

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Mejoramiento de la Calidad y Productividad en una Línea  
de Producción de Enlatados de Sardinias en Salsa de  
Tomate, Utilizando TQM”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Ana Belén Barcia Dufflart

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2012

## **AGRADECIMIENTO**

A todas aquellas personas importantes en mi vida, con las que he crecido en este caminar, de manera especial a la Ing. Priscila Castillo S. Directora de Tesis por su apoyo incondicional, al Ing. Daniel Núñez por su importante aporte.

**Ana Barcia Dufflart**

## **DEDICATORIA**

A MIS PADRES, EJEMPLO DE PERSEVERANCIA. A MIS HERMANOS, COMPAÑEROS INCONDICIONALES. A MI FAMILIA, BASE FUNDAMENTAL EN MI VIDA.

**Ana Barcia Dufflart**

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Priscila Castillo S.  
DIRECTORA DE TESIS

---

Ing. Daniel Núñez T.  
VOCAL

## **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)

---

Ana Belén Barcia Dufflart

## RESUMEN

Volúmenes de producción variables, tiempos de proceso excesivos, costos de producción inconstantes y falta de utilización de recursos técnicos, son las preocupaciones de la empresa dedicada a la producción de conservas de productos del mar.

Para el efecto se realizó un estudio cuyo objetivo principal es el aprovechamiento eficiente de los recursos de la línea de producción de enlatados de sardinas en salsa de tomate. Las técnicas que se propusieron implementar en general disminuyen costos, optimizan recursos y mejora eficiencia.

En primera instancia, se evaluó la situación actual de la línea y se encontró que las etapas con problemas críticos fueron el envasado y sellado. A las cuales se realizó la aplicación de herramientas estadísticas para conocer su distribución, los límites y su capacidad, notando así, que en la etapa de envasado existe 63,39% de producto fuera de especificaciones mientras que en el sellado de la máquina A 4,62% y en el sellado de la máquina B 11.46%, respecto a las especificaciones del proveedor.

Se propuso la implementación de gráficos de control en estas etapas, para tener un dominio más estricto de ellas y por consiguiente prevenir errores, lo que está directamente relacionado al ahorro de recursos monetarios.

Por otra parte, se realizó un estudio de tiempos de cada etapa del proceso, se observó la distribución del área y los movimientos que realiza cada trabajador para poder proponer técnicas que mejoren los problemas.

Se evidenció durante la inspección de la jornada laboral de la línea, que existe producto acumulado entre el envasado y la cocción. Se realizó un balance de la línea en donde se percató que ésta no está balanceada, teniendo un índice de eficiencia de 0,87.

Para balancear la línea se propuso disminuir el número de empacadoras a 15, lo cual disminuye también el producto acumulado. También estandarizar los tiempos y volúmenes de producción durante la jornada, para esto la empresa deberá adquirir una balanza con celdas de carga para poder medir la producción, esto a su vez reducirá el número de horas de trabajo.

Al final de este trabajo se observa que el ahorro que generaría la aplicación de las técnicas propuestas es de 13% del costo de los insumos utilizados.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL .....	IV
ABREVIATURAS .....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE PLANOS .....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.1 Presentación de la empresa .....	3
1.2 Antecedentes.....	4
1.3 Metodología.....	5
1.4 Objetivos .....	7
CAPÍTULO 2	
2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS .....	9
2.1 Situación actual de la línea .....	9
2.2 Identificación de Etapas con Problemas Críticos .....	19
2.3 Evaluación de costos de producción.....	34



### CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO ESTADÍSTICO DE PROCESO.....	42
3.1 Obtención de histogramas y medidas de dispersión de etapas con problemas identificados.....	42
3.2 Establecimiento de límites de proceso.....	52
3.3 Establecimiento de capacidad de proceso de etapas críticas .....	60
3.4 Gráficos de control .....	66

### CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DE TIEMPOS, DISTRIBUCIÓN Y MOVIMIENTOS .....	72
4.1 Estudio de tiempos .....	72
4.2 Estudio de distribución.....	81
4.3 Estudio de movimientos.....	88
4.4 Propuestas de mejora.....	98

### CAPÍTULO 5

5. SIMULACIÓN DE RESULTADOS.....	117
5.1 Mejora en línea de producción.....	118
5.2 Ahorro de costos estimados .....	126

### CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	128
---	-----

6.1 Conclusiones .....	128
6.2 Recomendaciones .....	130

APÉNDICES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

Cal:	Calorías
cm:	Centímetros
ec:	Ecuación
spp:	Especies
FDA:	Food and Drugs Administration
°Baume:	Grados Baume
°Brix:	Grados Brix
°C:	Grados centígrados
g:	Gramos
hPa:	Hectapascales
Kg:	Kilogramos
min:	Minutos
mg/100g:	Miligramos por 100 gramos.
mmpulg:	Milésimas de pulgada
MP:	Materia prima.
Nvl conf:	Nivel de confianza
LIT:	Límite Inferior de tolerancia
LST:	Límite superior de tolerancia
T:	Temperatura
t:	Tiempo
u:	Unidades
TPM:	Total Productive Maintenance
TQM:	Total Quality Management
ppm:	Partes por millón
%:	Por ciento.
pH:	Potencial de hidrógeno
Prob pob:	Probabilidad de población
PT:	Producto terminado
WIP:	Work In Process

## SIMBOLOGÍA

C <sub>p</sub> :	Capacidad del proceso
\$:	Dólares Americanos
f(x):	Frecuencia de las observaciones
C <sub>pk</sub> :	Índice de capacidad de proceso
C <sub>exp</sub> :	Tiempo de ciclo experimental
#:	Número
n:	Número de estaciones
x:	Observaciones
t <sub>i</sub> :	Tiempo task

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Esquema de la Metodología de Desarrollo .....	8
Figura 2.1 Zonas de Pesca registrada durante el 2008 para Pinchagua (o. Spp.).....	12
Figura 2.2 Diagrama de Flujo de Proceso.....	13
Figura 2.3 Comparación con Límites establecidos para Concentración de histamina en la etapa de Recepción .....	20
Figura 2.4 Comparación con Límites establecidos para Temperatura de materia prima en la etapa de Recepción .....	21
Figura 2.5 Comparación con Límites establecidos para Temperatura de materia prima en la etapa de almacenamiento.....	22
Figura 2.6 Temperaturas de Cámaras de Refrigeración .....	23
Figura 2.7 Temperaturas de pescado en tolva.....	24
Figura 2.8 Pesos en etapa de envasado.....	24
Figura 2.9 Temperatura de Cocción.....	25
Figura 2.10 Temperatura de Líquido de Cobertura .....	26
Figura 2.11 Comportamiento de Temperaturas de Autoclave 1 .....	28
Figura 2.12 Comportamiento de Temperaturas de Autoclave 2 .....	28
Figura 2.13 Comportamiento de Temperaturas de Autoclave 3 .....	29
Figura 2.14 Resumen de Gastos Mensuales .....	36
Figura 2.15 Resumen de Costos Mensuales de Diesel.....	37
Figura 2.16 Resumen de Costo Mensual de Energía Eléctrica .....	38
Figura 2.17 Resumen de Costo Mensual por Mano de Obra .....	39
Figura 2.18 Distribución de Rubros Representativos .....	41
Figura 3.1 Histograma de Distribución de Pesos de Envasado.....	43
Figura 3.2 Histogramas de Distribución de Parámetros de Sellado de la Máquina “a” .....	48

Figura 3.3	Histogramas de Distribución de Parámetros de Sellado de la Máquina “b” .....	51
Figura 3.4	Límites de Proceso de etapa de Envasado .....	52
Figura 3.5	Límites de Tolerancia de Medidas de Sellado de la Máquina “a”,	56
Figura 3.6	Límites de Tolerancia de Medidas de sellado de la Máquina “b”	59
Figura 3.7	Capacidad de Proceso de etapa de Envasado .....	62
Figura 3.8	Capacidad de Proceso de etapa de sellado Medida Traslape Máquina “a” .....	64
Figura 3.9	Capacidad de proceso de etapa de sellado medida traslape Máquina “b” .....	65
Figura 3.10	Cuadro de Pérdidas monetarias en etapa de envasado.....	67
Figura 3.11	Gráfico de Control Específico para cada empacadora en la etapa de envasado.....	69
Figura 3.12	Gráfico de control para medidas de doble cierre en la etapa de sellado.....	71
Figura 4.1	Balance Actual de la Línea.....	876
Figura 4.2	Esquema de distribución de la línea de producción de enlatados de sardinas en salsa de tomate .....	82
Figura 4.3	Esquema de distribución del área de limpieza y etiquetado .....	87
Figura 4.4	Esquema de flujo de movimiento de materiales e insumos en la línea de producción .....	95
Figura 4.5	Esquema de flujo de movimiento de producto y desperdicio.....	96
Figura 4.6	Balance de la línea opción de mejora 1 .....	101
Figura 4.7	Balance de la línea opción de mejora 2 .....	104
Figura 4.8	Flujo de proceso del área de etiquetado .....	109
Figura 4.9	Flujo de personal en área de etiquetado .....	111
Figura 4.10	Estructura celular propuesta para el área de etiquetado .....	115
Figura 5.1	Layout de la simulación de etapa a mejorar .....	120

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición Nutricional de sardinas en salsa de tomate enlatadas .....	11
Tabla 2 Resumen de tiempos y motivos de averías de máquinas cerradoras .....	27
Tabla 3 Cuadro de rubros importantes en el periodo de enero a agosto 2011 .....	40
Tabla 4 Valores de referencia de capacidad de proceso.....	60
Tabla 5 Valores de Cp y Cpk para la etapa de envasado .....	61
Tabla 6 Operaciones y actividades de apoyo.....	73
Tabla 7 Definición de estaciones de trabajo.....	74
Tabla 8 Tasa de producción promedio en latas de estaciones de trabajo en 1 minuto .....	75
Tabla 9 Tiempo de producción expresado en minutos de 1 caja de producto.....	78
Tabla 10 Tiempo de operaciones etiquetado y encartonado.....	80
Tabla 11 Simbología de áreas de la línea de producción.....	85
Tabla 12 Distribución de personal en la línea .....	88
Tabla 13 Metas de producción.....	98
Tabla 14 Tiempo de producción expresado en minutos de 1 caja de producto en la línea opción de mejora 1.....	102
Tabla 15 Resultados de las simulaciones en un periodo de tiempo de 8 horas y 30 réplicas .....	121
Tabla 16 Comparación de costos/día entre opciones de mejora planteadas .....	122
Tabla 17 Resultados simulación aumento de capacidad de volteo .....	124
Tabla 18 Costo de Inversión para implementar mejoras .....	127

## ÍNDICE DE PLANOS

	Pág.
Plano 1. Distribución de la línea de producción desde recepción hasta esterilizado.....	83
Plano 2. Distribución de la línea de producción desde esterilizado hasta etiquetado .....	84



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia del sector industrial es alcanzar altos índices de productividad, lo cual expone la optimización de recursos para así obtener la máxima producción posible y a su vez elaborar productos con altos estándares de calidad.

Gracias a los grandes avances de la tecnología, el consumidor tiene acceso rápido a la información, así mismo, es más fácil conocer las necesidades del cliente, por lo cual cada vez el mercado se vuelve exigente y competitivo.

Teniendo conocimiento de esto, el trabajo que se presenta a continuación tiene como objetivo exponer propuestas para la implementación de técnicas tanto de producción como de estadística en una línea de sardinas en salsa de tomate enlatadas, con el fin de optimizar recursos y de esta manera estar a la vanguardia de la tendencia productiva.

Este estudio y todo lo concerniente a él, conlleva a un mejor conocimiento del comportamiento de la línea, a tener un control más estricto de ella, por consiguiente se estará previniendo daños, eliminando desperdicios (actividades que no agregan valor al proceso) y elaborando un producto de alta calidad.

Todo esto encamina a lo que se conoce como Total Quality Management (Gestión de Calidad Total) cuyo enfoque busca satisfacer las expectativas de los clientes tanto internos como externos.

# CAPÍTULO 1

## 1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

### 1.1 Presentación de la Empresa

La empresa donde se realizó el estudio se dedica a la producción de conservas de productos pesqueros.

Cuenta con tres líneas de producción, línea de sardina en presentación oval, línea de sardina en presentación tinapa y línea de atún, siendo el producto que se elabora en estas instalaciones de exportación.

La producción diaria aproximada en cada línea es 1200 cajas de 48 unidades en producto presentación oval, 800 cajas de 50 unidades en presentación tinapa y 1200 cajas de 48 unidades en atún.

En los dos últimos años ésta empresa ha tenido un importante crecimiento en lo que a infraestructura respecta. Actualmente, está

fortaleciendo el aspecto técnico en todas las áreas, principalmente en los departamentos de calidad y producción.

## **1.2 Antecedentes**

Volúmenes de producción variables, tiempos de proceso excesivos, costos de producción inconstantes y falta de utilización de recursos técnicos, son las preocupaciones de la alta gerencia.

Actualmente, la empresa presta servicios de producción a otra compañía quien es su cliente directo. Existen quejas frecuentes de dicho cliente puesto que requieren cubrir metas semanales de producción lo cual pocas veces se cumple. Esto último como consecuencia de los problemas mencionados en el párrafo anterior.

Hasta ahora no se ha hecho un estudio técnico para descubrir la causa raíz de lo expuesto anteriormente y por ende, no existe una propuesta de mejora para el aprovechamiento eficiente de los recursos.

Lo que en la actualidad se realiza es solucionar errores sobre la marcha gracias a la experticia de los trabajadores de la planta, pero esto representa pérdidas debido a que se utilizan más recursos reparando daños que previniendo y organizando efectivamente la producción.

En vista de la necesidad de mejora, se desarrolló este estudio en la línea que mayor problemas presenta y la que aporta con los mayores volúmenes de producción total, se está hablando de la línea de enlatados de sardina en presentación oval.

### **1.3 Metodología**

Se analizó la situación actual de la empresa. Se revisaron los costos de producción del periodo de enero a agosto del 2011 y se levantó información con la cual se obtuvieron los gastos más relevantes.

Paralelamente, se efectuó una evaluación in situ de la línea de producción, etapa por etapa, recopilando datos importantes para el estudio, tales como tiempos, pesos, estudio de movimientos y distribución, observación de errores, entre otros que más adelante se detallarán específicamente.

Así también, se tomó una base de datos históricos del departamento de calidad y de producción.

Con un diagrama de espina de pescado, apoyado por la técnica “5 porqué” para establecer causa-raíz, se llegaron a identificar las etapas críticas del proceso.

Sobre esas etapas definidas, se aplicaron herramientas estadísticas con el apoyo del software estadístico “STATGRAPHIC Centurion XV”. Se confeccionaron histogramas de distribución lo cual brindó información del comportamiento actual de la fase analizada.

Se establecieron límites de proceso y se obtuvo la capacidad de proceso, la cual indica si el proceso es capaz o no de cumplir con las especificaciones.

Gracias a la información obtenida se pudo transformar los errores desde el punto de vista estadístico a pérdidas monetarias en un año.

En el análisis de costos de producción, se identificaron los rubros que representan mayores egresos.

Conociendo esto, se realizó un estudio de tiempo, movimientos y distribución y con esto generar propuestas de mejoras que representen ahorro de costos e igualmente sea una propuesta para aprovechar de mejor manera los recursos involucrados.

Luego de todo el análisis, se simularon los resultados esperados con el programa de simulación de procesos “Promodel 4.22”.

En la figura 1.1 al final del capítulo se muestra gráficamente la metodología a seguir para el desarrollo de este trabajo.

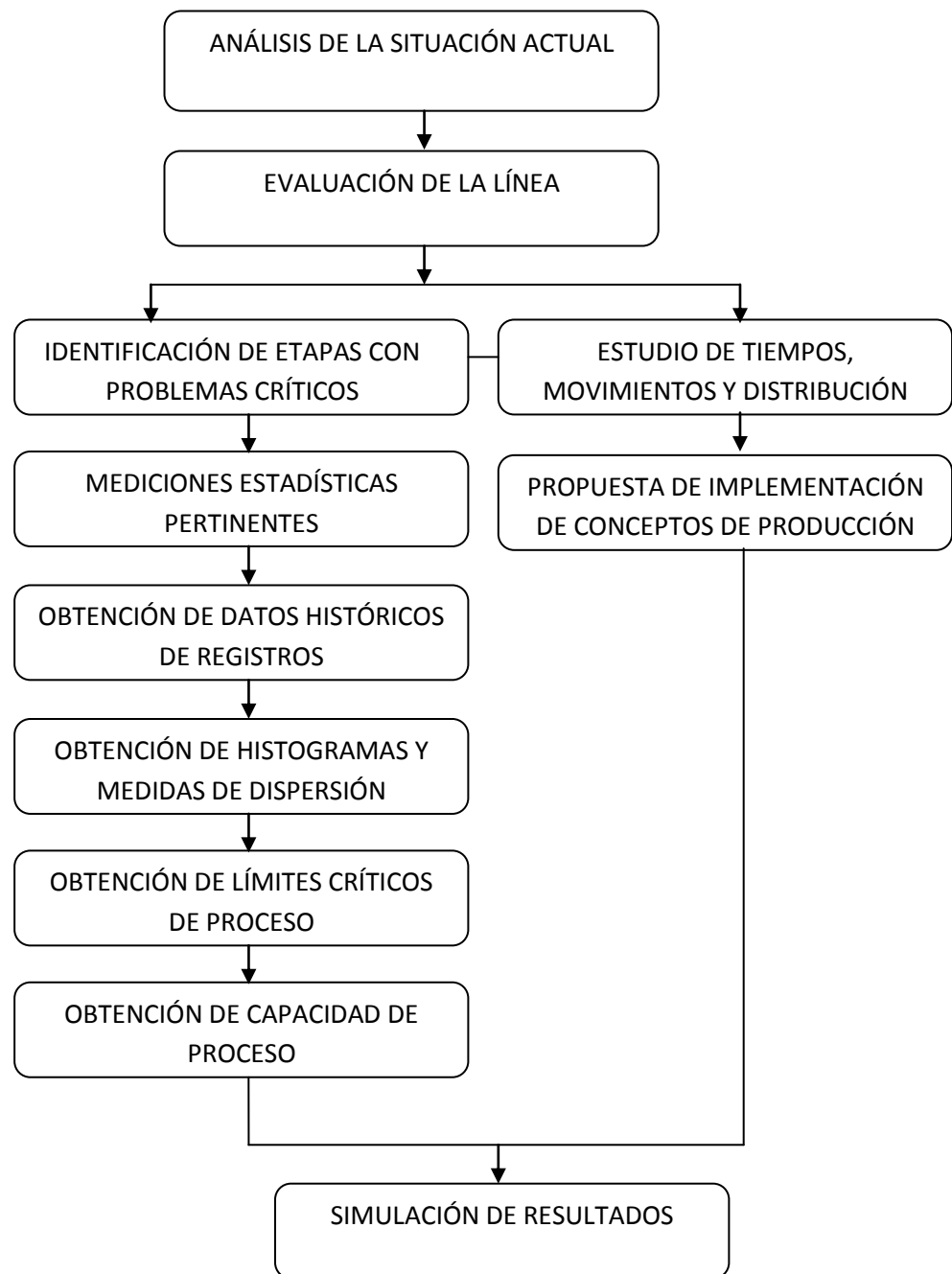
## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar un estudio el cual establezca herramientas técnicas de estadística y producción para el eficiente aprovechamiento de los recursos de una línea de enlatados de sardina en envase oval, lo cual se verá reflejado en el aumento o disminución según convenga mínimo del 10% de los recursos más representativos.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la situación actual.
- Estructurar herramientas estadísticas para control.
- Realizar estudio de tiempos, distribución y movimientos.
- Proponer mejoras.
- Simular resultados.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 1.1 ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO**



# CAPÍTULO 2

## 2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

### 2.1 Situación Actual de la Línea.

Actualmente la línea produce un promedio diario de 1200 cajas de 48 unidades y el proceso dura alrededor de 10 horas.

Cuenta con un aproximado de 43 personas, distribuidas a lo largo del proceso.

#### **Materia Prima.**

La especie utilizada para el producto es la *Opisthonema* spp, comúnmente conocida como “pinchagua”. Esta es una especie pelágica que se distribuye en cardúmenes pequeños a lo largo de toda la costa del Ecuador.

El tamaño varía según la zona donde habite, siendo un rango aproximado entre 10 a 30 cm, esto se relaciona directamente con la

edad, razón por la cual lo ideal es capturar especies grandes que han cumplido su edad reproductiva.

En la figura 2.1 se aprecia la distribución de la especie en mención a lo largo de la costa ecuatoriana. Los puntos de color celeste muestran los lugares en donde se presentaron mayores capturas en el 2008, siendo los más representativos la provincia de Manabí entre la Isla de la Plata y la Isla Salango y en el Golfo de Guayaquil, al oeste de la Isla Puná [1].

### **Descripción del producto.**

Enlatados de sardinas en salsa de tomate presentación oval, cuyo contenido neto es de 425 g, es el producto que se procesa en ésta línea.

Los ingredientes para la preparación de este alimento listo para el consumo son: sardinas, salsa de tomate, agua y sal. Se le adiciona un espesante artificial (carboximetilcelulosa) para mejorar la textura de la salsa.

Como se observa en la tabla 1 a continuación es fuente importante de proteínas y aporta en pocas cantidades de grasas totales y carbohidratos.

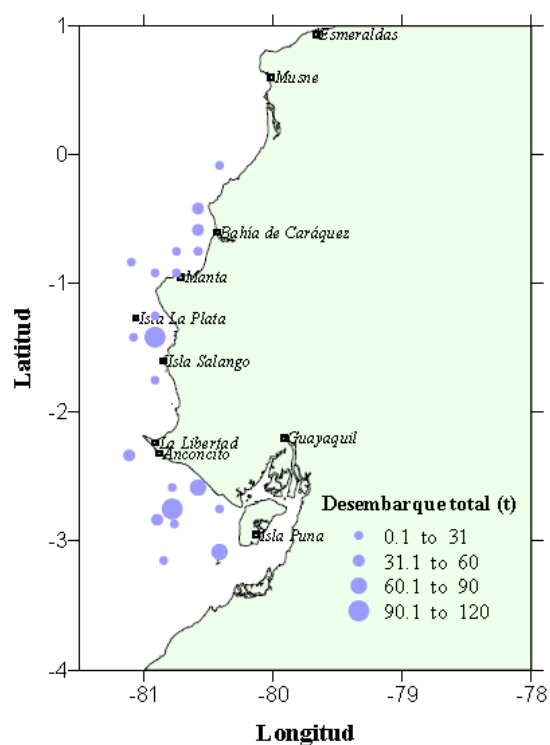
**TABLA 1**  
**COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE SARDINAS EN SALSA DE**  
**TOMATE EN AS**

<b>Composición por 85 g de porción comestible</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Energía	100	Calorías.
Proteína	17	g.
Grasa Total	3	g.
Carbohidratos Totales	1	g.

**Fuente:** Tabla de Información Nutricional de la etiqueta del producto.

La garantía de inocuidad de este producto, se asegura mediante controles estrictos durante su procesamiento, especialmente en las etapas de recepción, sellado y esterilizado.

El consumidor deberá almacenar el producto en un lugar fresco, seco y a temperatura ambiente. En las condiciones expuestas, la vida útil de esta conserva es de 4 años.

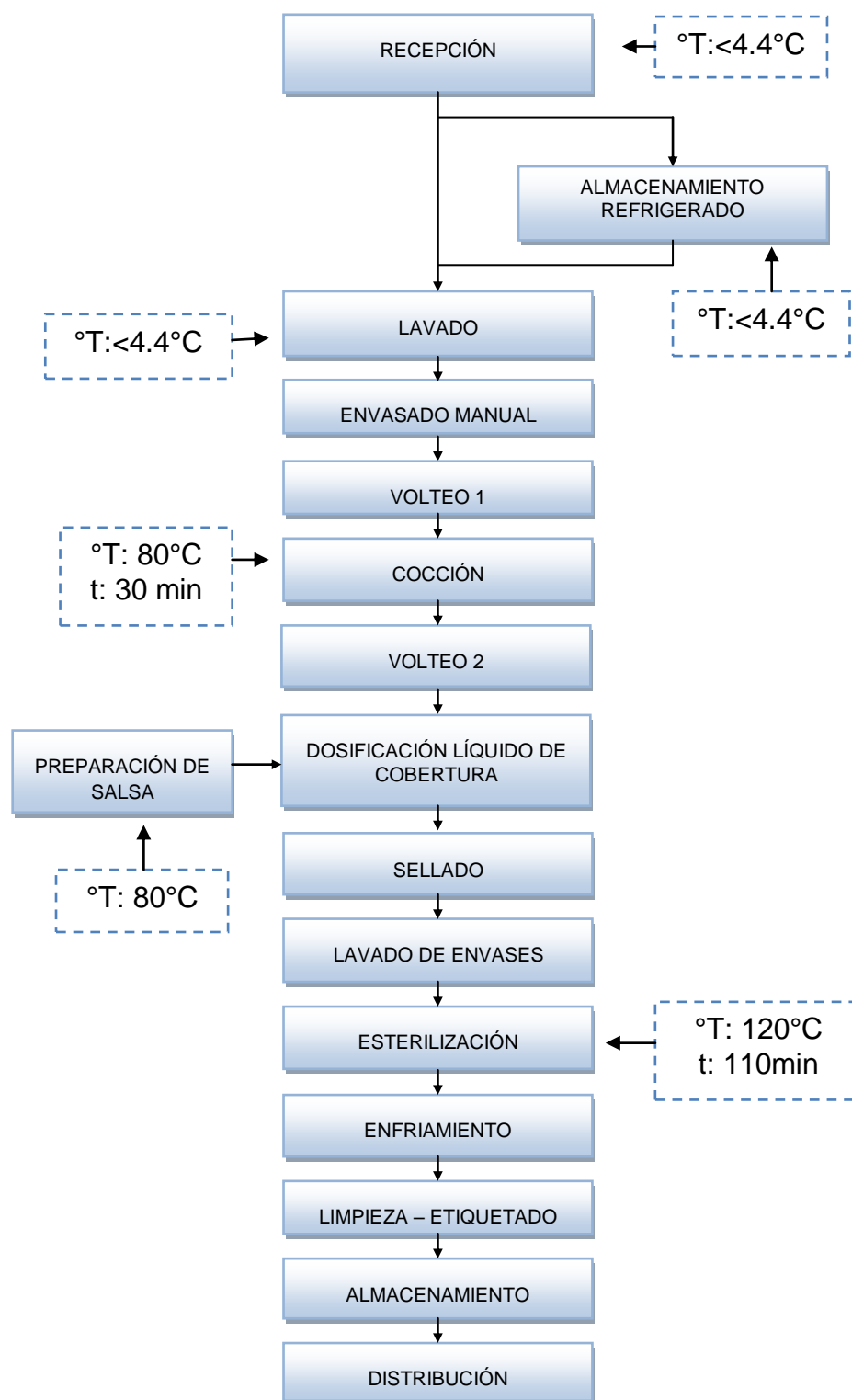


**FIGURA 2.1 ZONAS DE PESCA REGISTRADA DURANTE EL 2008 PARA PINCHAGUA (O. SPP.)**

Fuente: M. Prado, La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2008, 2008.

### Proceso de elaboración

El proceso realizado en esta línea es semi-industrial, cuenta con un gran número de obreros en combinación de maquinaria de capacidad media. El proceso resumido se presenta en el siguiente diagrama de flujo de la figura 2.2.



**FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO MODIFICADO DEL MANUAL HACCP DE LA EMPRESA (2011)**

**Recepción.**

Es el punto de partida del proceso y una etapa relevante, en ésta se determina la calidad, inocuidad y salubridad de la materia prima principal.

El peligro a ser controlado y monitoreado es el contenido de histamina, compuesto químico producto de la descarboxilación del aminoácido L-histidina, reacción catalizada por la enzima histidina descarboxilasa presente en algunos microorganismos.

Las reacciones generadas por el consumo de pescados con alto contenido de histamina, es en la actualidad un problema grave que afecta a la salud pública. Los síntomas provocados por la ingestión de producto con niveles riesgosos de este compuesto químico son: náuseas, vómito, disfagia, dolor de cabeza, enrojecimiento facial, urticaria, sensación de ardor en el tórax, hinchazón de los labios, shock anafiláctico.

Es por esto que uno de los controles más importantes en esta etapa es la cuantificación del contenido de histamina. Así también, se realizan controles de temperaturas, análisis organoléptico y análisis físico-químico.

El límite crítico de contenido de histamina es <50ppm., la temperatura ideal que se debe mantener para disminuir el riesgo de aumento de niveles del compuesto en mención es <4.4°C., el porcentaje de descomposición determinado por evaluación sensorial de un muestreo de 118 pescados debe ser menor a 2,5% [2].

### **Almacenamiento Refrigerado.**

El objetivo del almacenamiento refrigerado es mantener la temperatura del producto por debajo de 4.4°C. en cámaras de refrigeración de capacidad aproximada de 40 toneladas de producto.

### **Lavado.**

En esta etapa el pescado se dispone en tolvas con salmuera a una concentración de 18° Baume. El propósito de esto, a más de eliminar impurezas que pudo haber adquirido la materia prima en la manipulación, es proporcionar una textura y brillo agradable.

### **Envasado.**

El envasado es netamente manual, se realiza en una tolva de lavado, de donde las obreras obtienen el pescado para llenar las latas provenientes de una línea de abastecimiento de envase. Las

latas listas para la siguiente etapa pasan por una banda transportadora.

Es importante saber que en el desarrollo de este trabajo, se hará referencia a las encargadas de realizar el trabajo de esta etapa como “empacadoras”, “envasadoras” o “llenadoras”.

### **Volteo 1.**

Las latas procedentes de la banda transportadora llegan a un sistema de volteo en donde se realiza esta operación, de tal manera que en una parrilla las latas con contenido queden en posición invertida, con la finalidad de que en el cocinador por efectos propios de este proceso, drenen todos los líquidos generados.

### **Cocción.**

Se realiza en un cocinador continuo a una temperatura de 80°C., el producto ingresado permanece sometido a esta temperatura por un tiempo aproximado de 30 minutos.

### **Volteo 2-**

Se procede a poner en posición original las latas para que se adicione el líquido de cobertura.



**Dosificación de Líquido de Cobertura.**

La salsa de tomate se prepara en marmitas de capacidad de 100 litros, de donde se obtiene el líquido de cobertura del producto que debe alcanzar una temperatura mínima de 75°C. y una concentración de 10°Brix.

Por medio de bombas y tuberías el líquido llega al dispositivo de dosificación de cascada y consecuentemente se añade al producto.

**Sellado.**

Esta operación es realizada por las máquinas cerradoras, las cuales son las encargadas de hacer el doble cierre en la lata. Es un punto importante puesto que aquí se crea la barrera contra la contaminación externa del producto.

**Lavado de Envases.**

Una vez obtenido el cierre, para alcanzar altos estándares de calidad en presentación, los envases pasan por una etapa de lavado para quitar el exceso de salsa, producto de las operaciones propias del proceso.

### **Esterilización.**

Juega un rol muy importante en la inocuidad del producto, se realiza en autoclaves discontinuos a vapor. La temperatura alcanzada es de 120°C por un tiempo de 110 minutos.

El microorganismo pertinente que se busca destruir en esta etapa es el *Clostridium botulinum*, el cual sobrevive a altas temperaturas puesto que es formador de esporas, es por esto, que esta etapa es vital para obtener un producto apto para el consumo humano.

Después de este proceso térmico, el producto es transportado a un área de enfriamiento en donde la temperatura desciende hasta temperatura ambiente.

### **Limpieza y etiquetado**

Un último proceso de limpieza en seco es realizado en esta etapa cuidando siempre la presentación de producto.

Luego de esto se procede a etiquetar manualmente, se disponen en cajas de 48 unidades y se ubican en pallets.

### **Almacenamiento y distribución**

Una vez listo el producto se almacena en bodegas a temperatura ambiente y con buena ventilación.

La distribución es el punto final de este proceso, se realiza en contenedores donde se mantiene una excelente limpieza, la temperatura debe ser ambiente.

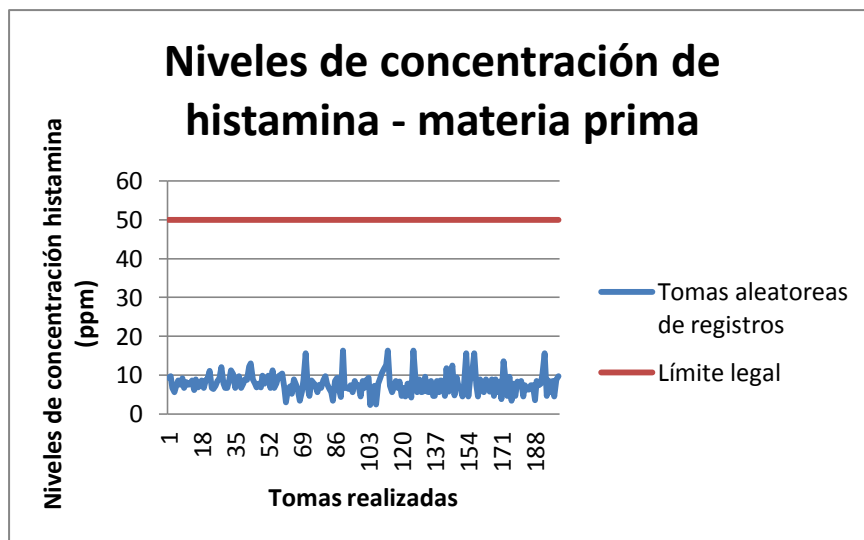
## **2.2 Identificación de Etapas con Problemas Críticos**

Para conocer las etapas con problemas críticos, se llevo a cabo una evaluación. Se obtuvo información del historial de datos de los controles respectivos en cada área para determinar por medio de gráficos de línea, una idea general que guíe hacia las etapas con problemas mediante la comparación de los límites establecidos y los resultados obtenidos en el pasado.

Así mismo se usó información relevante que muestre que la etapa analizada tiene problemas.

### **Recepción.**

Los controles llevados a cabo en este punto son temperatura y concentración de histamina. A continuación se muestran las figuras 2.3 y 2.4 con sus correspondientes análisis.



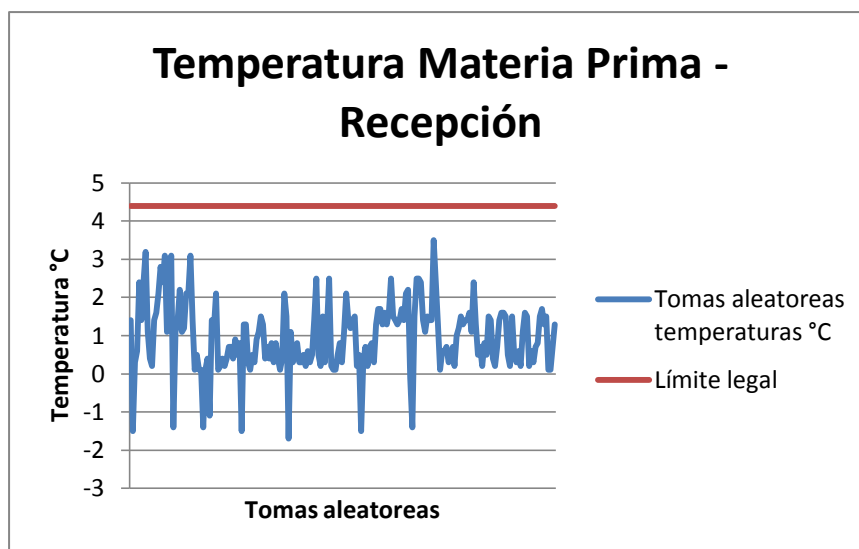
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.3 COMPARACIÓN CON LÍMITES ESTABLECIDOS PARA CONCENTRACIÓN DE HISTAMINA EN LA ETAPA DE RECEPCIÓN**

El límite establecido para los niveles de histamina es 50 ppm, establecido por la máxima entidad norteamericana reguladora en lo que respecta a alimentos (FDA, 2011).

El gráfico de líneas muestra que los valores obtenidos en meses anteriores están muy por debajo del límite, no llegando a sobrepasar los 20 ppm.

La temperatura, es otro control llevado a cabo en este punto, la figura 2.4 dará información comparativa con los límites establecidos.



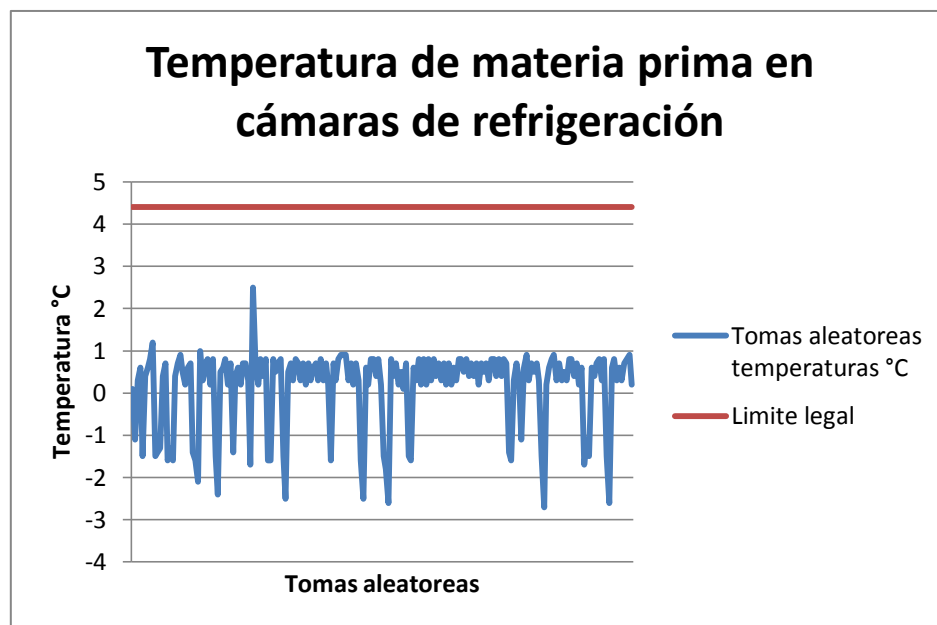
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.4 COMPARACIÓN CON LÍMITES ESTABLECIDOS PARA TEMPERATURA DE MATERIA PRIMA EN LA ETAPA DE RECEPCIÓN**

El límite legal establecido por la FDA es 4,4°C., como se observa en la gráfica de líneas ninguno de los puntos excede este valor, lo cual es lógico ya que según la norma si los valores exceden este límite el lote deberá ser rechazado inmediatamente, razón por la cual no se encontrarán valores superando el límite.

#### **Almacenamiento en Refrigeración.**

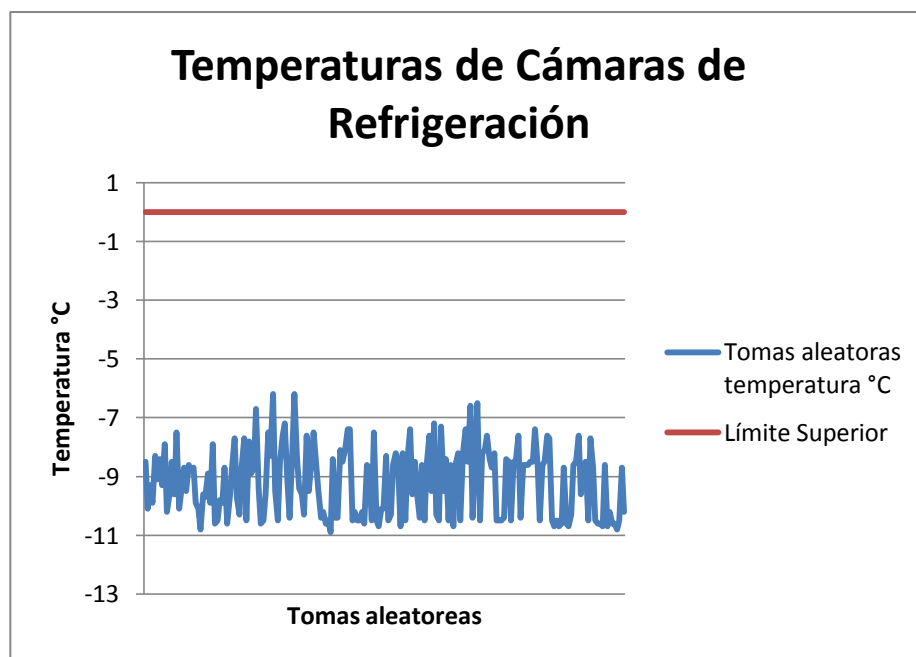
Se controla la temperatura de la cámara y la temperatura del producto en la cámara.



**FIGURA 2.5 COMPARACIÓN CON LÍMITES ESTABLECIDOS  
PARA TEMPERATURA DE MATERIA PRIMA EN LA ETAPA DE  
ALMACENAMIENTO**

La figura 2.5 muestra con la línea horizontal el límite establecido (4,4°C), se ve que los datos están dentro de éste.

La temperatura ideal que se requiere en las cámaras para mantener el producto a temperaturas óptimas es menor a 0°C, en la figura 2.6 se observa que los valores están dentro del límite.



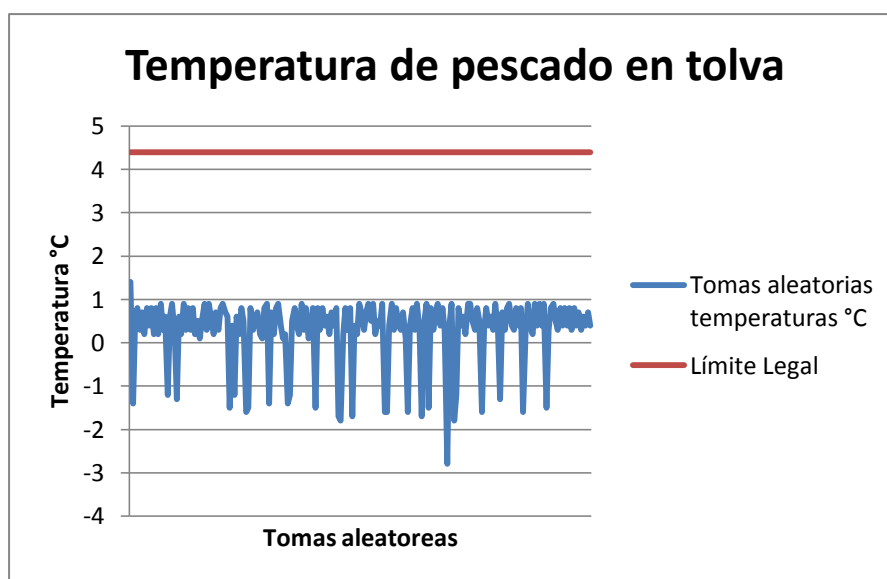
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.6 TEMPERATURAS DE CÁMARAS DE REFRIGERACIÓN**

### **Lavado.**

La temperatura del producto en tolva es un control fundamental, ya que se debe mantener la cadena de frío para evitar el incremento de niveles de histamina.

La figura 2.7 muestra el comportamiento de las temperaturas de tomas al azar del historial de tres meses de registros.

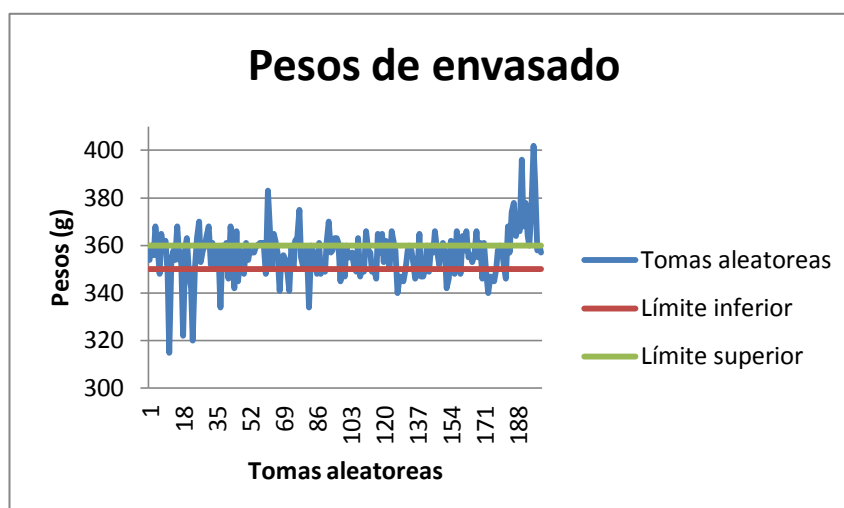


Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.7 TEMPERATURAS DE PESCADO EN TOLVA**

Se observa que todas las tomas se encuentran por debajo de la línea horizontal que representa el límite establecido.

### Envasado



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

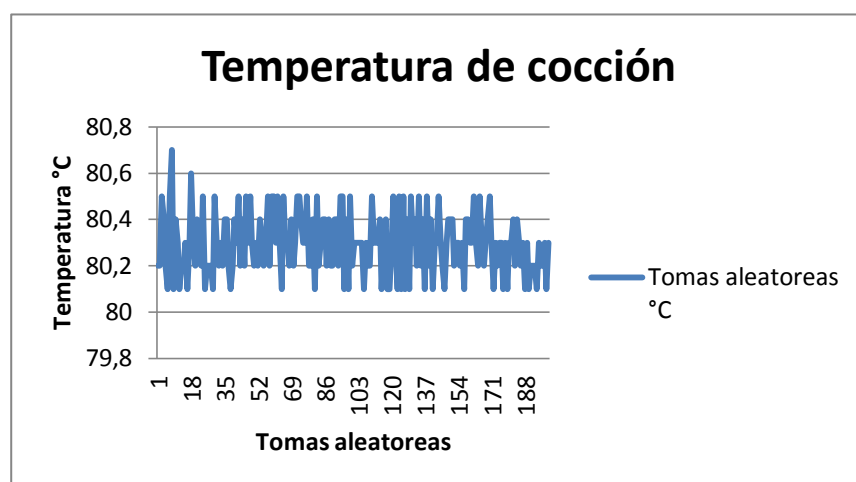
**FIGURA 2.8 PESOS EN ETAPA DE ENVASADO**



La figura 2.8 muestra claramente que esta etapa tiene problemas, existen variaciones apreciables tanto por encima como por debajo de los límites establecidos que es 350 – 360 g. Hay que aclarar que los análisis realizados en esta sección tienen como objetivo estructurar una idea general de las etapas que tienden a tener problemas, puesto que las mediciones estadísticas deben ser objetivas y se quiere conocer qué se va a medir, aún no se concluirá nada específico acerca de la etapa, pero si se considera como etapa con un problema crítico.

### Cocción

Esta etapa no presenta problemas significativos puesto que no tiene variaciones importantes de temperatura como se ve en la figura 2.9.



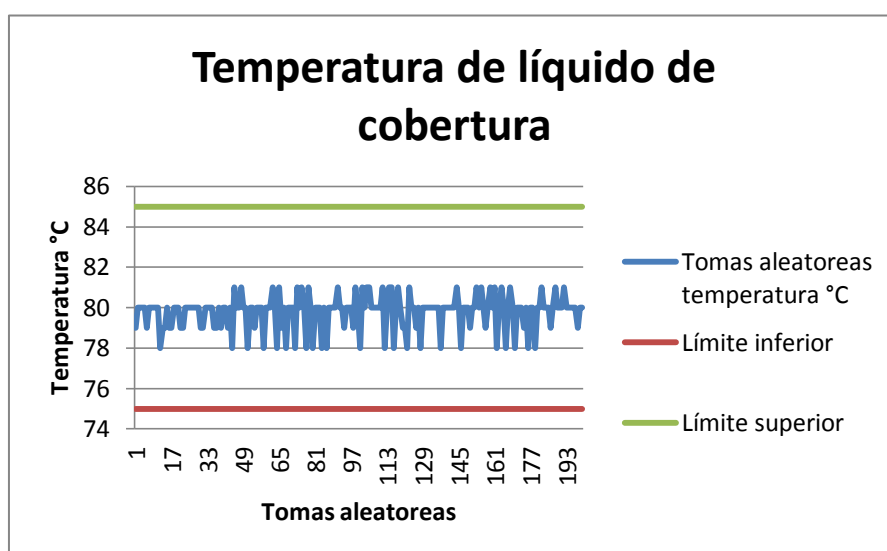
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 2.9 TEMPERATURA DE COCCIÓN**

La temperatura que se debe alcanzar es de  $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , se observa que los rangos de fluctuaciones están dentro de lo ideal.

### Dosificación del líquido de cobertura

Realizando un análisis de datos se obtuvo la gráfica a continuación (Fig. 2.10), que muestra que los valores están dentro de los límites para garantizar la inocuidad del alimento.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 2.10 TEMPERATURA DE LÍQUIDO DE COBERTURA**

### Sellado

El criterio para calificar ésta etapa será el historial de fallos de máquinas. Analizando esto, se evidenció que existen muchas paras en la línea debido a averías durante la producción.

Existen dos máquinas cerradoras en la línea, en la tabla a continuación se expone el tiempo promedio de paros por fallos de máquinas en un día y los motivos más frecuentes.

**TABLA 2**  
**RESUMEN DE TIEMPOS Y MOTIVOS DE AVERÍAS DE**  
**MÁQUINAS CERRADORAS**

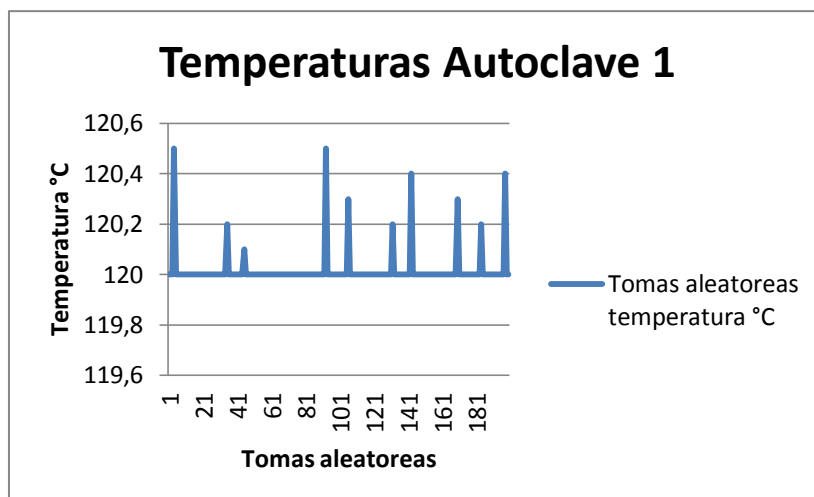
<b>Máquina</b>	<b>Tiempo promedio de paros al día. (min)</b>	<b>Motivos más frecuentes</b>
A	48	Atascamiento por pescado, pulido de rodamientos, daño de la máquina clinchadora, ruptura de resortes, avería de la leva.
B	58	Atascamiento por pescado, ruptura de resorte, avería de máquina clinchadora, calibración de mandril, pulido de rodamientos.

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011).

### **Esterilización**

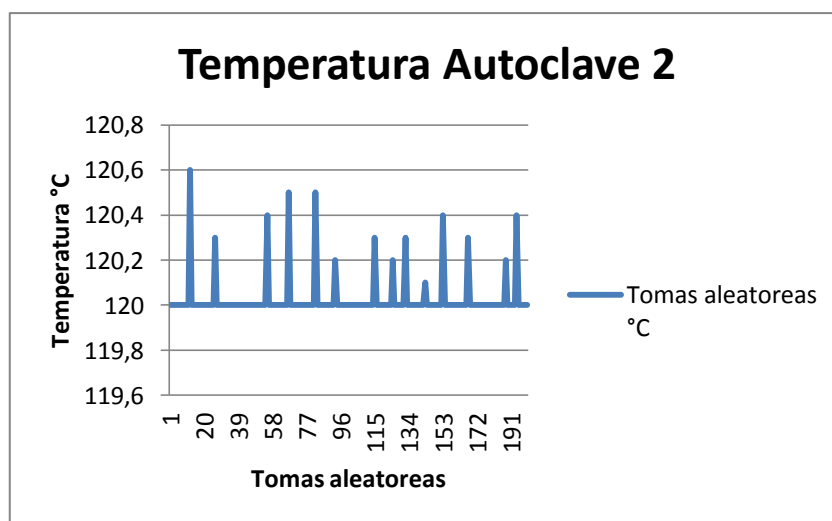
Esta etapa es muy estable puesto que es un punto crítico de control casi nunca puede fallar.

En las figuras 2.11, 2.12, 2.13 está representado el comportamiento de las temperaturas de las autoclaves, en donde según los estudios de penetración de calor la temperatura debe ser 120 ° C, puede ser más pero no menos.



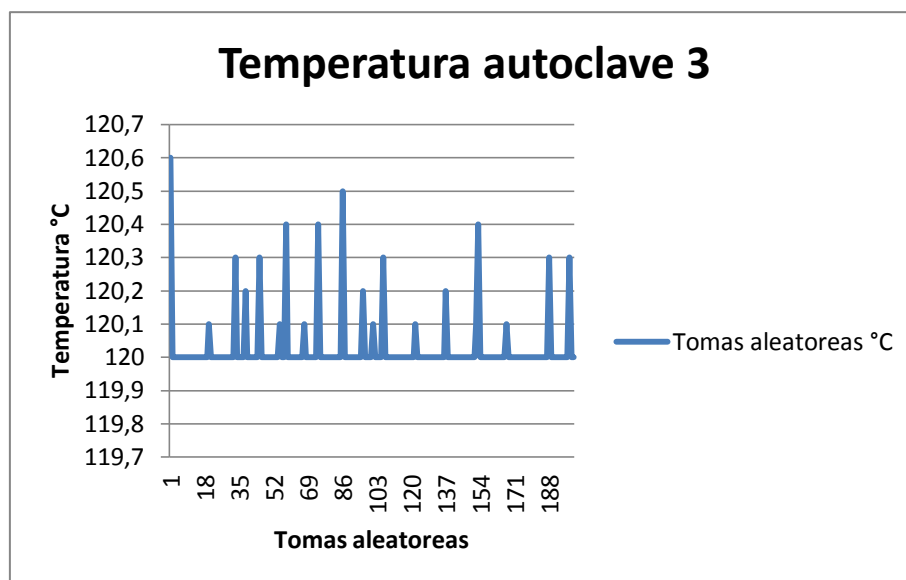
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 2.11 COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURAS DE AUTOCLAVE 1**



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.12 COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURAS DE AUTOCLAVE 2**



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.13 COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURAS DE AUTOCLAVE 3**

Se observa en las figuras anteriores que las temperaturas no fluctúan significativamente. Mantienen un comportamiento casi constante.

### **Enfriamiento/ Limpieza y etiquetado/ Almacenamiento y distribución**

No presentan problemas significativos. La observación que se puede realizar es que en el área de limpieza y etiquetado existe mucho desorden.

Por medio de las figuras mostradas en este segmento se concluye que las etapas que presentan problemas evidentes son las etapas de envasado y sellado.

### **Análisis de causa-raíz de las etapas críticas**

Se realizó un estudio de causa-raíz de los problemas en las etapas mencionadas por medio de diagramas de espina de pescado y análisis de 5 por qué.

#### **Etapas de envasado**

Se concluyó que el método, la mano de obra y la materia prima son la causa del problema. (Ver Anexo A).

El método de envasado es manual y el peso se establece al tanteo por lo cual es una de las principales causas por las que la etapa tenga problemas, existe mucha variabilidad y así mismo el método de control no es riguroso ya que se realiza cada dos horas.

Las envasadoras pasan alrededor de 9 horas paradas llenando latas, por lo cual se convierte en un trabajo monótono y para efectos de practicidad y de agilizar el trabajo, llenan por inercia y reduciendo así su eficiencia transcurridas las horas.

La materia prima es irregular, la sardina viene en tamaños variados dependiendo de la zona de donde provenga, actualmente no se

realiza una clasificación estricta, tan sólo se separa pescado “grande” de pescado “pequeño” y durante la jornada de trabajo las envasadoras clasifican en la línea el pescado a conveniencia, pero esto no es suficiente para que haya uniformidad.

Obtenidas las principales causas-raíces, se procede a hacer uso de la herramienta de los “5 por qué” la cual ayudará a profundizar e investigar causas más específicas aún.

### **Análisis de los “5 por qué”**

#### **Método de envasado**

- 1. ¿Por qué existen variaciones en el peso si la cantidad de pescados por lata es establecida al inicio de la jornada?**

Porque en el transcurso de las dos horas de inspección pasan latas con exceso de peso o pesos bajos.

- 2. ¿Por qué la inspección es cada dos horas?**

Porque así se estableció el proceso.

- 3. ¿Por qué se estableció así el proceso?**

Porque si es más seguido se disminuye tiempo de producción.

- 4. ¿Por qué se disminuye tiempo de producción?**

Porque toma un promedio de 3 minutos por empacadora la verificación de peso.

**5. ¿Por qué toma un promedio de 3 minutos la verificación de pesos por llenadora?**

Solo existe una balanza para verificación.

**Materia prima**

**1. ¿Por qué los tamaños y pesos en la sala de proceso de los pescados es irregular?**

Porque la pesca no tiene una etapa de clasificación.

**2. ¿Por qué no hay un proceso de clasificación?**

No se ha establecido esta etapa en el proceso.

**3. ¿Por qué no se ha establecido esta etapa en el proceso?**

Porque no se ha hecho un estudio de factibilidad de implementar esta etapa.

**4. ¿Por qué no se ha hecho un estudio?**

La cultura de mejora continua recién se está estableciendo.

**5. ¿Por qué recién se está estableciendo ésta cultura?**

Recién se están planteando aspectos técnicos.



## **Sellado**

Existen averías frecuentes en las máquinas cerradoras, el diagrama de espina de pescado reveló la principal causa del problema es que los métodos de mantenimiento son ineficaces ya que se espera que ocurra el daño para realizar la reparación. (Ver Anexo B)

## **Análisis de “5 por qué”**

### **Etapas de sellado**

#### **1. ¿Por qué existen paras en las máquinas cerradoras?**

Las máquinas se descalibran y existen paras por motivos mayores como daño de guía de envases, daño de las platinas, pulido de rulinas, pernos rotos, etc.

#### **2. ¿Por qué existen estos daños repetidamente?**

Porque se espera que ocurra un daño para proceder a la reparación.

#### **3. ¿Por qué se espera que ocurran los daños?**

No existe un procedimiento o un cronograma de mantenimiento de las máquinas. Se les da mantenimiento completo cuando existen paras de la planta por motivo de vedas de materia prima.

**4. ¿Por qué sólo se hace un mantenimiento total en paradas de la planta?**

Porque la planta trabaja continuamente y se piensa que parar para dar mantenimiento es pérdida en producción.

**5. ¿Por qué no hay un cronograma de mantenimiento de máquinas?**

No existe un manual de mantenimiento preventivo total.

En resumen, las etapas identificadas con problemas críticos son el envasado y sellado.

En el envasado una de las principales causas es la irregularidad de la materia prima, el método de envasado e inspección de pesos.

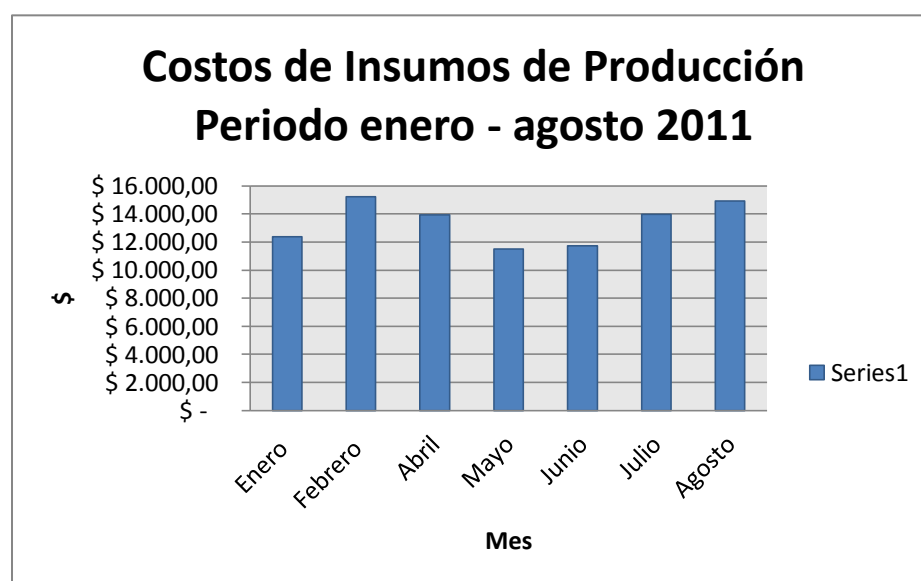
En el sellado la principal causa es que no se realiza un mantenimiento preventivo de las máquinas cerradoras.

### **2.3 Evaluación de Costos de Producción**

Para ésta evaluación se realizó un análisis de reportes de costos de producción desde enero hasta agosto del 2011, los meses de marzo y septiembre no se toman en cuenta debido a que en estos meses no existen producciones por motivo de veda de sardina.

El costo total de los insumos utilizados en la línea de producción en el periodo de tiempo mencionado es \$440.000,00 con un volumen de producción de 172000 cajas. A continuación se enlistan algunos de insumos:

- Aceite mineral grado alimenticio.
- Insumos de limpieza.
- Cloro.
- Desengrasante.
- Gas.
- Goma.
- Guantes.
- Jabón yodado.
- Agua.
- Diesel.
- Energía Eléctrica.
- Transporte el personal.
- Entre otros.



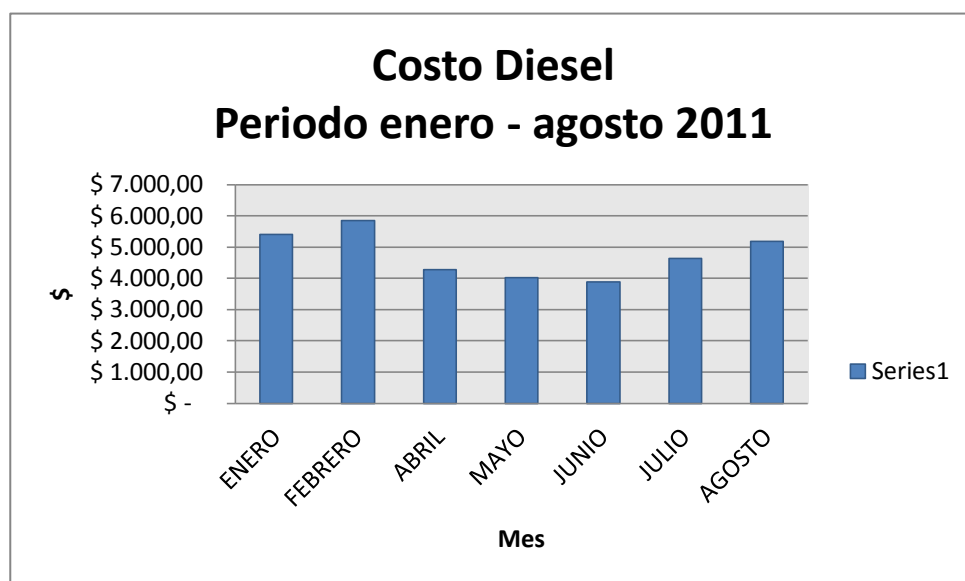
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 2.14 RESUMEN DE GASTOS MENSUALES**

Se observa en la figura 2.14 que hay picos en febrero y agosto, esto se debe a que las producciones en estos meses fueron mayores en relación a los demás meses, llegando a un promedio de 28.000 cajas, siendo la media los otros meses 23000 cajas.

Los gastos más representativos fueron evidentes en el análisis de los costos, estos son, energía eléctrica, diesel y mano de obra.

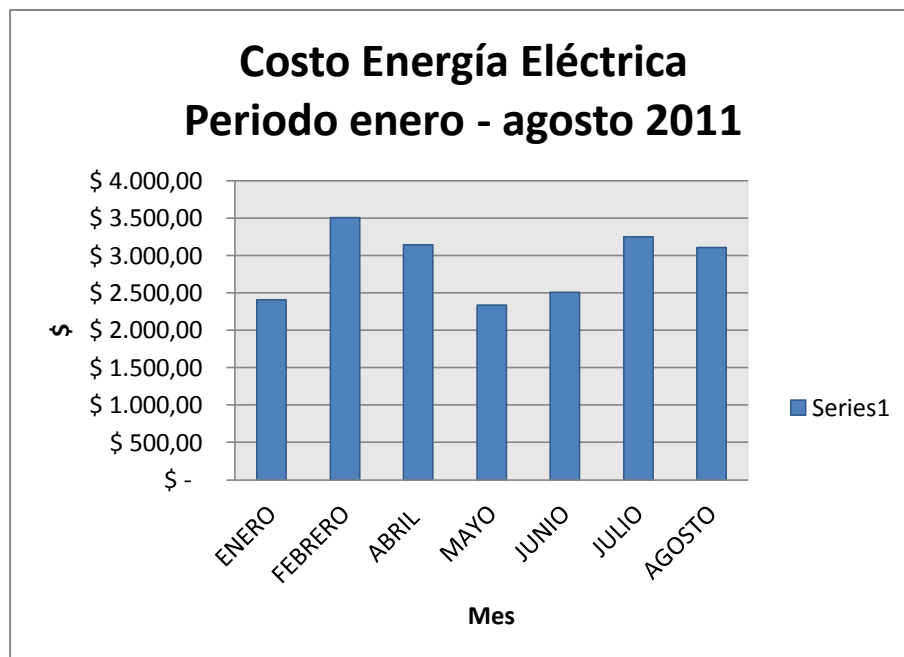
En las figuras 2.15 y 2.16 a continuación se verán los desembolsos mensuales debido a estos rubros:



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 2.15 RESUMEN DE COSTOS MENSUALES DE DIESEL**

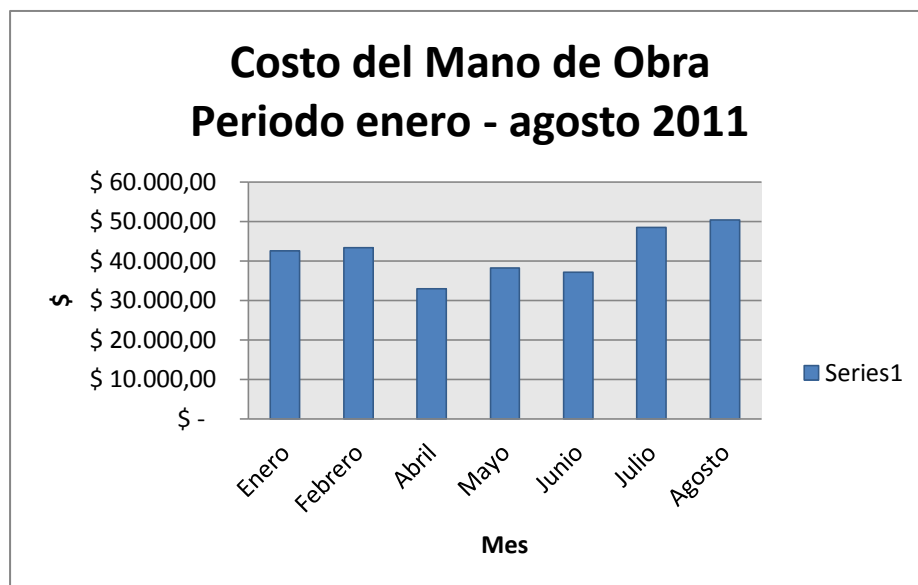
Se observa al igual que la figura 2.14 que existe incremento en los meses de febrero y agosto. Es notorio que en el mes de febrero las producciones fueron 25.000 cajas en promedio, mientras que en agosto fueron 30.000, sin embargo los costos por diesel fueron más altos en febrero donde hubo menos producción que en agosto. Esto podría decir que no existe un eficiente uso de este recurso.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 2.16 RESUMEN DE COSTO MENSUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Se identifica la misma situación que la figura 2.15. Las tarifas de electricidad se han mantuvieron a lo largo del periodo analizado por lo cual se descarta esta opción.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 2.17 RESUMEN DE COSTO MENSUAL POR MANO DE OBRA**

En el mes de agosto existió un incremento justificado en el costo de producción puesto que como se mencionó los volúmenes de producción fueron altos en comparación con otros meses.

En orden decreciente se ordenaron los gastos de la siguiente manera:

**TABLA 3**  
**CUADRO DE RUBROS IMPORTANTES EN EL PERIODO DE**  
**ENERO A AGOSTO 2011**

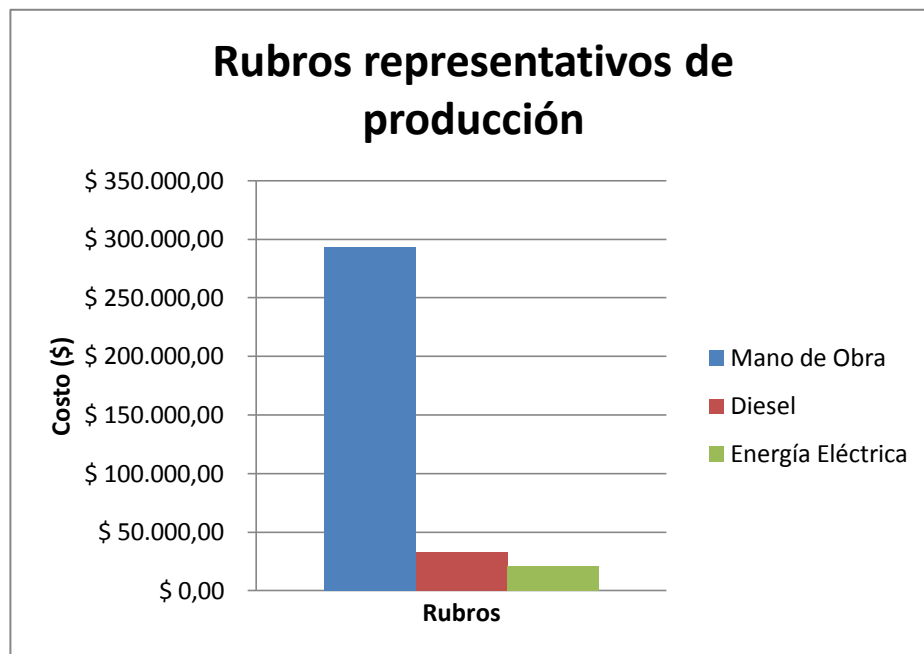
<b>RUBRO</b>	<b>COSTO</b>
Mano de Obra	\$293.030,83
Diesel	\$33.260
Energía Eléctrica	\$20.263,55
<b>TOTAL</b>	<b>\$346.554,38</b>

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011).

Relacionando los costos de los rubros en mención con la producción, la tasa unitaria es \$0,19/caja para el diesel, \$0,11/caja para energía eléctrica, \$1,70/caja en mano de obra. En general el costo unitario de los tres rubros más representativos es \$2,55/ caja.



Gráficamente la tabla 3 se ve de la siguiente manera (Fig 2.18):



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

#### FIGURA 2.18 DISTRIBUCIÓN DE RUBROS REPRESENTATIVOS

Estos tres rubros representan el 89,62% de los costos totales de los insumos utilizados en la línea de producción de enlatados sardinas.

# CAPÍTULO 3

## 3. ESTUDIO ESTADÍSTICO DE PROCESO

En este capítulo se realizará un estudio estadístico de las etapas con problemas que se identificaron en el capítulo anterior. Para el efecto se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS centurión XV, con el cual se establecieron histogramas, límites, capacidad de proceso, entre otros.

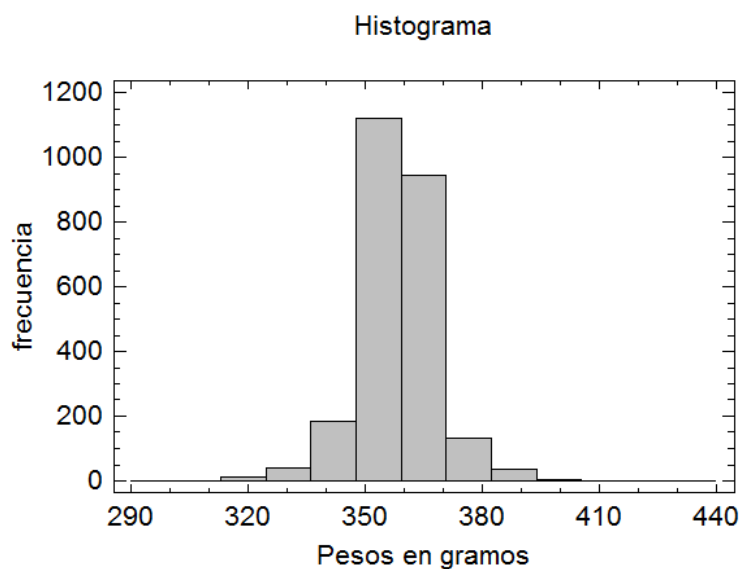
### 3.1 Obtención de Histogramas y Medidas de Dispersión de Etapas con Problemas Identificados.

#### **Etapas de Envasado.**

Se tomó el historial de tres meses de datos de pesos de envasado registrados.

La metodología establecida para registrar los datos es cada dos horas y se toman 10 datos en general de diferentes obreras empacadoras.

Mediante Statgraphics centurión XV se obtuvieron los histogramas de distribución y las medidas de dispersión.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 3.1 HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS DE ENVASADO**

El histograma de la figura 3.1 muestra la distribución de los datos que están siendo analizados. Los datos más frecuentes están ubicados aproximadamente entre 350 y 370 g.

La media obtenida es 358 g, el rango en que debería estar los pesos para un efectivo envasado es entre 350 y 360 g, lo cual quiere decir que la media óptima sería 355 g, comparando los dos datos, se concluye que el proceso tiende hacia el sobrellenado.

La desviación estándar que se obtuvo fue 10,01, lo que indica que existe una variabilidad considerable dentro del grupo de datos.

### **Etapa de sellado**

En esta etapa existen dos máquinas cerradoras que realizan el proceso de sellado, se evidenció en el capítulo 2 que el proceso tiene varias paradas al día a causa de daños en estas máquinas, por lo cual se estudió este proceso.

Para efectos de desarrollo de este capítulo se nombra a las máquinas, máquina A y máquina B. Se consideraron cinco parámetros que son los que indican si el sellado se ha realizado en forma satisfactoria, estos son: altura, espesor, gancho de cuerpo, gancho de tapa y traslape, estas medidas se expresarán en unidades de milésimas de pulgadas las cuales en este trabajo se abreviarán como "mmpulg".

### **Máquina A**

El histograma de la figura 3.2 a) muestra la distribución de los datos de altura de la máquina A, se observa que los datos que se han presentado con mayor frecuencia están entre 118 y 120 mmpulg. Se puede considerar que presenta una distribución normal.

La media que se obtuvo por medio del programa estadístico en uso fue 120 mmpulg, las medidas ideales según las especificaciones del proveedor son el rango entre 120 y 130 mmpulg, cuya media sería

125 mmpulg. Comparando la media actual de la etapa y la media ideal, se ve que el proceso de sellado en la máquina "A" en la altura, tiende a tener medidas menores de las recomendadas. Sin embargo, no se concluye que ésta etapa está en descontrol ya que obteniendo las medidas actuales se puede conseguir un excelente cierre, todo depende de las condiciones de la maquinaria, es por esto que se ahondará más en el análisis de las demás medidas en cuestión.

La desviación estándar obtenida es 3,5 mmpulg, es decir, la variación de los datos respecto a la media es algo amplia.

En la figura 3.2 b) se ve el histograma para espesor de la máquina A, se observa una distribución desordenada de datos en donde la mayor concentración de ellos se encuentra en 47 mmpulg. Las referencias dicen que las medidas en este parámetro idealmente deben fluctuar entre 46 y 52 mmpulg, siendo la media 49. La media del proceso actual es 48, se concluye que el proceso tiende a medidas inferiores.

La desviación estándar encontrada es de 1,69 mmpulg, quiere decir que no existe mucha variación de los datos con respecto a la media.

Se aprecia en la figura 3.2 c) el histograma de gancho de cuerpo de la máquina A, una distribución amplia de datos, en donde los más

frecuentes se encuentran entre 84 y 86 mmpulg aproximadamente. La media es 82 mmpulg. Lo recomendado por el proveedor de envases es que las medidas de este parámetro varíen en el rango de 75 a 85 mmpulg, siendo la media ideal de 80.

Este parámetro tiende a medidas mayores.

La desviación estándar es 3,74 lo cual indica que los datos distan de manera considerable con respecto a su media.

La distribución del histograma de la figura 3.2 d) correspondiente a medidas de gancho de tapa de la máquina A, está desordenada lo que informa que este proceso es inestable. La mayoría de los datos frecuentan entre los valores de 79 y 81 mmpulg.

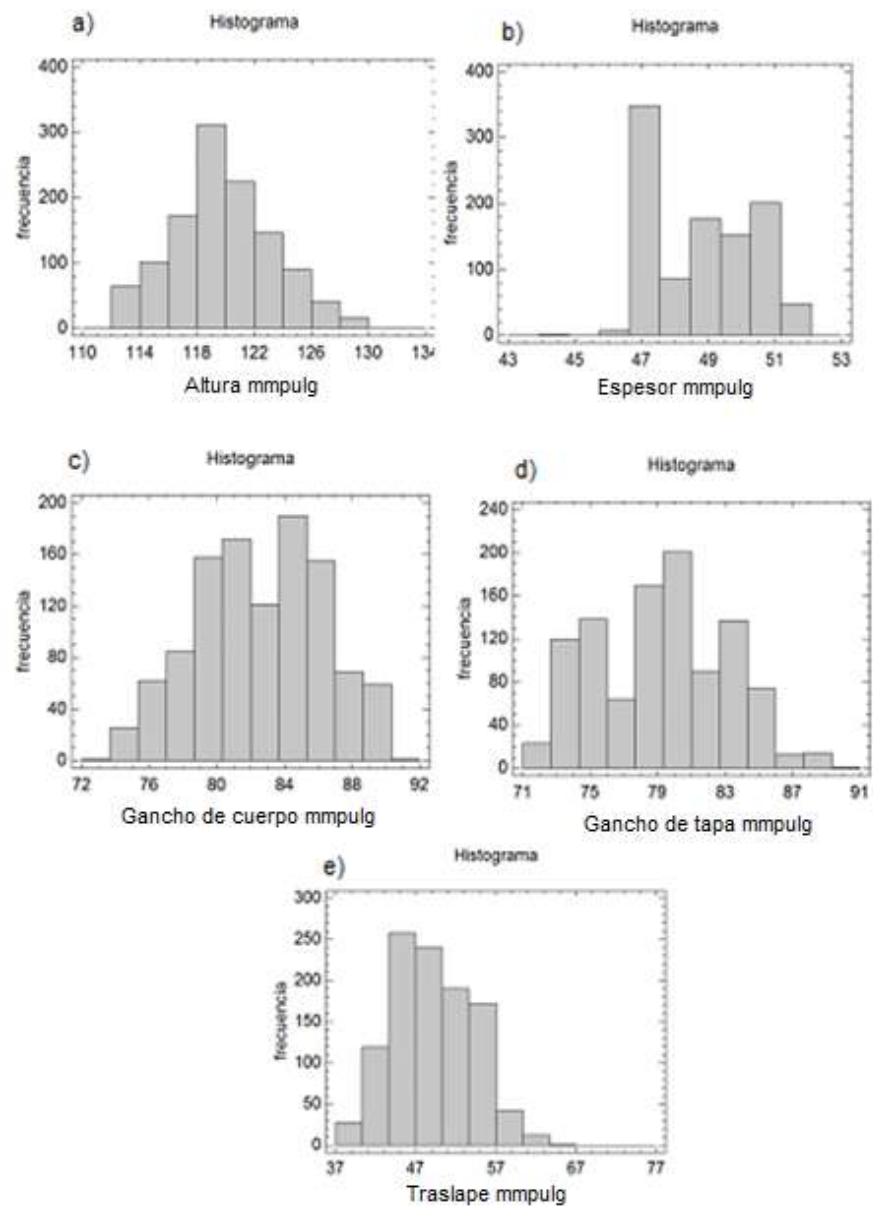
La media del este proceso es 79 mmpulg; la media ideal sería 80 mmpulg, por lo que se concluye que el proceso está cercano a lo óptimo sin embargo tiende a medidas inferiores y es inestable.

La variación de datos con respecto a la media está dada por la desviación estándar cuyo valor es 3,9 existe una amplia variación.

Por la apariencia del histograma de la figura 3.2 e) (medidas de traslape, máquina A) se dice que el proceso tiende hacia medidas bajas. La media que se obtuvo fue 49 mmpulg, la media teórica es 50 con lo cual la conclusión al inicio del párrafo es acertada, sin

embargo no se aprecia una variación importante entre las medias en comparación.

La desviación estándar es 4,96 lo que muestra que los datos tienen una variación importante con respecto a la media experimental.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 3.2 HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN DE PARÁMETROS DE SELLADO DE LA MÁQUINA "A"**



## **Máquina B**

En la figura 3.3 a) que pertenece al histograma de distribución de la medida de altura de la máquina B se identifica una distribución ordenada, con una concentración de datos en el rango de 122 a 124 mmpulg.

La media teórica es 125, mientras que en el proceso la media que se obtuvo es 121 mmpulg, se ve que en este caso también las medidas tienen tendencia a valores inferiores de lo recomendado.

La desviación estándar es 3,40 mmpulg, esto indica la variación de los datos referente a la media del proceso.

La figura 3.3 b) muestra el histograma de distribución de los datos de espesor de la máquina "B". Se observa una alta frecuencia de todos los datos, sin embargo sobresale el valor de 40 mmpulg. La media que se obtuvo para este proceso es 48 mmpulg, es decir, los datos más frecuentes están a una mmpulg de la media.

La desviación estándar 1,6 mmpulg indica que los datos no presentan una variación considerable y que están cerca de la media.

El histograma de la figura 3.3 c) muestra la distribución de los datos tomados para el estudio de las medidas de gancho de cuerpo de la máquina B. Existe variabilidad no tan notoria en las frecuencias, y los datos más frecuentes están en el rango de 80 – 81 mmpulg aproximadamente.

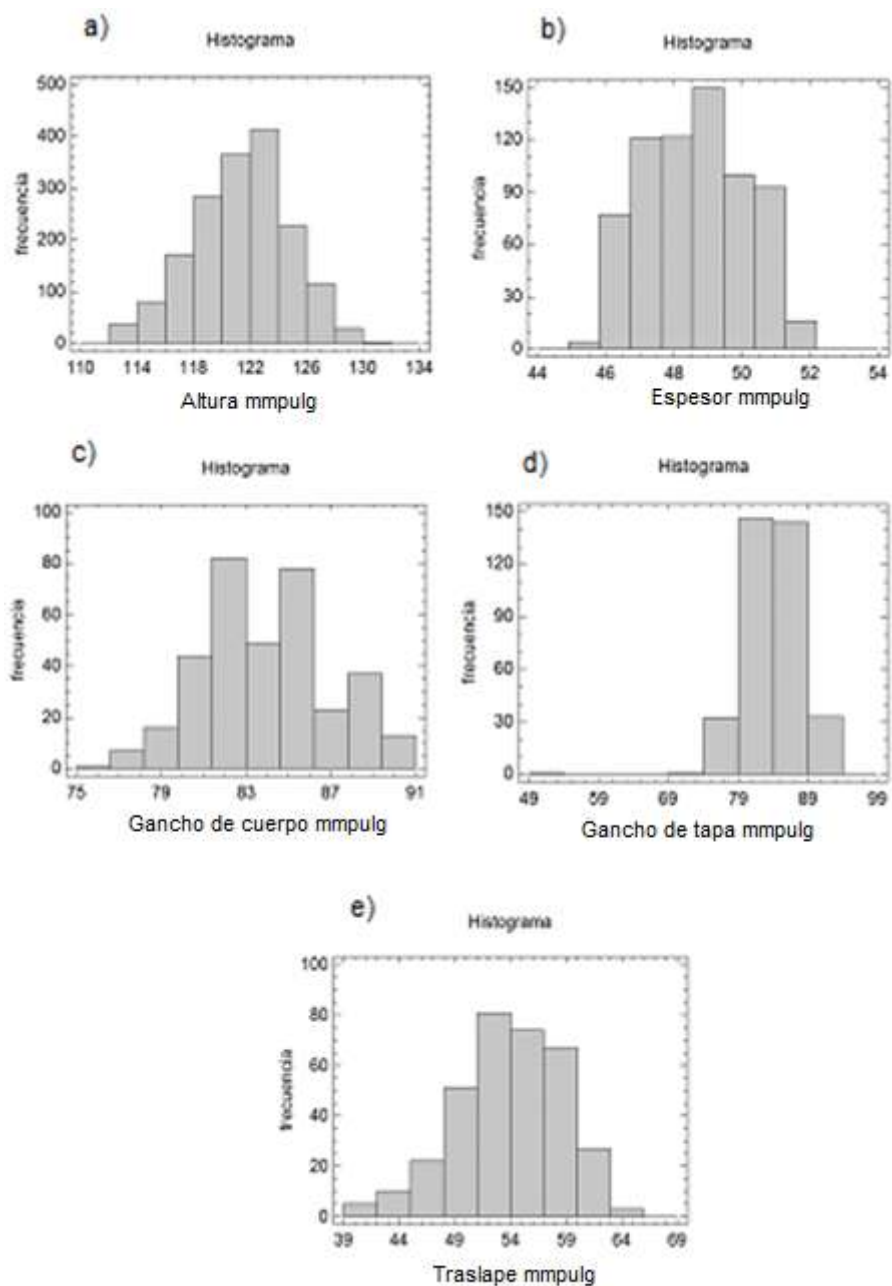
La media es 84 mmpulg, la desviación estándar 2,90.

Se nota por medio de la figura 3.3 d) que el proceso tiende hacia la derecha, es decir, hacia medidas mayores. Se tiene un grupo de datos aislados que puede haber sido causa del manejo interno de los datos en el programa.

La media obtenida es 84, con una desviación estándar de 3,99 mmpulg lo cual indica el grado de variabilidad de los datos con respecto a la media.

La figura 3.3 e) muestra el histograma de distribución de las medidas de traslape de la máquina “B”, se observa un proceso centrado cuya mayor frecuencia de datos está en el rango de 51 a 54 mmpulg. La media obtenida es 54 mmpulg, la media de los datos recomendados es 50, con lo cual se concluye que el proceso tiende hacia medidas mayores.

La desviación estándar obtenida es 4,6 con lo que se dice que los datos tienen una amplia variación respecto a la media.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

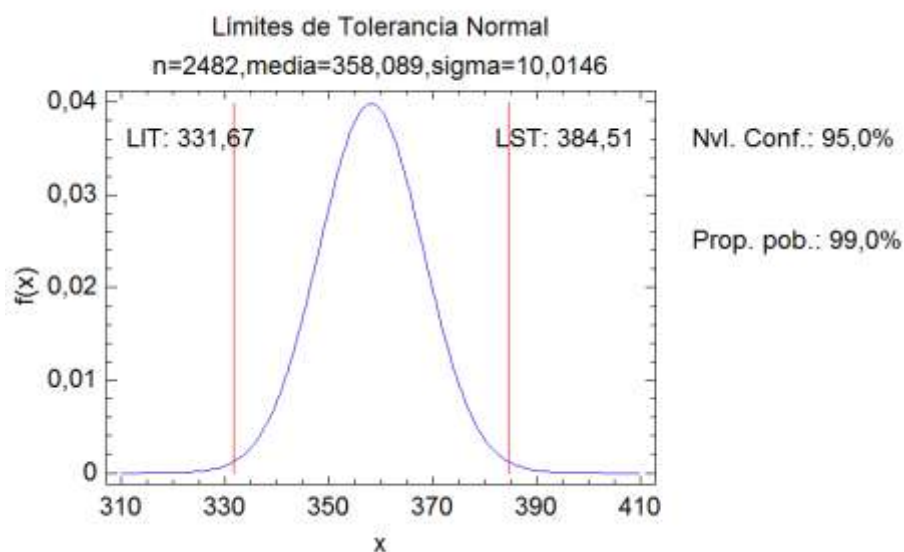
**FIGURA 3.3 HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN DE PARÁMETROS DE SELLADO DE LA MÁQUINA "B"**

### 3.2 Establecimiento de Límites de Proceso

En esta sección se obtendrán los límites que el proceso puede tolerar según el comportamiento actual y de manera general se determinará si el proceso es capaz o no de cumplir con las especificaciones de proceso.

#### Envasado

Se utilizaron los mismo datos que la sección anterior, gracias al software estadístico se obtuvieron de manera gráfica los límites que estamos buscando establecer.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 3.4 LÍMITES DE PROCESO DE ETAPA DE ENVASADO**

La figura 3.4 muestra los límites de tolerancia normal, es decir, que por las condiciones actuales del proceso los límites que se pueden tolerar son entre 331 y 384 g., se puede decir con 95% de confiabilidad que el 99% de los datos están dentro de este rango.

Las especificaciones son entre 350 y 360 g. con lo cual de manera general se concluye que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones.

### **Máquina A**

En la figura 3.5 a) se aprecian los límites del proceso para medidas de altura en donde se asegura con el 95% de confiabilidad que el 99% de los datos se encuentran dentro son: 110 y 129 mmpulg.

Los límites recomendados por el proveedor son 120 y 130 por lo que se concluye de manera general que el proceso no es capaz de cumplir con el límite inferior, caso contrario pasa con el límite superior.

La figura 3.5 b) muestra los límites para las medidas de espesor. El límite inferior del proceso es 44 y el superior 53. Los límites recomendados son 46 y 52, el proceso no es capaz de cumplir con las medidas recomendadas del límite inferior, mientras que en el límite superior sí.

Entre 44 y 53 mm. pulg. se asegura que el 99% de los datos se encuentran en este rango, con un porcentaje de confiabilidad de 95%.

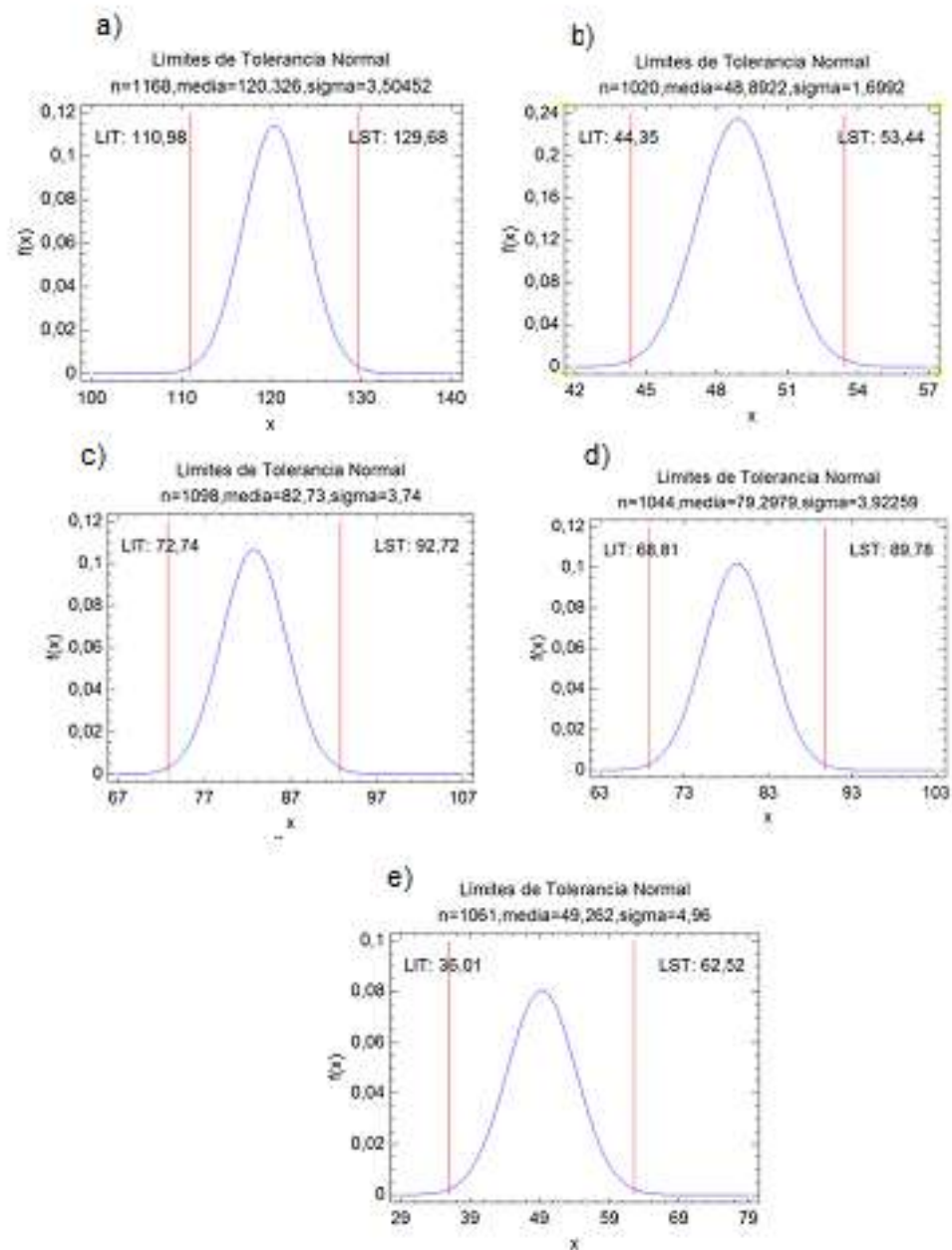
Los límites en donde el 99% de los datos se encuentran teniendo un porcentaje de confiabilidad de 95% de las medidas de gancho de cuerpo (figura 3.5 c), son 72 y 92 mm.pulg. Las referencias de límites de especificaciones son 75 y 85 por lo cual el proceso puede cumplir con el límite superior, mas no con el inferior.

A pesar de que se puede cumplir límites superiores en muchos casos, estos estudios son importantes ya que permiten tener el referencial del estado actual del proceso y con eso saber que ajustes y acciones correctivas tomar.

Se aprecia en la figura 3.5 d) los límites de proceso para gancho de tapa de la máquina A que son 68 y 89 mm. pulg., comparándolos con los límites de especificaciones, 70 y 90 mm. pulg., se concluye que el proceso no es capaz de cumplir con el límite de especificación inferior al contrario del límite superior.

Los límites de proceso para traslape de la máquina A, que se obtuvieron por medio del programa estadístico Statgraphic se los puede observar en la figura 3.5 e) que son 36 y 62 mmpulg. Haciendo una comparación con los límites de especificaciones 40 y

60 mmpulg, el límite inferior del proceso está por debajo del límite inferior de especificaciones. En este caso se va a requerir de acciones correctivas inmediatas para ajustar el proceso y que las variaciones naturales estén dentro de lo establecido.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 3.5 LÍMITES DE TOLERANCIA DE MEDIDAS DE SELLADO DE LA MÁQUINA "A"**



Se aprecia en la figura 3.6 a) los límites de tolerancia del proceso en medidas de altura para la máquina "B". Siendo los límites recomendados 120 y 130 mmpulg. Se identifica que el proceso no es capaz de cumplir con el límite inferior y tiende a medidas inferiores, por otro lado el límite superior que está décimas por encima de las especificaciones, se puede decir que es un proceso que requiere ajustes para llegar a medidas óptimas.

La figura 3.6 b) ilustra los límites de tolerancia de proceso de espesor de la máquina B, obtenidos mediante el software estadístico Statgraphic, el cual dice que entre 44 y 53 mmpulg. se encuentran el 99% de los datos con un porcentaje de confiabilidad del 95%.

Los límites de especificaciones para éste parámetro es de 46 y 52 mmpulg, se concluye que en el límite inferior el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, sin embargo en el límite superior sí.

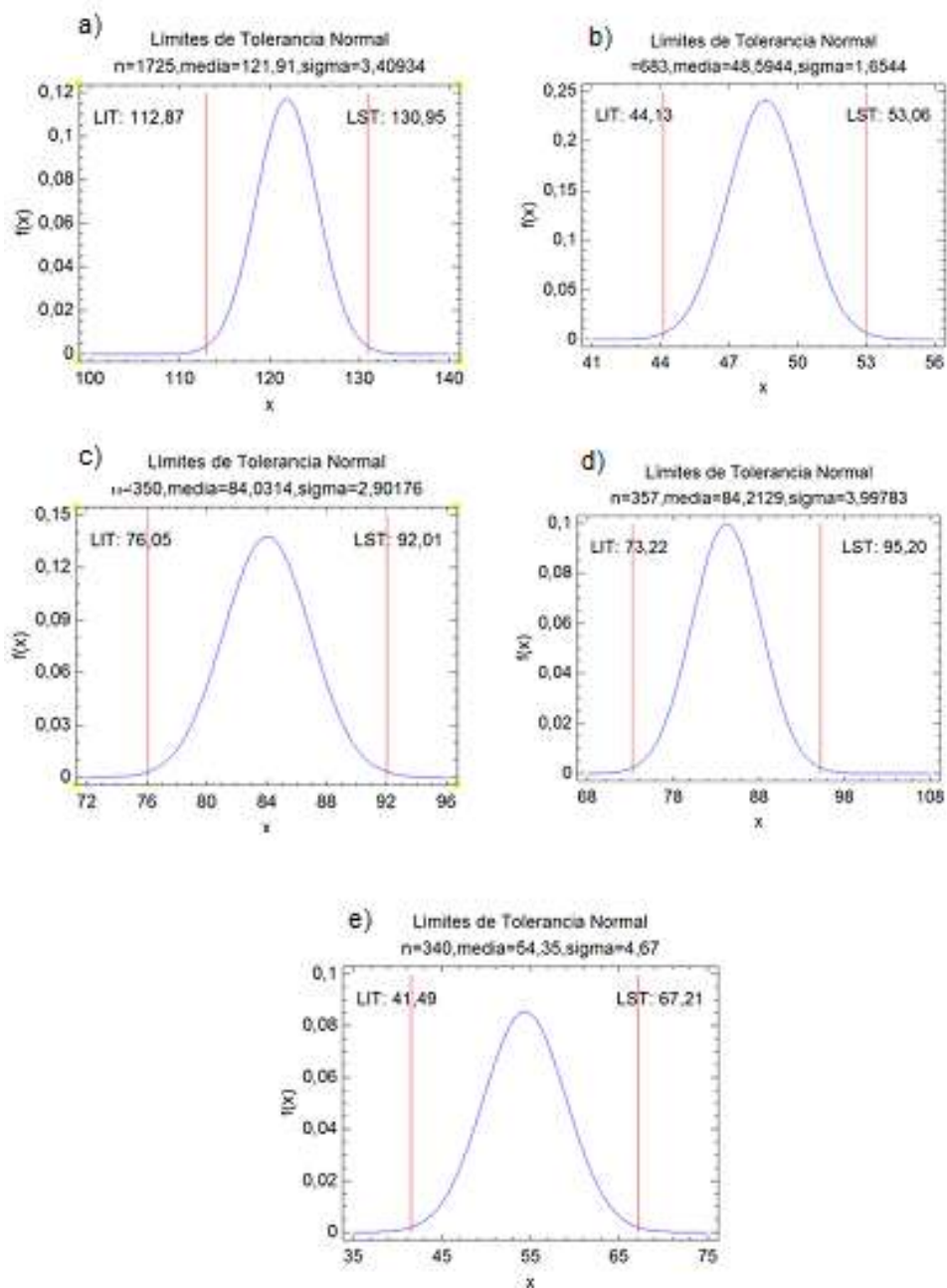
La figura 3.6 c) muestra los límites de proceso de la máquina "B" en las medidas de gancho de cuerpo. Con el 95% de confiabilidad entre 76 y 92 micras se encuentran el 99% de los datos.

Comparando los límites de especificaciones, los cuales son 75 y 85 mmpulg, se concluye que este proceso si es capaz de cumplir con las especificaciones.

Los límites de especificaciones de gancho de tapa son 70 y 90 mmpulg. La figura 3.6 d) muestra los límites de tolerancia del proceso en las medidas de gancho de tapa, se observa el límite inferior 73 mmpulg y el límite superior 95 mmpulg. Haciendo una comparación de límites de proceso y límite de especificaciones, se concluye que el proceso es capaz de cumplir con lo especificado.

La figura 3.6 e) muestra gráficamente los límites de tolerancia de proceso de traslape en donde el 99% de los datos están incluidos con el 95% de confiabilidad.

Las especificaciones dicen que las medidas recomendadas para un óptimo traslape son 40 y 60 mmpulg, los límites del proceso son 41 y 67 mmpulg, con esto se concluye que el proceso es capaz de cumplir con especificaciones.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).  
**FIGURA 3.6 LÍMITES DE TOLERANCIA DE MEDIDAS DE SELLADO DE LA MÁQUINA "B"**

### 3.3 Establecimiento de Capacidad de Proceso de Etapas Críticas.

La capacidad de proceso indica si el proceso es capaz o no de cumplir con las especificaciones dadas. Para determinar lo mencionado se tienen dos valores, Cp y Cpk.

El valor de Cp proporciona información de si el proceso es o no capaz, asumiendo que está centrado.

La tabla 4 mostrada a continuación expone los valores de referencia para conclusiones de los valores de Cp.

**TABLA 4**  
**VALORES DE REFERENCIA DE CAPACIDAD DE PROCESO**

Valores guías de la capacidad	Conclusión
1,33 o mayor	El proceso es satisfactorio
1,00 a 1,33	El proceso es capaz, pero marginalmente. El proceso no soportará un cambio significativo.
1,00 o menor	El proceso no es satisfactorio. O el proceso está fuera de especificaciones, o eso está a punto de suceder.

**Fuente:** Folleto PACAP, Seminario Taller AIB Internacional, (2011)

Cpk muestra el comportamiento del proceso con respecto a la media. Los valores de Cpk indican el desplazamiento positivo o negativo del proceso con respecto a su punto medio.

### Etapa de envasado

Los resultados obtenidos gracias al software estadístico Statgraphics se presentan en la siguiente tabla:

**TABLA 5**  
**VALORES DE CP Y CPK PARA LA ETAPA DE ENVASADO**

	Valores
<b>Cp</b>	0,166424
<b>Cpk (superior)</b>	0,063606
<b>Cpk (inferior)</b>	0,269243

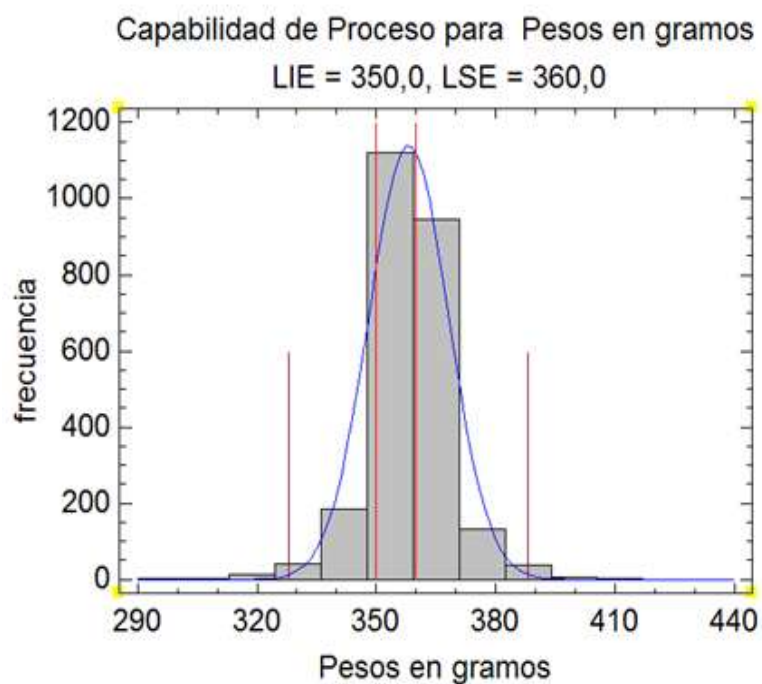
Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

El valor de Cp es menor a 1, lo cual revela que el proceso no es satisfactorio.

Con este análisis también se conoce el porcentaje de producto que está fuera de especificaciones, en este caso en el límite superior existe 42,43%, mientras que en el límite inferior 20,96%, un total de 63,39% de producto fuera de especificaciones. Es evidente que el proceso tiene problemas críticos.

La figura 3.7 muestra gráficamente el comportamiento del proceso en términos de capacidad, también llamado capacidad. Se compara con los límites de especificaciones, en este caso LIE: 350g, LSE: 360g, en la figura están representados por las líneas

verticales de color rojo. Las líneas de color violeta, representan los límites de proceso, se nota que están fuera del rango de especificaciones, con lo que se puede verificar visualmente que el proceso no es satisfactorio.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 3.7 CAPACIDAD DE PROCESO DE ETAPA DE ENVASADO**

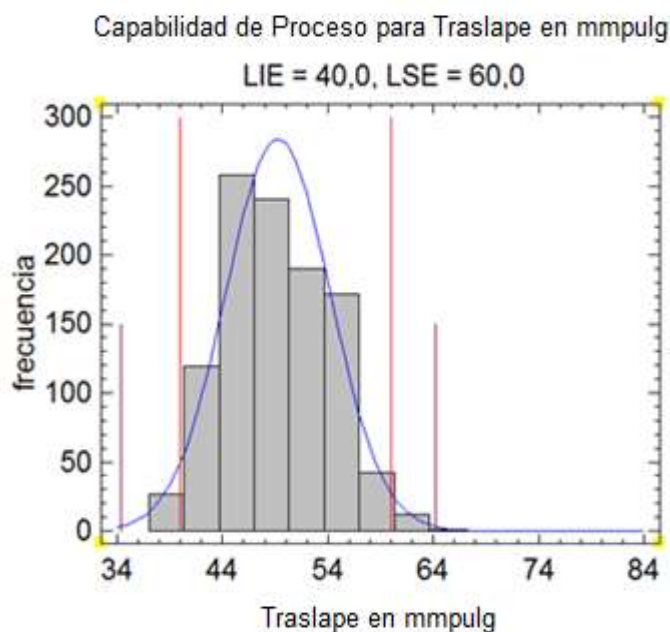
## **Etapa de sellado**

### **Máquina “A”**

La capacidad de proceso de la etapa de sellado se analizará con la medida de traslape, puesto que ésta es la medida más importante en el doble cierre, indica si el sellado ha sido llevado de manera satisfactoria. La obtención del traslape, también conocido como “overlap”, involucra las otras medidas analizadas anteriormente que son altura, espesor, gancho de cuerpo y gancho de tapa.

En la figura 3.8 se observa la ilustración gráfica de la capacidad de proceso de sellado de la máquina “A”. Existe producto fuera de especificaciones recomendadas, las líneas verticales rojas muestran los límites de especificaciones mientras que las líneas violetas los límites de tolerancia del proceso.

Gráficamente se observa que el proceso no es satisfactorio (con respecto a las recomendaciones), puesto que los límites de proceso están por fuera de los límites de especificaciones, numéricamente se comprueba esto con los valores de  $C_p$  y  $C_{pk}$ .



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 3.8 CAPACIDAD DE PROCESO DE ETAPA DE SELLADO MEDIDA TRASLAPE MÁQUINA "A"**

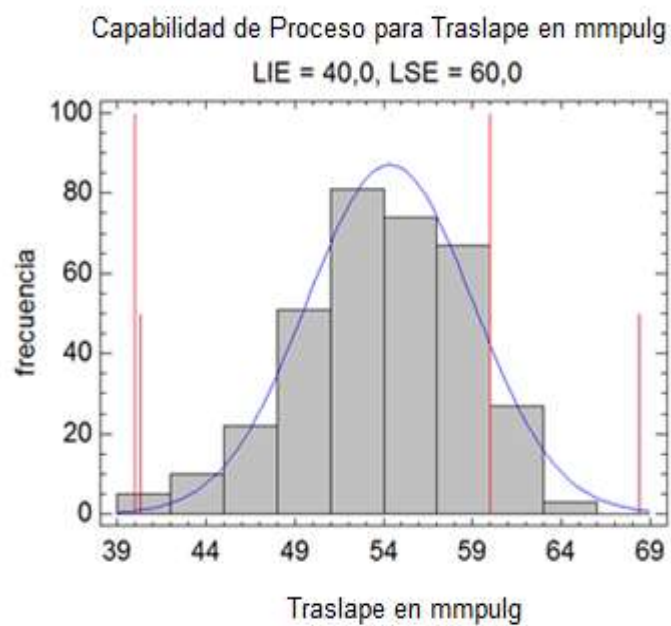
$C_p$  es igual a 0,671535, menor a uno, lo cual verifica que el proceso no es satisfactorio.

El producto fuera de especificaciones para el límite superior es 1,53% mientras que para el inferior 3,10%, haciendo un total de 4,62%. Estos valores son tolerables, además se toma en cuenta que los límites de especificaciones que da el proveedor son guías de valores óptimos que han obtenido en pruebas internas con su maquinaria, sin embargo este estudio da la ventaja de saber en qué punto específico se deben hacer ajustes para reducir al mínimo los errores.



## Máquina B

Así como en la máquina A el valor que se analizará es el traslape, en la figura 3.9 se observa gráficamente el comportamiento de la etapa.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011).

**FIGURA 3.9 CAPACIDAD DE PROCESO DE ETAPA DE SELLADO MEDIDA TRASLAPE MÁQUINA “B”**

El límite de tolerancia de proceso inferior está dentro del límite inferior de especificaciones, lo cual indica que es capaz de cumplir, sin embargo no ocurre esto en el límite superior.

El valor de  $C_p$  para ésta etapa es 0,713259, lo cual indica que el proceso no es satisfactorio.

El porcentaje de producto fuera de especificaciones en el límite inferior es 0,10% mientras que en el superior es 11,35%, siendo un total de 11,46%. La máquina B tiene un porcentaje más alto de producto fuera de especificaciones que en la máquina "A".

Todo esto también va relacionado al tiempo de vida operacional de las máquinas, la máquina "A" tiene menos años en uso que la máquina "B", y esto influye en su eficiencia.

### **3.4 Gráficos de Control**

Los gráficos de control son una comparación en el tiempo de los parámetros de interés en el proceso.

Una de las ventajas de estos gráficos es prevenir errores y no incurrir en fallas lo cual en términos económicos representa ahorros.

#### **Envasado**

Con el análisis que se realizó en las secciones anteriores de este capítulo, se comprobó que efectivamente ésta es una etapa que presenta problemas.

Esto último expuesto se refleja en los límites, los límites de tolerancia de proceso son 331 y 384 g, mientras que los límites de

especificaciones son 350 y 360 g. Existe un margen de error promedio de 20 g.

En el anexo A correspondiente al capítulo 2, está ilustrado el diagrama de espina de pescado para la etapa de envasado en la cual se identificó a los métodos de inspección, materia prima y mano de obra como factores influyentes en los problemas de la etapa en cuestión.

Haciendo un análisis de pérdidas monetarias para esta etapa, expuesto en la figura 3.10, se determina que al año la empresa estaría perdiendo \$24400 por los problemas antes mencionados.

**Producto:**

Parámetro	Valor	Unidad
Costo Matera prima /kg	0,61	\$/kg
Unidades producidas por día	57.600	latas
Cantidad Nominal de llenado	355,0	g
Días de producción por año	230	días
Valor Medio de producción (X)	358,0	g
Sobre-llenado por lata:	3,0	g
Sobre-llenado por día	173	kg
Sobre-llenado por año	39.744	kg
<b>Costo sobre-llenado por año (=Pérdida)</b>	<b>24.244</b>	<b>U\$/Año</b>

**Fuente:** Plantilla tomada del seminario taller PACAP, AIB Internacional, (2011).

**FIGURA 3.10 CUADRO DE PÉRDIDAS MONETARIAS EN ETAPA DE ENVASADO**

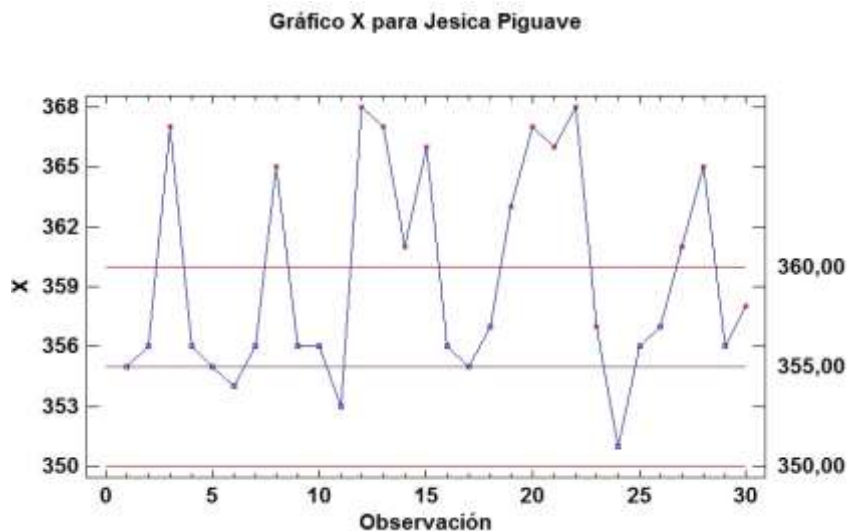
Al haber cuantificado las pérdidas, es menester proponer mejoras para en un corto, mediano y largo plazo de tiempo generar ahorros en la línea.

Respecto a la materia prima, se propone invertir en la compra de una máquina clasificadora, con lo cual se facilitaría la operación de esta etapa ya que habría mayor regularidad en los pesos.

El costo de una máquina clasificadora está alrededor de los \$15000, es una sola inversión y reduciría de manera significativa las pérdidas anuales.

En cuanto a la monotonía y costumbrismo de las empacadoras, se propone realizar un plan de rotación diario con el fin de que las personas estén como mínimo 10 minutos realizando otra actividad, de esta manera se disminuye el riesgo de incurrir en fallas por monotonía, lo cual sin ninguna inversión monetaria va a representar ahorro de costos.

Para el caso de las inspecciones se propone usar lo que ésta sección trata, gráficos de control, estos permiten un monitoreo más estricto de la etapa. Se propone tener un control de cada una de las empacadoras y realizar la verificación cada hora.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 3.11 GRÁFICO DE CONTROL ESPECÍFICO PARA CADA EMPACADORA EN LA ETAPA DE ENVASADO**

La figura 3.11 muestra un ejemplo del gráfico de control a llevar con el software estadístico statgraphic, el cual ofrece practicidad y tecnicismo, con tal sólo ingresar los datos se puede gozar de un sinnúmero de beneficios para obtener información valiosa del proceso. En este caso específico de la etapa de envasado.

La ventaja de llevar un gráfico de control en tiempo real permite prevenir errores, si en una hora se identifica que la tendencia de envasado está siendo hacia el descontrol, entonces se pondrá más énfasis en la empacadora en cuestión para mantener los pesos dentro del rango establecido.

**Sellado.**

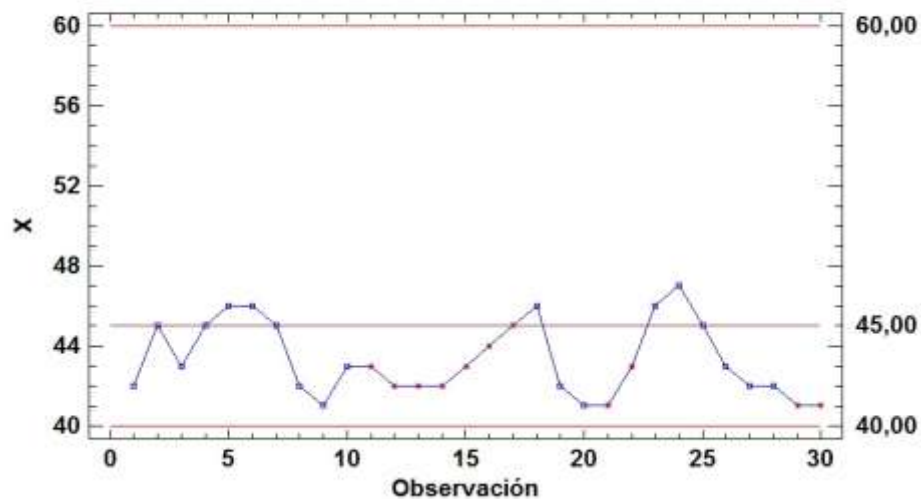
Los daños al momento de la jornada laboral de las máquinas son uno de los problemas más relevantes en esta etapa. Las paras en la línea suman un importante número de horas al día, lo cual representa pérdidas económicas.

Haciendo un análisis económico, si el acumulado de tiempo de para suma 1 hora, esto se traduce en 7800 latas que no fueron procesadas, lo que es lo mismo 162,5 cajas, es decir, \$325 de pérdidas, un estimado de \$5,4 por minuto de para, sin contar la hora adicional que suma a la jornada laboral, que incurre en agotamiento físico del personal y por ende baja de eficacia y efectividad.

Es por esta razón que se proponen dos mejoras. La primera crear un manual de mantenimiento preventivo.

La segunda es crear gráficos de control para cada una de las medidas de doble cierre que son revisadas cada dos horas, con el fin de tener un control más estricto en tiempo real, y con eso prevenir daños en el sellado.

Gráfico X para Traslape - Máquina A



Elaborado por: Ana Barcia D.

**FIGURA 3.12 GRÁFICO DE CONTROL PARA MEDIDAS DE DOBLE CIERRE EN LA ETAPA DE SELLADO**

La figura 3.12 muestra un ejemplo de gráfico de control para la etapa sellado, teniendo en cuenta los límites recomendados por el proveedor, tiene un control más riguroso del proceso que apoyará a conocer su comportamiento y a prevenir errores.

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DE TIEMPOS, DISTRIBUCIÓN Y MOVIMIENTOS

En este capítulo se estudiarán los tiempos, distribución y movimientos de la línea de producción, con el fin de conocer la situación actual del comportamiento del proceso y de esta manera realizar propuestas de mejora para el aprovechamiento eficiente de los recursos involucrados. Se realizaron mediciones y observaciones “in situ” y lo que se obtuvo se presenta a continuación.

### 4.1 Estudios de Tiempos.

Con el estudio de tiempos se podrá saber el balance de la línea y su eficiencia.

Para practicidad de análisis se dividirá el proceso en dos partes generales, la primera está comprendida entre el envasado y el



sellado y la segunda entre el esterilizado y el paletizado de las cajas con producto terminado.

### **Análisis de Etapas de Envasado a Sellado**

La primera parte del proceso a analizar contiene las actividades que se muestran a continuación en la tabla 6.

**TABLA 6**  
**OPERACIONES Y ACTIVIDADES DE APOYO**

Operaciones Principales			
<b>A</b>	Envasado	<b>F</b>	Sellado B
<b>B</b>	Volteo 1	<b>G</b>	Llenado coche línea A
<b>C</b>	Cocción	<b>H</b>	Llenado coche línea B
<b>D</b>	Volteo 2A	<b>I</b>	Volteo 2B
<b>E</b>	Sellado A		
Actividades de apoyo			
<b>1</b>	Provisión MP	<b>2</b>	Limpieza
<b>3</b>	Provisión envases		

**Elaborado por:** Ana Barcia. (2011)

Se realizó una base de datos (ver Anexo C) de tasas de producción de las estaciones establecidas de la siguiente manera ilustrada en la tabla 7.

**TABLA 7**  
**DEFINICIÓN DE ESTACIONES DE TRABAJO**

Estación 1	Estación 2	Estación 3
<b>Operaciones</b>	<b>Operaciones</b>	<b>Operaciones</b>
A	B	C
		D
		E
		F
		G
		H
		I

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

Antes de continuar cabe recalcar que las etapas de recepción y almacenamiento no han sido incluidas en el análisis puesto que trabajan de manera independiente en la frecuencia que ingresen lotes.

La metodología en la toma de datos fue establecer una tasa de producción para cada estación, la tabla 8 a continuación muestra la cantidad de latas promedio producida por cada estación en un tiempo de 1 minuto.

**TABLA 8**  
**TASA DE PRODUCCIÓN PROMEDIO EN LATAS DE**  
**ESTACIONES DE TRABAJO EN 1 MINUTO**

Estación 1	Estación 2	Estación 3
136	100	136

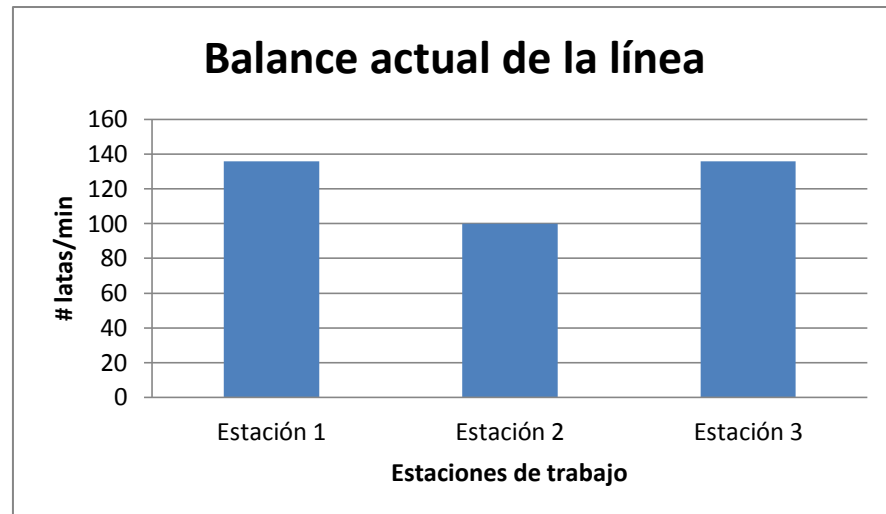
**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

La estación 2, tiene una tasa de producción menor que las dos estaciones restantes, por lo cual, en el proceso existe producto en espera o también llamado WIP (Work In Process).

Esto representa un problema desde el punto de vista de producción ya que la línea está desbalanceada, baja eficiencia, espacio ocupado innecesariamente, pero, existe un problema más grave viéndolo desde el punto de vista de inocuidad, puesto que las condiciones para la MP en ese tiempo de espera no son adecuadas por ende los peligros relacionados como los niveles de histamina podrían alcanzar niveles riesgosos.

El ritmo de producción de la estación tres está marcado por las máquinas, existe un cocinador y dos máquinas cerradoras, la máquina A, genera 81 latas por minutos mientras que la B 55 latas por minuto, tomando en cuenta un 88% de eficiencia.

La figura 4.1 muestra un gráfico de barras en donde se observa el balance actual de la línea.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.1 BALANCE ACTUAL DE LA LÍNEA**

La línea no está balanceada, puesto que como se mencionó anteriormente la estación 2 cuenta con una tasa de producción menor al resto de la línea, por ende esto disminuye su eficiencia, la cual se obtuvo por medio de la fórmula establecida por Federic Taylor (ec 1), la cual relaciona el tiempo de ciclo experimental con el tiempo takt o ritmo de producción.

$$E = \frac{C_{exp}}{t_t * n_{estaciones}} \quad (ec 1)$$

Donde:

$C_{exp}$ = Ciclo experimental: suma de tiempos de cada estación.

$t_t$ = tiempo task.

$n$ = número de estaciones.

Para obtener el tiempo task se cuenta con la ecuación 2, que dice:

$$t = \frac{\text{tiempo disponible}}{\text{unidades producidas}} \quad (\text{ec 2})$$

Para aplicar la fórmula de tiempo task, el tiempo disponible se multiplica por 90%, que representa la eficiencia del personal, donde el 10% restante se lo asigna a necesidades personales (3%), desviaciones varias (3%) y fatiga (4%).

Entonces se tiene:

Tiempo disponible: 10 horas = 600min.

Unidades promedio producidas por día: 1200 cajas.

$$t_t = \frac{600 \text{ min} * 0,9}{1200 \text{ cajas}}$$

$$t_t = 0,45 \text{ min/caja}$$

Ahora, el ciclo experimental se lo expresa en unidades de tiempo, en la tabla 8 se muestra la tasa de producción de cada estación en

un minuto, pues bien, se realizó una regla de tres con los valores obtenidos para calcular el tiempo de cada operación para producir 1 caja de producto que contiene 48 latas, los resultados se muestran en la tabla 9.

**TABLA 9**  
**TIEMPO DE PRODUCCIÓN EXPRESADO EN MINUTOS DE 1**  
**CAJA DE PRODUCTO**

Estación 1	Estación 2	Estación 3
0,35	0,48	0,35

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

Continuando con el cálculo de eficiencia:

$$C_{exp} = \sum_{i=1}^n t \quad (\text{ec } 3)$$

$$C_{exp} = 0,35 + 0,48 + 0,35 = 1,18 \text{ min/caja}$$

$$E = \frac{1,18 \text{ min/caja}}{0,45 \text{ min/caja} * 3} = 0,87$$

Los valores de referencia para concluir que tan eficiente está siendo la línea son >0,80 eficiente, <0,80 deficiente.

Actualmente la línea cae en el rango de eficiente, sin embargo son evidentes los problemas en la línea a los cuales se propondrán mejoras.

### **Estudio de Tiempos de Provisión de Materia Prima.**

En el Anexo D se podrá observar una tabla de datos de tiempos y cantidades de materia prima que es arribada a la sala de proceso, se puede notar que no existe una estandarización para esta actividad, esto se maneja según el criterio de los operarios, lo cual genera acumulación de materia prima innecesariamente, con la consecuencia de que la temperatura suba a niveles riesgosos.

Lo mismo ocurre para la provisión de envases, si bien es cierto, en este caso no existe riesgos altos de inocuidad, la acumulación de materiales innecesariamente disminuye la eficiencia del proceso.

### **Análisis de Etapa de Esterilización**

El tiempo total de esterilización por cada batch es 4 horas 45 minutos, existen 3 autoclaves horizontales discontinuos a vapor utilizados para este producto. Dos autoclaves cuentan con capacidad 100 cajas. Mientras que el último autoclave tiene capacidad 200 cajas.

El tiempo promedio de todo el proceso diario de esterilizado es de 15 horas desde que el primer coche ingresa al primer autoclave hasta que el último coche sale.

### **Análisis de Etapas Comprendidas desde Limpieza hasta Encartonado.**

Una vez esterilizado el producto pasa a una sala de enfriamiento en donde queda almacenado temporalmente toda la noche, para al día siguiente proceder a la limpieza, etiquetado y encartonado.

La tabla 10 a continuación muestra los tiempos de las operaciones K y L para producir 4 cajas de producto terminado.

Se estableció el tiempo para cuatro cajas puesto que existen cuatro etiquetadoras, por lo que al momento de tomar tiempo de una caja, se han formado paralelamente tres más.

**TABLA 10**  
**TIEMPO DE OPERACIONES ETIQUETADO Y ENCARTONADO**

Operaciones	Tiempo (seg)
K	94
L	80

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)



La etapa L es más rápida que K, lo que se traduciría que el encartonado es más rápido que el etiquetado, sin embargo en la práctica esto no se da, puesto que muchas veces el puesto L, queda vacío por varias razones, la principal es falta de materiales a tiempo o en el sitio, lo que repercute en el desarrollo fluido de esta etapa,

otra causa es el agotamiento, a medida que se van armando los pallets con producto terminado el encartonador va disminuyendo la velocidad, todos estos factores conllevan a la acumulación de producto en línea.

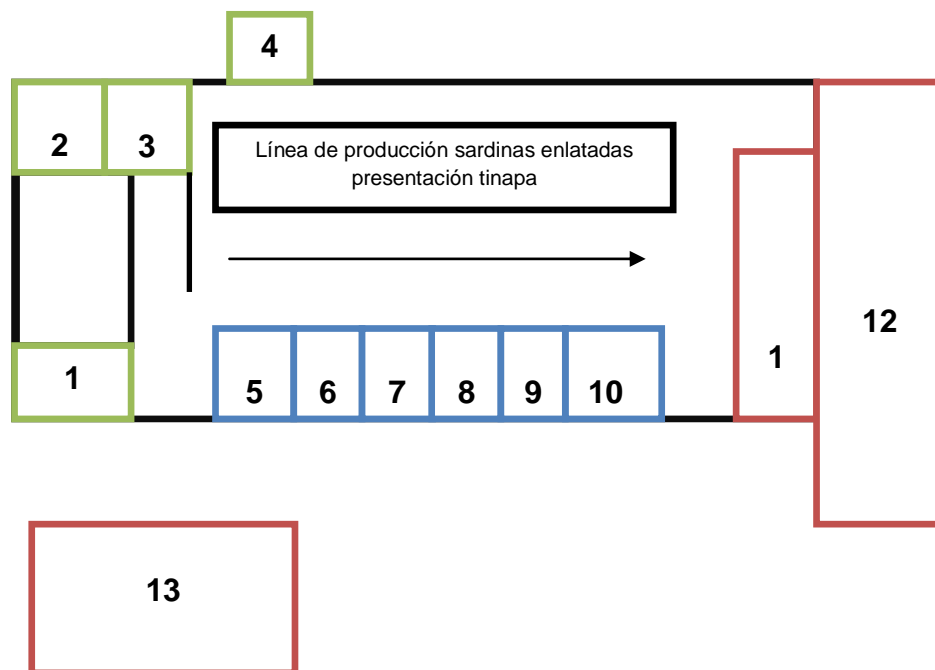
El paletizado toma 45 minutos en dejar listo un pallet de 18 cajas, esta operación la realiza la misma persona que encartona.

## **4.2 Estudio de Distribución.**

### **Distribución de las Etapas**

El estudio de distribución proporcionará información de cómo están ubicados los puestos de trabajos y cómo esto influye esto en el desempeño de los obreros.

La figura 4.2 muestra esquemáticamente la distribución de la línea en estudio.

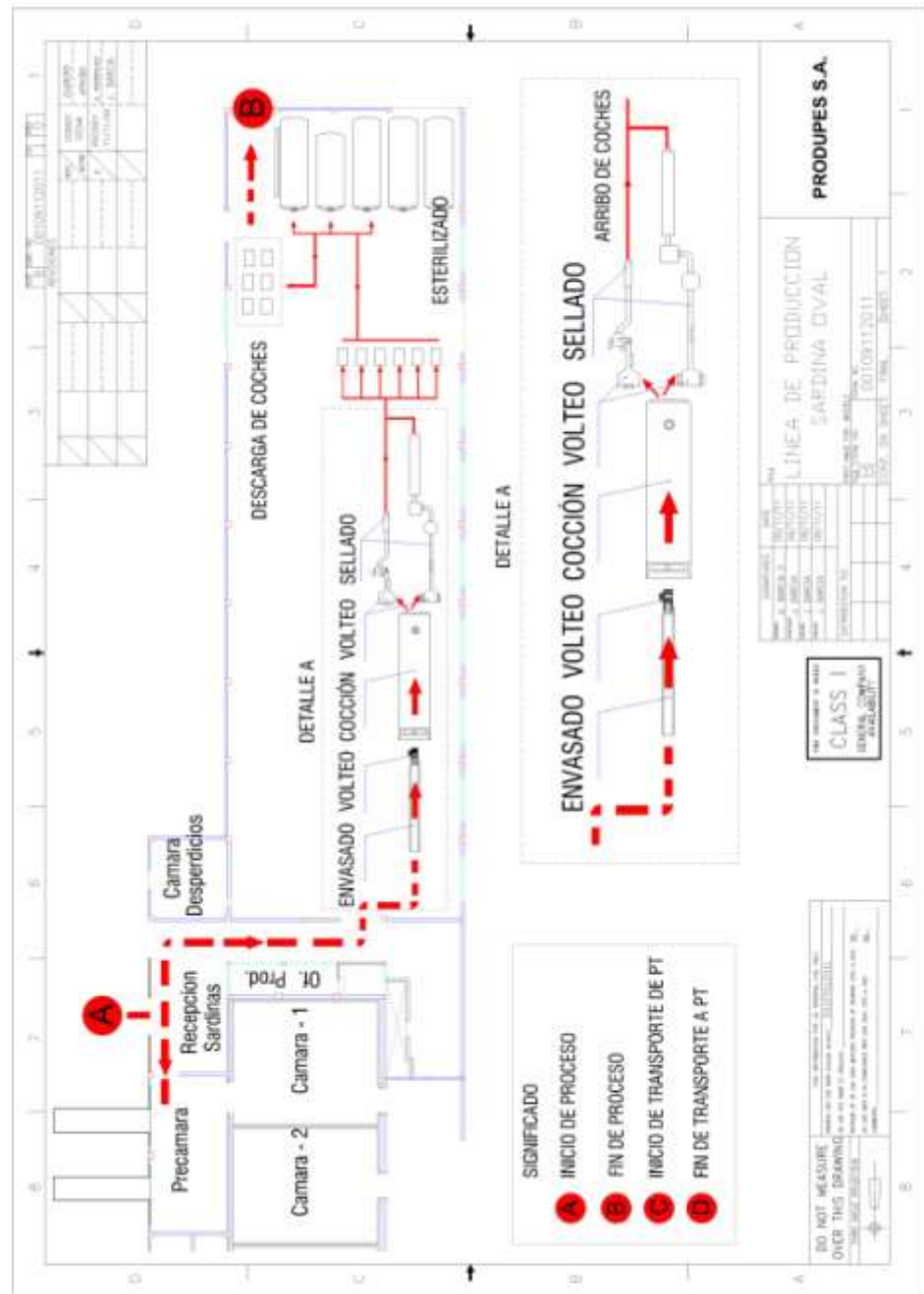


Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

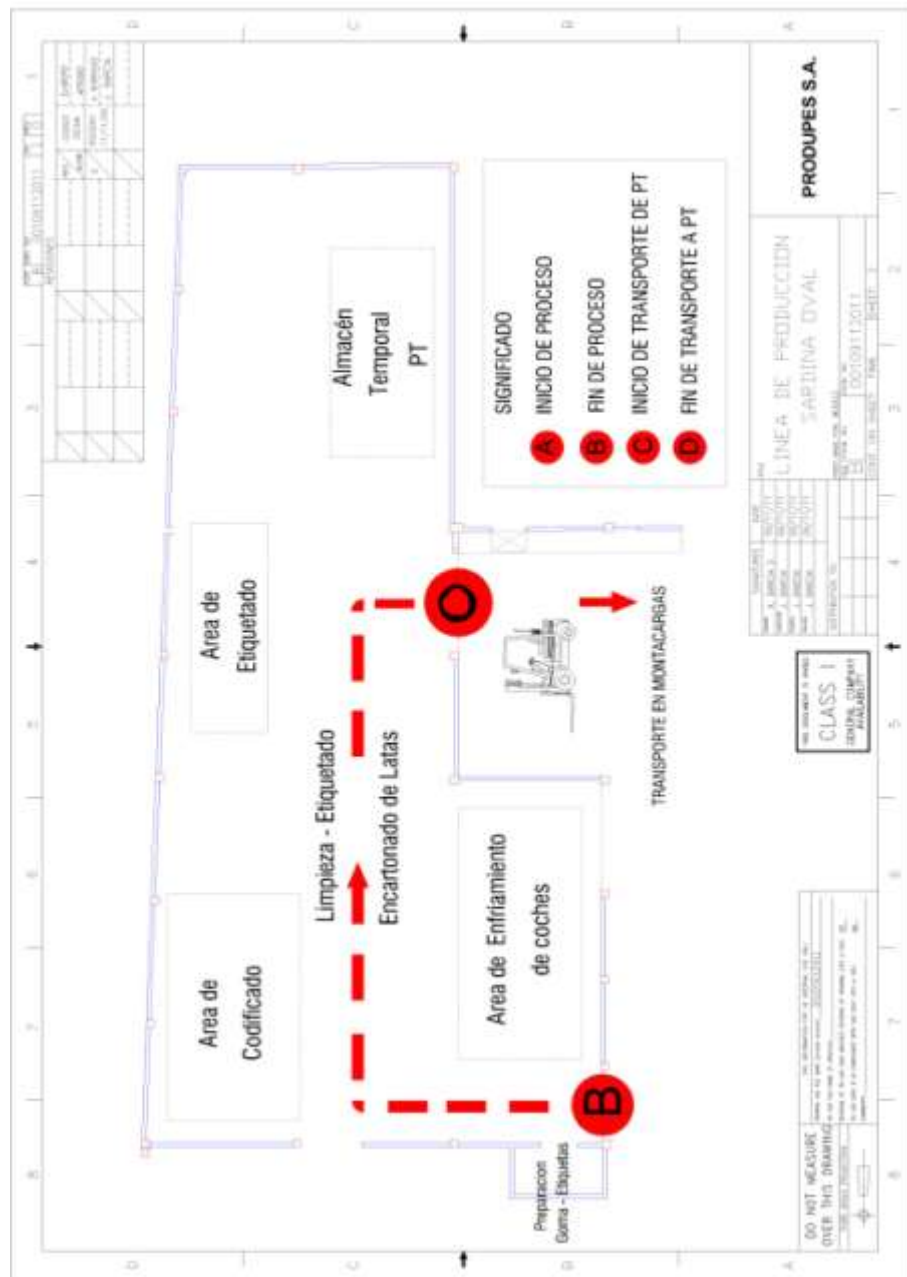
**FIGURA 4.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ENLATADOS DE SARDINAS EN SALSA DE TOMATE**

Para comprender mejor la figura 4.2 en la tabla 11 se detalla la simbología de la figura.

El proceso está distribuido continuamente, de tal manera el flujo sigue una secuencia, como se aprecia en el plano 1 y 2.



Elaborado por: Andrés Rodríguez C. (2011)  
**PLANO 1. DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DESDE RECEPCIÓN HASTA ESTERILIZADO**



Elaborado por: Andrés Rodríguez C. (2011)

## PLANO 2. DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DESDE ESTERILIZADO HASTA ETIQUETADO

**TABLA 11**  
**SIMBOLOGÍA DE ÁREAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

Simbología	Nombre de área
<b>1</b>	Entrada a sala de proceso.
<b>2</b>	Área de almacenamiento en frío.
<b>3</b>	Área de descarga de materia prima.
<b>4</b>	Sala de flujo de desperdicios.
<b>5 al 10</b>	Área de producción: Envasado, volteo 1, cocción, volteo 2, sellado, lavado de latas.
<b>11</b>	Área de esterilización.
<b>12</b>	Área de limpieza y etiquetado.
<b>13</b>	Bodega de producto terminado.

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

Se observa que no existe mayor inconveniente con la distribución de las áreas, la línea de producción es lineal, una etapa en secuencia de otra.

El área de fríos y descargas están conjuntas lo que permite tener acceso directo y fácil entre ellas para realizar las labores de almacenamiento una vez se haya procedido a descargar la materia prima. Además el área de descarga y cámaras de frío, cuentan con conexión a la sala de proceso, lo cual beneficia el tránsito de materia prima.

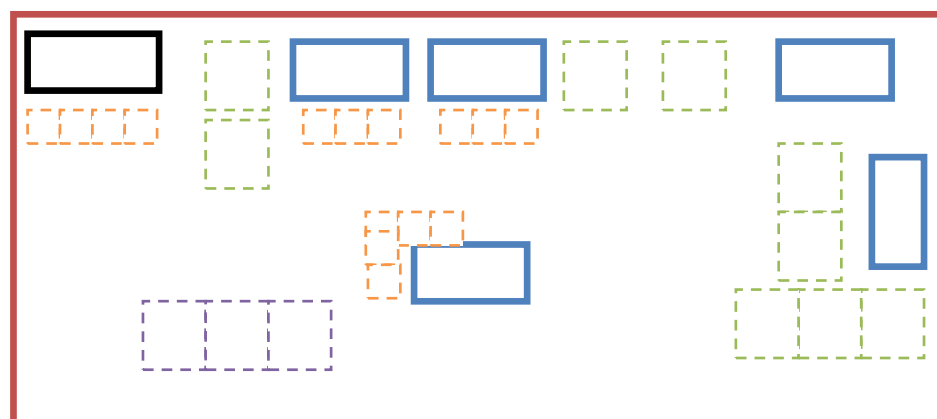
El área de desperdicio está aislada, lo cual es importante para proteger contaminaciones del producto.






El área de esterilizado y limpieza y etiquetado se encuentran cerca, permitiendo así, el flujo ininterrumpido de producto esterilizado.

La bodega de producto terminado queda aislada de la sala de proceso, esto se debe a que no existe otro espacio físico alrededor para almacenar los volúmenes de producto terminado que se generan diariamente, además en el lugar donde está ubicada la bodega existe espacio suficiente para realizar las operaciones de embarques.

Es pertinente realizar un análisis más específico para el área de etiquetado, ya que durante la evaluación in situ, se observó desorden y aparentemente el espacio no está siendo utilizado eficientemente.

Se ve en la figura 4.3 la distribución del área en mención, se evidencia que existen acumulación de materiales, producto terminado y coches de autoclaves obstaculizando el paso. Las mesas de etiquetado están dispersas y probablemente esté influyendo en el flujo normal de las actividades en esta área. Sin duda ésta es un área en donde se trabajará para la sección de mejoras.



Simbología	
	Codificado
	Mesa etiquetado
	Palets con producto terminado
	Coches de autoclave
	Materiales e insumos

Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE LIMPIEZA Y ETIQUETADO**

### Distribución de personal dentro del proceso

El personal que labora en esta línea de producción está distribuido de la manera descrita en la tabla 12.

**TABLA 12**  
**DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL EN LA LÍNEA**

Ubicación/Etapa/Actividad	Número de personas
Envasado	17
Volteo 1	1
Operador de banda en envasado	1
Limpiador latas	1
Proveedor de envases	2
Proveedores de materia prima	2
Alimentador de cocinador	1
Volteo 2 – Máquina A	2
Volteo 2 – Máquina B	1
Inspección en línea A	2
Inspección en línea B	2
Operador máquina A	1
Operador máquina B	1
Cocheros línea A	2
Cocheros línea B	2
Operadores de autoclave	2
Etiquetadoras	2
Limpiadores	4
Encartonadores	1

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

### 4.3 Estudio de Movimientos

En esta sección se analizará etapa por etapa cuáles son los movimientos que realiza cada trabajador con el fin de conocer el grado de ergonometría que brindan los puestos de trabajo.



Así también el flujo de movimiento que tienen los insumos y materiales necesarios para la línea de producción.

**a) Área de Frío.**

Las actividades que desempeña el puesto de trabajo de esta área es trasladar materia prima almacenada en kavetas desde las cámaras de almacenamiento hasta la sala de producción, ayudado por un transportador mecánico. El recorrido que debe realizar es aproximadamente de 10 metros tanto de ida como de regreso.

Al día realiza aproximadamente 240 viajes, trasladando de ida alrededor de 100Kg. Cabe recalcar que éste trabajo lo realizan dos personas y adicionalmente vierten el contenido de las kavetas en la tolva de lavado de donde las empacadoras obtienen la materia prima para el envasado.

**b) Área de Descarga de Materia Prima.**

En esta área existen dos puestos de trabajos, el primero se encarga de retirar la materia prima del transporte de los proveedores y disponerla en kavetas para ser almacenadas. La herramientas que se utilizan son palas de plástico.

Existe un problema en este punto, ya que la pala no es lo suficientemente larga y cuando se está terminando de descargar el

carro los operarios adoptan una posición no ergonómica, la espalda toma curvatura y el cuello se mantiene inclinado.

Esta actividad la realizan dos personas, la cantidad total al día de trabajo está dada por la oferta del sector pesquero, se han llegado a descargar hasta 18 carros en un día de diferente tonelaje, tomando un promedio de 10 minutos por tonelada.

El otro puesto de trabajo en esta área es el pesador, es quien se encarga de trasladar las kavetas hasta la báscula, un recorrido alrededor de 2 metros, efectuada esta operación las kavetas se trasladan ya sea hacia el área de fríos un recorrido de 5 metros, o hacia el área de proceso.

### **Área de Producción.**

#### **c) Envasado.**

Este puesto de trabajo no requiere mucho esfuerzo físico, sin embargo tiende a la monotonía, los operarios en esta etapa pasan de pie un promedio de 10 horas diarias restando la hora del almuerzo. En el mismo lugar realizan un giro de aproximadamente 60° para coger envases vuelven a la posición original en donde de una tolva adquieren el pescado que será llenado en las latas.

Haciendo un cálculo general, cada empacadora envasa alrededor de 3300 latas al día.

**d) Volteo 1 y volteo 2.**

La persona encargada de esto pasa de pie realizando la operación de volteo, la cual consiste en manipular un dispositivo, lo cual no requiere esfuerzo físico, sin embargo al igual que el envasado tiende a la monotonía.

El volteador 1 gira un aproximado de 4800 parrillas que contienen 10 latas de sardinas.

En el volteo 2 la variante es que se distribuye en dos líneas para selladoras diferentes, existen dos volteadores para la máquina A, cada uno voltea alrededor de 1680 parrillas de 10 latas, mientras que para la máquina B existe un solo volteador que gira alrededor de 1440 parrillas de 10 latas cada uno.

**e) Sellado**

Para cada máquina selladora existe un operador, el cual está pendiente de cualquier avería, mantiene su puesto en el mismo lugar durante la jornada de trabajo, se mueve 50 centímetros aproximadamente para dosificar tapas a la máquina.

**f) Esterilizado**

En esta etapa existen tres operarios los cuales están monitoreando constantemente, receptan los coches llenos de producto listo para esta etapa, los cuales tienen un peso promedio de 5 kg, transportan un estimado de 57 coches al día, tanto para ingresar a los autoclaves, como para trasladarlos a la zona de enfriamiento que son 15 metros.

**g) Limpieza y Etiquetado.**

Las personas encargadas de retirar las latas de los coches lo realizan manualmente, la ergonometría de este puesto de trabajo es deficiente, puesto que a medida que el coche se va vaciando, el cuerpo se empieza a curvar para poder alcanzar las últimas latas, muchas veces para aminorar la incomodidad se viran los coches, la persona se sienta y sigue con su labor, adicionalmente al sacarlas les da una limpieza en seco.

Las etiquetadoras pasan paradas una jornada de alrededor de 8 horas, realizando la operación.

Los encartonadores colectan las latas ya etiquetadas en cartones con capacidad de 48 latas, van apilando manualmente las cajas, lo cual requiere mucho esfuerzo físico.

#### **h) Almacenamiento de Producto Terminado.**

Para transportar el producto terminado hacia las bodegas, se utiliza un carro interno, el flujo depende de la disponibilidad del montacargas ya que existe uno sólo en esta planta, la mayoría de veces el producto se acumula en el área de etiquetado dificultando el flujo de personas y materiales.

Hasta ahora se han mencionado las actividades principales dentro del proceso, existen actividades complementarias que hacen posible el flujo del mismo.

#### **i) Dosificación de Envases.**

Se realiza de manera manual, los movimientos realizados consisten en, entre dos personas sujetar las filas de los pallets donde vienen los envases y dosificarlos en kavetas, luego de esto, trasladarla según la necesidad hacia los puntos en donde se encuentran las empacadoras.

#### **j) Limpieza Húmeda.**

Una vez volteada la lata a la salida de la banda transportadora de la tolva, existe una persona que limpia rápidamente las latas antes de entrar al cocinador.

Esta operación tiende a la monotonía.

**k) Inspección de Latas en Línea**

En las mesas de las respectivas máquinas, antes de la dosificación existen dos personas encargadas de inspeccionar las latas, con el fin de separar cualquiera que tenga desperfectos en el llenado. Esto requiere que la persona esté el 100% del tiempo mirando el 100% de las latas, lo cual es exhaustivo y monótono.

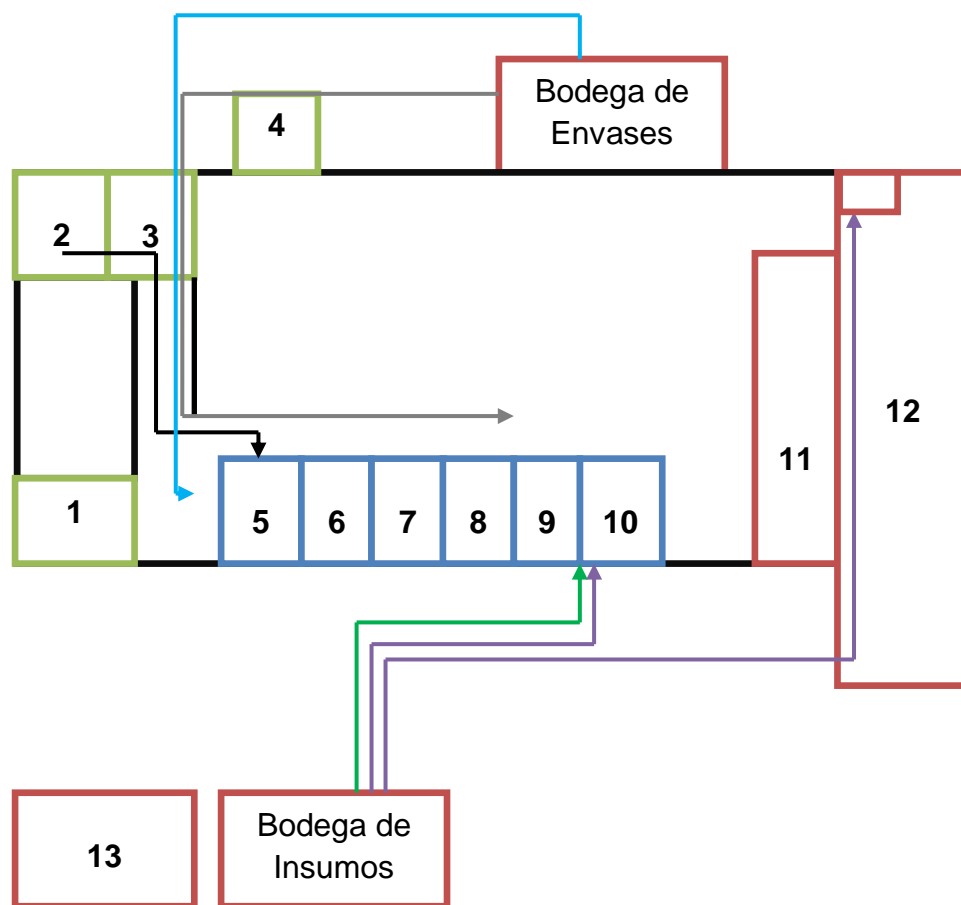
**l) Cocheros**

Los cocheros disponen las latas que salen de la lavadora una vez selladas, en los coches de esterilización. Se realizan movimientos repetitivos para esta operación, se hace un giro de 90° para poder llevar a cabo esto.

**m) Preparadores de Salsa.**

Este operador trabaja en una sala separada, realiza la preparación del líquido de cobertura, no se aprecian problemas en esta etapa.

Para exponer el flujo de movimiento de insumos y materiales necesarios en la línea de producción, se va a usar la figura 4.4.

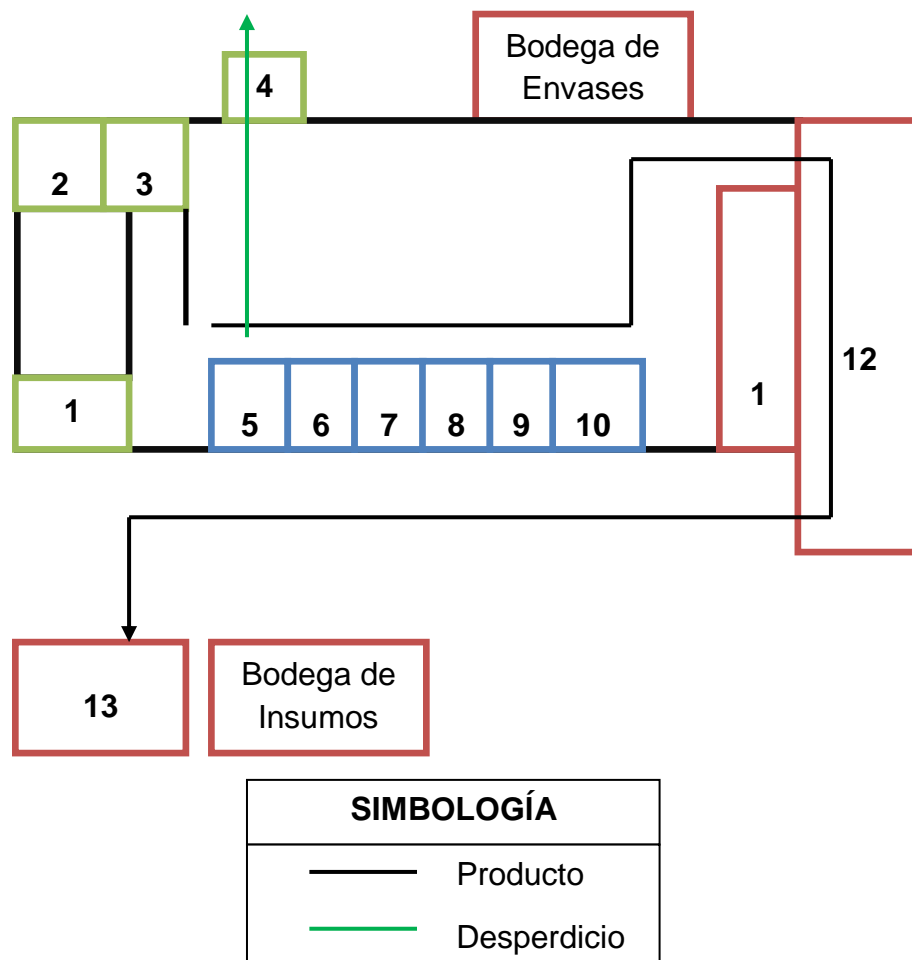


SIMBOLOGÍA			
Materia Prima	—	Tapas	—
Pasta de tomate	—	Otros Insumos	—
Envases	—		

Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.4 ESQUEMA DE FLUJO DE MOVIMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

La figura 4.5 muestra el flujo de movimiento del producto y la salida de los desperdicios de la línea.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.5 ESQUEMA DE FLUJO DE MOVIMIENTO DE PRODUCTO Y DESPERDICIO**



### **Identificación de Problemas.**

Una vez realizado el análisis de tiempos, distribución y movimientos, se concluye que los problemas identificados que presenta la línea en estudio son:

Existe desbalance en la línea por consiguiente se genera producto en espera.

La provisión de materia prima y envases no tienen tiempos establecidos, por lo cual se tiende a acumular estos insumos en la línea de producción.

En la etapa de encartonado frecuentemente los materiales no están a tiempo por lo cual, es necesario dejar el puesto de trabajo para ir a conseguir, a demás del cansancio generado por el propio trabajo.

Existe desorden en ésta área por lo cual hace dificultoso el trabajo.

Existe esfuerzo físico excesivo en las áreas ya analizadas, así también poca ergonometría y monotonía.

#### 4.4 Propuestas de Mejora.

Una vez que se estudió la situación actual de la línea y que se identificaron los problemas, se propondrán las propuestas de mejora, para esto, junto con la gerencia se establecieron metas.

**TABLA 13**  
**METAS DE PRODUCCIÓN**

Metas propuestas		
Medida	Actual	Futuro
Producción diaria	1200 cajas	1500 cajas
Eficiencia de la línea	0,87	1
Materia prima en espera	396 kilos cada 18 minutos	0 kilos
Producto envasado en espera	660 latas cada 30 minutos	0 latas
Tiempo de producción	10 horas	8 horas

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

#### **Balance de la Línea.**

Se quiere llegar a producir 1500 cajas al día. Se investigó el motivo por el cual se estableció esta meta puesto que es importante el enfoque para realizar el estudio. La información que se obtuvo

revela que el aumento de producción está fundamentado en producir por si acaso, lo cual haría entrar en el sistema PUSH, y lo que propone la producción esbelta es el sistema PULL. Por lo tanto no se abarcará el estudio de aumento de producción hasta conocer la demanda de un cliente específico.

Las máquinas que se consideran críticas para conocer la capacidad máxima son las máquinas cerradoras. Existen dos máquinas, A y B, la capacidad teórica de A es 92 latas/min mientras B es 62 latas/min, sin embargo, por el tiempo de uso y desgaste han perdido eficiencia a esto le adjudicará un porcentaje de 12%. Es decir, la capacidad real de las máquinas es 81 latas/min. y 55 latas/min. respectivamente. En total la capacidad máxima estimada sería 136 latas/min, se quiere reducir el tiempo de producción a 8 horas, por lo cual la producción máxima que se podría generar serían 1350 cajas por día en teoría, ahora, habrá que analizar si las demás etapas pueden cumplir con esta expectativa.

Según datos experimentales de la empresa, el cocinador puede aumentar su velocidad, disminuyendo el tiempo total el cual sería 25 minutos con una capacidad de 70 cajas de 48 unidades cada una.

Por lo cual en 8 horas la capacidad máxima de este equipo sería 1344 cajas.

Hasta ahora se ve que la capacidad está dada por el cocinador.

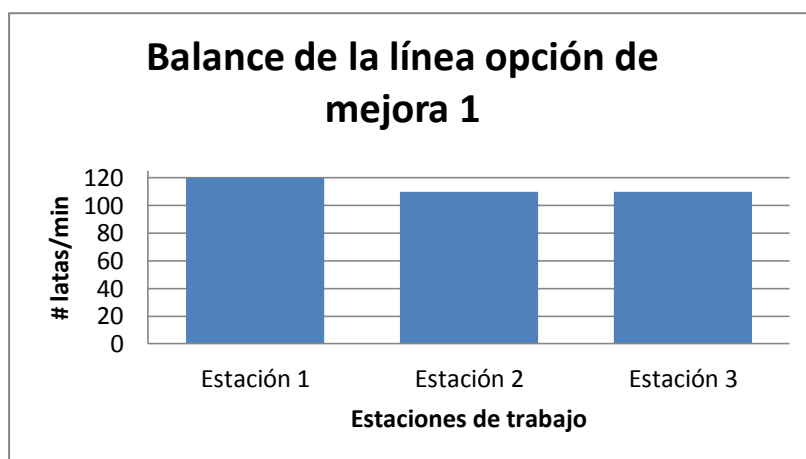
La tasa de producción que se debe cubrir para obtener 1344 cajas en 8 horas es de 134 latas por minuto.

Es decir, la tasa actual puede cubrir la producción de 1344 cajas en 8 horas, sin embargo hay que tomar en cuenta como se mencionó en capítulos anteriores que los paros por fallos de máquinas son un problema significativo por el cual la jornada laboral se alarga, así también para alcanzar las metas se deberá tener un control más estricto en un periodo de tiempo establecido en la jornada laboral de los tiempos y volúmenes de producción, factores externos también afectan al personal por lo tanto a la producción.

Para balancear la línea, se identificaron dos opciones, reducir la tasa de producción del envasado, cocción y cerradoras, con lo cual se reduciría la producción diaria, o la segunda opción aumentar la capacidad del volteo.

Para la opción 1 se propone disminuir el número de envasadoras en este punto de 17 a 15 con lo cual se estaría generando 120 latas por minuto.

En este caso las máquinas no estarían siendo usadas al 100%. El balance de la línea se muestra en la figura 4.6.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.6 BALANCE DE LA LÍNEA OPCIÓN DE MEJORA 1**

Se observa que existe una mejor distribución de la línea por lo cual lo lógico es pensar que la eficiencia de ésta ha incrementado, lo cual lo se confirma aplicando (ec1).

Para obtener el tiempo de ciclo se suman los tiempos de cada estación, los nuevos tiempos se muestran en la tabla 14.

**TABLA 14**  
**TIEMPO DE PRODUCCIÓN EXPRESADO EN MINUTOS DE 1**  
**CAJA DE PRODUCTO EN LA LÍNEA OPCIÓN DE MEJORA 1**

Estación 1	Estación 2	Estación 3
0,4	0,43	0,43

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

Usando la (ec 3) se tiene:

$$C_{exp} = 0,4 + 0,43 + 0,43 = 1,26 \text{ min/caja}$$

Reemplazando datos en (ec 2):

Tiempo disponible: 8 horas = 480min.

Unidades promedio producidas: 1280 cajas.

$$t = \frac{480 * 0,9}{1280 \text{ cajas}}$$

$$t_t = 0,33 \text{ min/caja}$$

Reemplazando en la ecuación 1:

$$E = \frac{1,26 \text{ min/caja}}{0,33 \text{ min/caja} * 3} = 1,27$$

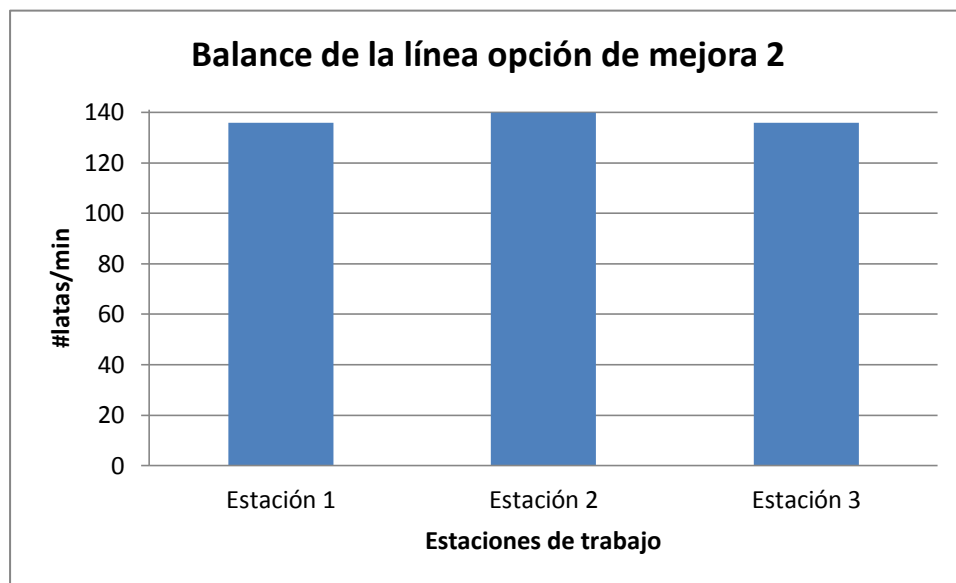
El índice de eficiencia aumentó de 0,87 a 1,27, está por encima de 0,80 lo que indica que de esta manera la línea será eficiente.

Con esta opción se aumenta eficiencia de la línea, se disminuye WIP, pero existe la desventaja de que disminuye la producción, en el capítulo 5 se analiza económicamente las ventajas y desventajas, así también mediante un modelo de simulación se buscará la solución óptima.

Con las dos opciones planteadas se aumenta la eficiencia, con lo cual se estaría cumpliendo con otra meta de producción.

Para la segunda opción se tendría que invertir en otro dispositivo de volteo y con esto más personal en la línea, esto aumentaría la capacidad en la etapa de volteo. Se dice que en 6 segundos se voltean 10 latas, si se aumenta otro dispositivo de volteo de las mismas condiciones se aumentaría la tasa de producción a 200 latas por minuto, con lo cual generaría nuevamente WIP.

Si se implementa un dispositivo de volteo de 4 latas entonces la tasa de producción de esta etapa sería 140 latas por minuto, considerando que el producto a esta etapa será ingresado de manera manual se estipula que se podrá cumplir con el objetivo requerido, por lo tanto, el balance de la línea con esta propuesta se ve en la figura 4.7.



**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.7 BALANCE DE LA LÍNEA OPCIÓN DE MEJORA 2**

Haciendo uso de la ecuación 1 y 2 se obtiene que la eficiencia de la línea con la opción de mejora 2 sea de 1.13, menor que la mejora de la opción 1, sin embargo la producción es mayor.

Se debe también analizar que la producción actual está siendo extensa y sin embargo no rinde lo que debería, en teoría en 10 horas de trabajo la línea debería producir 1611 cajas, sin embargo está produciendo 1200 cajas.

Eso quiere decir que dos horas se están perdiendo en la jornada, mediante el análisis que se realizó, se adjudicó esto a deficiencia del personal conforme pasan las horas y fallo de máquinas, en un porcentaje de 40% y 60% respectivamente.



### **Estandarización de Tiempos de Arribos de Materia Prima y Envases.**

La tolva de envasado tiene capacidad de 600 kilos de sardina al granel, se calculará el tiempo de arribo de 450 kilos de sardina al granel puesto se requiere dejar un remanente en línea para que no exista falta de material para trabajar

Arribos para opción 1

42,6 Kg → 1 minuto

450 Kg → x

X = cada 10,5 min

Arribos de 450 Kg cada 10,5 min

Arribos para opción 2

49,7 Kg → 1 minuto

450 Kg → x

X= cada 9,3 minutos

Arribos de 450 Kg cada 9,3 minutos.

En el caso de los envases se dosifican en kavetas de aproximadamente 94 latas por empacadora, por regla de tres se obtiene el tiempo en el que deben arribar 84 latas, esto es, por la misma razón que la materia prima, para que no haya falta de insumos, se tiene que:

Arribos opción 1 y 2:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ latas} \longrightarrow 0,12 \text{ min} \\
 84 \text{ latas} \longrightarrow x \\
 X = 10,08 \text{ minutos}
 \end{array}$$

Arribos de 1 kaveta de 94 latas para cada empacadora cada 10 minutos.

Al implementar estandarización de tiempos de arribos de materia prima y envases se estaría cubriendo la meta número tres establecida, reducir a cero la materia prima y envases en espera.

Se propone también adquirir una balanza para pesar los coches antes de ser ingresados a los autoclaves, de esta manera se podrá medir la producción durante la jornada laboral y no después, para así controlar de mejor manera la producción, conocer su comportamiento, y convertir esto en una herramienta vital para medir la productividad de la línea.

**Optimización de Recurso Humano.**

En el área de volteo existe una persona limpiando manualmente las latas antes de entrar al cocinador, se propone implementar un dispositivo mecánico que realice esta labor.

La inversión de éste no sobrepasa los \$500, en comparación con el sueldo del puesto de trabajo que cuesta alrededor de \$4200 al año.

En el Anexo F, se muestra el diseño del dispositivo.

**Mejoramiento de Condiciones de Trabajo del Personal.**

Para el mejoramiento de las condiciones de trabajo del personal, se propone usar el “cross training” que consiste en entrenar a cada uno de los integrantes de la línea, en todas las actividades realizadas en ella, con el fin de tener flexibilidad para rotar al personal. El beneficio de esto es que la carga laboral estará equilibrada, la monotonía disminuirá y la eficiencia del personal será más constante.

**Mejoras en el Área de Etiquetado.**

En esta área se propone aplicar dos conceptos de producción esbelta que son manufactura celular y 5S, puesto que el problema principal en esta área es el desorden, con estas técnicas se

optimizarán espacios y cada cosa tendrá su lugar sin opción a volver al desorden.

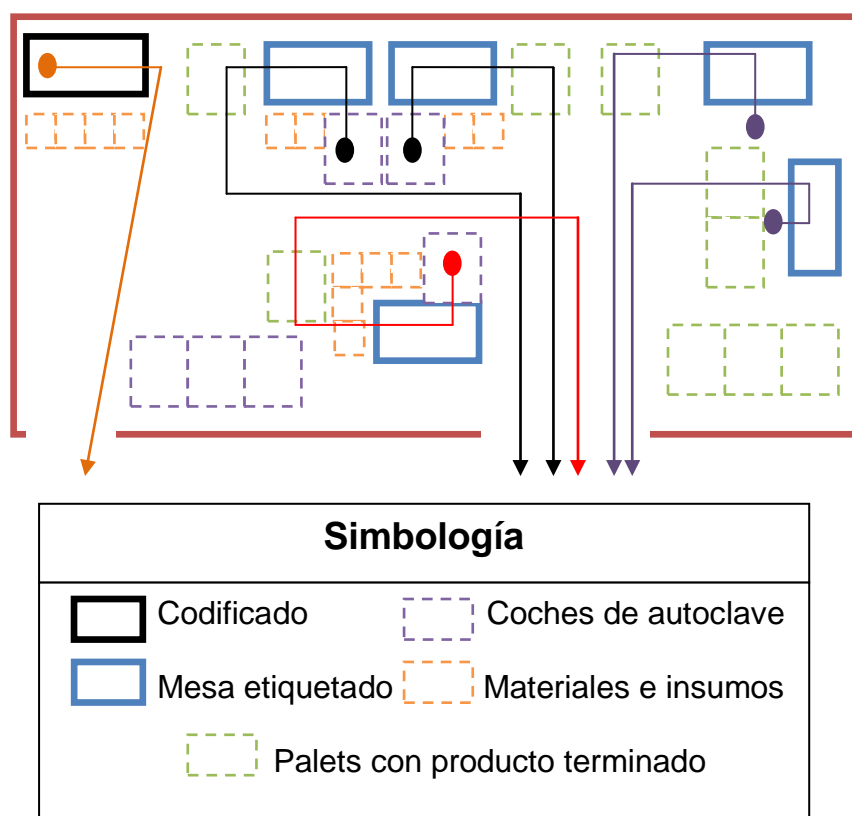
La técnica 5S por sus siglas en japonés es una herramienta que propone clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener.

Para establecer ésta herramienta se sugiere seguir los siguientes pasos:

1. Definir el área de trabajo.
2. Identificar las actividades que se realizan (mapa de sitio).

### 1. Definir área de trabajo.

El área de trabajo en donde se propone aplicar 5S, como ya se mencionó es el área de etiquetado, en ella existen un sinnúmero de mesas, materiales, codificadoras cuya falta de organización conlleva a tener desorden por ende ineficiencia. La figura 4.8 se muestra el flujo del proceso del área.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.8 FLUJO DE PROCESO DEL ÁREA DE ETIQUETADO**

En esta área se etiquetan todos los productos que fabrica la empresa, el flujo general es, sacar las latas de los coches de esterilizado que se representa con los punto de partida, limpieza, etiquetado, encartonado, paletizado y distribución a bodega de producto terminado.

La línea negra representa el flujo de sardinas en envase oval de la cual se está realizando el estudio en este trabajo.

La línea roja el flujo de sardinas en envase tinapa y las líneas moradas atún.

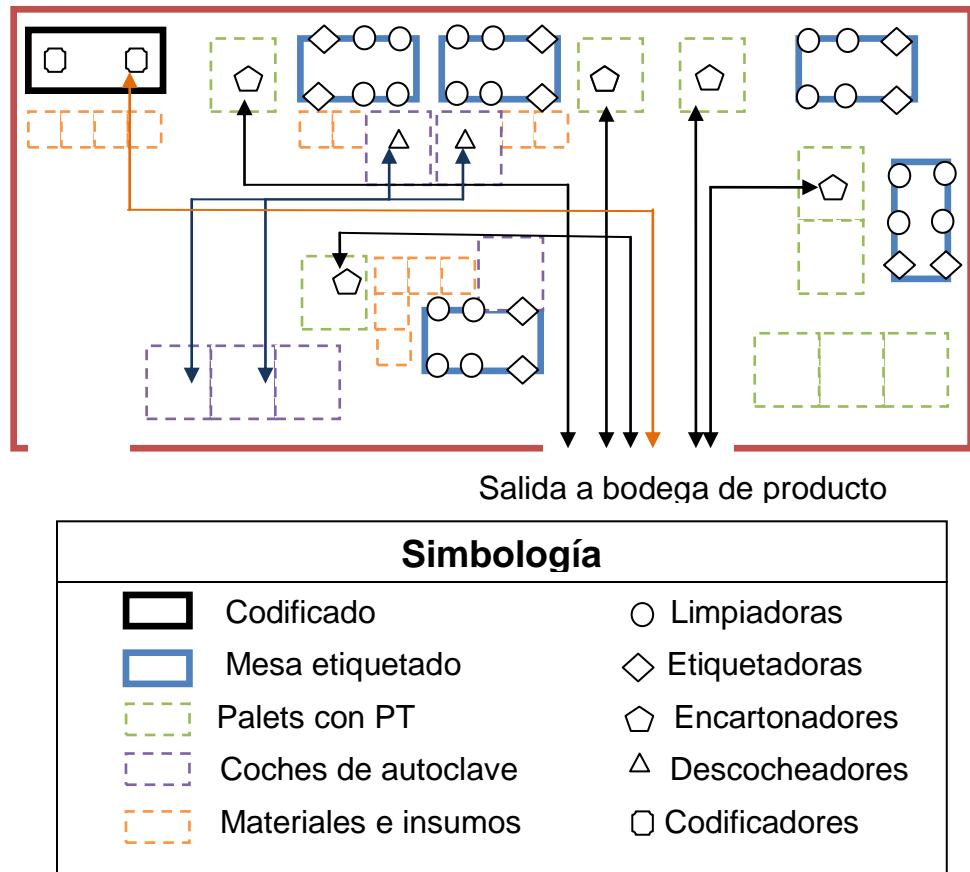
Aquí también se codifican las tapas para la producción, la línea naranja muestra el flujo de proceso en esta área.

La figura 4.9 muestra el flujo del personal en el área de etiquetado.

El movimiento general de todo el personal es entrada y salida, al inicio de la jornada, a la hora de almuerzo y al finalizar la jornada.

Durante la jornada normal de trabajo los operarios que realizan movimientos constantes son los encartonadores, puesto que a la salida de esta sala se realiza la operación de armado de cajas, ellos salen por material.

Los descocheadores dado que tienen que llevar los carros de autoclaves desde la zona donde estos se almacenan hasta las mesas de etiquetado.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)  
**FIGURA 4.9 FLUJO DE PERSONAL EN ÁREA DE ETIQUETADO**

Las codificadoras salen esporádicamente en ocasiones donde no haya material o para eliminar residuos que se generan en esta etapa.

Existe también flujo de montacargas para llevar el producto terminado a las bodegas.

## 2. Identificar actividades que se realizan

Las actividades que se realizan en esta área se enlistan a continuación:

- Etiquetado.
- Limpieza de latas.
- Encartonado.
- Paletizado.
- Sacar latas de coches de esterilización.
- Transporte de producto terminado por medio de montacargas.
- Codificado de tapas.

Una vez establecidos los pasos anteriores se deberá aplicar las 5S.

Clasificar: Se clasificarán los materiales según su frecuencia, uso improbable y los materiales que se usan en uso raro, uso ocasional y uso frecuente.

Los materiales innecesarios u obsoletos se les colocarán etiquetas rojas para identificarlos.

Luego de la clasificación se procederá a ordenar, esto es buscar un lugar adecuado para cada elemento que ha sido clasificado y se ha



quedado en el área, para esto se requerirá de la experticia del encargado de área para designar lugares idóneos y establecer límites de inventario.

La ventajas de ordenar es que todos sabrán donde están ubicadas las cosas, por ende el proceso será fluido, se sabrá los inventarios de materiales y de esta manera prevenir que se acaben materiales sin previo aviso.

Para la etapa de ordenar, es importante usar estrategia de indicadores, es decir, de forma visible indicar el nombre de elemento, indicar las cantidades límites que se pueden almacenar, indicar la localización.

La estrategia de pintura también es una herramienta de mucha utilidad, el objetivo es indicar mediante pintura dónde debe ser almacenado el elemento, por dónde se debe transitar, etc.

Limpiar es la tercera S, tener el área de trabajo limpio genera un ambiente de trabajo confortable, las ideas fluyen, la voluntad de trabajo aumenta y en general se facilitan las operaciones.

Una vez implementadas las 3 primeras S se procederá a estandarizar los procesos, de tal manera que se obtenga el mantenimiento de esta herramienta lo que se traduce a la quinta S.

Lo que se propone para la estandarización es crear un mapa de sitio con el lugar ya mejorado y se realice una revisión diaria de todos los implementos, inventarios y demás parámetros involucrados.

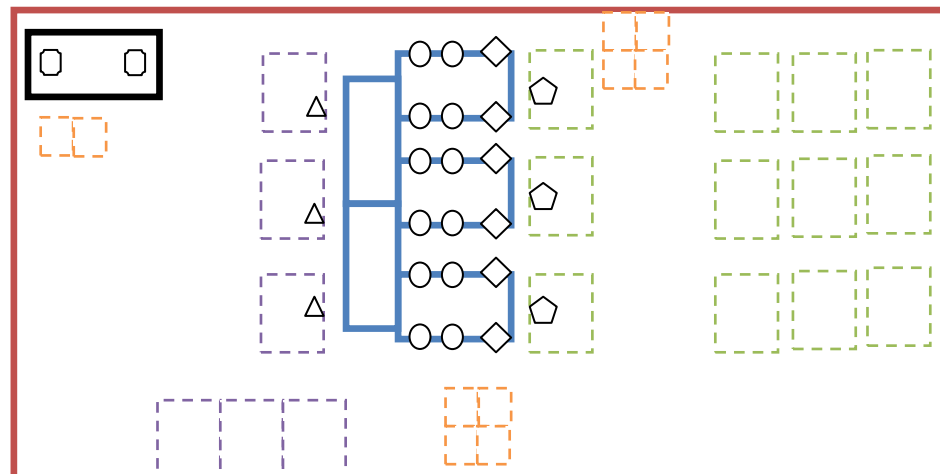
La implementación de esta herramienta va a llevar a optimizar espacios, a tener los elementos necesarios en orden y por ende a ser más eficiente el proceso.

Además, para esta área de etiquetado se propone usar manufactura celular, con lo cual se busca mejorar la combinación de operaciones para ser más efectivos.

Específicamente se propone implementar esta herramienta en las mesas de etiquetado para mejorar la distribución y tratar de mejorar tiempos.

La propuesta es unificar los tres productos que se etiquetan, de tal manera que el espacio sea aprovechado al máximo.

Para realizar una comparación del estado actual con el estado futuro, se puede ver la figura 4.3 y seguidamente la figura 4.10 a continuación.



Simbología			
	Codificado		Limpiadoras
	Mesa etiquetado		Etiquetadoras
	Palets con PT		Encartonadores
	Coches de autoclave		Descocheadores
	Materiales e insumos		Codificadores

Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 4.10 ESTRUCTURA CELULAR PROPUESTA PARA EL ÁREA DE ETIQUETADO**

Esta distribución propuesta tiene varias ventajas, provee de un espacio amplio y único para el almacenamiento temporal de producto en área, lo que generaría confort en las personas que trabajan cerca de los pallets en espera para ser transportados, existe menos riesgo de accidente por caída de pallet a las personas, la ventilación fluiría de mejor manera.

Las mesas de etiquetado estarían más ordenadas, existiría más espacio para el almacenamiento temporal de materiales, inclusive los cartones listos para ser llenados se los podría almacenar cerca de los encartonadores por lo cual se disminuiría la distancia recorrida por este operador para alcanzar el material necesario para su labor.

### **Otras Mejoras.**

Se creó un libro de trabajo en el programa Excel de Microsoft, al que se ha llamado “Control Dinámico Total Quality Management”, el cual se encontrará en el anexo digital de este trabajo.

Este cuadro permite obtener de manera dinámica información importante tanto del departamento de calidad como el de producción, información como especificaciones del producto, controles llevados en el proceso, gráficos de control, metas de producción, curva de producción entre otros.

El objetivo de éste, es llevar de manera integrada puntos relevantes de cada departamento y tener un control más riguroso.

# CAPÍTULO 5

## 5. SIMULACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se simulan los resultados esperados producto de las propuestas de implementación de técnicas de mejoras las cuales se propusieron en capítulos anteriores, para verificar que cumplen con las expectativas.

Para el efecto la herramienta principal fue el software de simulación de procesos “Promodel” versión 4.22, con la cual se realizó la simulación objetiva de las mejoras, para así, justificar a quienes interese, que los cambios propuestos serán beneficiosos.

Como consecuencia de la optimización de recursos generado por la propuestas de mejoras, se generaron ahorros de costos los cuales se analizarán también en esta sección.

## 5.1 Mejora en Línea de Producción

La herramienta de simulación de procesos es sofisticada, al igual que la estadística se debe ser objetivos al momento de hacer uso de ella ya que se podría estar desperdiciando recursos de tiempo en el análisis.

Al inicio del capítulo 4 se establecieron metas que la gerencia quisiera cumplir al implementar las mejoras propuestas, con la restricción de que sean mejoras a corto plazo y sin mayor inversión monetaria, puesto que en la actualidad el enfoque de inversión económica está en la infraestructura.

Se realizó un balance en la línea con el fin de eliminar el WIP de producción que se genera entre la etapa de envasado y cocción, como se mencionó es menester mejorar esto, puesto que existe riesgo de contaminación del producto y por ende riesgo en la salud del consumidor.

Se hizo la propuesta de dos opciones de mejoras, en este capítulo se analizarán por medio de los resultados que se obtengan de la simulación, para conocer cuál es la mejor propuesta.

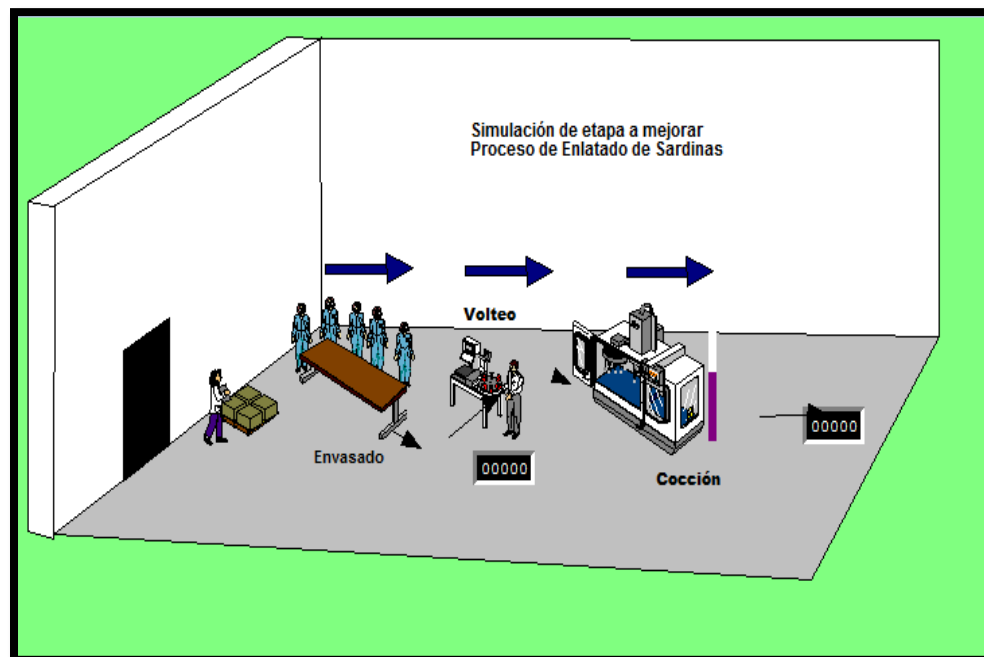
La primera opción propone eliminar dos personas del envasado para así equilibrar la línea.

Mediante el programa PROMODEL 4.22, se diseñó la etapa a mejorar y se comparó el comportamiento disminuyendo en uno el número de empacadoras actuales, para conocer si el número 15 propuesto es ideal o si existe una mejor propuesta.

En primera instancia se simuló la situación actual, 17 empacadoras con un periodo de corrida de 10 horas, para conocer cuánto es el producto que se debería producir y comparar con cuanto se produce en la actualidad.

Luego de esto, se simuló disminuyendo el número de empacadoras. Para obtener resultados confiables se hicieron 30 réplicas de cada corrida.

Hablando específicamente de la simulación, primero se establecieron las locaciones que son las estaciones por donde va a pasar el producto, entidades que en este caso es el producto. En la siguiente figura 5.1 se muestra una toma de pantalla del Layout de la simulación.



Elaborado por: Ana Barcia D. (2011)

**FIGURA 5.1 LAYOUT DE LA SIMULACIÓN DE ETAPA A MEJORAR**

Se estableció la programación respectiva, ingresando los datos del proceso, tiempos y otros para la construcción del modelo.

Para los tiempos se realizaron tomas en el proceso de producción, específicamente para las labores manuales ya que el personal es afectado por muchos factores tanto internos como externos de manera en que afecten el desarrollo de su jornada, por lo cual por medio de la herramienta Statfit de Promodel se pudo observar el tipo de distribución con la que se comportan los datos. Esto es muy importante ya que acerca aún más a la realidad.



En el Anexo E los gráficos de distribución.

Realizando corridas en el software se conoció que en las condiciones actuales con 10 horas de proceso la línea debería producir 1611 cajas, sin embargo en la realidad se está produciendo un promedio de 1200 cajas al día.

### **Simulación de la propuesta 1: Disminuir personal en envasado**

La tabla 15 a continuación muestra los resultados de las simulaciones, haciendo variaciones en el número de empacadoras.

**TABLA 15**  
**RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES EN UN PERIODO DE**  
**TIEMPO DE 8 HORAS Y 30 RÉPLICAS**

<b># de empacadoras</b>	<b>% Utilización cocinador</b>	<b>Máximo WIP acumulado (latas)</b>	<b>Producción total (cajas)</b>
17	95,96	1240	1269
16	91,30	430	1208
15	91,01	130	1204

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

Como es lógico pensar al disminuir el número de empacadoras, se reducirá la producción, los resultados confirmaron esto, sin embargo se debe analizar los costos para poder tomar una decisión.

En la tabla 16, se muestra un comparativo de costos entre las opciones propuestas.

**TABLA 16**  
**COMPARACIÓN DE COSTOS/DÍA ENTRE OPCIONES DE**  
**MEJORA PLANTEADAS**

# Empacadoras	Producción total (cajas)	Decrecimiento de la producción	Pérdida por producción (\$)	Ahorro neto por optimización de recursos (\$)
17	1269	_____	_____	116
16	1208	61	122	9
15	1204	65	198	16

**Elaborado por:** Ana Barcia D. (2011)

El ahorro comprende un recurso humano menos, si se implementase el dispositivo mecánico de limpieza para lavado de latas, el costo promedio de este puesto de trabajo por día es \$15. Estandarizar tiempos y cantidad de producción durante la jornada, conllevará a disminuir las horas de trabajo (esto acompañado con la implementación de TPM), por lo cual se disminuiría de 10 a 8 horas, esto representa ahorro de diesel y energía eléctrica, la tasa de costo de estos rubros son \$0,19/caja y \$0,11/caja, en este

transcurso de tiempo habría una producción de 337 cajas aproximadamente, con lo cual se realizó el cálculo.

La opción de 17 empacadoras desde el punto de vista económico es rentable. Sin embargo se conoce que genera un WIP elevado y por consiguiente se pone en riesgo el producto.

La opción de 16 empacadoras disminuye 61 cajas en la jornada de 8 horas, eso representa \$122, ya que la ganancia neta por caja es \$2, así mismo, por las razones expuestas anteriormente se ahorra \$131 ya que aquí se resta un recurso humano más, es decir el ahorro neto sería \$9 por día, tomando en cuenta que el WIP disminuye considerablemente en comparación con la opción 1.

Analizando la opción con 15 empacadoras se ve que ésta es la óptima desde el punto de vista de inocuidad de alimentos, ya que el WIP se disminuye al mínimo, el ahorro por optimización de recursos es \$146/día, se reduce la producción en 65 cajas por día, lo que representa \$130, el ahorro neto sería \$16/día.

Hoy en día se busca producir con la menor cantidad de recursos posibles un producto de excelente calidad. Se observa que con la opción 3, disminuir el número de empacadoras a 15, a pesar de que se disminuye la producción total al día, existe un ahorro de \$16/día el más óptimo entre las tres opciones, esto anualmente representaría \$5120.

### **Simulación de Propuesta 2: Aumento de Capacidad de Volteo.**

Se propuso implementar otro dispositivo de volteo para conocer si de esta manera se puede también balancear la línea, en esta opción se considerará el costo de inversión del equipo, más el aumento de dos personas en la línea para maniobrar.

Los resultados se exponen en la tabla 17.

**TABLA 17  
RESULTADOS SIMULACIÓN AUMENTO DE CAPACIDAD DE  
VOLTEO**

<b># de empacadoras</b>	<b>% Utilización cocinador</b>	<b>Máximo WIP acumulado (latas)</b>	<b>Producción total (cajas)</b>
17	95,54	1356	1277

**Elaborado por:** Ana Barcia D.

Se puede ver que con esta opción aumenta significativamente el WIP, lo cual está en contra del objetivo que se quiere alcanzar, la acumulación de producto se debe a que como varía la operación de volteo, por consiguiente va a existir desfase en los tiempos de arribos.

Los costos involucrados en ésta propuesta son, por implementar un dispositivo más es \$1200, más \$30/día por las personas

encargadas de maniobrar el dispositivo. A esto se debe restar lo ahorrado por mejoras en el proceso, que son \$116/día.

Haciendo un balance de costos, anualmente se invertiría \$10800 en mano de obra y la inversión del equipo. Comparando con la propuesta de disminuir el número de empacadoras a 15, al día se estarían produciendo 73 cajas más, lo cual representa \$146, al año \$46720. Mientras que el ahorro sería \$37120/año. La ganancia total sería \$73040/año.

Comparando esta opción de aumentar un dispositivo de volteo y disminuir el número de empacadoras a 15, se observa que la última opción analizada es más rentable, pero que no cumple la expectativa de reducir producto acumulado. Existirían \$3280 de diferencia entre las dos opciones, sin embargo, se pondría el producto en peligro y con ello la salud del consumidor, un retiro de producto tiene un costo de \$70000 o más en caso de que no haya hecho daño al consumidor, de lo contrario esta cifra aumentaría de manera abrupta.

La salud del consumidor y el prestigio de la empresa no tienen precio, es por esto que se escoge la opción de disminuir a 15 el número de empacadoras. Ya que \$3280 estaría siendo el costo por prevención.

## **5.2 Ahorro de Costos Estimados.**

Para poder valorar el ahorro estimado que se generaría al implementar las propuestas de mejoras, se debe hacer un recuento de los rubros que se han optimizado.

Primero se tiene ahorro por prevención de ocurrencias de errores en el proceso, esto se verá en un largo plazo aplicando las herramientas estadísticas, sin embargo para poder hacer una evaluación se le adjudicará 5% de ahorro de los costos totales.

Al estandarizar tiempos, controlar la producción de manera estricta, implementar un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas, se reducirá el proceso en dos horas, en las cuales se está ahorrando diesel, energía eléctrica, representando los rubros más importantes, la mano de obra no se toma en cuenta, puesto que en esta empresa se paga por producción.

Se propuso la reducción de tres operadores en la línea al crear un dispositivo de limpieza de latas antes del cocinador y al reducir dos empacadoras.

Realizando los cálculos mostrados en el Anexo G, se concluye que el ahorro total que se estaría haciendo con la aplicación de las propuestas expuestas en este trabajo es \$59295 al año.

Hay que tomar en cuenta que en las opciones de mejoras, se propone adquirir una balanza con celda de carga, un clasificador de materia prima y enviar a hacer un dispositivo mecánico de limpieza. El costo de inversión aproximado se muestra en la tabla 18.

**TABLA 18**  
**COSTO DE INVERSIÓN PARA IMPLEMENTAR MEJORAS**

<b>Implementación</b>	<b>Inversión aproximada</b>
Clasificador de materia prima	\$ 15000
Balanza con celdas de carga	\$ 5000
Dispositivo mecánico de limpieza	\$ 500
<b>TOTAL</b>	<b>\$20500</b>

**Elaborado por:** Ana Barcia D.

La inversión total sería \$20500, recurso financiero que se obtendría de los ahorros generados por la implementación de estos elementos.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones.

1. Al realizar el estudio de aplicar Total Quality Management en una línea de producción de sardinas en salsa de tomate enlatadas se determinó que se llega a ahorrar el 12% de los costos de producción anuales. Superando al objetivo establecido al inicio de este trabajo que fue 10% de los costos.
2. Estadísticamente hablando, las etapas críticas identificadas fueron el envasado y el sellado. Esto se evidencia en el producto fuera de especificaciones, en el envasado existe 63,39%, en el sellado A 4,62% y en el sellado B 11.46%. Los gráficos de control aportarán a tener un dominio más estricto de las etapas críticas y por consiguiente prevenir errores, lo que se reflejará en ahorros monetarios.



3. Actualmente la línea está desbalanceada. Esto se relaciona con el índice de eficiencia de la misma que es 0,87.
4. Los tiempos de producción no están estandarizados. Esto repercute en la eficiencia de la línea, puesto que la jornada laboral se extiende a casi 10 horas, sin embargo los volúmenes de producción no justifican este suceso.
5. La distribución de la línea en general cumple con los requisitos para un flujo de trabajo eficiente. Las etapas están establecidas una en secuencia de otra.
6. Los movimientos del personal en su mayoría no cuentan con ergonometría. Esfuerzos físicos excesivos y monotonía fue lo que más se evidenció en los puestos de trabajo. Aplicando la técnica “cross training”, se mejorará el confort de los colaboradores de la línea.
7. Estandarizando tiempos y volúmenes de producción se disminuirán las horas de la jornada laboral, pudiendo llegar a 8 horas de trabajo. Para esto se requiere adquirir una balanza con

celdas de carga, de esta manera, realizar mediciones para un control más riguroso y así alcanzar metas diarias.

8. Disminuir el número de empacadoras en el envasado a 15 es la mejor opción para equilibrar la línea desde el punto de vista de inocuidad de los alimentos y económico.

## **6.2 Recomendaciones.**

1. Crear un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas, para así las propuestas expuestas en este trabajo sean eficientes.
2. Invertir en una balanza antes del ingreso de los coches al autoclave para poder medir la producción durante la jornada de trabajo.
3. Adquirir balanzas de verificación para el personal del área de envasado.
4. Crear conciencia de mejora continua en todos los colaboradores de la empresa, de esta manera siempre se estará un paso más allá.

5. Realizar capacitaciones en el t3pico de estadística, primordialmente a los supervisores para poder llevar a cabo la implementaci3n de controles estadísticos dentro del proceso.
6. Crear estadísticas de los costos relacionados con la producci3n para cuantificar, estudiar el comportamiento y obtener informaci3n sustancial una vez implementadas las propuestas.
7. Establecer metas y designar actividades y responsabilidades a cada trabajador para poder alcanzar y as3, medir la eficiencia y eficacia de los colaboradores.
8. Al encontrar un problema no s3lo solucionarlo sino tambi3n encontrar la causa ra3z. Las t3cnicas que se recomiendan son: lluvia de ideas, diagrama de espina de pescado y el "5 por qu3".
9. Los gr3ficos de control dan informaci3n importante del proceso, deben ser le3dos por personal capacitado para as3 sacarle el mayor provecho.

10. Utilizar el círculo virtuoso del mejoramiento continuo, el cual indica: planificar, hacer, verificar y actuar. De esta manera siempre se estarán creando mejoras.
11. Cuando se vayan a tomar decisiones importantes en el proceso, que involucre muchos recursos, se recomienda usar programas de simulación de proceso, con esto, se verá con una aproximación muy cercana a la realidad el comportamiento de la implementación, y así poder tomar una decisión más acertada.
12. Mantener stocks de materiales, insumos y otros de manera óptima que no haya en exceso pero tampoco escasez. Esta simple mejora podría aumentar de una manera significativa la eficiencia del proceso.
13. Perseverar, al momento de implementar mejoras siempre habrán imprevistos, las personas muchas veces están reacias a los cambios puesto que se han acostumbrado a lo actual, es un trabajo de día a día.

# APÉNDICES



## APÉNDICE 2

### MODELO SUGERIDO DE TAJETAS ROJAS PARA ELIMINAR INVENTARIO MUERTO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE 5 S

**TARJETA ROJA**

Fecha: \_\_\_\_\_

Objeto: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Cantidad: \_\_\_\_\_

Motivo de eliminación:

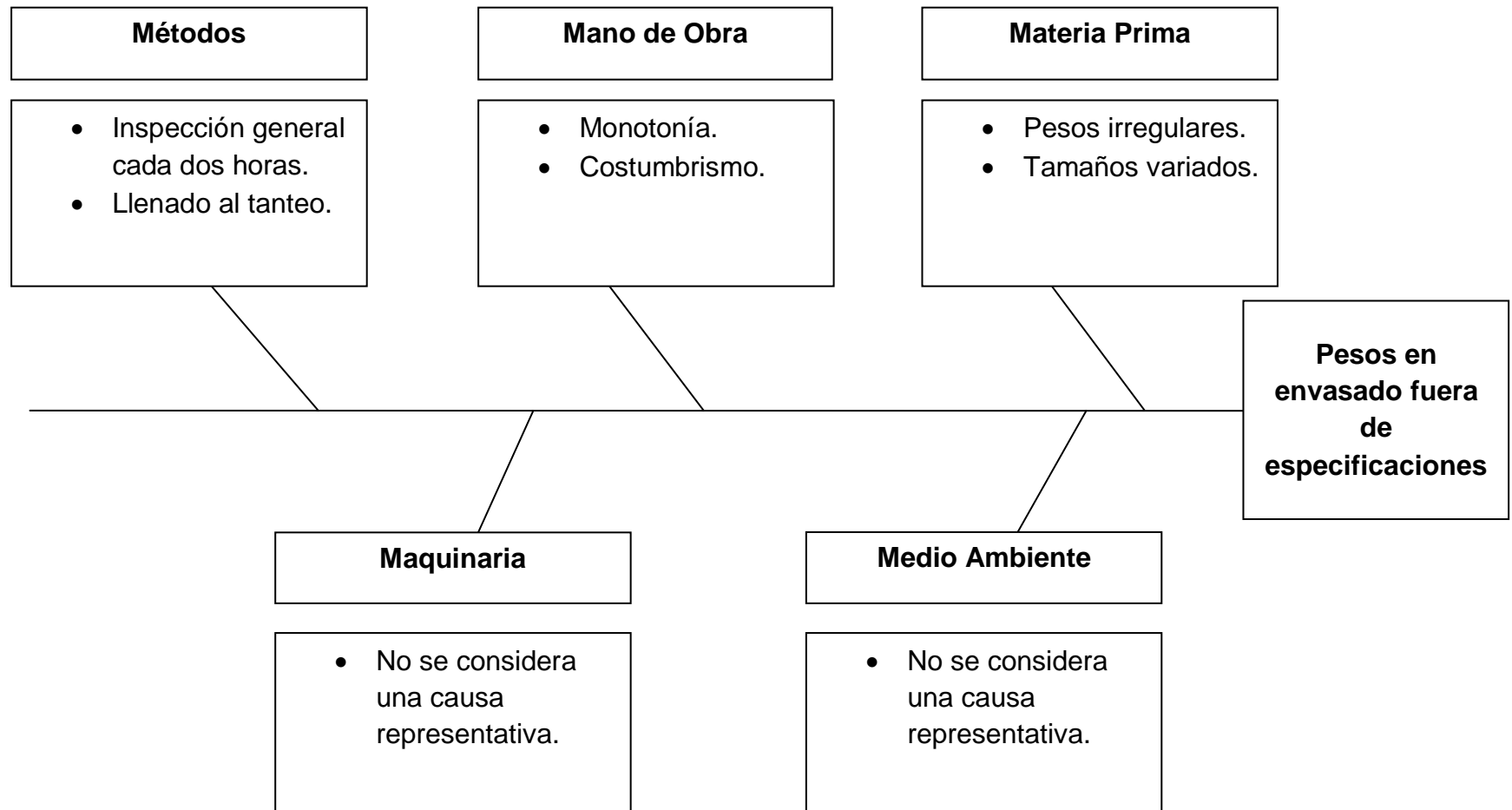
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ANEXOS**



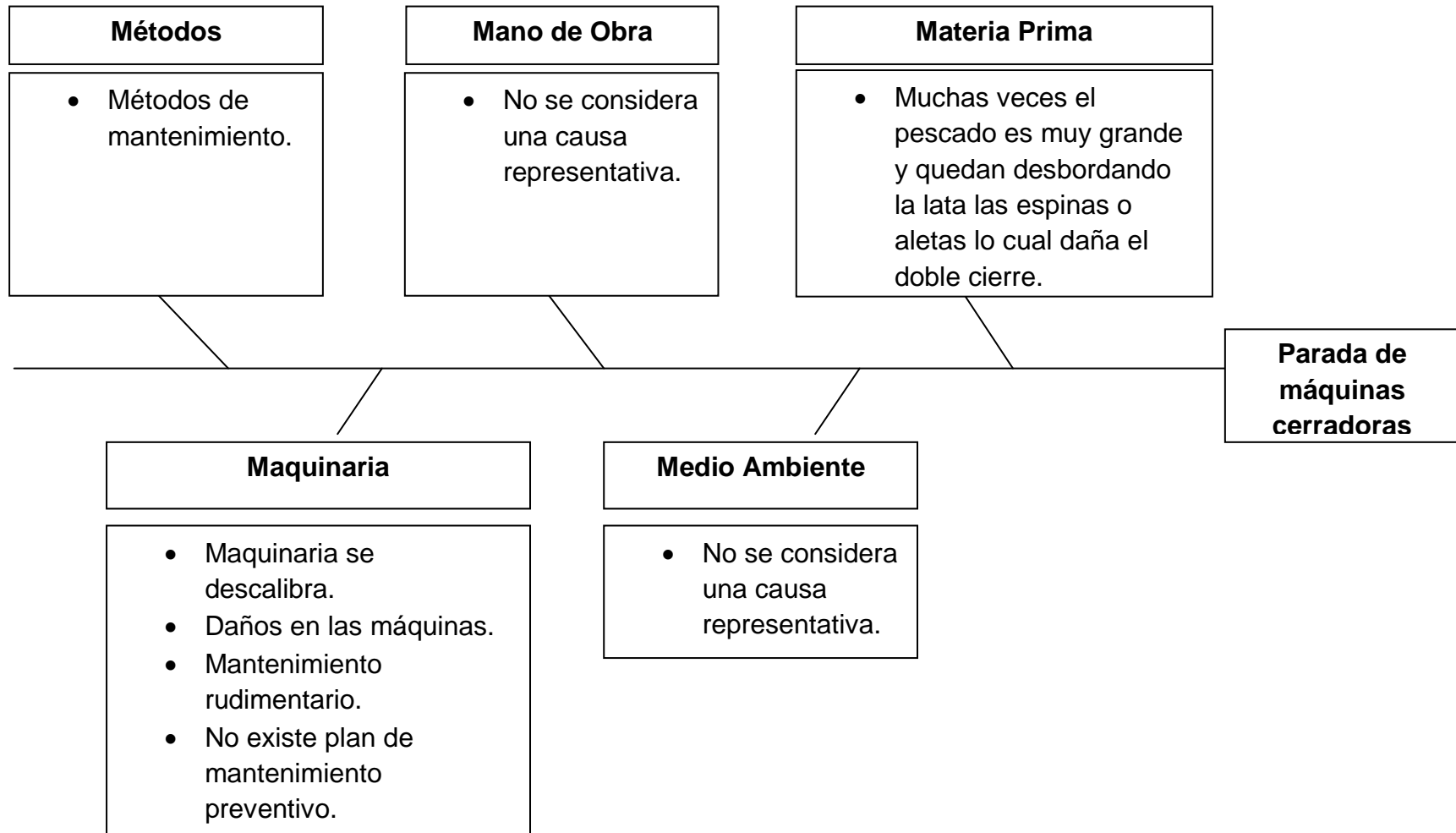
## ANEXO A

### ESPINA DE PESCADO PARA IDENTIFICAR CAUSA RAÍZ DE PROBLEMAS EN ENVASADO



## ANEXO B

### ESPIÑA DE PESCADO PARA IDENTIFICAR CAUSA RAÍZ DE PROBLEMAS EN SELLADO



## ANEXO C

### BASE DE DATOS CANTIDAD PRODUCIDA EN CADA ESTACIÓN EN UN TIEMPO DE 1 MIN

N° Tomas	ESTACIÓN A	ESTACIÓN B	ESTACIÓN C
1	136	100	135
2	133	98	135
3	135	99	133
4	136	100	134
5	137	100	135
6	138	98	136
7	136	100	136
8	136	100	138
9	136	110	135
10	136	100	137
11	135	101	136
12	134	100	136
13	136	97	137
14	135	103	137
15	134	100	136
16	136	100	137
17	137	100	137
18	136	100	136
19	136	96	135
20	134	98	136
21	136	97	137
22	136	100	136
23	137	99	137
24	134	99	138
25	136	97	134
26	138	100	140
27	137	99	132
28	140	99	133
29	134	100	136
30	136	98	134
<b>Promedio</b>	136	100	136

Método: Se tomaron datos cada 10 minutos.

## ANEXO D

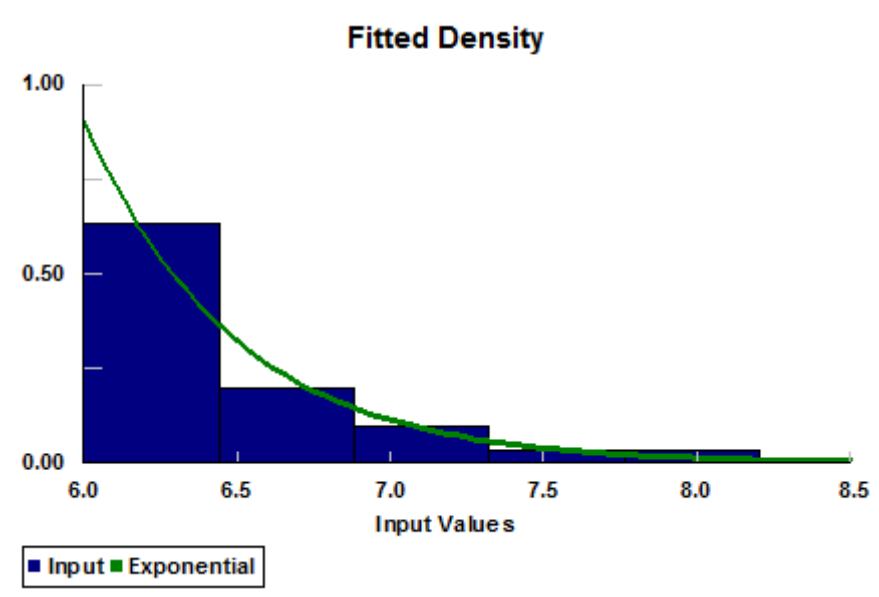
### TIEMPOS Y CANTIDADES DE ARRIBOS DE MATERIAL PRIMA

Tiempo	Cantidad (Kg)
7:00	600
7:30	50
7:22	50
8:15	30
8:34	10
8:40	40
8:58	30
9:10	100
9:17	600
9:27	42
9:33	90
9:42	40
10:30	100
10:50	50
11:01	90
11:10	88
11:23	40
11:32	100
11:45	40
11:50	40
12:00	600

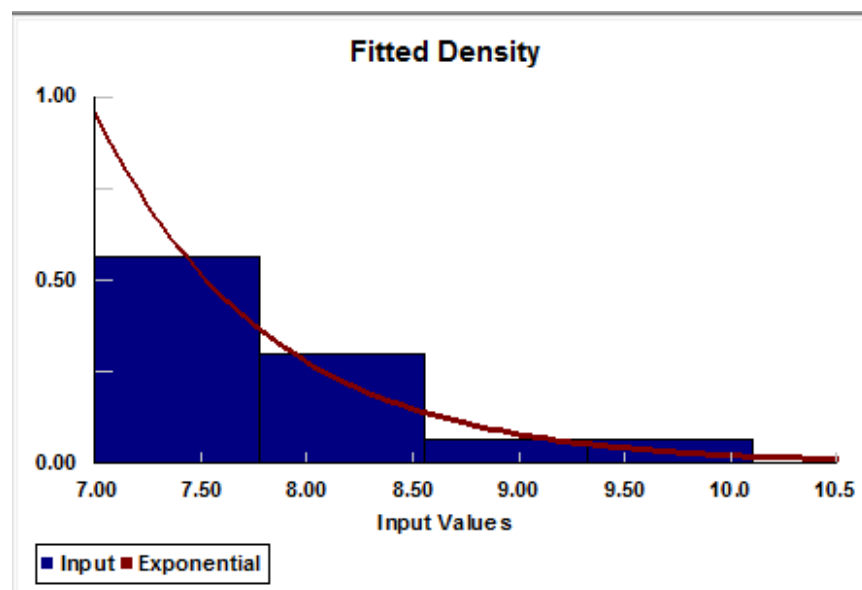
## ANEXO E

### DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS ENVASADO Y VOLTEO

**Etapa de volteo:** Distribución exponencial (6.0, 0.483)

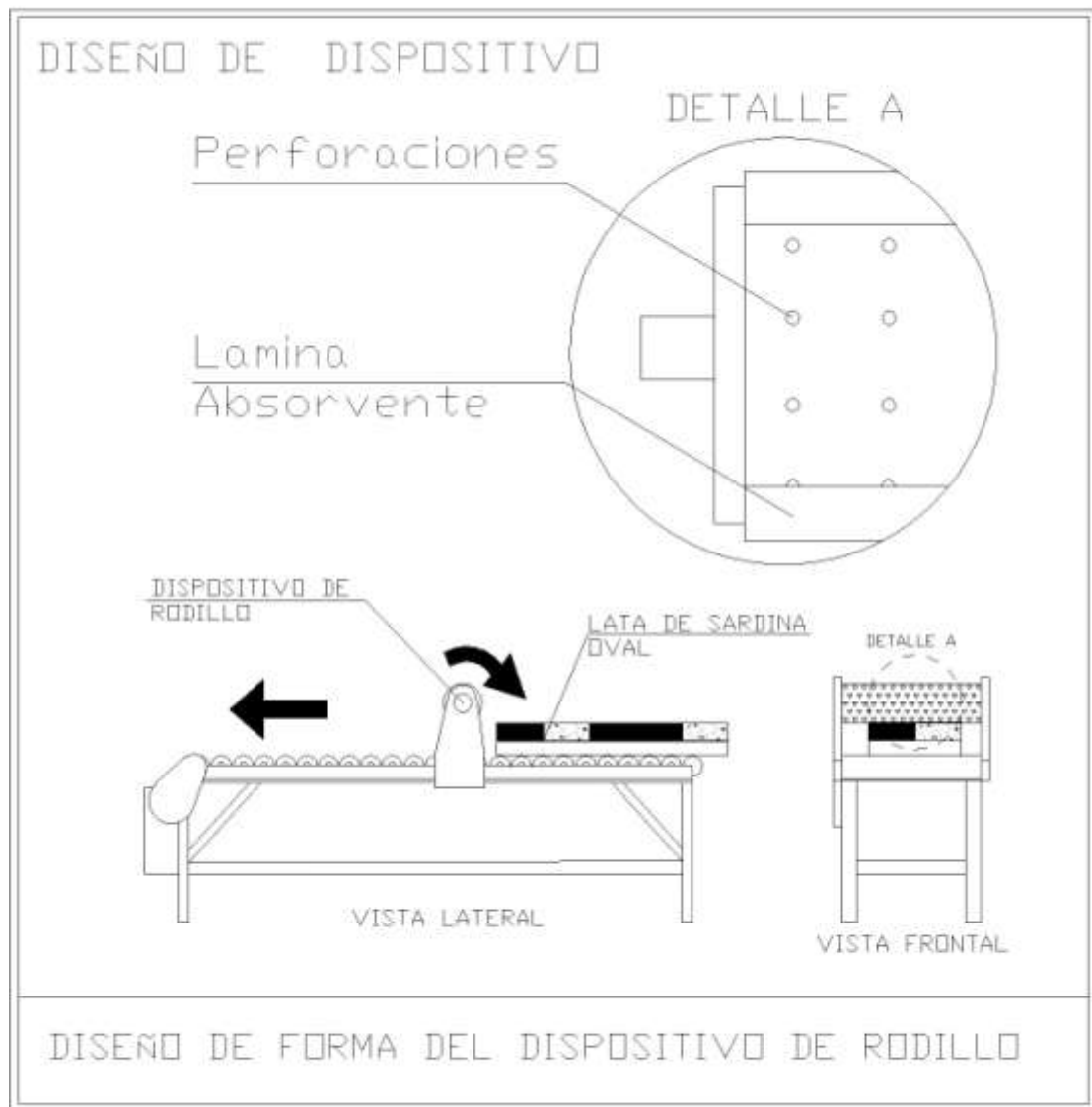


**Etapa de envasado:** Distribución exponencial (7,0.807)



## ANEXO F

### ESQUEMA DE DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE LIMPIEZA PROPUESTO



**ANEXO G**

**TABLA DE CÁLCULOS DE AHORRO ANUAL ESTIMADO**

<b>Rubros</b>	<b>Costos Totales</b>	<b>% asignado ahorro</b>	<b>Horas de ahorro</b>	<b>Cajas elaboradas 2 horas</b>	<b>\$ Ahorro/día</b>	<b>\$ Ahorro/anual</b>
Ahorro por prevención aplicación gráficos de control	\$ 493.504	5%	---	---	---	\$ 24.675
Diesel	---	---	2	337	\$ 64,03	\$ 12.806,00
Energía Eléctrica	---	---	2	337	\$ 37,07	\$ 7.414,00
Recurso Humano	---	---	---	---	\$ 15,00	\$ 14400
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 59925</b>
<b>% Ahorrado</b>						<b>12%</b>

<b>Costos periodo</b>	<b>Costos promedio/mes</b>	<b>Estimación costo anual</b>
\$ 440.000	\$ 13.376	\$ 493.504
<b>Costo diesel/caja</b>		\$ 0,19
<b>Costo energía eléctrica/día</b>		\$ 0,11

## **ANEXO H**

### **CONTROL DINÁMICO TOTAL QUALITY MANAGEMENT**

Ver archivo digital adjunto





## BIBLIOGRAFÍA

1. Carlos Benavides Velazco; Cristina Quintana García. Gestión del Conocimiento y Calidad Total. Díaz de Santos S.A. Madrid. España. 2003.
2. Chapman & Hall. Total Quality Management: The key to business improvement. Peratec. 2da edición. Londres, Inglaterra. 1995.
3. David M. Himmelblau; Kenneth B. Bischoff. Análisis y Simulación de Procesos. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España. 2004.
4. Department of health and human services, Public health service, Food and drug administration, Center for food safety and applied nutrition, Office of food safety, Fish and Fishery Products Hazard and Controls Guide. 4<sup>th</sup> Edition, Estados Unidos, 2011.
5. Douglas C. Montgomery; George C. Runger. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. Mc. Grawhill, México D.F, México, 1996, pp. 4-8, 195, 831-875.

6. Eduardo García D; Heriberto García R; Leopoldo E. Cárdenas B. Simulación y Análisis de Sistemas con Promodel. Pearson Education. México D.F, México, 2006, pp. 131-219.
7. Edwards Deming. Calidad, Productividad y Competitividad: La salida de la crisis. Cambridge University Press. Madrid, España. 1989.
8. Food Knowledge. Control Estadístico de Procesos. Quito, Ecuador, 2011.
9. James R. Evans; William M. Lindsay. Administración y Control de la Calidad. Cengage Learning. 7ma edición. México D.F, México, 2008, pp. 520 – 525.
10. J. M. Jurán; Franc M. Gryna; R. S. Bingham. Manual de Control de la Calidad. 2da Edición. Editorial Reverté. Barcelona. España. 2005.
11. Jorge Vega. Reingeniería del Proceso de Elaboración de una Bebida con Base de Leche de Coco. Guayaquil, Ecuador, 2009, pp. 38 – 48.
12. Kleber Barcia. Manual para Mejorar Sistemas de Producción y Servicio. Guayaquil, Ecuador, 2007.

13. La pesquería de pelágicos pequeños en el Ecuador durante 2007.  
Rutal de búsqueda: Google – Académico – Especie Pinchagua - La pesquería de pelágicos pequeños en el Ecuador durante 2007. Link:  
<http://www.inp.gob.ec/irba/ppp/ianual/PPP%20Informe%20anual%202007%20.pdf>.
14. Las Cinco 'S' (Las 5's). Rutal de búsqueda: Google – 5S – Página 2 - 19. Las Cinco 'S' (Las 5's). . Link:  
[http://www.zeusconsult.com.mx/Las\\_Cinco\\_Ss.pdf](http://www.zeusconsult.com.mx/Las_Cinco_Ss.pdf).
15. Luis Yu Chuen-Tao, El Control de la Calidad en la Empresa, Ediciones Dusto S.A, Bilbao, España, pp. 8-67.
16. Masaaki Imai. Como implementar el Kaizen en el sitio de Trabajo. 1era edición. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U. 1998. pp. 314.
17. M. Prado, La pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador durante 2008, Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, 2008.
18. Norma del Codex para las Sardinias y Productos Análogos en Conserva. Codex Stan 94-1981

19. Situación actual y perspectivas del recurso Pinchagua (Opisthonema spp.) en Ecuador. Ruta de búsqueda: Google – Académico – Especie Pinchagua - Situación actual y perspectivas del recurso Pinchagua (Opisthonema spp.) en Ecuador. Link: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/3049>.