

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Mejoramiento y racionalización de los recursos de una Planta de
Jabones”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada por:

Roxana Catherine Aguirre Arcentales

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año 2005

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo por la información, apoyo y consejo brindado.

Al Ing. Abad por haber guiado y dirigido el mismo.

A Cesar Medina por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A MIS PADRES y

HERMANO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Marcos Tapia Q.
DELEGADO DEL DECANO
PRESIDENTE

Ing. Jorge Abad M.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Denise Rodríguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

Roxana Aguirre Arcentales

RESUMEN

La empresa en la cual se desarrolla la Tesis tiene como actividad principal la producción de jabones de lavar, jabones de tocador y barras detergentes ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Debido a la actual competitividad del mercado, la empresas se ven obligadas a desarrollar y mantener procesos de mejoramiento continuo. Uno de los objetivos de la empresa es la reducción de sus costos de producción enfocándose en las áreas críticas mediante el desarrollo de estudios y diseño de planes de mejora.

En la presente tesis se identificaron opciones de mejora basándose en las 4M de Kaoru Ishikawa. Primero, se realizó un análisis de los indicadores de las tres líneas de producción y se seleccionó la línea crítica; segundo, se describió y analizó la línea seleccionada; y en tercer lugar, se diseñó propuestas de mejora. Se incluye el análisis financiero para determinar el Costo Beneficio y el Retorno de la Inversión de las propuestas.

Los resultados obtenidos permitieron conseguir los siguientes objetivos:

1. Disminución de los costos de conversión a través de la disminución del recurso humano.
2. Rediseño de la distribución de la línea.
3. Disminución del nivel de desperdicios de materiales y reproceso a través del reemplazo de tecnología.
4. Justificación financiera del reemplazo de la maquinaria actual por nueva tecnología.

La propuesta contenida en la presente tesis permite un ahorro \$ 276,497 por disminución de recurso humano, equipos de seguridad, equipos, consumo eléctrico, costos de mantenimiento, desperdicios(sobrepeso) y reproceso.

El reemplazo de tecnología resultó factible con una tasa interna de retorno del 41% y un tiempo de recuperación de 2 años y 3 meses.

La disminución de un 66% y 81% de las distancias recorridas improductivas y críticas respectivamente en la fase 2 de la Propuesta.

Mientras se realiza el cambio de tecnología se pueden realizar las mejoras propuestas en la fase 1(6.1: Estructura organizacional y Proceso productivo del capítulo 6).

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE PLANOS.....	XIII
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Antecedentes de la tesis.....	2
1.2 Objetivos de la tesis.....	2
1.3 Metodología utilizada en la tesis.....	3
1.4 Estructura de la tesis.....	5

CAPÍTULO 2

2. MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACIÓN DE LOS RECURSOS:

MÉTODOS Y HERRAMIENTAS.....8

Introducción

2.1 4M de Kaoru Ishikawa.....8

2.2 Distribución de Planta.....9

2.3 Procedimientos Gráficos.....12

2.4 Estudio de Tiempos.....15

2.5 Muestreo de Trabajo.....16

2.6 Muestreo Simple.....22

2.7 Análisis Económico.....23

Conclusiones

CAPÍTULO 3

3. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO.....26

Introducción

3.1 Descripción General de la Empresa.....27

3.2 Descripción General de las Líneas de Producción.....28

3.3 Análisis y Selección de la Línea.....29

Conclusiones

CAPÍTULO 4

4. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO.....	38
Introducción	
4.1 Descripción de la Estructura Organizacional.....	39
4.2 Descripción del Proceso Productivo.....	46
4.3 Descripción de Materiales.....	51
4.4 Descripción de la Tecnología.....	52
Conclusiones	

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE LA LINEA DE ESTUDIO.....	56
Introducción	
5.1 Análisis de la Estructura Organizacional.....	57
5.2 Análisis del Proceso Productivo.....	70
5.3 Análisis de Materiales.....	79
5.4 Análisis de la Tecnología.....	86
Conclusión	

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PROPUESTAS.....	95
Introducción	
6.1 Listado de las Mejoras Propuestas.....	96

6.2	Análisis Económico de las Mejoras Propuestas.....	99
6.2.1	Estimación Anual de los Ahorros debido a las Mejoras Propuestas.....	99
6.2.2	Análisis Costo Beneficio del Reemplazo de Tecnología.....	106
	Conclusiones	

CAPÍTULO 7

7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
7.1	Conclusiones.....	110
7.2	Recomendaciones	113







APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

CO ₂	Dióxido de Carbono
ETE	Eficiencia Total del Equipo
Gr	Gramo
jpm	Jabones por minuto
lbs	Libras
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
Psi	Pound per square inch
PQS	Polvo Químico Seco
rpm	Revoluciones por minuto
TIR	Tasa Interna de Retorno
Ton	Tonelada
VAN	Valor Actual Neto

SIMBOLOGÍA

	Operación
	Transporte
	Inspección
	Demora
	Almacenamiento
	Operación

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1	Nomograma para determinar el tamaño de muestra.....	18
Gráfica 2.2	Clasificación de Actividades.....	20
Gráfica 3.1	Niveles de Producción por Línea.....	29
Gráfica 3.2	Costo por Línea (\$/Ton).....	31
Gráfica 3.3	Productividad por Línea (Ton/Empleado).....	32
Gráfica 3.4	Eficiencia Total del Equipo por Línea (%).....	34
Gráfica 3.5	Costo del Reproceso por Línea (\$).....	35
Gráfica 4.1	Organigrama del Departamento de Producción.....	39
Gráfica 4.2	Diagrama de Flujo de Proceso Línea: Jabones de Lavar.....	47
Gráfica 5.1	Capacidad de Línea.....	58
Gráfica 5.2	Utilización de la Línea 2 – Situación Actual.....	61
Gráfica 5.3	Utilización de la Línea 2 – Alternativa 1.....	61
Gráfica 5.4	Utilización de la Línea 2 – Alternativa 2.....	63
Gráfica 5.5	Carga de Trabajo: Proceso y Empaquetado.....	69
Gráfica 5.6	Prueba de Komogorov- Smirnov.....	80
Gráfica 5.7	Muestreo de Peso de Jabones.....	81
Gráfica 5.8	Costo del Desperdicio de Lámina.....	83
Gráfica 5.9	Costo del Reproceso de Jabones en la Cortadora.....	84
Gráfica 5.10	Costo del Reproceso de Jabones en la Empaquetadora.....	85
Gráfica 4.3	Relación de los criterios de evaluación.....	47
Gráfica 5.1	Ponderación de la BSC.....	61
Gráfica 5.2	Distribución del tiempo.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Número de ciclos.....	15
Tabla 2.2	Nivel de confianza seleccionado.....	19
Tabla 2.3	Muestreo de Trabajo/Operador de la Encartonadora	21
Tabla 2.4	Resultados del muestreo de Trabajo.....	21
Tabla 2.5	Resultados del muestreo de Trabajo por Actividad.....	22
Tabla 3.1	Tabla de Evaluación.....	36
Tabla 3.2	Selección de la Línea a ser Estudiada.....	36
Tabla 4.1	Estructura Organización Línea: Jabones de Lavar.....	40
Tabla 4.2	Actividades de los Operadores de Secado.....	42
Tabla 4.3	Actividades del Operador de la Empaquetadora.....	42
Tabla 4.4	Actividades del Operador de la Encartonadora.....	45
Tabla 4.5	Actividades del Operador de la Encintadora.....	46
Tabla 4.6	Costo de Materiales.....	52
Tabla 5.1	Utilización Máxima y Mínima de las Alternativas.....	64
Tabla 5.2	Parámetros Utilizados en el Tamaño de la Muestra.....	64
Tabla 5.3	Tamaño de Muestreo por Máquina.....	65
Tabla 5.4	Carga de Trabajo: Operadores de Secado.....	66
Tabla 5.5	Carga de Trabajo: Operadores de Empaquetadora 1 y 2.....	67
Tabla 5.6	Carga de Trabajo: Op. de Encartonadora para Consumo Local.....	67
Tabla 5.7	Carga de Trabajo: Op. de Encartonadora para Exportación....	68
Tabla 5.8	Carga de Trabajo: Operadores de Encintadora 1 y 2.....	68
Tabla 5.9	Distancias Productivas e Improductivas Recorridas.....	70
Tabla 5.10	Distancias Improductivas Recorridas – Puntos Críticos.....	71

Tabla 5.11	Dimensiones de la Planta Baja.....	72
Tabla 5.12	Resultados del Monitoreo de los Niveles de Ruido.....	73
Tabla 5.13	Tipos de Fuego Identificados.....	74
Tabla 5.14	Extintores Existentes en la Planta Baja.....	75
Tabla 5.15	Extintores PQS ubicados Máximo a 22.7 m de los Operadores.....	76
Tabla 5.16	Tipos de Fuego Tipo B ubicados máximo a 15.25 m de los Extintores.....	77
Tabla 5.17	Extintores PQS/CO ₂ Cercanos a Fuegos Tipo C.....	78
Tabla 5.18	Cálculo del Desperdicio de Jabones.....	82
Tabla 5.19	Resumen de Materiales.....	86
Tabla 5.20	Tecnología Actual.....	88
Tabla 5.21	Tecnología Propuesta.....	88
Tabla 5.22	Costos de la Tecnología Propuesta.....	90
Tabla 5.23	Costos de la Tecnología Actual.....	90
Tabla 5.24	Espacios de la Tecnología Propuesta Actual.....	91
Tabla 5.25	Garantía y Respaldo Técnico.....	92
Tabla 6.1	Esquema de Trabajo.....	96
Tabla 6.2	Costo Empresa de Empleados y Personal Tercerizado.....	100
Tabla 6.3	Costo Empresa de Empleados y Personal Tercerizado (Incluye sobretiempo).....	102
Tabla 6.4	Resumen de Costos de Empleados y Personal Tercerizado.....	103
Tabla 6.5	Distancias Recorridas Distribución Actual vs Propuesta (Fase 1).....	105
Tabla 6.6	Ahorro por Eliminación de Extintores.....	106
Tabla 6.7	Distancias Recorridas Distribución Actual vs Propuesta (Fase 2).....	107
Tabla 6.8	Flujo de Caja.....	108

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Distribución de Planta
Plano 2	Sistema Contra Incendios
Plano 3	Propuesta Final - Fase 1
Plano 4	Propuesta Final - Fase 2

CAPITULO 1

1 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes de la tesis

La presente tesis se desarrolla dentro de una planta industrial que posee 3 líneas de producción: jabones de lavar, jabones de tocador y barras detergentes. El trabajo se presenta debido a la necesidad de mejorar y racionalizar los recursos de una de las tres líneas mencionadas. El estudio tiene como objetivo identificar opciones de mejora basándose en las 4M de Kaoru Ishikawa.

1.2 Objetivos de la tesis

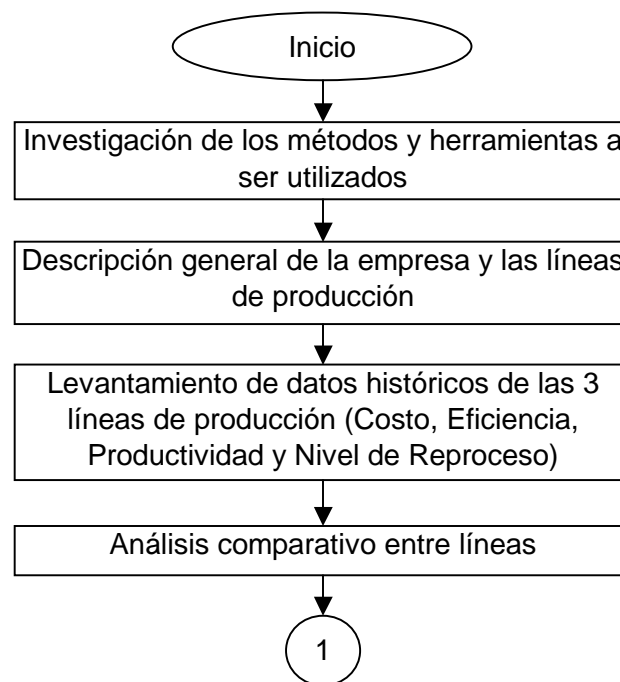
El objetivo general de esta tesis es analizar y proponer mejoras que permitan reducir los costos de materiales y mano de obra, rediseñar la distribución de la línea y justificar la adquisición de nuevas tecnologías.

Los objetivos específicos son:

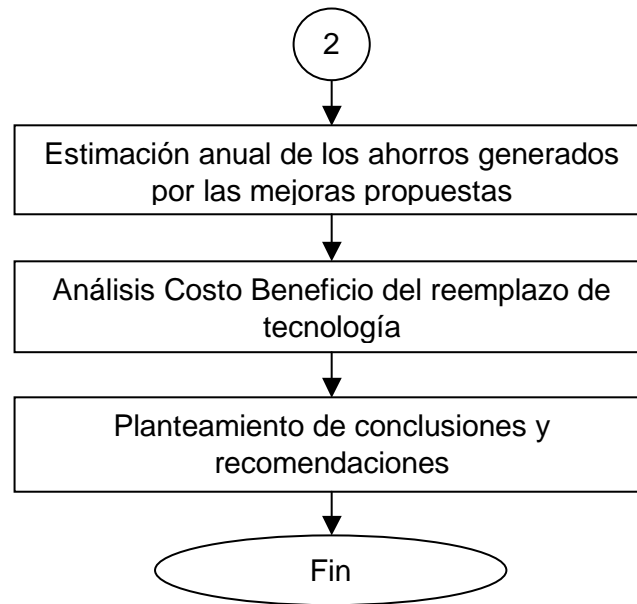
- Disminución de los costos de conversión a través de la racionalización del recurso operativo.
- Rediseño de la distribución de la línea considerando los parámetros requeridos en la distribución de planta.
- Disminución del nivel de desperdicios de materiales y reproceso.
- Justificación financiera del reemplazo de la maquinaria actual por nueva tecnología.

1.3 Metodología utilizada en la tesis

La metodología utilizada en la tesis se la describirá con el siguiente diagrama de bloques.







1.4 Estructura de la tesis

A continuación se presenta una breve descripción de cada capítulo.

Capítulo 2

En este capítulo se describen los principios, métodos y herramientas utilizados en el desarrollo de la presente tesis.

Capítulo 3

En este capítulo se realiza la descripción general de la empresa y las líneas de producción. Se realiza el análisis y selección de las tres

líneas mencionadas en base a: costos, productividad, eficiencias y nivel de reproceso.

Capítulo 4

En este capítulo se realiza la descripción de la línea de estudio. La descripción comprende la Estructura Organizacional, el Proceso Productivo, los Materiales y la Tecnología utilizada.

Capítulo 5

En este capítulo se realiza el análisis de la línea de estudio, con el objetivo de identificar opciones de mejora. El análisis comprende la Estructura Organizacional, el Proceso Productivo, los Materiales y la Tecnología utilizada.

En la estructura organizacional se analiza el esquema y la carga de trabajo, en el proceso productivo se analiza la distribución de la línea, en los materiales se analiza el costo de los desperdicios y el reproceso, y finalmente en la tecnología se define el costo de reemplazar equipos críticos.

Capítulo 6

En este capítulo se realiza el planteamiento de las mejoras propuestas y la estimación de los ahorros generados. Además se determina la factibilidad del reemplazo de la tecnología actual a través del análisis costo beneficio y del cálculo de la tasa interna de retorno.

Capítulo 7

En este capítulo se detallan las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante este estudio.

CAPITULO 2

2 MEJORAMIENTO Y RACIONALIZACIÓN DE LOS RECURSOS: MÉTODOS Y HERRAMIENTAS

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo describir los métodos y herramientas utilizados en la presente tesis. Teniendo como base a las 4M de Kaoru Ishikawa se utilizan los diferentes métodos y herramientas descritos en este capítulo, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora relacionadas con las causas de un problema.

2.1 4M de Kaoru Ishikawa

Kaoru Ishikawa nació en la ciudad de Tokio, Japón en el año de 1915. Graduado de la Universidad de Tokio en marzo de 1939 en química aplicada. En 1947 regreso a la Universidad de Tokio como profesor en donde comprendió la importancia de los métodos

estadísticos. En 1949 Kenichi Koyanagi le propuso unirse al grupo de investigación en Control de Calidad y convertirse en uno de sus instructores. desde entonces ha ayudado a muchas firmas japonesas a alcanzar lugares destacados mediante la aplicación del control de calidad.

Ishikawa es hoy conocido como uno de los más famosos gurús de la calidad mundial. También dió a conocer al mundo sus siete herramientas básicas que son: gráfica de pareto, diagrama de causa-efecto, estratificación, hoja de verificación, histograma, diagrama de dispersión, y gráfica de control de Schewhart.

El Diagrama de causa-efecto fue desarrollado en 1943 por Kaoru Ishikawa, es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto). Las causas son asociadas con las 4M máquinas, método, materiales y mano de obra.

2.2 Distribución de Planta

La distribución de planta es la disposición física de las instalaciones industriales.

En la antigüedad se acostumbraba agrupar las máquinas y los procesos similares; a alinear las áreas de trabajo en filas ordenadas, delimitando pasillos y conservándolos limpios; y finalmente, se procuraba colocar el material en un extremo del conjunto, haciéndolo circular en dirección al otro extremo de la planta.

Los principios mencionados son incompletos, y en algunos casos, contradictorios. Hoy en día el concepto de distribución ha evolucionado y existen principios básicos que son:

- **Integración de conjunto.** Integración del personal, materiales, maquinaria y actividades auxiliares. La distribución debe ser adecuada para el personal indirecto, como el encargado de mantenimiento, el personal administrativo de la producción, etc. Además, debe existir protección contra el fuego, humos, vapores y ventilación apropiadas.

Todos los factores mencionados deben estar integrados en una unidad de conjunto, de forma que cada uno de ellos esté relacionado con los otros y con el total.

- **Mínima distancia recorrida.** La mejor distribución permite que las distancias recorridas por el material y operadores sea la más corta.
- **Comodidad.** El área de trabajo debe proporcionar comodidad tanto en las operaciones diarias como en las periódicas. Las actividades realizadas por los trabajadores deberán ser ergonómicas.
- **Circulación o flujo de materiales.** Es mejor aquella distribución que ordene las áreas de producción de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman los materiales.

Este principio no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita tampoco el movimiento a una sola dirección. Muchas distribuciones son en forma de U debido a limitaciones de espacio.

- **Espacio cúbico.** Utilización efectiva del espacio físico disponible, tanto en horizontal como en vertical. A través de la ordenación del espacio ocupado por el personal, materiales, maquinarias y servicios auxiliares en tres dimensiones.

- **Satisfacción y de la seguridad.** Una distribución debe proporcionar un ambiente de trabajo satisfactorio y seguro.

Una distribución nunca puede ser efectiva si somete al personal a posibles riesgos o accidentes.

- **Flexibilidad y Expansión.** Una distribución será más efectiva si esta puede ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.

Este principio es muy importante debido a la innovación tecnológica de materiales, procesos, equipos, comunicaciones, transportes, etc. Implicando cambios frecuentes en el diseño de productos, procesos, equipos, etc.

2.3 Procedimientos gráficos

El término “procedimientos gráficos” hace referencia a la familia de diagramas que incluye los diagramas de operaciones de procesos, los diagramas de flujo de procesos, los de actividades múltiples y los diagramas bimanuales.

Los diagramas proporcionan una descripción sistemática detallada del ciclo de trabajo o proceso de tal manera que permiten analizar el proceso en forma más detallada.

Diagrama de flujo de proceso

El diagrama utilizado en la presente tesis es el diagrama de flujo de proceso.

El diagrama de flujo de proceso es la representación gráfica de la secuencia: de todas las operaciones, del transporte, de la inspección, de las demoras y del almacenaje que se efectúa en un proceso o procedimiento.

La característica principal es que presenta el proceso desde el punto de vista de los sucesos por los que pasa el material.

Para efectos de análisis y para ayudar a detectar y suprimir las ineficiencias, el diagrama mencionado clasifica las acciones en cinco categorías: operación, transporte, inspección, demora y almacenaje.

Cada actividad se localiza e identifica en el diagrama de flujo por medio de símbolos y números. La dirección del movimiento se muestra con flechas que apuntan en la dirección del flujo o recorrido.

A continuación se detalla cada símbolo y su significado:



Operación: La operación sucede cuando se cambia alguna de las características físicas o químicas de un objeto. Una operación se da cuando se realiza una acción.



Transporte: El transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto cuando tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o la inspección.



Inspección: La inspección sucede cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características.



Demora: Un objeto tiene demora o está rezagado cuando las condiciones, no permiten o requieren que se realice de inmediato el siguiente paso.



Almacenaje: El almacenaje se da cuando un objeto se mantiene protegido contra la movilización no autorizada.



Actividad combinada: Siempre que se necesite ilustrar las actividades realizadas, sea concurrentemente o por el mismo operador en la misma estación de trabajo, los símbolos para esas actividades se combinan tal como aparece en el ejemplo que representa la combinación de operación e inspección.

2.4 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un equipo para realizar una actividad.

Los pasos para realizar el estudio de tiempos son los siguientes:

- Definir el número de ciclos a observar.
- Realizar el estudio.
- Determinar la normalidad de los datos.
- Definir los estándares.

Número de ciclos a Observar

La compañía General Electric ha establecido, la siguiente tabla, como guía para determinar el número de ciclos que deben observarse (Niebel, Benjamín 1966).

Tiempo del Ciclo en Minutos	Número de ciclos
0.1	200
0.25	100
0.5	60
0.75	40
1	30
2	20
4.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
Mas de 40.00	3

TABLA 2.1 NÚMERO DE CICLOS

Como podemos observar, la Tabla 2.1 indica el número de ciclos a tomar en base a la duración del ciclo estudiado. Por ejemplo si el tiempo que demora un operador en armar manualmente una caja con jabones es de 6 minutos entonces se deberán tomar 10 ciclos.

Para determinar la normalidad de los datos se utilizará el Software Estadístico "Minitab 11 para Windows."

2.5 Muestreo de Trabajo

El muestreo de trabajo fue presentado por primera vez en el año 1953 en Inglaterra por el estadístico L.H.C. Tippett en una publicación de la revista *Time and Motion Study*

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividad o trabajo. Básicamente consiste en registrar cada intervalo de tiempo la actividad que el operador esta realizando (Hodson,William 1992)

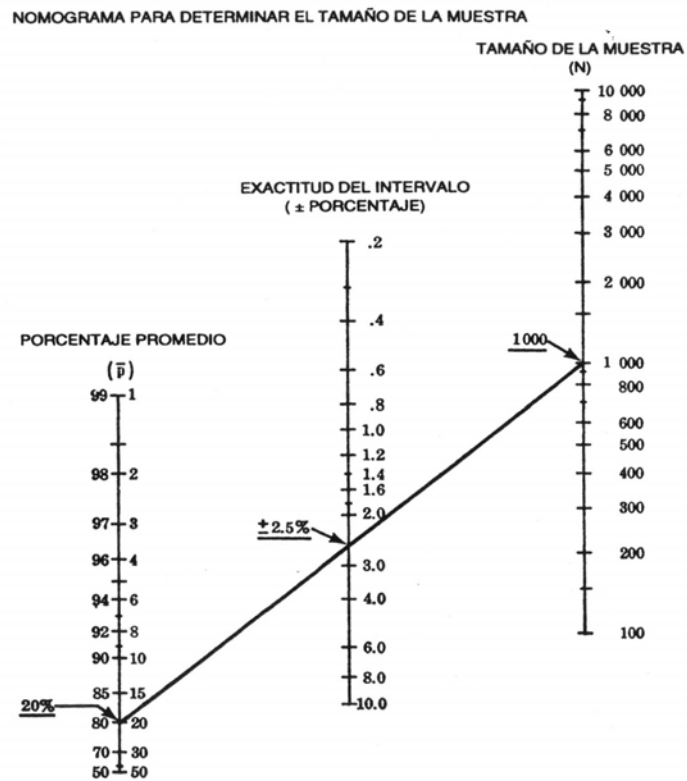
La teoría del muestreo de trabajo se basa en las leyes fundamentales de la probabilidad. Si en un instante dado, un evento puede sólo estar presente o ausente, los estadísticos han derivado

la siguiente expresión, que representa la probabilidad de x ocurrencias de una actividad en n observaciones.(Niebel, Benjamín 1966)

Tamaño de la muestra

El número de observaciones dependerá de la exactitud del estudio, debido a que un mayor número de observaciones proporciona mayor exactitud. La *exactitud* es la medida del grado de sesgo en la medición. El *sesgo* es la cantidad por la cual el valor de la media observada en una serie de mediciones difiere del valor “verdadero” de la cantidad.

Para determinar el tamaño de la muestra se utiliza el nomograma que se muestra en la gráfica 2.1. En donde se requiere definir el valor de p y la exactitud del estudio. Para determinar el valor de p se requiere hacer un muestreo previo, en donde p es el porcentaje que representa un grupo de actividades que componen un proceso, generalmente se selecciona el/las actividades más importantes. (Hodson,William 1992)



GRÁFICA 2.1 NOMOGRAMA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Otro método para determinar el tamaño de la muestra es a través de la siguiente fórmula: (Miller y Freund, 1977)

$$N \equiv \frac{Z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{\sigma^2}$$

donde

N = número de observaciones necesarias.

σ = es el error estándar, determinado en forma arbitraria.

P = es el porcentaje que representa un grupo de actividades que componen un proceso.

$Z_{\infty/2}$ = nivel de confianza seleccionado.

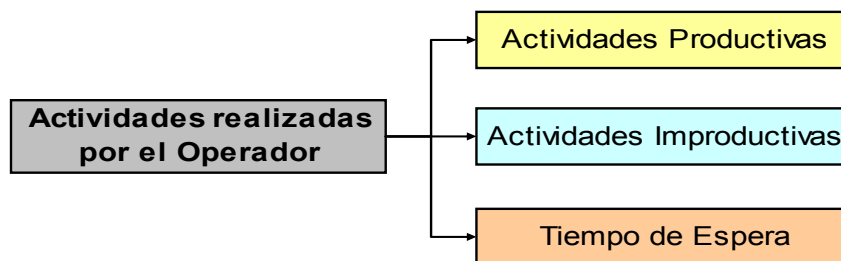
$Z_{\infty/2}$	Nivel de confianza
1	0.68
1.645	0.9
1.96	0.95
2.567	0.99

TABLA 2.2 NIVEL DE CONFIANZA SELECCIONADO

El intervalo entre cada observación realizada no puede ser mayor al tiempo de duración de alguna de las actividades.

Clasificación de actividades

Para efecto de análisis en la presente tesis se realizará una clasificación de las actividades realizadas, como se muestra en el siguiente cuadro:



GRÁFICA 2.2 CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Como se muestra en la grafica 2.2 las actividades realizadas por el Operador se clasificaran en 3 aspectos: actividades productivas, improductivas y tiempo de espera.

Se considerará como Productivas a aquellas actividades que son cíclicas e intrínsecas al trabajo realizado por un operador, como por ejemplo colocar el cartón en una máquina encartonadora; el registro de formatos tales como: control de pesos, eficiencias, volumen de producción, etc.

Se considerará Improductivas aquellas que no son cíclicas y se presentan aleatoriamente, tales como: calibración de la máquina, sacar la rebaba del jabón, caminar largas distancias para acceder a un transportador.

El tiempo de espera es el resultado de la inactividad del operador.

Ejemplo de Muestreo de Trabajo

A continuación se mostrará un ejemplo de muestreo de trabajo, realizado al operador de una encartonadora de jabones.

MUESTREO DE TRABAJO																
FECHA: 5/03/2004	TURNO:															
OPERADOR: Encartonador	PRODUCTO:															
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	.	.	.	n
Colocar cartón en la banda	1			1			1									24
Colocar cartón en el pallet			1			1					1	1		1		25
Llenar registros										1						3
Operario Ocioso		1			1											6
Reparación de la máquina								1	1				1			15
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	73

TABLA 2.3 MUESTREO DE TRABAJO/OPERADOR DE LA ENCARTONADORA

La tabla 2.3 es un ejemplo de formato utilizado en el muestreo el cual esta compuesto básicamente por información del proceso analizado, las actividades y las observaciones.

Actividades	Número de Observaciones	Porcentaje (%)
Colocar cartón en la banda	24	32.9%
Colocar cartón en el pallet	25	34.3%
Llenar registros	3	4.1%
Operario Ocioso	6	8.2%
Reparación de la máquina	15	20.6%
	73	100.0%

TABLA 2.4 RESULTADOS DEL MUESTREO DE TRABAJO

La tabla 2.4 muestra el resultado obtenido del muestreo mencionado, en donde se realiza una sumatoria del número de observaciones para cada sub-actividad.

Actividades	Porcentaje
Actividades Productivas	71.2%
Actividades Improductivas	20.6%
Tiempo de Espera	8.2%
	100.0%

TABLA 2.5 RESULTADOS DEL MUESTREO DE TRABAJO POR ACTIVIDAD

Como podemos observar la Tabla 2.5 indica los porcentajes que corresponden a cada tipo de actividad.

2.6 Muestreo Simple

Un plan de muestreo simple es una especificación del tamaño de muestra y del número de aceptación por usar, y su selección se basa usualmente en un AQL.

Entre los planes de muestreo mas utilizados están los contenidos en la Military Estándar-105D, esos planes hacen énfasis en mantener un AQL especificado y con su diseño se pretende exhortar al productor a que ofrezca buenos productos al consumidor.

El procedimiento para utilizar esta norma consiste en encontrar primero la letra de código de tamaño de muestra (Apéndice A) que corresponde al tamaño de Lote y al nivel y a tipo de inspección deseado. Luego, usando la letra de código de tamaño de la muestra así obtenida y el apropiado AQL, se encuentra el tamaño de la muestra y el número de aceptación de la tabla maestra (Apéndice B).

2.7 Análisis Económico

El análisis económico realizado a la propuesta se basa en el cálculo de la tasa interna de retorno para cuantificar el retorno anual de la inversión y el tiempo de recuperación del capital.

Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno conocida como TIR es la tasa para la cual el valor presente del flujo de efectivo es cero. El método determina el tiempo que tomará lograr un flujo de caja positivo igual a la inversión total y el porcentaje de la inversión que es recuperado por año.

A continuación se hará referencia al flujo de caja y al valor presente.

Flujo de Caja

El flujo de caja para determinado periodo es la diferencia entre los ingresos proyectados por el proyectos y los egresos generados por la situación actual. El análisis realizado en la presente tesis se lo hará para un período de 5 años.

Valor Presente

Es el equivalente al valor presente de los flujos de efectivo generados durante un intervalo de tiempo con el descuento a una tasa de interés establecida (TIR). El valor presente

A continuación se muestra una igualdad de la cual se obtiene la TIR.

$$\sum_{j=0}^N A_j (1 + i^*)^{-j} \equiv 0$$

Donde

A = Son los flujos de efectivos

N = Número de años

i = descuento que hace que el valor presente del flujo de caja de las operaciones sea igual al desembolso inicial neto de caja

Conclusiones

Los métodos y herramientas de presentados permitirán realizar el análisis de la línea de Jabones con el objetivo de determinar la situación actual: distribución de planta, carga de trabajo del personal e inferencias de una población a través del muestreo simple. Además del análisis económico para determinar la viabilidad de la propuesta.

CAPITULO 3

3 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Introducción

La empresa en la cual se va a desarrollar la tesis tiene más de 70 años. En el mercado y es considerada como una de las primeras compañías productoras de marcas de consumo masivo en alimentos, limpieza y cuidado personal.

La presente tesis se enfoca en una de sus plantas en Ecuador, la cual posee tres líneas de producción: jabones de tocador, jabones de lavar y barras detergentes.

En este capítulo se hará una descripción de la historia de la empresa, sus procesos y diferentes análisis para determinar la línea de producción a ser estudiada en la tesis.

3.1 Descripción General De La Empresa

La empresa nació en el año 1930 como resultado de la unión de dos compañías europeas. Ambas compañías eran muy similares en sus negocios, estaban involucradas en el mercadeo a gran escala de productos para el hogar y utilizaban canales de distribución similares con operaciones en mas de 40 países.

En sus inicios la empresa introdujo nueva tecnología a su compañía, el negocio creció y comenzó a invertir en América Latina. Teniendo hoy en día empresas en Honduras, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

La estrategia utilizada para ingresar en el mercado latino, ha sido a través de la adquisición de diferentes empresas locales, el fortalecimiento de sus productos y la introducción de nuevas marcas.

Es así que en el año 2000 la mencionada multinacional adquiere una empresa guayaquileña. La misma que tuvo sus inicios en el año 1911, siendo la primera instalación industrial dedicada a la fabricación de velas y jabones de lavar, con el paso del tiempo lanzó al mercado jabones de tocador y lavar.

Actualmente la empresa posee varios centros de distribución dentro del país y una planta en Guayaquil que se encuentra ubicada en la Vía Daule.

3.2 Descripción General de las Líneas de Producción

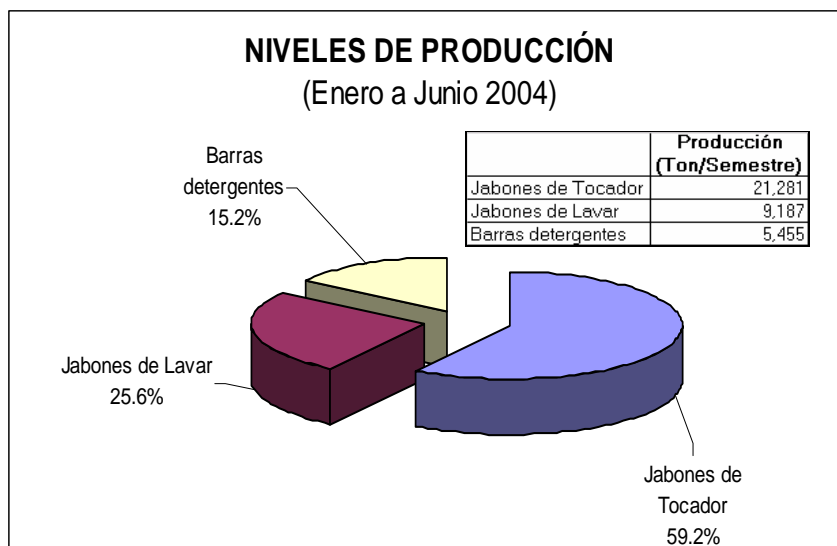
La planta posee tres líneas de producción: jabones de tocador, jabones de lavar y barras detergentes.

La línea de jabones de tocador fabrica cuatro diferentes marcas y presentaciones de 250 gr. y 500 gr. Posee un volumen de producción aproximado de 158 Ton/día.

La línea de jabones de lavar fabrica dos marcas y una presentación de 250 gr. Esta línea de producción posee un volumen aproximado de 68 Ton/día.

La línea de barras detergentes fabrica tres marcas y presentaciones: de 250 gr. y 350 gr. El volumen de producción es aproximado 40 Ton/día.

A continuación se muestra los niveles de producción de las líneas mencionadas. Este análisis corresponde a los meses de Enero a Junio del 2004.



GRÁFICA 3.1 NIVELES DE PRODUCCIÓN POR LÍNEA

Como podemos observar en la gráfica 3.1 la producción de jabones de Tocador representan aproximadamente el 59.2% de la producción de la planta, los jabones de lavar 25.6% y las barras detergentes el 15.2%.

3.3 Análisis y Selección De La Línea.

Los aspectos a considerar para realizar la selección de la línea a estudiar son los siguientes:

- Análisis de la Costos
- Análisis de la Productividad de las líneas
- Análisis de las Eficiencias
- Análisis del Nivel de reproceso

Para realizar el análisis y la selección de la línea se consideró información que corresponde a los meses de enero a junio del 2004. Antes de este periodo no se dispone de la información relacionada con las eficiencias y el nivel de reproceso.

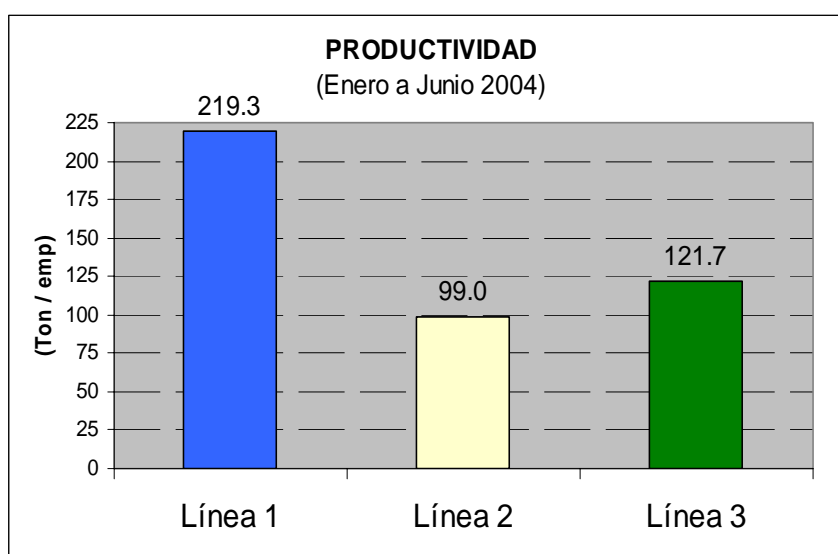
Para efectos de explicación a partir desde este momento se conocerá a la línea de jabones de tocador, jabones de lavar y barras detergentes como: línea 1, línea 2 y línea 3 respectivamente.

Análisis de la Costos

Este análisis considera el costo por tonelada. El costo incluye: mano de obra, materiales (materia prima y material de empaque) y los costos indirectos de fabricación(servicios básicos, mantenimiento, administración, etc.)

de cada línea, este número no incluye la gerencia de producción debido a que es un recurso compartido para todas las líneas.

La fórmula de productividad es igual al número de toneladas producidas dividido por el número de empleados.



GRÁFICA 3.3 PRODUCTIVIDAD POR LÍNEA(Ton/Empleado)

Se considera la línea con mayor productividad, la que realiza más toneladas por empleado. Es decir produce más con menos recurso humano. Como podemos observar en la gráfica 3.3 la línea 1 y 3 poseen los mayores niveles de productividad, siendo 219.3 y 121.7 ton/empleado respectivamente. La línea 2 produce 99.04 ton/empleado.

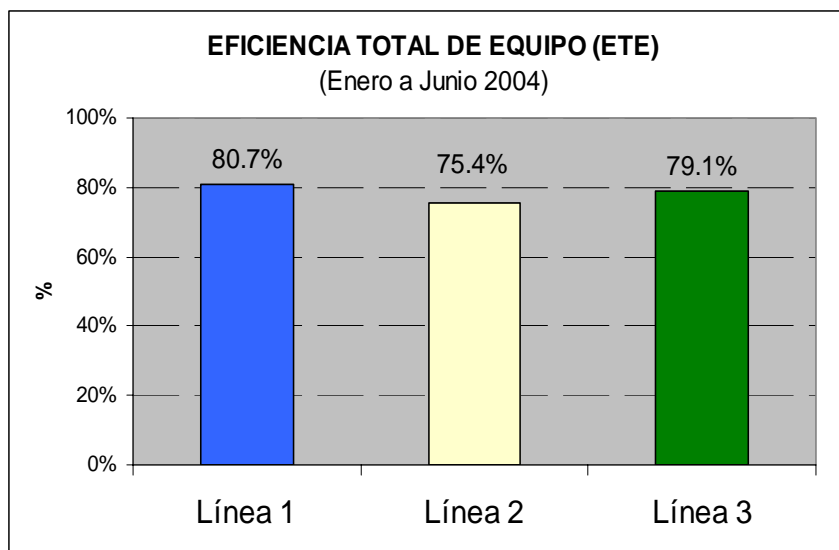
Análisis de las Eficiencias

El análisis de las eficiencias se basa en un solo indicador, la eficiencia total del equipo, éste indicador es el resultado de la disponibilidad por rendimiento y calidad del equipo.

La disponibilidad del equipo es la relación porcentual entre el tiempo que la máquina ha estado en operación con respecto al tiempo total.

El rendimiento es la relación porcentual entre la producción real y la producción teórica. Calidad es el porcentaje de producto no conforme de cada línea con respecto a la producción.

La fórmula de la eficiencia total del equipo(ETE) es igual a la disponibilidad por el rendimiento y por la calidad.



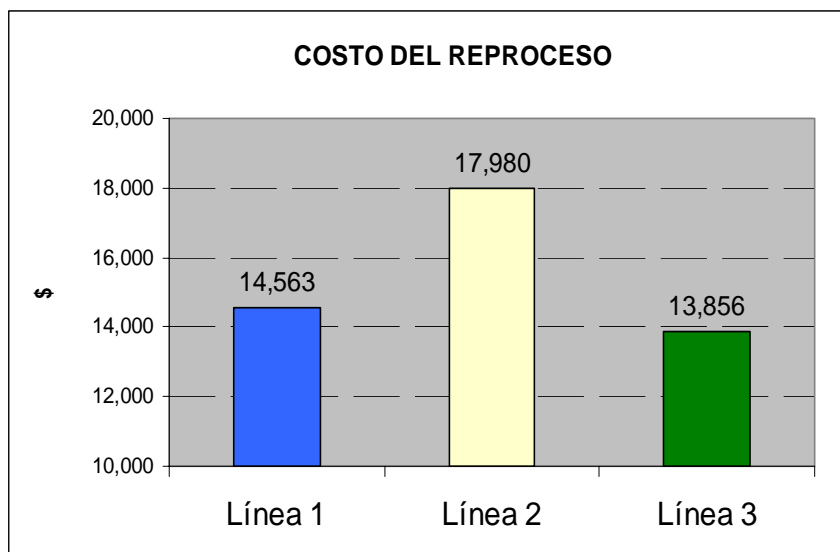
GRÁFICA 3.4 EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO POR LÍNEA (%)

Como podemos observar en la gráfica 3.4 la línea 2 y la línea 3 tienen 75.4% y 79.1% de eficiencias respectivamente. La línea con mayor eficiencia es la línea 1 con 80.7%, debido a que en el primer semestre del año 2004 se crearon grupos de mejora para elevar las eficiencias de esta línea. La línea 1 es la que más ingresos genera para la planta.

Análisis del Nivel de reproceso

Para realizar el análisis de nivel de reproceso se calculó el impacto económico que tiene este reproceso. Se considera reproceso al jabón o barra con o sin envoltura que no ha cumplido con las especificaciones de calidad como por ejemplo: peso, color, etc.

La fórmula del costo del reproceso es igual al reproceso en toneladas por el costo por tonelada.



GRÁFICA 3.5 COSTO DEL REPROCESO POR LÍNEA (\$)

Según la gráfica 3.5 la línea 2 ha generado \$ 17,980 en reproceso.

La línea 1 y 3 con \$ 14,563 y \$ 13,856 respectivamente.

Selección de la Línea

Para realizar la selección de la línea se diseñó una tabla de evaluación, con el propósito seleccionar la línea con el menor desempeño la misma que es mostrada a continuación.

Calificación	Significado
1	Mejor
2	Intermedio
3	Peor

TABLA 3.1 TABLA DE EVALUACIÓN

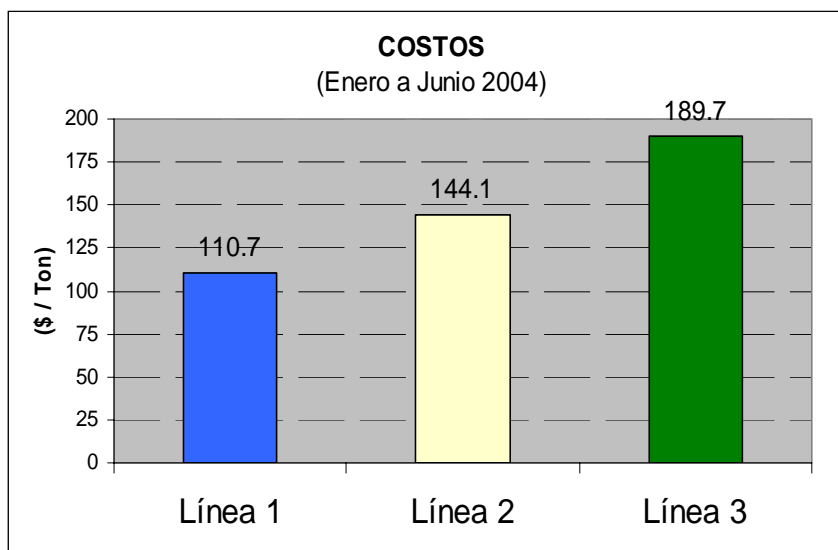
Como podemos observar en la tabla 3.1 la calificación de 1 se dará a la línea que posea el mejor desempeño en el aspecto evaluado, la calificación de 3 se dará a la línea que presente el menor desempeño y la calificación de 2 será a la línea que presente el desempeño intermedio.

Finalmente se sumaran estas calificaciones y la línea que posea el mayor puntaje será la seleccionada para el estudio de esta tesis. Como se puede observar se considera que todos los aspectos evaluados poseen la misma ponderación, es decir, la importancia relativa entre ellos es la misma.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3
Rentabilidad	1	2	3
Productividad	1	3	2
Eficiencia	1	3	2
Costo del Reproceso	2	3	1
	5	11	8

TABLA 3.2 SELECCIÓN DE LA LÍNEA A SER ESTUDIADA

La fórmula de rentabilidad es igual al costo de producción dividido para el tonelaje producido.



GRÁFICA 3.2 COSTO POR LÍNEA (\$/Ton)

Como podemos observar en la gráfica 2.2 la línea 1 tiene un costo de producción por tonelada de 110.7 \$/ton. Las líneas 2 y 3 poseen un costo de 144.1 y 189.7 \$/ton respectivamente.

Análisis de la Productividad de las líneas

Para analizar la productividad de las líneas se consideró las toneladas producidas y el número de empleados por cada línea. El número de empleados incluye al personal operativo y administrativo

A partir de los resultados de la tabla 3.2 la línea seleccionada es la número 2 “Jabones de Lavar”

Conclusiones

La tesis se realiza en una multinacional que tiene aproximadamente 70 años en el mercado.

De las tres líneas de producción jabones de tocador (línea 1), jabones de lavar (línea 2), barras detergentes (línea 3): la línea 1 se destaca por tener el menor costo, mayor productividad y eficiencia; la línea 3 tiene el más bajo costo de reproceso con eficiencia y costo promedio. La línea 2 tiene los peores índices de productividad, eficiencia y altos costos de reproceso, por lo cual ésta ha sido seleccionada como la línea de estudio.

CAPITULO 4

4 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE ESTUDIO

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo la descripción de la línea de estudio, con el fin de obtener una visión del entorno a través del cual esta se desenvuelve.

La descripción de una línea puede ser enfocada desde diferentes aspectos. Uno de los métodos utilizados son las 4M de Kaoru Ishikawa, mano de obra, método, materiales y maquinaria, las cuales según Ishikawa están relacionadas con las causas de un problema.

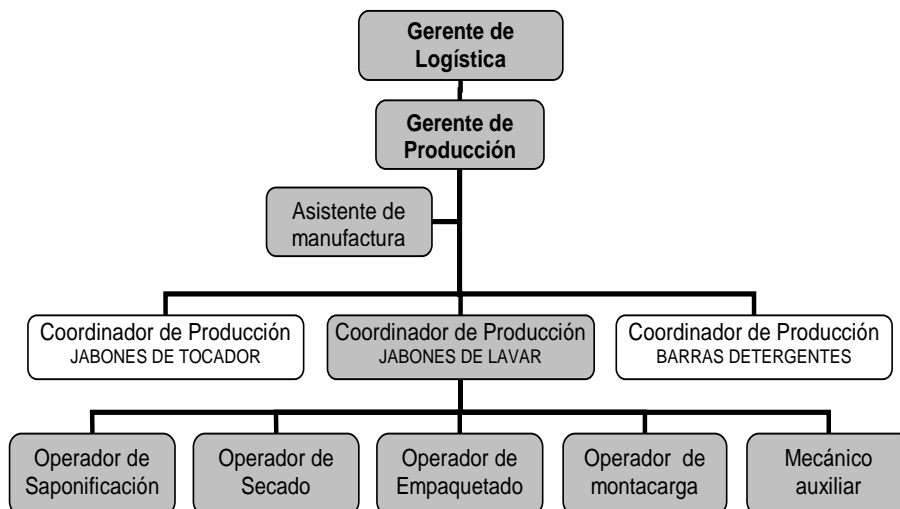
En el presente capítulo las 4M serán denominadas como: estructura organizacional, proceso productivo, materiales y tecnología.

4.1 Descripción de la Estructura Organizacional

La estructura organizacional de la empresa esta compuesta por cuatro áreas: Finanzas, Recursos Humanos, Ventas y Logística

El área de Logística a su vez esta compuesto por 6 departamentos: Compras, Importaciones, Planificación, Producción, Bodega de Materia Prima y Producto Terminado.

El Departamento de Producción esta dirigido por el Gerente de Producción, que administra las 3 líneas de producción mencionadas en el capítulo 3. Cada línea de producción tiene un coordinador de producción.



**GRÁFICA 4.1 ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN
LINEA: JABONES DE LAVAR**

En la gráfica 4.1 podemos observar el organigrama del departamento de producción, que muestra la estructura de la línea de Jabones de Lavar.

La línea de Jabones de lavar trabaja 3 turnos, cada turno es de 8 horas. El personal de cada turno rota cada semana. En la tabla 4.1 podemos observar el número de operadores por turno. En total la línea de jabones tiene 36 personas entre empleados y operadores.

	I Turno	II Turno	III Turno
	7:00 a 15:00	15:00 a 23:00	23:00 a 7:00
Gerente de Producción	1		
Coordinador	1	1	1
Asistente de Producción	1	1	1
Operadores:			
Saponificación	1	1	1
Secado	2	2	2
Empaquetadora	2	2	2
Encartonadora	2	2	2
Encintadora	2	2	2
Montacarguista	1		
Mecánico auxiliar	1		
TOTAL	14	11	11
TOTAL GENERAL			36

**TABLA 4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL
LÍNEA: JABONES DE LAVAR**

A continuación se va a realizar la descripción de funciones de aquellos puestos de trabajo que serán analizados en el capítulo 5. Esta descripción esta compuesta por actividades productivas e improductivas.

PROCESO

El área de proceso comprende saponificación y secado. Un operador de saponificación por turno y dos operadores de secado por turno.

El operador de saponificación es el responsable de la manipulación de los mezcladores. Los operadores de secado son los responsables de la manipulación del atomizador, las compresoras y la cortadora de jabones.

Operador de Secado

Entre las principales actividades productivas de los dos operadores de secado se encuentran: la preparación y dosificación del perfume y colorantes, la revisión de parámetros y control de parámetros de calidad y el reporte de paradas.

Entre las actividades improductivas se encuentran: la revisión de la correcta impresión del nombre del jabón, regulación de la dosificación de perfumes/colorantes, regulación de la velocidad de la cortadora y la realización de ajustes varios.

A continuación en la tabla 4.2 se muestran las actividades productivas e improductivas de los 2 operadores de secado. El estudio fue realizado con un operador realizando las actividades de los dos operadores.

Actividades Productivas
Preparar colorante
Llenar el dosificador de colorante
Tomar muestra de perfume en compresora
Tomar muestra de jabón en compresora
Llenar el registro de paradas
Llenar el reporte de control de perfume
Calcular la dosificación de perfume
Llenar el registro de humedad
Llenar el registro de presiones

Actividades Improductivas
Ir a la bodega y llevar colorante a secado
Revisar el centrado de la impresión
Calcular la velocidad de la cortadora
Tomar pesos
Manipulación del panel de control de bandas y compresora
Regular la dosificación de color
Regular la velocidad de la cortadora
Chequear la presión de los pozos barométricos (agua helada)
Ordenar el área
Realizar ajustes en las compresoras

TABLA 4.2 ACTIVIDADES DE LOS OPERADORES DE SECADO

EMPAQUETADO

El área de empaquetado esta compuesto por las 2 empaquetadoras, 2 encartonadoras y 2 encintadoras. Un operador por cada máquina siendo 6 operadores por turno.

Operador de la Empaquetadora

Entre las principales actividades productivas del operadores de la empaquetadora se encuentran: el cambio de rollo, control de parámetros de calidad y el reporte de paradas.

Entre las actividades improductivas se encuentran: realización de ajustes y actividades relacionadas con la no conformidad del jabón tales como sacar rebaba.

A continuación en la tabla 4.3 se muestran las actividades productivas e improductivas del operador de la empaquetadora.

Actividades Productivas
Cambiar el rollo
Realizar el control de pesos
Llenar el registro de paradas
Llenar el registro de control de pesos

Actividades Improductivas
Revisar la calidad del jabón después de la empaquetadora
Realizar ajustes en la empaquetadora
Sacar la rebaba del jabón
Sacar y colocar jabón en la banda
Sacar envoltura (lámina al jabón)
Botar jabón no conforme a tacho
Llevar jabón no conforme a secado
Ordenar y limpiar la banda
Realizar actividades de otro operador

TABLA 4.3 ACTIVIDADES DEL OPERADOR DE LA EMPAQUETADORA

Operador de la Encartonadora

Entre las actividades productivas esta el controlar la calidad del producto la cual es considerada como actividad productiva a pesar de haber realizado este proceso en la empaquetadora debido a que el jabón es codificado antes de ingresar a la encartonadora.

Una de las principales actividades improductivas consiste en sacar la envoltura de los jabones no conformes de la empaquetadora.

La carga de trabajo del operador de secado depende del tipo de producción. El número de unidades por cartón para exportación es menor que en producción local por lo que ciertas actividades productivas serán más cíclicas aumentando la carga de trabajo del operador.

A continuación en la tabla 4.4 se muestran las actividades productivas e improductivas:

Actividades Productivas
Colocar cartón en encartonadora
Llevar registro de cajas

Actividades Improductivas
Controlar la calidad del Producto
Realizar ajustes a la máquina
Sacar envoltura del jabón (producto no conforme)
Sacar/colocar jabón no conforme de la banda transportadora
Llevar jabón desenfundado a secado
Ir a ver material de empaque
Ordenar el área
Necesidades personales
Realizar actividades de otro operador

TABLA 4.4 ACTIVIDADES DEL OPERADOR DE LA ENCARTONADORA

Operador de la Encintadora

Entre las principales actividades productivas del operadores de la encintadora se encuentran:

Actividades Productivas
Colocar sello de fecha
Colocar marca (x) tipo de producto (presentación)
Cerrar cartón
Colocar cartón en pallet
Colocar etiqueta de color(Indicador de mes)
Colocar stretch Film
Colocar pallet en almacenamiento temporal
Colocar pallet en posición
Poner número a pallet

Actividades Improductivas
Realizar ajustes a la encintadora
Colocar cinta en la encintadora
Volver a pasar cartón por la encintadora
Ir a ver yallet, llevar de regreso el yallet
Llevar cartones a los operador de las encartonadoras
Ordenar el área
Necesidades personales
Realizar actividades de otro operador

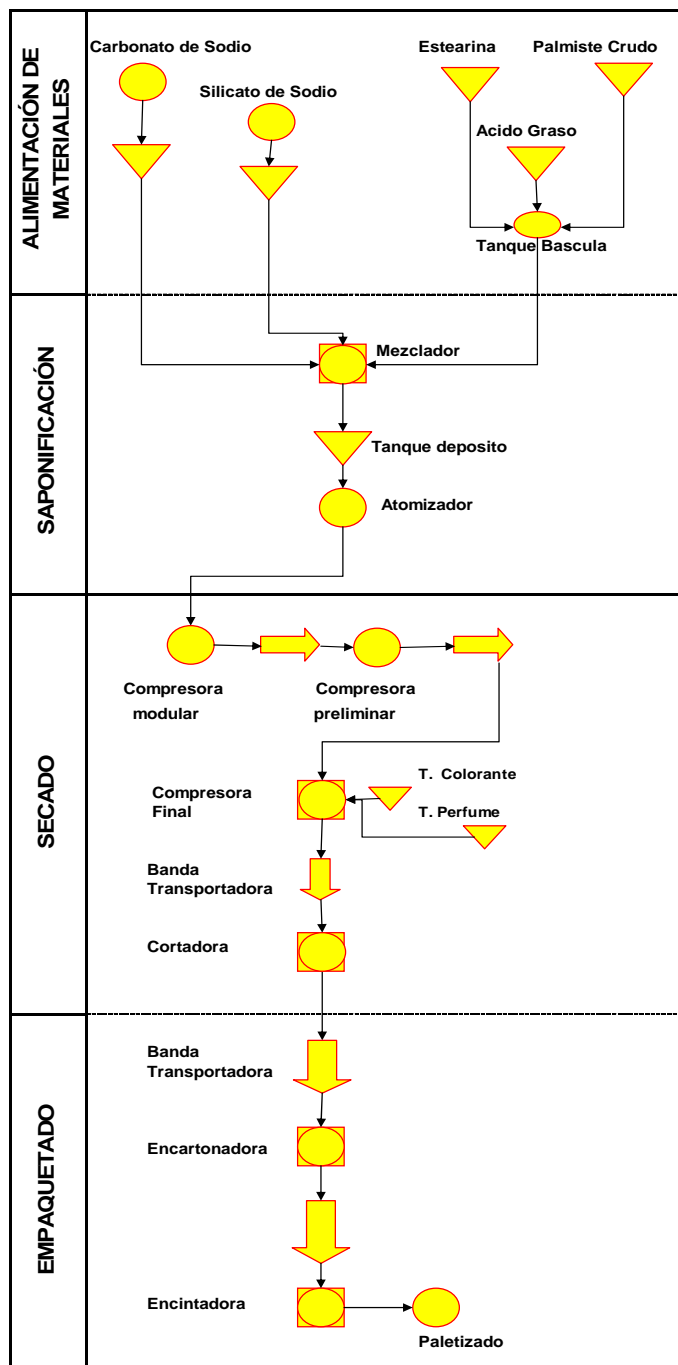
TABLA 4.5 ACTIVIDADES DEL OPERADOR DE LA ENCINTADORA

4.2 Descripción del Proceso Productivo

PROCESO

El proceso de producción de jabones de lavar esta compuesto por 4 etapas. A continuación se enlista las etapas mencionadas. Ver gráfica 4.2.

- Alimentación de materias primas
- Saponificación
- Secado
- Empaquetado



GRÁFICA 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
LÍNEA: JABONES DE LAVAR

Alimentación de materias primas

Las materias primas son las grasas, sebos animales, ácidos, aditivos y agua.

Los ácidos Carbonato y Silicato de Sodio son preparados y almacenados en tanques. Las grasas como la estearina, ácido graso y palmiste crudo son comprados y almacenados en tanques.

Los aditivos como la sal, carbonato de calcio, Trillon, Dióxido de Titanio, Hidrosulfito de Sodio, perfumes y colorantes son comprados y almacenados en la Bodega.

Saponificación:

El proceso de saponificación consiste en descomponer las sustancias grasas.

Este proceso es realizado en un mezclador en donde se depositan las grasas y los ácidos mencionados anteriormente. Durante el proceso se agregan los aditivos.

Después de aproximadamente 4 horas de cocción se ha formado una sustancia viscosa conocida como el jabón base.

El jabón base es sometido a cuatro pruebas de calidad antes de ser trasladado al tanque de depósito. Las pruebas a las cuales se somete el jabón base son: aspecto del producto, acción detergente, alcalinidad e índice de saponificación.

Secado

El proceso de secado consiste en extraer la humedad del jabón base, agregar color, perfume y finalmente ser cortado en barras.

El jabón base es trasladado por medio de una bomba desde el mezclador a un tanque de almacenamiento temporal. Desde el tanque el jabón base es trasladado al atomizador en donde es sometido al vacío, con el objetivo de extraer la humedad.

Luego el jabón base es trasladado por medio de bandas transportadoras a las compresoras. El jabón base es procesado por 3 compresoras, cuyo objetivo es comprimir el jabón. Antes de ingresar a la última compresora se agregan los colorantes y perfumes.

De la compresora final el jabón pasa al tornillo formador, cuyo objetivo es formar la barra. La barra es transportada a la cortadora en donde también se realiza la impresión del nombre del jabón. A continuación de este proceso se realizan dos prueba de calidad: peso y color.

Empaquetado

El proceso de empaquetado consiste en enfundar y codificar los jabones para luego ser encartonados y encintados.

Los jabones después de ser cortados son trasladados a través de bandas transportadoras a las empaquetadoras. Las empaquetadoras se encargan de envolver el jabón en láminas, luego de esto son transportados a las encartonadoras.

A través de un contador que funciona en base a un sensor óptico la encartonadora llena los cartones. Finalmente los cartones son trasladados a través de una banda transportadora a la encintadora, en donde se coloca la cinta que sella los cartones.

Después de la encintadora un operador toma el cartón y lo ubica en pallets. Cuando la unidad de carga de un pallet ha sido completada,

el operador coloca stretch film al pallet, convirtiéndose en pallets de producto terminado. El stretch film es un plástico utilizado para envolver el contenido de los pallets para evitar que las cajas se caigan cuando éstas son trasladadas por el montacarga a la bodega.

Los pallets de producto terminado son transportados a un almacenamiento temporal para luego ser trasladados a la bodega por el montacarguista.

4.3 Descripción de Materiales

La descripción de materiales de la línea de jabones se realizará en base a las materias primas y el material de empaque.

Las principales materias primas son las grasas, sebos animales, ácidos, aditivos y agua. Los materiales de empaque comprenden cartones, etiquetas, tintas, láminas, cintas y stretch film.

Todos los materiales son comprados localmente y en el caso de las tintas de la codificadora la compra se la realiza a través de representantes locales.

Se han detectado dos puntos en la línea de jabones en donde se desperdicia material sea éste jabón o lámina. El desperdicio de jabón ocurre en la cortadora de jabones debido a la exactitud de la cortadora que provee un rango de error de ± 2.5 gr por corte. El desperdicio de lámina es el resultado de un jabón no conforme después de haber sido empaquetado.

En los mismos equipos en donde se ocasiona el desperdicio también se origina el reproceso de jabón. El 1.29% y el 0.53% de la producción de la cortadora y empaquetadora respectivamente deben ser procesados nuevamente.

A continuación en la tabla 4.6 se muestran los costos que serán utilizados en el capítulo 5 en el análisis de los materiales. Los datos corresponden al promedio del primer semestre del 2004.

MATERIALES		
Costo de Conversión	USD/Ton	207.3
Jabón	USD/Ton	657.1
Rollos (Lámina)	USD/Rollo	31.5

TABLA 4.6 COSTOS DE MATERIALES

4.4 Descripción de la Tecnología

La descripción tecnológica de la línea de jabones se la realizará de acuerdo a las etapas que componen el proceso productivo. La

descripción comprende desde la etapa de saponificación hasta el empaquetado.

Las especificaciones a mencionarse son: capacidad, marca y antigüedad. La capacidad de los equipos fueron obtenidos de las especificaciones técnicas de los manuales, en el caso de la cortadora, las empaquetadoras y las encartonadoras se realizó un estudio cronométrico para definir las velocidades estándares.

El área de saponificación esta compuesto por un mezclador y un panel de control eléctrico, ubicado en el segundo piso. El número de operadores en el área son 2.

CANTIDAD	MAQUINA	CAPACIDAD	ANTIGÜEDAD
1	Mezclador	6 Ton/hora	17 años

El área de secado esta compuesta por un atomizador, tres compresoras y una cortadora, ubicada en la planta baja. El número de operadores del área son 2.

CANTIDAD	MAQUINA	CAPACIDAD	ANTIGÜEDAD
1	Atomizador	6 Ton/hora	15 años
3	Compresora 1	6 Ton/hora	9 años
	Compresora 2	6 Ton/hora	29 años
	Compresora 3	6 Ton/hora	9 años
1	Cortadora	4.6 Ton/hora 240 - 1200 rpm	29 años
1	Bandas Transportadoras	1800 rpm	12 años

El área de empaquetado esta compuesta por dos empaquetadoras, dos encartonadoras, dos encintadoras y bandas transportadoras. Las encintadoras fueron fabricadas por un proveedor local.

CANTIDAD	MAQUINA	CAPACIDAD	ANTIGÜEDAD
2	Empaquetadora	4.5 Ton / hora 1750 rpm	18 años
2	Encartonadora	4.8 Ton/hora 1380/1400 rpm	18 años
2	Encintadoras	19.4 Ton/hora	18 años
3	Banda transportadoras	1380/1400/1660 rpm	10 y 12 años

Conclusiones

El Objetivo del presente capitulo fue realizar una descripción de la línea de producción enfocada desde las 4M de Kaoru Ishikawa: mano de obra, método, materiales y maquinaria.

La línea de producción cuenta con 36 personas entre personal operativo y administrativo. El 81% es personal operativo y el 19 % corresponde al

personal administrativo. Además de realiza una descripción de los puestos de trabajo a ser analizados en el capítulo 5.

El proceso esta comprendido por 4 etapas: Alimentación de materias primas, saponificación, secado y empaquetado que serán consideradas como 3 áreas: alimentación de materias primas, proceso (corresponde a saponificación y secado) y empaquetado.

Dentro de los materiales existe desperdicio de jabón y lámina, debido a la exactitud de la cortadora se genera desperdicio y reproceso de jabón, en el caso se genera reproceso de jabón y desperdicio de lámina.

La tecnología utilizada en el proceso tiene una antigüedad de 9 hasta 29 años que es el caso de las compresoras. La velocidad estándar del proceso es de 6 ton/hora, en el caso del área de empaquetado es 4.5 ton/horas dada por la empaquetadora que es el cuello de botella de todo el sistema.

CAPITULO 5

5 ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE ESTUDIO

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo realizar el análisis de la línea de estudio, con el propósito de identificar opciones de mejora basadas en las 4M de Kaoru Ishikawa.

El enfoque de análisis en la estructura organizacional se la realizará a través de la carga de trabajo y el número de turnos, el análisis del proceso productivo se lo realizará a través de la distribución de la línea, el análisis del materiales se lo realizará basándose en el nivel de desperdicios y reproceso y finalmente el análisis tecnológico a través del reemplazo de máquinas.

5.1 Análisis de la Estructura Organizacional

El presente análisis se basará en dos aspectos: la optimización del número de turnos y el análisis de la carga de trabajo de cada una de las funciones del área de proceso y empaquetado, en donde se concentra el 91% del recurso operativo.

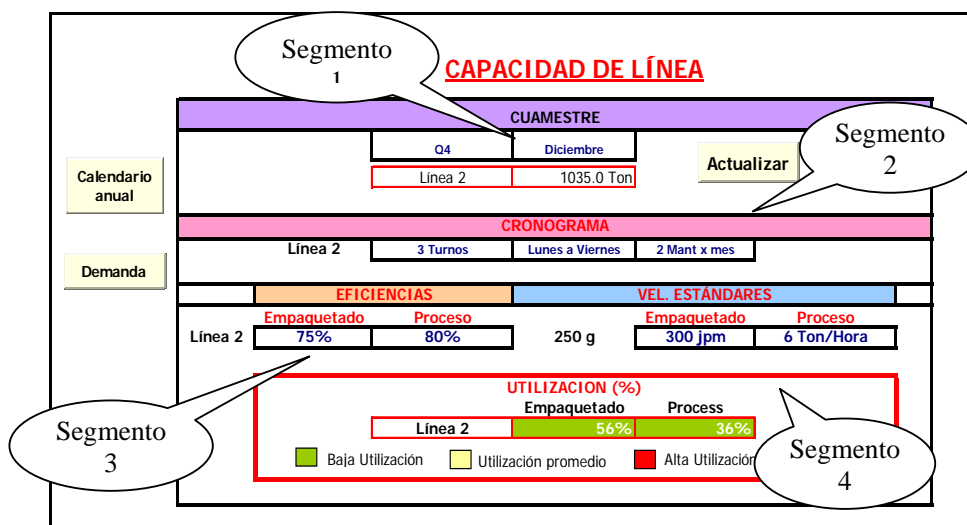
Optimización del Esquema de Trabajo

El presente análisis consiste en la definición de un esquema de trabajo basado en volúmenes de producción, eficiencias, velocidades estándares, calendario, días de mantenimiento y el número de turnos. El indicador de referencia será la Utilización de la línea.

La capacidad del proceso es de 6 Ton/horas y del área de empaquetado es de 4,5 Ton/horas. El análisis considerará la utilización del área de empaquetado como indicador para la optimización del número de turnos por ser el cuello de botella de la Línea.

En la gráfica 5.1 se muestra una pantalla de un archivo de excel que contiene 2 bases principales de información: el calendario(días festivos) y la demanda proyectada para el 2004. Archivo que

contiene macros y ventanas despegables, celdas con formato condicional que cambian de color de acuerdo a la situación.



GRÁFICA 5.1 CAPACIDAD DE LÍNEA

Como se muestra en la gráfica 5.1, la pantalla esta comprendida por 4 segmentos. En el **segmento 1** se selecciona el mes y se muestra el volumen proyectado, información que ha sido previamente ingresada en base a la demanda proyectada.

En el **segmento 2** se selecciona el número de turnos(1 turno, 2 turnos, 3 turnos), el período de trabajo(Lunes a Viernes, Lunes a Sabado, Lunes a Domingo) y el número de mantenimientos por mes(1 Mant. X mes, 2 Mant x mes, 3 Mant x mes, 4 Mant x mes) considerando que la duración del mantenimiento es de un día.

En el **segmento 3** se ingresa la eficiencias y las velocidades estándares del área empaquetado y proceso. Las eficiencias corresponden a la eficiencia acumulada al primer semestre del 2004.

El **segmento 4** muestra la Utilización del área de proceso y empaquetado. Los parámetros de color corresponden al porcentaje de utilización: color verde cuando es menor a 65%, color amarillo cuando esta entre 65% y 95% y color rojo cuando es mayor a 95%.

La utilización es igual a la división del Tiempo requerido para la producción y el Tiempo disponible según el calendario. En la gráfica 5.1 se muestra un ejemplo para el cual se va a realizar el calculo.

Área de empaquetado

En el mes de Diciembre existe una demanda proyectada de 1,035 Ton, el tiempo requerido es igual a las 1,035 Ton que corresponden 4,140,000 jabones que dividido para la velocidad estándar 300 jpm y dividido por la eficiencia estándar 75% es igual a 18,400 min que son 306.7 horas. El tiempo disponible en el mes de noviembre es 35 días menos 5 domingos y 2 de mantenimiento, siendo 28 días a 3 turnos que es igual a 552 horas. De la división de 306.7 y 552

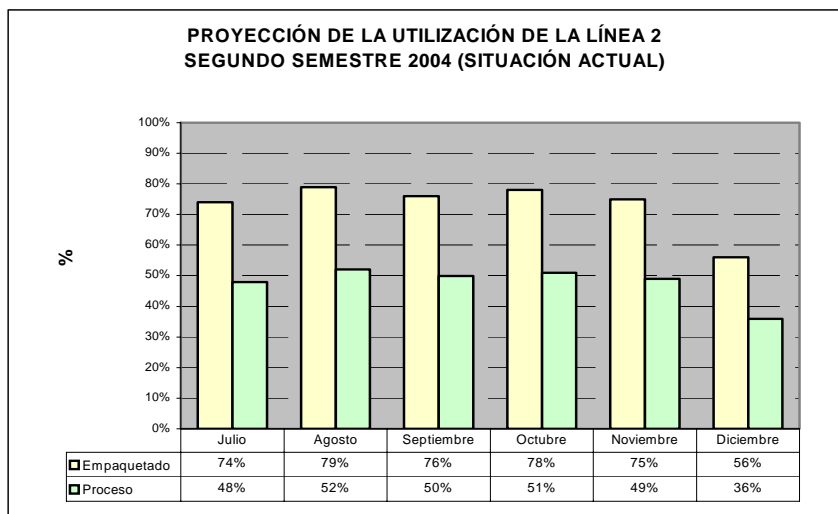
horas se obtiene que la utilización de la línea de jabones de lavar es igual a 56%.

Área de proceso

El tiempo requerido es igual a la división de las 1,035 Ton para la velocidad estándar de 6 Ton/hora y multiplicado por la eficiencia estándar 80% es 201.3 horas. El tiempo disponible es el mismo que el calculado en procesos 552 horas. De la división de 306.7 y 552 se obtiene la utilización de la línea 2 que es igual al 36%.

A continuación en la gráfica 5.2 se muestra la utilización que tendría el área de empaquetado en el último semestre del 2004. El esquema simulado es la situación actual:

- Horario: Lunes a Viernes
- Número de turnos: 3 Turnos
- Número de mantenimientos: 2 por mes
- Eficiencias(ETE): Empaquetado 75%, Proceso: 80%



GRÁFICA 5.2 UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA 2 – SITUACIÓN ACTUAL

Según la gráfica 5.2 en el área de empaquetado la máxima utilización proyectada para la Línea 2 sería del 79% en el mes de Agosto y la mínima utilización sería del 56% en el mes de Diciembre

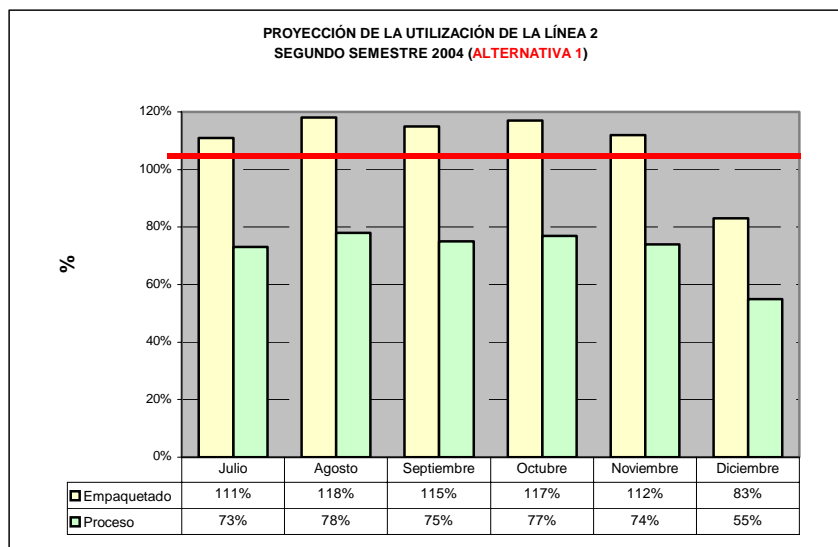
Considerando la baja utilización de la Línea 2 se considera factible la redefinición del esquema de trabajo, pudiendo considerarse las siguientes alternativas.

- **1: Número de Turnos:** 2 Turnos, **Cronograma:** Lunes a Viernes, 2 Mantenimientos por mes.
- **2: Número de Turnos:** 2 Turnos, **Cronograma:** Lunes a Sábado, 2 Mantenimientos por mes.

Las alternativas mencionadas están concentradas básicamente en el cronograma. El número de mantenimientos esta definido de acuerdo al esquema de mantenimiento definido por el área de Mantenimiento.

Para el siguiente análisis se consideraran los mismos parámetros utilizados para analizar la situación actual es decir: volúmenes, eficiencias y velocidades estándares.

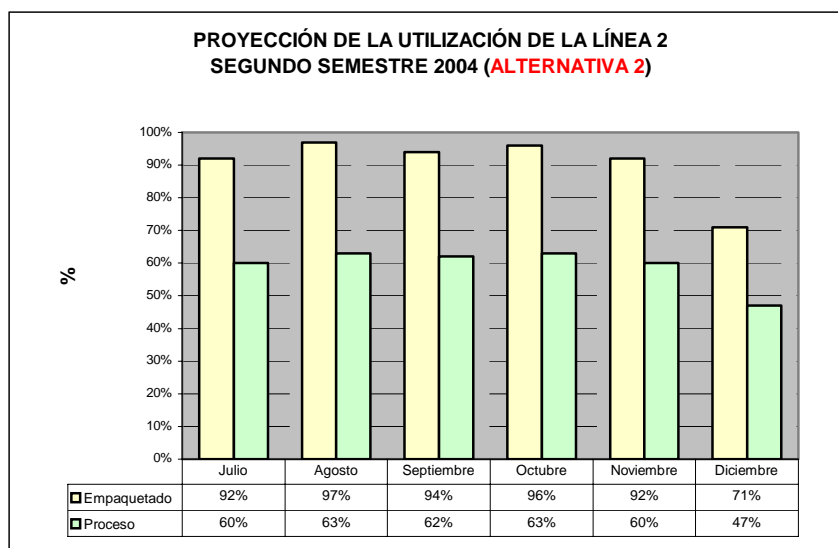
ALTERNATIVA 1



GRÁFICA 5.3 UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA 2 – ALTERNATIVA 1

Como podemos observar en la gráfica 5.3 la máxima utilización proyectada para la Línea 2 sería del 118% en el mes de Agosto y la mínima utilización sería del 83% en el mes de Diciembre en el área de empaquetado.

ALTERNATIVA 2



GRÁFICA 5.4 UTILIZACIÓN DE LA LÍNEA 2 – ALTERNATIVA 2

Como se muestra en la gráfica 5.4 la máxima utilización proyectada para la Línea 2 sería del 97% en el mes de Agosto y la mínima utilización sería del 71% en el mes de Diciembre en el área de empaquetado.

	Utilización	
	Mínima	Máxima
Situación Actual	56%	79%
Alternativa 1	83%	118%
Alternativa 2	71%	97%

TABLA 5.1 UTILIZACIÓN MÁXIMA Y MÍNIMA DE LAS ALTERNATIVAS

Como podemos observar en la tabla 5.1 la alternativa 2 presenta una utilización entre el 71% y el 97%.

Carga de trabajo

El siguiente análisis consiste en definir la carga de trabajo del personal operativo de proceso y empaquetado con el objetivo de eliminar puestos de trabajo basándose en la unificación de funciones.

A continuación en la tabla 5.6 se muestran los parámetros utilizados para determinar el tamaño de la muestra. En donde, i corresponde al intervalo en la toma de tiempos, E el error del estudio y Z el nivel de confianza

	PARÁMETROS		
	i (seg)	E	Z
Secado	15	5%	1.96
Empaquetadora	10	5%	1.96
Encartonadora (Local)	5	5%	1.96
Encartonadora (Exportación)	5	5%	1.96
Encintadora	15	5%	1.96

TABLA 5.2 PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

	MUESTREO PRELIMINAR				MUESTREO FINAL		
	n	T (min)	P	Q	n	T(min)	T. Total (hora)
Secado	120	30	51%	49%	384	96	5
Empaquetadora	120	20	13%	87%	178	30	3
Encartonadora (Local)	120	10	34%	66%	346	29	3
Encartonadora (Exportación)	120	10	49%	51%	384	32	3
Encintadora	120	30	65%	35%	350	87	9
							23

TABLA 5.3 TAMAÑO DE MUESTREO POR MÁQUINA

Como podemos observar en la tabla 5.3 en base a un muestro preliminar basado en 120 observaciones se definió el tamaño de la muestra final. En el caso de la empaquetadora el tamaño de la muestra (T) corresponde a 30 minutos, para determinar el T. Total se consideró el número de turnos y máquinas, siendo 30 minutos por 3 turnos y por 2 máquinas.

A continuación se mostrarán los resultados obtenidos de cada uno de los muestreos.

PROCESO

La carga de trabajo del operador de saponificación no fue analizada debido a que esta función se desempeña en la planta alta de la línea. Una de las opciones de unificación de este puesto de trabajo estaría relacionada con los operadores de secado. Pero esto implicaría restricciones ergonómicas debido a la ubicación física de

ambos puestos. Por lo tanto en el presente análisis no se considera al operador de saponificación.

Operador de Secado

Operador:	Secado
Actividades Productivas	44.4%
Actividades Improductivas	26.8%
Tiempo de Espera	28.9%
	100.0%

TABLA 5.4 CARGA DE TRABAJO: OPERADORES DE SECADO

Como se muestra en la tabla 5.4 un solo operador de secado puede realizar las actividades requeridas en el área de secado y tener una carga de trabajo del 71.2%.

EMPAQUETADO

El área de empaquetado esta compuesto por las dos empaquetadoras, dos encartonadoras y 2 encintadoras. Un operador por cada máquina siendo 6 operadores por turno.

Operador de la Empaquetadora

Operador:	Empaquetadora 1	Empaquetadora 2
Actividades Productivas	9.3%	16.0%
Actividades Improductivas	86.8%	80.9%
Tiempo de Espera	3.9%	3.1%
	100.0%	100.0%

TABLA 5.5 CARGA DE TRABAJO: OPERADORES DE EMPAQUETADORA 1 y 2

Como podemos observar en la tabla 5.5 aproximadamente el 80% de la carga de trabajo de este puesto corresponde a las actividades improductivas, tales como: sacar la rebaba del jabón, sacar y colocar el jabón de la banda transportadora cuando este no es conforme y realizar ajustes en la máquina.

Operador de la Encartonadora

Operador:	Encartonadora 1	Encartonadora 2
Actividades Productivas	36.4%	38.0%
	55.7%	52.1%
Actividades Improductivas	Sacar envoltura 22.3%	Sacar envoltura 26.5%
Tiempo de Espera	7.9%	9.8%
	100.0%	100.0%

TABLA 5.6 CARGA DE TRABAJO: OP. DE ENCARTONADORA PARA CONSUMO LOCAL

Como podemos observar en la tabla 5.6 aproximadamente el 25% de la carga de trabajo del operador corresponde a sacar la envoltura del jabón no conforme.

Operador:	Encartonadora 1	Encartonadora 2
Actividades Productiva	53.3%	49.3%
	29.8%	32.3%
Actividades Improductivas		
Tiempo de Espera	16.9%	18.4%
	100.0%	100.0%

TABLA 5.7 CARGA DE TRABAJO: OP. DE ENCARTONADORA PARA EXPORTACIÓN

Como podemos observar en la tabla 5.7 aproximadamente el 50% de la carga de trabajo del operador corresponde a actividades productivas.

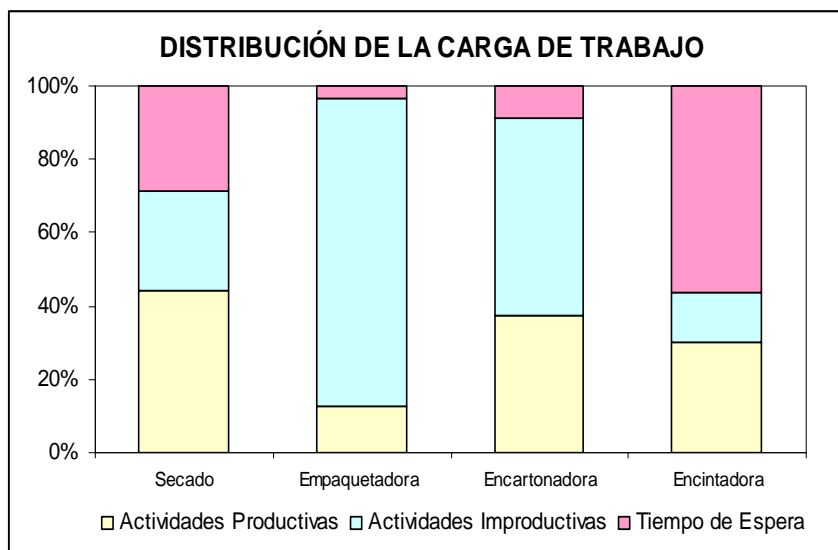
Operador de la Encintadora

Operador:	Encintadora 1	Encintadora 2
Actividades Productivas	29.4%	30.8%
Actividades Improductivas	14.2%	13.2%
Tiempo de Espera	56.4%	56.0%
	100.0%	100.0%

TABLA 5.8 CARGA DE TRABAJO: OPERADORES DE ENCINTADORA 1 y 2

Como se muestra en la tabla 5.8 el 56% de la carga de trabajo del operador corresponde al tiempo de espera.

A continuación en la Grafica 5.5 se muestra un resumen de la carga de trabajo por operación.



GRÁFICA 5.5 CARGA DE TRABAJO: PROCESO Y EMPAQUETADO

Como conclusión existen dos puestos en los cuales se puede optimizar el número de personas. Las funciones de los 2 operadores secado pueden ser realizadas por 1 persona, como el estudio lo demuestra 1 persona puede realizar las funciones con un tiempo de espera de 28.8%. Las funciones del operador de la encintadora tanto productivas como improductivas es igual a 43.8%, si se eliminará una encintadora, la carga de trabajo se duplicaría siendo igual al 87.6%, concluyéndose que se podría eliminar una encintadora y su operador. Entonces, el número de personas menos que se requerirá será de 2 por turno.

5.2 Análisis del Proceso Productivo

Para realizar el análisis del proceso Productivo se utilizarán los principios básicos de distribución mencionados en el capítulo 2. A continuación se mostrarán los resultados obtenidos de los análisis realizados en base a los principios mencionados.

- **Mínima distancia recorrida**

En la tabla 5.9 podemos observar las distancias recorridas por los operadores en base a las actividades productivas e improductivas que tienen que realizar.

	Distancias (m)		
	Productivas	Improductivas	Total
Op. de secado	44.5	2.7	47.2
Op. de Empaquetadora 1	2.6	83.3	85.8
Op. de Empaquetadora 2	2.6	137.6	140.2
Op. de Encartonadora 1	0.0	36.5	36.5
Op. de Encartonadora 2	0.0	61.0	61.0
Op. de Encintadora 1	24.0	49.8	73.9
Op. de Encintadora 2	3.6	34.9	38.5
Total	77.3	405.8	483.0

TABLA 5.9 DISTANCIAS PRODUCTIVAS E IMPRODUCTIVAS RECORRIDAS

El total de las distancias recorridas por los operadores de proceso (no incluye saponificación) y empaquetado es de 483.0 metros. El 84% de la distancia total recorrida corresponde a actividades improductivas.

En la tabla 5.10 se detallan las principales distancias improductivas(puntos críticos), que corresponden a un total de 272.7 metros, que representa el 56% de la distancias totales recorridas. En el plano 1 podemos observar los puntos críticos.

Puntos críticos	Distancias (m)		
	Línea 1	Línea 2	Total
Empaquetadora a Balanza	16.5	53.6	70.1
Empaquetadora a Alm. De Láminas	40.2	34.3	74.5
Encartonadora a Banda de Compresora	22.3	37.2	59.5
Encintadora a Alm. De Cartones	20.5	12.1	32.6
Encintadora a Yallet	21.3	14.7	36.0
Total	120.8	151.9	272.7

TABLA 5.10 DISTANCIAS IMPRODUCTIVAS RECORRIDAS – PUNTOS CRITICOS

- **Circulación o flujo de materiales**

Como podemos observar en el plano 1 los equipos se encuentran ubicados uno a continuación de otro. Por lo tanto el proceso productivo es flujo continuo.

En el plano 1 podemos observar el flujo de los materiales de la bodega de Material de Empaque y de la bodega de Perfume y Colorantes hacia los lugares de almacenamiento temporal. Desde el almacenamiento temporal los materiales son trasladados a los puestos de trabajo por los operadores.

- **Espacio cúbico**

Como podemos observar en la tabla 5.11 el espacio disponible es de 2,034.7 m² de los cuales el 54% (1,100.5 m²) es utilizado por la línea de jabones de lavar.

	Espacio - Planta Baja		
	Disponible	Utilizado	No utilizado
Area Total (m ²)	2,034.7	1,100.5	934.2
Porcentajes	100%	54%	46%

TABLA 5.11 DIMENSIONES DE LA PLANTA BAJA

- **Seguridad**

Para realizar el análisis de seguridad del área se consideraron tres aspectos: los niveles de ruido del área y el sistema contra incendios.

Niveles de Ruido

Los niveles de ruido permitidos por el código de trabajo son 85 decibeles. A continuación en la tabla 5.12 se muestran los resultados obtenidos de un estudio realizado en el mes de Enero por una empresa externa "DEPROINSA" dedicada al monitoreo de ruido ambiental industrial interior, exterior y dosimetría.

	Lprom (dB)	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Personas expuestas
Cortadora	78.9	82.8	72.3	2
Empaquetadora 2	79.7	81.2	75.1	1
Encartonadora 1	75.7	77.7	70.2	1
Encintadora 1	77.4	77.9	76.8	1

TABLA 5.12 RESULTADOS DEL MONITOREO DE LOS NIVELES DE RUIDO

Como podemos observar en la tabla 5.12 el mínimo y máximo nivel de ruido corresponde a 72.3 y 82.8 decibeles. En la tabla se detallan los equipos en los cuales directamente existe como mínimo un operador expuesto.

Sistema contra Incendios

Para analizar el sistema contra incendios se identificaron los tipos de fuegos; la cantidad y tipo de extintores; y las puertas de emergencia del área.

El análisis del sistema contra incendios comprenderá la planta baja a excepción de OTRAS ÁREAS. En el plano 2 podemos observar los elementos mencionados.

TIPOS DE FUEGO EN LA PLANTA BAJA

A continuación se detallan los tipos de fuegos detectados en el área:

	TIPOS DE FUEGO		
	A	B	C
Subestación Eléctrica			x
Bodega de Perfume y Colorantes		x	
Bodega de Material de Empaque	x		
Oficina	x		x
Sala de Capacitación	x		x
Cortadora, Desviador, Empaquetadoras, Encartonados y Encintadoras			x
Paneles eléctricos de las Empaquetadoras			x
Producto Terminado	x	x	
Almacenamiento Temporal de Cartones	x		
Almacenamiento Temporal de Láminas	x		
Mesas de reproceso(Producto Terminado)		x	
Montacarga		x	

TABLA 5.13 TIPOS DE FUEGO IDENTIFICADOS

Como podemos observar en la tabla 5.13 se han identificado 3 tipos de fuego: A, B y C. Considerando a materiales combustibles como madera, tela, papel, caucho y plásticos como tipo A; líquidos inflamables y combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, bases de aceite para pintura como tipo B; y equipos eléctricos-energizados como tipo C. En el área no se identificó fuegos tipo D es decir metales combustibles.

CANTIDAD Y TIPO DE EXTINTONRES

Tipo de Extintor	Capacidad	Cantidad	Cobertura (m ²)
CO ₂	10, 20 lbs	1, 3	700
PQS	10, 20, 150 lbs	1, 2, 1	2,000
Hidrante (160 psi)	30 metros		500
		Total	3,200

TABLA 5.14 EXTINTORES EXISTENTES EN LA PLANTA BAJA

En la tabla 5.14 podemos observar que existen 8 extintores y un Hidrante. El extintor tipo CO₂ es utilizado en fuegos tipo B y C; el extintor tipo PQS es utilizado en fuegos tipo A,B y C.

Para calcular el área de cobertura se utilizó de referencia la norma NFPA 10 “Extintores Portátiles Contra Incendios” que indica que por cada lb de un agente extintor se tiene una cobertura de 10 m², y en el caso de los hidrantes se tiene una cobertura de 500 m². El área de cobertura es de 3,200 m² y el área de la planta baja es igual a 2,034.7 m², concluyéndose que el área de cobertura es mayor que el área total.

A continuación se analizará el sistema de extintores en base a los tipos de fuegos

FUEGOS TIPO A

Según la norma NFPA 10 “Extintores Portátiles Contra Incendios” la distancia entre el puesto de trabajo del operador y el extintor no deberá ser mayor a 22.7 metros.

PQS		
Operador	Cantidad	Peso
Secado	1	10 lbs
Empaquetadora 1	1	10 lbs
Empaquetadora 2	1	10 lbs
Encartonadora 1	1	10 lbs
Encartonadora 2	1	10 lbs
Encintadora 1	2	10, 20 lbs
Encintador 2	1,2,1	10, 20, 150 lbs
Oficina	1,1	10, 20 lbs

TABLA 5.15 EXTINTORES PQS UBICADOS MÁXIMO A 22.7 m DE LOS OPERADORES

Como podemos observar en la tabla 5.15 todos los operadores tienen acceso a por lo menos un extintor tipo PQS.

FUEGOS TIPO B

Según la norma NFPA 10 “Extintores Portátiles Contra Incendios” la distancia entre el extintor y el tipo de fuego no deberá ser mayor a 15.25 metros.

Tipo de Fuego (B)	CO ₂		PQS	
	Cantidad	Peso	Cantidad	Peso
Bodega de Perfume y Colorantes	2	20 lbs	1	10 lbs
Producto Terminado				
Encintadora 1	2	20 lbs	2	10 lbs
Encintadora 2	1	20 lbs	2,1	20, 150 lbs
Almacenamiento de PT	1,1	10, 20 lbs	2,1	20, 150 lbs
Mesas de reproceso	1	20 lbs	1	10 lbs
Montacarga	1	10 lbs	1	20 lbs

TABLA 5.16 TIPOS DE FUEGO TIPO B UBICADOS MÁXIMO A 15.25 m DE LOS EXTINTORES

Como podemos observar en la tabla 5.16 existe por lo menos un extintor ya sea PQS o CO₂ a 15.25 metros de distancia de los fuegos tipo B.

FUEGOS TIPO C

Según la norma NFPA 10 “Extintores Portátiles Contra Incendios” el extintor deberá estar localizando cerca del equipo eléctrico.

A continuación en la tabla 5.17 podemos observar el tipo de Fuego C y el extintor más cercano con su respectiva distancia.

Tipo de Fuego C	Extintor PQS/CO ₂ más cercano		
	Distancia	Tipo	Capacidad
Cortadora, Desviador, Panel de Control, Banda	14.2	PQS	20 lbs
Empaquetadora 1	6.7	CO ₂	20 lbs
Empaquetadora 2	17.4	CO ₂	20 lbs
Encartonadora 1	2.2	CO ₂	20 lbs
Encartonadora 2	21.7	CO ₂	20 lbs
Encintadora 1	6.7	CO ₂	20 lbs
Encintadora 2	18.2	CO ₂	20 lbs
Sub-estación Eléctrica	Mismo lugar	CO ₂	20 lbs
Oficina	3.5	CO ₂	20 lbs
Sala de Capacitación	8.1	CO ₂	20 lbs

TABLA 5.17 EXTINTORES PQS/CO₂ CERCANOS A FUEGOS TIPO C

PUERTAS DE EMERGENCIAS

Según el reglamento 2393 del código de Trabajo el ancho mínimo de las puertas a exteriores deberá ser 1.2 metros cuando el número de trabajadores exceda a 200 y estas deberán abrir hacia el exterior.

La línea de jabones de lavar posee 1 salida de emergencia que mide 0.80 metros, y 2 puertas de 1.5 m y 0.9 metros, las cuales se abren hacia el exterior. El número de personas por turno en la línea es de 11 a 14 personas dependiendo del turno, concluyéndose que las dimensiones de las puertas son apropiadas.

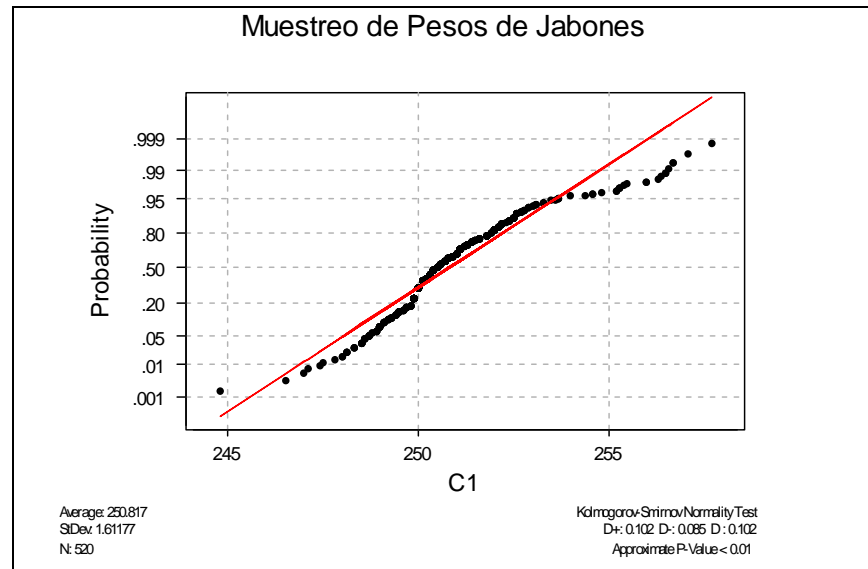
5.3 Análisis de Materiales

El presente análisis se basará en dos aspectos: el desperdicio de material sea éste a través de jabón o lámina y el costo de reproceso de jabón. El desperdicio de jabón es ocasionado por la precisión de la cortadora y el desperdicio de lámina es ocasionado por el producto no conforme de la empaquetadora. El reproceso de jabón se presenta por producto no conforme procesado por la cortadora y la empaquetadora.

Costo del desperdicio de Jabón

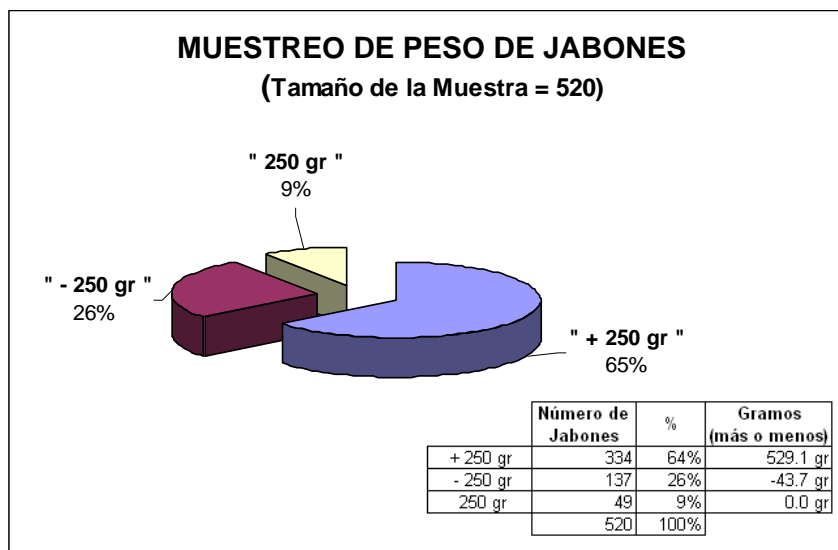
Para determinar el costo del desperdicio de jabón se realizó un muestreo de pesos después que éstos han sido cortados. En base al tamaño del lote (15 ton = 60,000 jabones) y con un nivel de inspección II (ver Apéndice A) y según la *Tabla para Muestreo Simple del MIL-STD-105D* (ver Apéndice B) el tamaño de la muestra deberá ser igual a 500 jabones.

A través de la prueba de Kolmogorov Smirnov realizada en el Software Minitab se determinó la normalidad de la muestra.



GRÁFICA 5.6 PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV

Como podemos observar en la gráfica 5.6 la media de la muestra es 250.8 gr y la desviación estándar es 1.6 gr.



GRÁFICA 5.7 MUESTREO DE PESO DE JABONES

Como se muestra en la gráfica 5.7 el 65% de la muestra peso mayor al estándar, el 26% peso menor al estándar y el 9% peso igual al peso estándar.

Considerando el 65% de la muestra, 334 jabones, los cuales pesaron 529.1 gr adicionales, y que el 26% de la muestra, 137 jabones, pesaron 43.7 gr menos se pueden concluir las siguientes hipótesis:

a) "En una producción, el 65% presenta peso adicional y que por cada jabón hay 1.58 gr adicionales".

b) “En una producción, el 26% presenta menos peso y que por cada jabón hay 0.32 gr menos”.

Enero a Junio 2004					
	%	Producción (Ton)	Número de Jabones	Gramos x jab (más o menos)	Ton (más o menos)
+ 250 gr	64%	5,901	23,603,523	1.6 gr	37.39 gr
- 250 gr	26%	2,420	9,681,685	-0.3 gr	-3.09 gr
250 gr	9%	866	3,462,792	0.0 gr	0.00 gr
	100%	9,187	36,748,000		

TABLA 5.18 CALCULO DEL DESPERDICIO DE JABONES

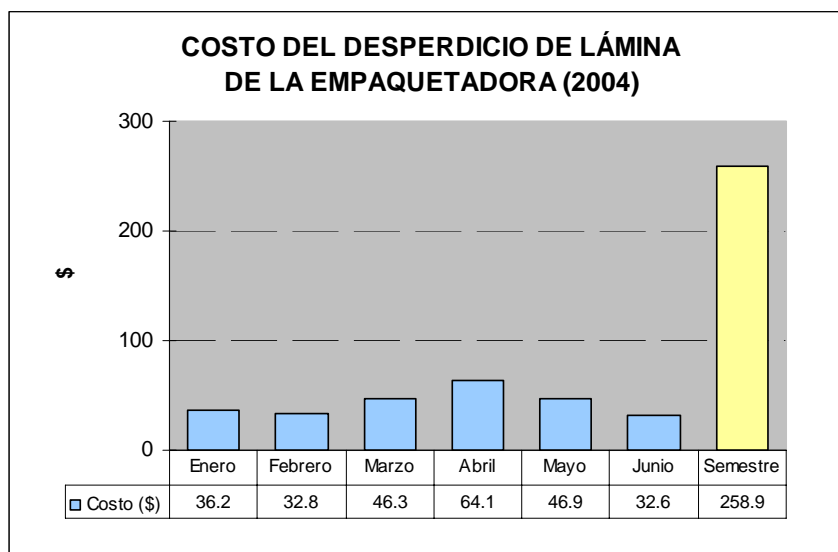
Como podemos observar en la tabla 5.18 se produjeron 9,187 Ton, siendo el 64% de esta producción “5,901 Ton” es decir 23,603,523 jabones, que generaron 37.39 Ton adicionales entregadas al cliente. El 26% de la producción del primer semestre “2,420 Ton” es decir 9,681,685 jabones, que generaron 3.09 Ton menos entregadas al cliente.

El costo de la tonelada de Jabón es de a \$ 657.1, en el primer semestre se perdieron \$ 22,536.8 correspondientes a las 34.3 Ton adicionales entregadas.

Costo del desperdicio de Lámina

Para determinar el costo del desperdicio de lámina se tomaron los registros históricos de las paradas (Enero a Junio 2004), en donde se registra la producción en mal estado de la empaquetadora.

En base a la producción en mal estado, y el rendimiento de cada rollo (número de jabones empaquetados con 1 rollo) se calculó el desperdicio de Láminas. El costo promedio de cada rollo es \$ 31.50 y el rendimiento es de 0.17 rollos/Ton.



GRAFICA 5.8 COSTO DEL DESPERDICIO DE LÁMINA

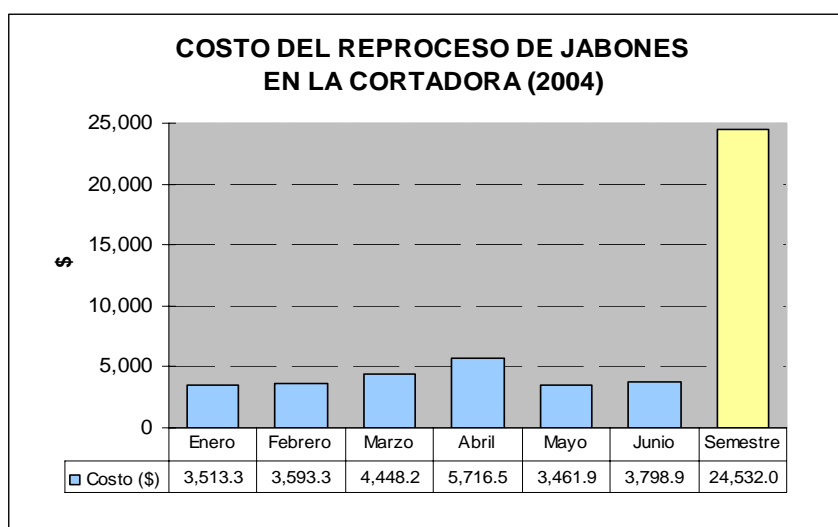
En la grafica 5.8 se muestra el costo del desperdicio de lámina del primer Semestre que es \$ 258.9. Por ejemplo, en el mes de enero 6.89 Ton empaquetadas fueron no conformes, considerando el

rendimiento de 0.17 rollos/Ton, se obtiene 1.17 rollos de desperdicio. El costo promedio de cada rollo es de \$ 31.5. Siendo, \$ 36.2 el costo del desperdicio de láminas.

Costo del reproceso de Jabón

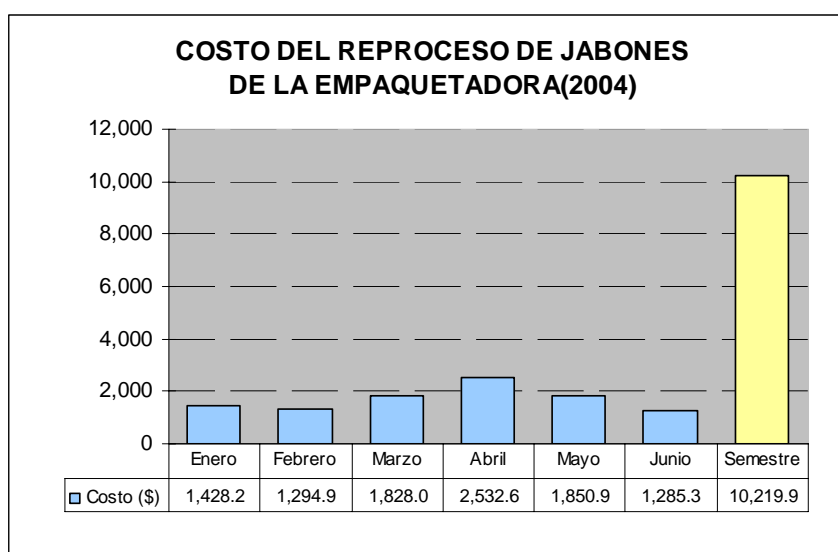
Para determinar el costo del reproceso de jabones se tomaron los registros históricos de las paradas(Enero a Junio 2004),. El reproceso de jabón ocurre después que los jabones han sido cortados o empaquetados.

En base a la producción en mal estado de la cortadora y la empaquetadora y el costo de conversión se calcula el costo del reproceso.



**GRAFICA 5.9 COSTO DEL REPROCESO DE JABONES
EN LA CORTADORA**

En la grafica 5.9 se muestra el costo del reproceso de jabones del primer Semestre que es \$ 24,532.0. Por ejemplo, en el mes de enero 16.95 Ton cortadas fueron no conformes, considerando el costo de conversión(207.3 \$/Ton) se obtiene un costo de reproceso de \$ 3,513.3.



**GRAFICA 5.10 COSTO DEL REPROCESO DE JABONES
EN LA EMPAQUETADORA**

En la grafica 5.10 se muestra el costo del reproceso de jabones del primer Semestre que es \$ 10,219.9. Por ejemplo, en el mes de enero 6.89 Ton empaquetadas fueron no conformes, considerando el costo de conversión(207.3\$/Ton) se obtiene un costo de reproceso de \$ 1,428.2.

En la Tabla 5.19 se muestra que \$ 59,576.2 correspondió al costo semestral por desperdicio y reproceso.

MATERIALES		SEMESTRE (\$)
DESPERDICIO	Cortadora	24,565.4
	Empaquetadora	258.9
REPROCESO	Cortadora	24,532.0
	Empaquetadora	10,219.9
Total		59,576.2

TABLA 5.19 RESUMEN DE MATERIALES

5.4 Análisis de la Tecnología

El presente análisis se basará en el reemplazo de la maquinaria actual. Para seleccionar los equipos a ser reemplazados se consideraron dos aspectos: aquellos equipos que ocasionen desperdicio o reproceso, y la falta de respaldo técnico en el mercado.

Los equipos seleccionados fueron la cortadora, la empaquetadora y la encartonadora.

La cortadora y empaquetadora tiene un costo de desperdicio y reproceso de materiales que corresponde a \$ 59,576.2 semestrales. Además la cortadora fue seleccionada debido a la falta de respaldo técnico en el mercado, debido a su antigüedad.

La encartonadora es de diseño local cuyos requerimientos dependen de las especificaciones de la empaquetadora, por lo tanto al reemplazar las empaquetadoras se requerirán de nuevas encartonadoras.

Los puntos que se consideraron en la selección de los nuevos equipos fueron los siguientes:

- Capacidad de producción y cantidad de operarios requeridos
- Costos de maquinaria, instalación y mantenimiento
- Espacio requerido, enlace con maquinaria y equipo existente.
- Garantía y respaldo técnico en el mercado
- Riesgo de seguridad, salud y medio ambiente

Capacidad de producción y cantidad de operarios requeridos

En la selección de nuevos equipos se considerará como base la capacidad del proceso actual. En la tabla 5.20 y 5.21 se muestra la cantidad de equipos, capacidad y el personal requerido del área de empaquetado actual y propuesto.

La capacidad del área de proceso es de 6 ton/hora pero el área de empaquetado tiene una capacidad de 4.5 ton/hora.

	Marca	Cantidad	Velocidades		Personal Operativo
			Jab/min	Ton / hora	
Cortadora	Mazzoni LB	1	308	4.6	1
Empaquetadora	Acma GD	2	300	4.5	2
Encartonadora	Zuchin	2	321	4.8	2

TABLA 5.20 TECNOLOGÍA ACTUAL

Los equipos seleccionados deberán tener una capacidad igual a la capacidad del sistema es decir 4.5 Ton/hora.

	Marca	Cantidad	Velocidades		Personal Operativo
			Jab/min	Ton / hora	
Cortadora	Mazzoni LB	1	300	4.5	1
Empaquetadora	Acma GD	1	300	4.5	1
Encartonadora	Acma XT	1	300	4.5	1

TABLA 5.21 TECNOLOGÍA PROPUESTA

Como podemos observar la diferencia entre la tecnología actual y la propuesta es la cantidad de equipos y personal operativo requerido. Se requieren 2 equipos y 2 personas menos con la tecnología propuesta.

Se eligió las Marcas Mazzoni y Acma debido a que la empresa tiene experiencia con estos equipos y por tener respaldo técnico en Colombia.

Costos de maquinaria, instalación y mantenimiento

En la selección de nuevos equipos el costo total considerará los siguientes elementos:

- Costo F.O.B. (Free on Board)
- Costo C.I.F. (Cost Insurance and Freight)
- Accesorios, repuestos y servicio técnico.
- Instalación de equipos

Por ejemplo en el caso de la cortadora se requiere de rodillos marcadores(accesorios) para realizar la impresión de la marca en el jabón.

La instalación de equipos incluye:

- Desmontaje de equipos a ser reemplazos.
- Desmontajes de antiguas acometidas eléctricas.
- Montaje de nuevos equipos.

- Montaje de nuevas acometidas eléctricas.
- Costos de hospedaje/traslado y alimentación del servicio técnico.

COSTOS (USD)						
	Cantidad	F.O.B.	Accesorios/Repuestos/Servicio Técnico	C.I.F(*)	Instalación Local	Costo Total
Cortadora	1	30,965.0	17,227.8	55,421.7	4,884.8	60,306.5
Empaquetadora	1	99,760.0	17,608.8	134,974.1	15,144.0	150,118.1
Encartonadora	1	70,000.0	13,740.0	96,301.0	10,680.0	106,981.0
					Total	317,405.6

(*) Incluye impuestos de desaduanización

TABLA 5.22 COSTOS DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA

Como podemos observar en la tabla 5.22 el costo total de la nueva tecnología es igual a \$ 317,405.6.

Espacio requerido, enlace con maquinaria y equipo existente.

En la selección de los nuevos equipos se considerará el ancho y largo de los equipos.

	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)
Cortadora	0.6	1.3	0.8
Empaquetadora	1.6	2.9	4.6
Encartonadora	1.5	2.5	3.8
		Total	9.2

TABLA 5.23 ESPACIO DE LA TECNOLOGÍA ACTUAL

	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)
Cortadora	0.6	1.4	0.9
Empaquetadora	1.2	1.5	1.8
Encartonadora	0.8	1.5	1.2
	Total		3.9

TABLA 5.24 ESPACIO DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA

Como podemos observar en las tablas 5.23 y 5.24 el área requerida por la tecnología propuesta es mayor que la tecnología actual.

El área de empaquetado tiene 23,0 metros de ancho por 47,4 metros de largo. Con respecto al ancho el 65% (14,9 metros) y al largo el 70% (33,0 metros) es utilizado por la tecnología actual. La tecnología propuesta requiere de 2 equipos menos y además según el muestreo de trabajo se determinó que solo se requiere de una encintadora. Por lo tanto se dispone del espacio adicional requerido por la propuesta.

La línea de jabones de lavar se encuentra en un galpón, por lo tanto la altura de los equipos no es considerada en el análisis por no ser una restricción.

Garantía y respaldo técnico en el mercado

Los equipos seleccionados son de origen italiano, con representantes en Colombia.

A continuación en la tabla 5.25 se muestra los equipos, tiempo de garantía y origen del respaldo técnico.

	Marca	Garantía (años)	Respaldo Técnico (Origen)
Cortadora	Mazzoni LB	1.5	Colombia
Empaquetadora	Acma GD	1.5	Colombia
Encartonadora	Acma XT	1.5	Colombia

TABLA 5.25 GARANTIA Y RESPALDO TÉCNICO

Riesgo de seguridad, salud y medio ambiente

Los equipos a ser adquiridos deben cumplir con requerimientos de seguridad, salud y medio ambiente, los cuales son obtenidos de la norma OSHA 18000 y de las regulaciones nacionales para el trabajo (Decreto 2393).

A continuación se enlistan los requerimientos que fueron enviados a los proveedores:

SEGURIDAD (RIESGOS MECANICOS Y ELÉCTRICOS POTENCIALES)

- Tipos de guardas de seguridad.
- Cumplimiento de los estándares NEC.

SALUD (ERGONOMÍA)

- Nivel de decibeles permitido.
- Indicaciones ergonómicas del puesto de trabajo (posición del operador).

MEDIO AMBIENTE.

Los equipos cotizados no generan contaminantes.

Conclusiones

El Objetivo del presente capítulo es hacer un análisis de la línea de producción enfocado en las 4M de Kaoru Ishikawa.

Mediante el análisis de la Estructura Organizacional se determinó la factibilidad de un nuevo esquema de trabajo y la reducción de 2 personas por turno. El esquema mencionado consiste en la eliminación de un turno y el cambio del horario de trabajo de lunes-viernes a lunes- sábado. La reducción de 2 personas corresponde al operador de secado y de la encintadora.

Mediante el análisis del Proceso Productivo se determinó las distancias recorridas, de las cuales el 84% corresponde a distancias improductivas. El espacio utilizado corresponde al 54% del área total (2,034.7 m²). Los

niveles de ruido e iluminación se encuentran dentro de los parámetros definidos por el código del trabajo. El sistema contra incendios cuenta con extintores adicionales y con un número adecuado de puerta de emergencia y salida.

Mediante el análisis de Materiales se determinó el costo del desperdicio (jabón y lámina) y del reproceso (jabón). El costo semestral del desperdicio(sobrepeso) y reproceso corresponde a \$ 24,824.3 y \$ 34,751.9 respectivamente.

Mediante el análisis tecnológico se definió los equipos que podrían ser reemplazados por nueva tecnología. Las características analizadas a los equipos seleccionados correspondieron a: capacidades, costos, espacios, garantía, respaldo técnico y riesgos de seguridad, salud y medio ambiente. El sistema propuesto comprende tres equipos: una cortadora, una empaquetadora y una encartonadora.

CAPITULO 6

6 ANÁLISIS DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

Introducción

Este capítulo tiene como objetivo la descripción y análisis económico de las mejoras descritas en el capítulo 5, con el fin de obtener una visión final del mejoramiento y racionalización de los recursos propuesto.

El análisis económico de las mejoras propuestas esta compuesto por dos etapas: primero, el calculo del ahorro anual y segundo, el análisis costo beneficio del reemplazo de tecnología. La primera etapa(Fase 1) corresponde a las mejoras relacionadas a la estructura organizacional y al proceso productivo, la segundo etapa (Fase 2) esta relacionada con materiales y tecnología.

Las mejoras propuestas con respecto a la estructura organizacional y el proceso productivo se mantienen constantes en el cambio de tecnología.

6.1 Listado de las Mejoras Propuestas

A continuación se detallan las mejoras propuestas, con el cambio de tecnología, en base a las 4M. La propuesta esta comprendida por dos Fases.

FASE 1

La fase 1 nos permite reducir costos mediante la reducción de personal y recursos de seguridad. Además de mejoras en las actividades realizadas por los operadores (distancias recorridas).

Estructura Organizacional

- Mejoramiento del esquema de trabajo a través de la eliminación de un turno de trabajo. A continuación en la tabla 6.1 se muestra el detalle.

	Situación Actual	Situación Propuesta
Horario	Lunes a Viernes	Lunes a Sábado
N° de Turnos	3 Turnos	2 Turnos
N° de Mantenimientos	2 por mes	2 por mes

TABLA 6.1 ESQUEMA DE TRABAJO

- Eliminación de un operador de secado por turno.

Proceso Productivo

- En base a las distancias críticas recorridas por los operadores se sugieren los siguientes cambios:
 1. Eliminación de la toma de pesos realizada por los operadores de la empaquetadora, debido a que esta es una actividad que debe ser realizada únicamente por el operador de secado.
 2. Reubicación del estante de almacenamiento de láminas en medio de la operación.
 3. Reubicación del estante de almacenamiento de cartones en medio de la operación.
 4. Reubicación del Yallet cerca de la encintadora.

- Según el análisis realizado al Sistema Contra Incendios se sugiere la eliminación de los siguientes extintores, cumpliendo los requerimientos de la Norma NFPA 10 “Extintores Portátiles Contra Incendios”.
 1. Un Extintor de 20 libras de CO₂.
 2. Un Extintor de 20 libras de PQS.
 3. Un Extintor de 150 lbs de de PQS.

FASE 2

La fase 2 esta asociada al cambio de tecnología, el mismo que permitirá la eliminación de personal y la disminución de desperdicio(sobrepeso) y reproceso de materiales. Además de mejoras en las actividades realizadas por los operadores(distancias recorridas).

Materiales

- El cambio de tecnología proporcionaría las siguientes mejoras:
 1. Disminución del nivel de sobrepeso de la cortadora. La precisión de corte de la Cortadora es igual a +/- 3%, la nueva cortadora tiene una precisión de +/- 1%.
 2. Disminución del nivel de reproceso de la Cortadora en un 50%.
 3. Disminución del nivel de reproceso de la Empaquetadora en un 50%.

Tecnología

- El reemplazo de la tecnología permitirá los siguientes ahorros:
 1. Eliminación de 2 Equipos (1 Empaquetadora y 1 Encartonadora).
 2. Disminución del número de Operadores(4).

3. Disminución de Equipos de Seguridad.
4. Disminución del Consumo de Energía Eléctrica.
5. Disminución de Costos de Mantenimiento.

6.2 Análisis Económico de las Mejoras Propuestas

El análisis económico esta compuesto en dos etapas que a continuación se detallan:

6.2.1 Estimación Anual de los Ahorros debido a las Mejoras Propuestas

Para calcular el ahorro generado por las mejoras propuestas es necesario estimar los siguientes costos:

- Costo del personal operativo y administrativo.
- Consumo eléctrico por turno.
- Equipos de seguridad.
- Costo del personal operativo (auxiliar).
- Equipos de seguridad.
- Valor contable en libros de la Empaquetadora, Encartonadora y Encintadora
- Costo de mantenimiento de Empaquetadora, Encartonadora y Encintadora

Costo del personal operativo y administrativo.

El personal operativo es tercerizado, la empresa tercerizadora recibe una comisión del 10% con respecto al sueldo base.

Este costo esta compuesto por el sueldo base, impuestos de ley, bonificaciones de ley y beneficios.

	USD
Sueldo Base	600
Impuestos de Ley	
Compensación	8.0
12,15 % Aporte Patronal	72.9
Sub- Total	80.9
Bonificaciones de Ley	
XIII	50.0
XIV	10.1
Vacaciones	25.0
Sub- Total	85.1
Beneficios	
Comida	30.0
Uniforme	12.0
Gastos Medicos	20.0
Transporte	50.0
Cargo por Servicio de Tercerizadora	0.0
Sub- Total	112.0
Costo Empresa (*)	878.0
Costo Empresa (**)	10535.8

* Valor mensual

** Valor anual

TABLA 6.2 COSTO EMPRESA DE EMPLEADOS Y PERSONAL TERCERIZADO

En la tabla 6.2 podemos observar el detalle del costo total de un Coordinador que tiene un sueldo base de \$ 600 y un costo compañía de \$ 878.0 mensual.

En el caso de la eliminación de un turno es necesario pagar sobretiempo a los empleados por el día sábado. Este corresponde a 32 horas por mes, el costo por hora pagado los fines de semana por disposiciones del Código de trabajado es el doble.

	USD
Sueldo Base	600.0
Sobretiempo (Horas)	
25%	0.0
50%	0.0
100%	32.0
Sobretiempo (Dolares)	
25%	0.0
50%	0.0
100%	160.0
Sub-total	760.0
Impuestos de Ley	
Compensación	8.0
12,15 % Aporte Patronal	92.3
Sub- Total	100.3
Bonificaciones de Ley	
XIII	63.3
XIV	10.1
Vacaciones	31.7
Sub- Total	105.1
Beneficios	
Comida	36.0
Uniforme	12.0
Gastos Medicos	20.0
Transporte	60.0
Cargo por Servicio de Tercerizadora	0.0
Sub- Total	128.0
Costo Empresa (*)	1,093.4
Costo Empresa (**)	13,121.1

* Valor mensual

** Valor anual

TABLA 6.3 COSTO EMPRESA DE EMPLEADOS Y PERSONAL TERCERIZADO (INCLUYE SOBRETIEMPO)

En la tabla 6.3 podemos observar el detalle del costo total de un Coordinador que tiene un sueldo base de \$ 600 y un costo compañía de \$ 1,093.4 mensual.

COSTO MENSUAL (\$)				
	Status	Sueldo Base	Costo Empresa (*)	Costo Empresa (**)
Coordinador	Empleado	600.0	878.0	1,249.2
Asistente	Empleado	400.0	628.7	777.6
Operador	Tercerizado	300.0	534.0	657.8
Auxiliar	Tercerizado	200.0	399.4	487.2

* 3 Turnos - 5 días

** 2 Turnos - 6 días (Incluye sobretiempo)

TABLA 6.4 RESUMEN DE COSTOS DE EMPLEADOS Y PERSONAL TERCERIZADO

En la tabla 6.4 se detalla los costos de los empleados y del personal tercerizado. En el caso del personal tercerizado existen operadores y auxiliares.

Consumo eléctrico por turno

El consumo y el costo de electricidad fue proporcionado por el departamento de Mantenimiento Eléctrico. El consumo anual por turno de acuerdo al esquema actual de trabajo(5 días) es de 1,339,216 kw.H, el costo de cada Kw.H es igual a \$ 0.07 incluido impuestos de ley.

Equipos de seguridad

La cantidad y costo de los equipos de seguridad fue proporcionados por el departamento de seguridad. El personal operativo utiliza tapones de seguridad. En promedio

cada operador/auxiliar utiliza 24 tapones por año, el costo de cada tapón es de \$ 0.75.

Valor contable en libros de la Empaquetadora, Encartonadora y Encintadora

Los equipos mencionados tienen una antigüedad de 18 años y considerando que la maquinaria se deprecia a 10 años por lo tanto no tiene valor en libros.

Dentro de las políticas de la empresa no se considera la venta de sus equipos.

Costo de mantenimiento de la Empaquetadora, Encartonadora y Encintadora

La frecuencia y el costo del mantenimiento fue proporcionado por el departamento de Mantenimiento Mecánico. La empaquetadora, encartonadora y encintadora según el cronograma de mantenimiento tienen una frecuencia de mantenimiento semestral a un costo de \$ 2,300.5, \$ 1,718.3 y \$ 802.1 respectivamente, además del mantenimiento anual de los motores a un costo de \$ 100.0.

FASE 1

Estructura Organizacional

El ahorro anual debido la Eliminación de un turno y 1 Puestos de trabajo que corresponde a \$ 93.968.0 y \$ 12,852.8 respectivamente (ver Apéndice C).

Proceso Productivo

En base a la distribución propuesta se presentan mejoras en las distancias recorridas y en la optimización del sistema de seguridad.

	Distancias (m)		
	Productivas	Improductivas	Criticas-Imp.
Distribución Actual	77.3	405.8	483.0
Distribución Propuesta	77.3	260.5	337.8
Diferencia	0.0	145.3	145.3
Disminución (%)	0%	36%	30%

TABLA 6.5 DISTANCIAS RECORRIDAS DISTRIBUCIÓN ACTUAL VS PROPUESTA (Fase 1)

Como podemos observar en la tabla 6.5 las distancias improductivas disminuirán en un 36%. Las distancias improductivas-criticas disminuirán en un 30%.

Tipo	Cantidad	Capacidad	Mantenimiento Anual (\$)
CO ₂	1	20 lb	30.0
PQS	1	20 lb	36.0
PQS	1	150 lb	215.0
			281.0

TABLA 6.6 AHORRO POR ELIMINACIÓN DE EXTINTORES

Como se observa en la tabla 6.6 el ahorro por la eliminación de extintores corresponde a \$ 281.0 anuales.

En el plano 3 se puede observar la propuesta final que incluye la fase 1.

6.2.2 Análisis Costo Beneficio del Reemplazo de Tecnología

FASE 2

El reemplazo de tecnología(ver Apéndice D) ocasiona ahorros en manufactura y en materia prima, este valor anual es igual a \$ 169,395.3.

	Distancias (m)		
	Productivas	Improductivas	Criticas-Imp.
Distribución Actual	77.3	405.8	272.7
Distribución Propuesta	50.7	137.7	52.2
Diferencia	26.6	268.1	220.5
Disminución (%)	34%	66%	81%

TABLA 6.7 DISTANCIAS RECORRIDAS DISTRIBUCIÓN ACTUAL VS PROPUESTA (Fase 2)

Como podemos observar en la tabla 6.7 las distancias productivas e improductivas disminuirán en un 34% y 66% respectivamente. Las distancias improductivas-criticas disminuirán en un 81%.

En el plano 4 se puede observar la propuesta final que incluye la fase 2.

Tasa Interna de Retorno

Como podemos observar en la tabla 6.8 la Tasa Interna de Retorno del proyecto es igual al 41.0%. El tiempo de recuperación de la inversión es igual 2 años y 3 meses.

La tasa utilizada para calcular el VAN es igual al 16%, valor predeterminado por la empresa.

AÑOS	0	1 ^{er} año	2 ^{do} año	3 ^{ro} año	4 ^{to} año	5 ^{to} año	6 ^{to} año	7 ^{mo} año	8 ^{vo} año	9 ^{no} año	10 ^{mo} año
INVERSIÓN	-317,405.6										
Ahorros											
Manufactura		101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6	101,630.6
Materia Prima		67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7	67,764.7
Depreciación (*)		-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6	-31,740.6
Impuestos de Ley											
Renta (25%)			-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7	-34,413.7
Utilidades(15%)		0.0	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2	-15,486.2
Flujo de Caja	-317,405.6	169,395.3	119,495.4	119,495.4	119,495.4	119,495.4	119,495.4	119,495.4	119,495.4	119,495.4	119,495.4

T.I.R.	41.0%
V.A.N.	402,324 al 16%
Tiempo de Recuperación:	2 años y 3 meses

(*) Nueva Tecnología

TABLA 6.8 FLUJO DE CAJA

Conclusiones

El ahorro anual ocasionado por las mejoras en la fase 1 es igual a \$ 106,820.8 y por las mejoras en el proceso productivo(sistema de seguridad) es igual a \$ 281.0.

El ahorro anual debido a las mejoras de la fase 2 es igual a \$ 169,395.3. Según las políticas internas de la empresa el tiempo de recuperación de una inversión no debe ser mayor a 3 años. Por lo tanto según los resultados obtenidos el cambio de tecnología es factible.

El ahorro total de la fase 1 y 2 es igual a \$ 276,497. Mientras se realiza el cambio de tecnología (Fase 2) se pueden realizar las mejoras propuestas en el punto 6.1 (Fase 1): Estructura organizacional y Proceso productivo.

CAPITULO 7

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se detallaran conclusiones generales de la presente tesis debido a que en el capítulo 5 se enlistan las mejoras puntuales propuestas.

Las recomendaciones presentadas en este capítulo hacen referencia a la metodología utilizada para analizar la línea de estudio.

7.1 Conclusiones

- En la presente tesis se utilizó como referencia teórica las 4M de Kaoru Ishikawa(mano de obra, método, materiales y maquinaria) y teoría sobre el muestreo de trabajo, estudio de tiempos, principios de la distribución de planta, muestreo simple y análisis económicos.

- La tesis se desarrolla en una planta de Guayaquil-Ecuador que posee tres líneas de producción: Jabones de Tocado(línea 1), Jabones de Lavar(línea 2) y Barras Detergentes(línea 3).
- En base al análisis de costos, productividad, eficiencias y niveles de reproceso realizado a las tres líneas se seleccionó la línea de Jabones de lavar por presentar los índices más bajos de productividad, eficiencia y altos costos de reproceso.
- La línea de Jabones de Lavar cuenta con 36 operadores. El 81% es personal operativo y el 19% es personal administrativo. El proceso esta comprendido por 3 etapas: alimentación de materias primas, proceso (saponificación, secado) y empaquetado. Presenta desperdicio de materiales por la exactitud de la cortadora(sobrepreso) y el nivel de reproceso que genera la empaquetadora(lámina). La tecnología tiene una antigüedad de 9 hasta 29 años.
- La línea 2 operando a tres turnos, en el área de empaquetado, en base a la simulación realizada(segundo semestre del 2004) proyectó una máxima y mínima utilización del 79% y 56% respectivamente.

- En base al análisis de la carga de trabajo, se determinó que en el área de secado se requiere un solo operador debido a que la carga de trabajo es 71.2%.

- De las distancias recorridas por los operadores en el área de secado y empaquetado el 84% corresponde a improductivas. El espacio utilizado por la línea corresponde al 54% del área total (2,034.7 m²). Los niveles de ruido e iluminación se encuentran dentro de los parámetros definidos por el código del trabajo. El sistema contra incendios cuenta con extintores adicionales y con un número adecuado de puerta de emergencia y salida.

- El costo del desperdicio (jabón y lámina) y del reproceso (jabón) semestralmente corresponde a \$ 24,824.3 y \$ 34,751.9 respectivamente.

- El ahorro anual ocasionado por las mejoras en la fase 1 y fase 2 corresponden a \$ 107,101.8 y \$ 169,395.3 respectivamente. El ahorro total es de \$ 276,497.

- Mientras se realiza el cambio de tecnología se pueden realizar las mejoras propuestas en el punto 6.1: Estructura organizacional y Proceso productivo del capítulo 6.

7.2 Recomendaciones

- Para realizar el muestreo de trabajo se recomienda observar las actividades realizadas por un operador en días aleatorios porque existen actividades que no se realizan con la misma frecuencia.
- Para determinar la utilización de una línea es importante utilizar de referencia la menor eficiencia registrada en el último período(un año atrás) porque muestra el menor rendimiento.
- En el muestreo de pesos es importante determinar la normalidad de los datos para la determinación de hipótesis.
- En la selección de tecnología es importante considerar el respaldo técnico en el mercado ecuatoriano o en países cercanos para no incurrir en altos costos por niveles de inventarios y además de tiempos de repuesta lentos.

- Se recomienda desarrollar el presente estudio a las Líneas de Tocado y Barras Detergentes debido a los resultados obtenidos.

APÉNDICE A

LETRAS CODIGO PARA EL TAMAÑO MUESTRAL

TAMAÑO DEL LOTE	Niveles de Inspección Especiales				Niveles de Inspección Generales		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201 a 3,200	C	D	E	G	H	K	L
3,201 a 10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001 a 35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001 a 150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001 a 500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001 ó más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Control de Calidad. B.L. Hansen

APÉNDICE B

PLANES DE MUESTREO SIMPLE PARA INSPECCIÓN NORMAL

Sample size code	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1,000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	2000	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

- ↓ = Utilizar el primer plan de muestreo situado debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o superior al tamaño del lote, efectuar una inspección al 100%
- ↑ = Utilizar el primer plan de muestreo situado encima de la flecha.
- Ac = Número de aceptación
- Re = Número de rechazo

APÉNDICE C

ESQUEMA DE TRABAJO (Eliminación de un turno)	SITUACION ACTUAL	SITUACION PROPUESTA	DIFERENCIA	COSTO ACTUAL (\$)	COSTO PROPUESTO (\$)	AHORRO ANUAL (\$)
Recurso Humano						
Coordinadores	3	2	1	31,607.4	21,071.6	10,535.8
Asistente de Producción	3	2	1	22,632.6	15,088.4	7,544.2
Operadores	21	14	7	134,576.4	89,717.6	44,858.8
Auxiliares	6	4	2	28,755.6	19,170.4	9,585.2
Sobretiempo (-)	0	0	0			-37,485.1
Subtotal	33	22	11			35,038.9
Equipo de Seguridad						
Tapones	54	36	18	486.0	324.0	162.0
Energía Eléctrica						
Energía Eléctrica (Kw.H)	4,197,648	3,368,118	839,530	293,835.4	235,068.3	58,767.1
Subtotal 1						93,968.0
CARGA DE TRABAJO (Eliminación de 1 puestos de trabajo)						
Recurso Humano						
Operadores	14	12	2	89,717.6	76,900.8	12,816.8
Subtotal	14	12	2			12,816.8
Equipo de Seguridad						
Tapones	28	24	4	252.0	216.0	36.0
Subtotal 2						12,852.8
AHORRO ANUAL TOTAL						106,820.8

APÉNDICE D

Ahorros en Manufactura	SITUACION ACTUAL	SITUACION PROPUESTA	DIFERENCIA	COSTO ACTUAL (\$)	COSTO PROPUESTO (\$)	AHORRO ANUAL (USD)
------------------------	------------------	---------------------	------------	-------------------	----------------------	--------------------

Eliminación de Operadores						
---------------------------	--	--	--	--	--	--

Operadores	12	8	4	179,890.0	119,926.6	59,963.3
Auxiliares	4	2	2	23,385.4	11,692.7	11,692.7

Equipo de Seguridad						
---------------------	--	--	--	--	--	--

Tapones	32	20	12	288.0	180.0	108.0
---------	----	----	----	-------	-------	-------

Eliminación de Equipos						
------------------------	--	--	--	--	--	--

Energía Eléctrica (Kw.H)	521,040.0	260,520.0	260,520.0	36,472.8	18,236.4	18,236.4
Costos de mantenimiento	6	3	3	19,383.6	7,753.4	11,630.2

Subtotal 1						101,630.6
-------------------	--	--	--	--	--	------------------

Ahorros en Materia Prima	SITUACION ACTUAL	SITUACION PROPUESTA	DIFERENCIA	COSTO ACTUAL (\$)	COSTO PROPUESTO (\$)	AHORRO ANUAL (USD)
--------------------------	------------------	---------------------	------------	-------------------	----------------------	--------------------

Cortadora						
-----------	--	--	--	--	--	--

Sobrepeso (precisión)	3.0%	1.0%	2.0%	49,130.8	16,376.9	32,753.9
Reproceso	1.29%	0.64%	0.64%	49,064.0	24,532.0	24,532.0

Empaquetadora						
---------------	--	--	--	--	--	--

Desperdicio	0.53%	0.27%	0.27%	517.7	258.9	258.9
Reproceso	0.53%	0.27%	0.27%	20,439.8	10,219.9	10,219.9

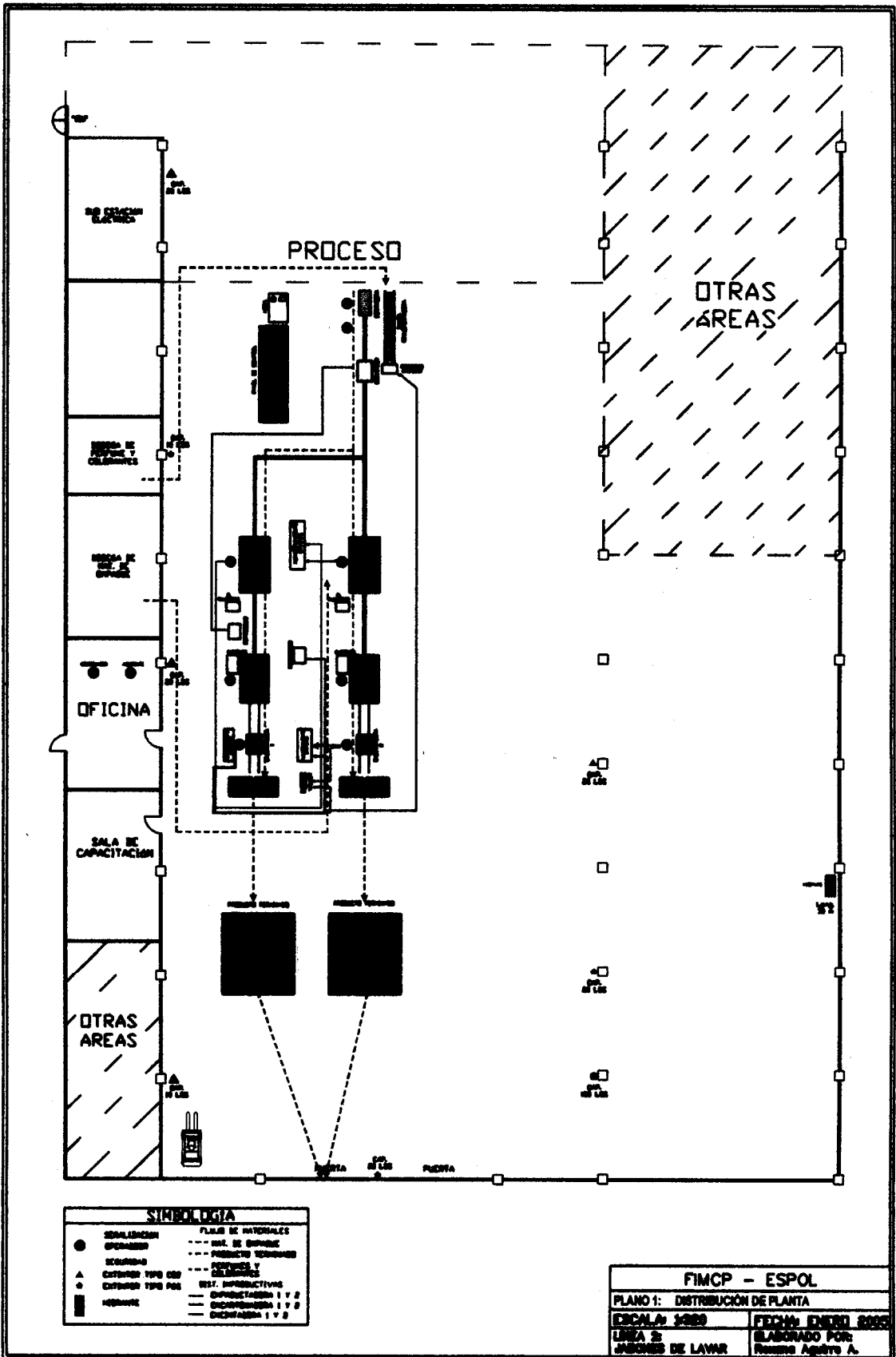
Subtotal 2						67,764.7
-------------------	--	--	--	--	--	-----------------

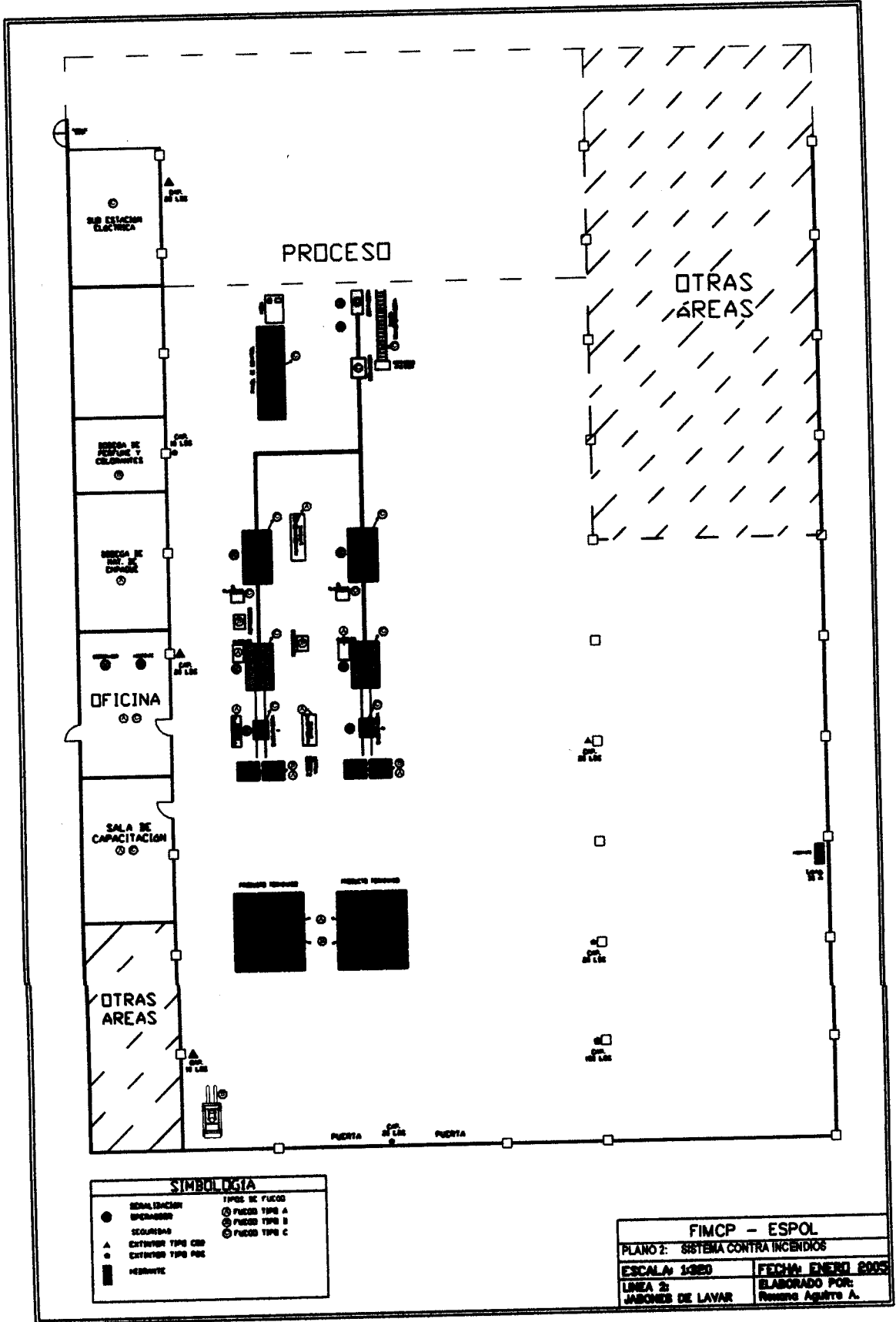
AHORRO ANUAL TOTAL						169,395.3
---------------------------	--	--	--	--	--	------------------

BIBLIOGRAFÍA

1. ISHIKAWA KAORU, Guide to Quality Control, 1982.
2. HODSON WILLIAM, Maynard Manual del Ingeniero Industrial, Cuarta Edición, 1996, Editorial Mc Graw Hill.
3. NIEBEL BENJAMÍN, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 2001, Editorial Alfaomega Grupo Editor S.A.
4. MILLER y FREUND, Probabilidad y Estadística para Ingenieros, Quinta Edición, 1997, Editorial Prentice Hall.
5. Organización liberoamerica de Protección Contra Incendios, Norma NFPA 10 Extintores Portátiles Contra Incendios, Cuarta Edición, 1998.
6. AISA ALEJANDRO, Prevención de Riesgos Laborales, Ediciones CEAC, Año 2000.

PLANOS

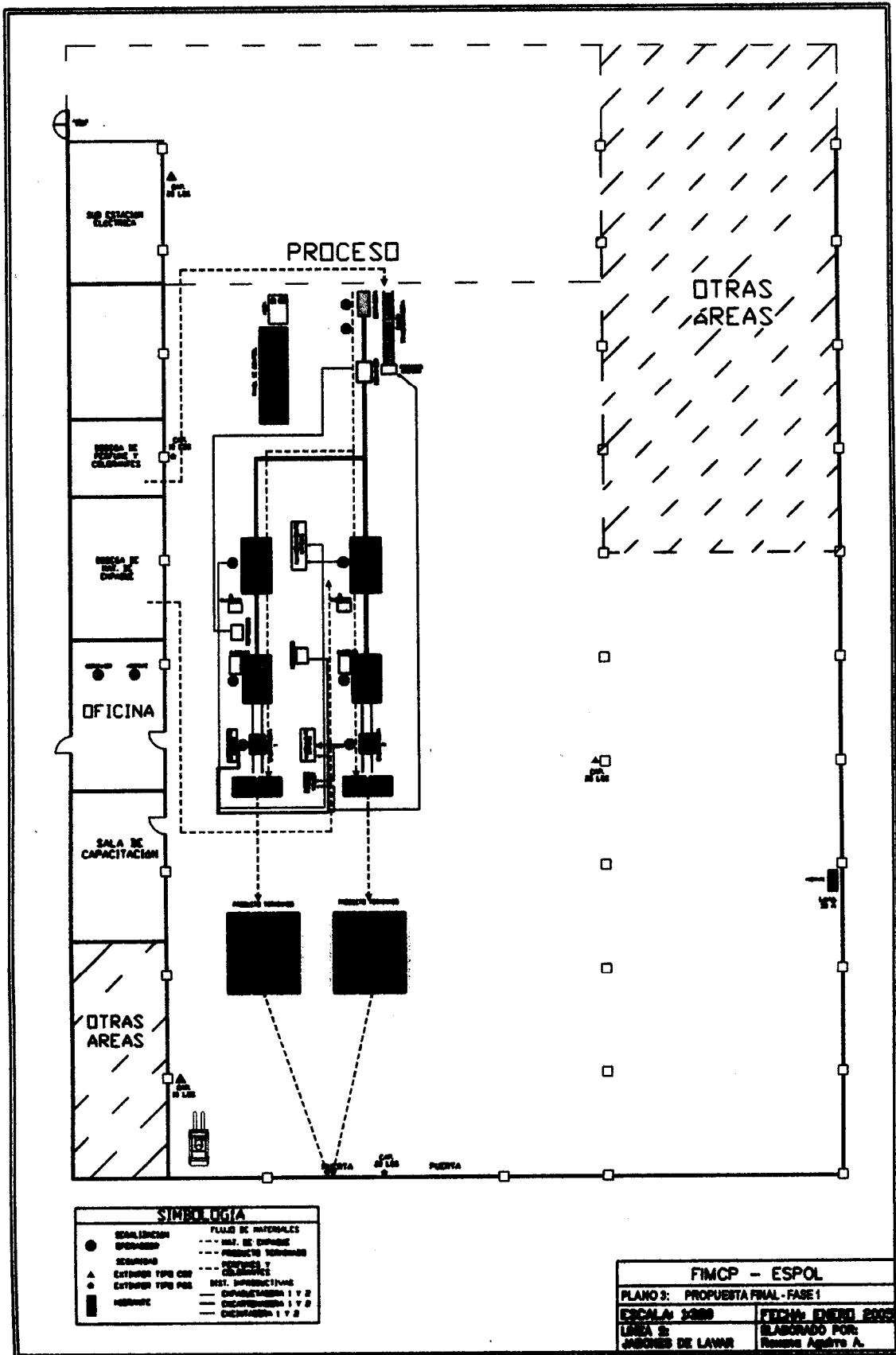




SIMBOLOGIA

● SEÑALIZACION INCENDIOS	○ TIPO DE FUEGO
▲ EXTINGUIDOR TIPO CO2	○ FUEGO TIPO A
● EXTINGUIDOR TIPO FOS	○ FUEGO TIPO B
■ HERRAYTE	○ FUEGO TIPO C

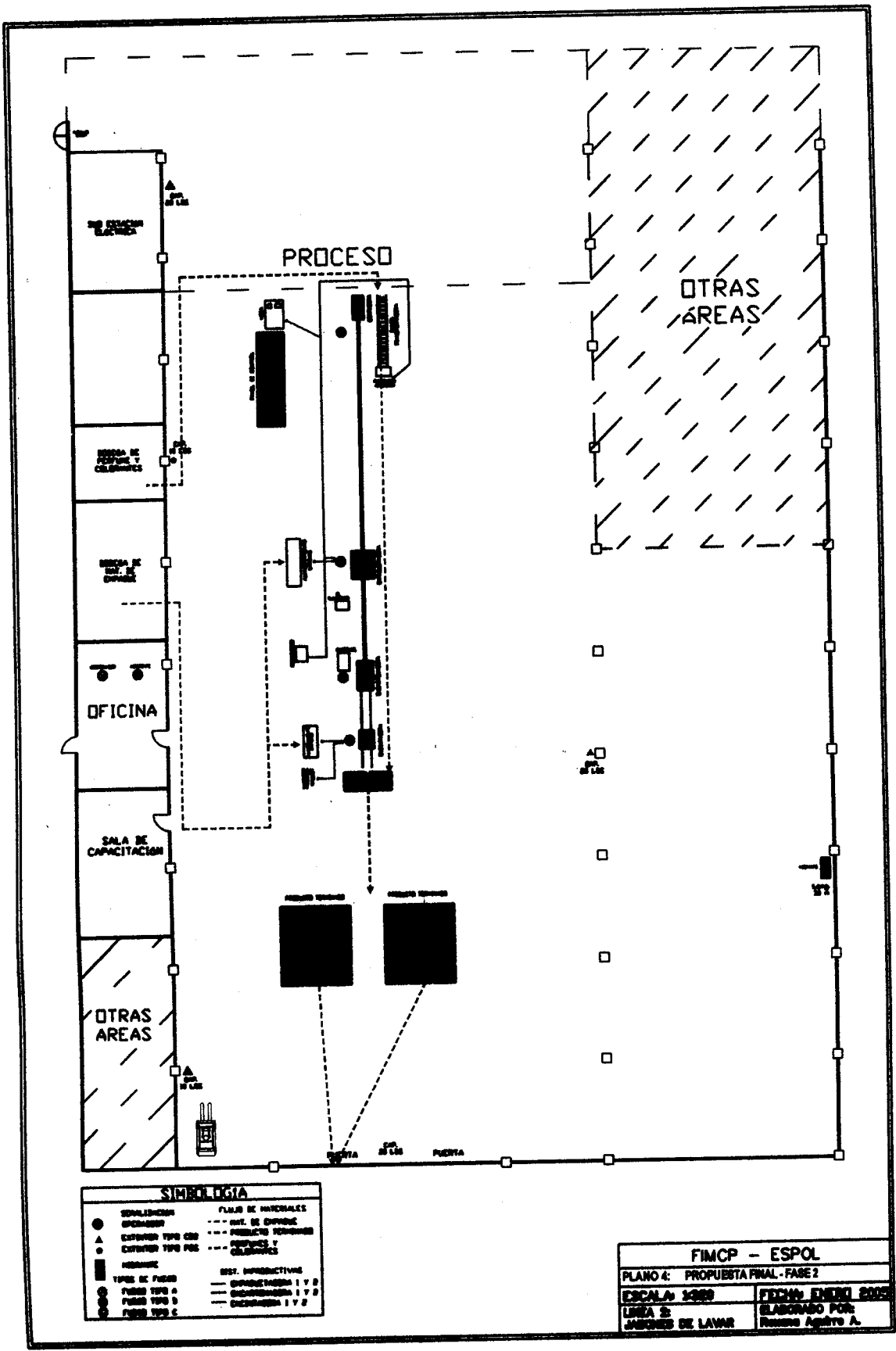
FIMCP - ESPOL	
PLANO 2: SISTEMA CONTRA INCENDIOS	
ESCALA: 1/200	FECHA: ENERO 2005
LINEA 2: JABONES DE LAVAR	ELABORADO POR: Ramiro Aguirre A.



SIMBOLOGIA

●	SEALINCCION	--- FLUJO DE MATERIALES
○	SEALINCCION	--- INT. DE CARGAS
○	SEALINCCION	--- PRODUCTO TERMINADO
▲	SEALINCCION TIPO CUB	--- REPOSICION Y CALIBRACION
●	SEALINCCION TIPO PAB	--- INST. PRODUCTIVIDAD
■	SEALINCCION	--- CAPACITACION 1 Y 2
		--- CAPACITACION 1 Y 2

FIMCP - ESPOL	
PLANO 3: PROPUESTA FINAL - FASE 1	
ESCALA: 1:200	FECHA: ENERO 2005
LINA 2: INGENIERO DE LAVOR	ELABORADO POR: Renevier Aguirre A.



SIMBOLOGIA

● SIMULACION	FLUJO DE MATERIALES
○ ESPONDERA	--- INT. DE ESPONDERA
▲ EXTERIOR TIPO CDD	--- PUEBLOS PERMANENTES
● EXTERIOR TIPO PDC	--- RESERVAS Y CALDERAS
■ HERRAJE	--- SIST. INSTRUCTIVO
□ TIPO DE PUERTA	--- CORRECTORAS I Y D
○ PUERTA TIPO A	--- CORRECTORAS I Y D
○ PUERTA TIPO B	--- CORRECTORAS I Y D
○ PUERTA TIPO C	--- CORRECTORAS I Y D

FIMCP - ESPOL	
PLANO 4: PROPUESTA FINAL - FASE 2	
ESCALA: 3000	FECHA: ENERO 2005
LÍNEA 3:	ELABORADO POR:
JACQUES DE LAUR	Rosario Aguirre A.