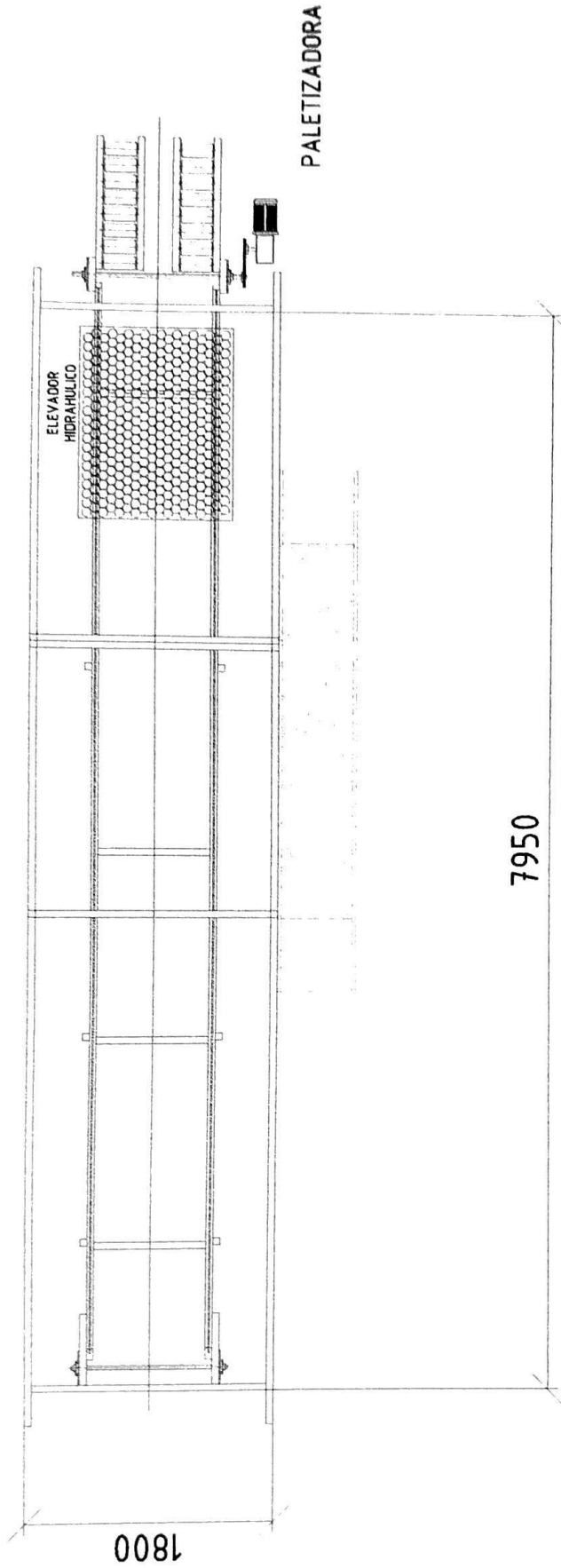
Fecha	Nombre	Nombre de la Parte
2015-01-15	A. CEDENO	
Dib.		
Acab.		
ESPOL		
PLANTA		
Partes	5	
		1 de 1

PALETIZADORA MODIFICADA

Para Envases de Cuerpos Ø21"
Area de 3 Piezas

APÉNDICE G

**PLANO 6. PALETIZADORA MODIFICADA VISTA
SUPERIOR**



Comentarios:	Escala	1 : 50	Cotas	mm.	Formato	A4
	Material					
	Fecha	Nombre	Nombre de la Parte			
Dib.	2015-01-15	A. CEDENO	PALETIZADORA VISTA SUPERIOR			
Rev.			Para Envases de Cuerpos Ø211			
Aprob.			Area de 3 Piezas			
ESPOL		Plano No		6		1 de 1
PLANTA		Sustituye al Plano No				

APÉNDICE H

PLANO 7. IMPLANTACIÓN DE LINEA SOUCAN

ENVASE TRES PIEZAS ø 211X106.

APÉNDICE I

PLANO 8. UBICACIÓN DE LINEA SOUCAN ENVASE

TRES PIEZAS @ 211X106.

Bibliografía

1. **HOLASA.** Hojalata y Laminados S.A. [En línea] 5 de Enero de 2015.
[Citado el: 5 de Enero de 2015.] <http://www.holasa.com.co>.
2. **Morgan, E.** Tinsplate and modern canmaking technology. *Tinsplate and modern canmaking technology*. Great Britain : Pergamon Press, 1985.
3. **Molera Solá, Pere.** Metales resistentes a la corrosion. *Metales resistentes a la corrosion*. s.l. : Marcombo, 1990, págs. 12-14.
4. **Felipe, Izurieta Salgado.** *Diseño y Desarrollo del Sistema de Reembutición en Láminas*. Guayaquil : ESPOL, 2002.
5. **Envases del Litoral S.A.** ENLIT S.A. [En línea] [Citado el: 6 de Febrero de 2015.] <http://envasesdellitoral.com/>.
6. **ENLIT S.A.** Informacion de Producción. Guayaquil : s.n., 2014.
7. **Soudronic.** Soudronic. [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2015.]
<http://www.soudronic.com/>.

8. **LATAS, MUNDO.** Todo sobre el envase metalico. [En línea]

<http://www.mundolatas.com/>.

9. **PRO ECUADOR.** INSTITUTO DE PROMOCIONES DE EXPORTACIONES E INVERSIONES. [En línea]

<http://www.proecuador.gob.ec>.

10. **SHINI-CAN.** SHINI-CAN. [En línea] <http://www.shinican.com>.

11. **Barrywehmler.** Pneumatic Scale Angelus. [En línea]

<http://www.psangelus.com>.

12. **Borden Tester.** Catalogo de maquinas.

13. **Germann Frei.** Germann Frei. [En línea] <http://www.germannfrei.ch/>.

14. **Gustavo, Guerrero Macías.** *Proyectos de Inversión.* Guayaquil : CDP ESPOL, 2007.