



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LLENADO,  
DEL SISTEMA DE ENVASADO DE LA FÁBRICA DE  
CLORO KAFRAMI, S. A.**

**Oscar Enrique Guillén Valladares.**

Asesorado por el Ing. Víctor Hugo García Roque

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LLENADO, DEL  
SISTEMA DE ENVASADO DE LA FÁBRICA DE CLORO  
KAFRAMI, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**OSCAR ENRIQUE GUILLÉN VALLADARES**  
ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR HUGO GARCÍA ROQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson.
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADORA	Inga. Miriam de Aqu
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LLENADO, DEL  
SISTEMA DE ENVASADO DE LA FÁBRICA DE CLORO  
KAFRAMI, S. A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 16 de noviembre de 2004.



**Óscar Enrique Guillén Valladares.**

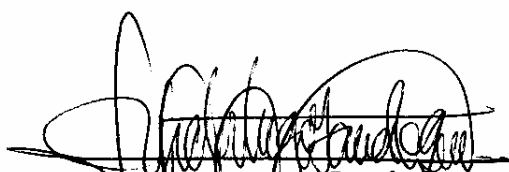
Guatemala, 9 de Noviembre de 2005.

Señor Director  
Escuela Mecánica Industrial  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por este medio me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación titulado : " Análisis y mejoramiento del proceso de llenado del sistema de envasado de la fábrica de cloro KAFRAMI,S.A." , del estudiante Oscar Enrique Guillén Valladares el cual encuentro satisfactorio.

Atentamente,



Ing. Víctor Hugo García Roque  
Colegiado activo 5133  
Ingeniero industrial

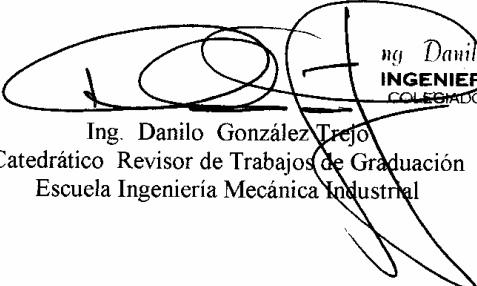
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LLENADO DEL SISTEMA DE ENVASADO DE LA FÁBRICA DE CLORO KAFRAMI, S.A.** presentado por el estudiante universitario **Oscar Enrique Guillén Valladares**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Danilo González Trejo  
**INGENIERO INDUSTRIAL**  
COLEGIADO ACTIVO NO. 6,182

Guatemala, Agosto de 2006.

/mgp

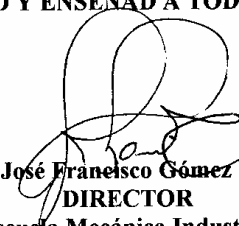
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LLENADO DEL SISTEMA DE ENVASADO DE LA FÁBRICA DE CLORO KAFRAMI, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Enrique Guillen Valladares**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
**Ing. José Francisco Gómez Rivera**  
**DIRECTOR**  
**Escuela Mecánica Industrial**

Guatemala, octubre de 2006.



/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

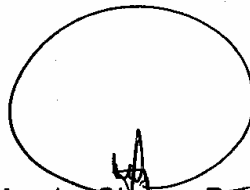


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.346.2006

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE LLENADO DEL SISTEMA DE ENVASADO DE LA FÁBRICA DE CLORO KAFRAMI, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Enrique Guillén Valladares**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, Octubre 3 de 2006

/gdech

Todo por ti, Carolingia Mía  
Dr. Carlos Martínez Durán  
2006: Centenario de su Nacimiento



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Por permitirme la oportunidad de estudiar, y ser la fuente espiritual que me permite llegar a este momento.

### **MIS PADRES**

Que me han apoyado y motivado para mejorar continuamente.

### **MI HERMANA**

Por su apoyo y ejemplo de dedicación.

### **MIS AMIGOS**

Por todo el apoyo durante el estudio de la carrera.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IX</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIII</b>
<b>1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA</b>	
1.1 Historia	1
1.1.1 Posicionamiento en el mercado en el tiempo	2
1.1.2 Misión y Visión	2
1.2 Estructura organizacional	4
1.2.1 Organización de la empresa	4
1.2.2 Descripción de puestos operativos	4
1.2.3 Departamentos de la empresa	5
1.3 Marco Teórico	7
1.3.1 Distribución de equipo en planta	7
1.3.2 Manejo de materiales	8
1.3.3 Productividad	10
1.3.3.1 Factores Controlables	11
1.3.3.2 Factores fuera de control	11
1.3.4 Medios gráficos para análisis de métodos	12
1.3.4.1 Diagrama de operaciones de proceso	12
1.3.4.2 Diagrama de flujo de proceso	13
1.3.4.3 Diagrama de recorrido de proceso	14
1.3.4.4 Diagrama hombre – máquina	15
1.3.4.5 Diagrama bimanual	16

1.3.5	Planificación de la producción	18
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ENVASADO</b>	<b>23</b>
2.1	Descripción de la situación actual	23
2.1.1	Distribución de equipo en planta	24
2.1.2	Manejo de materiales	27
2.1.2.1	Ubicación y distribución de los materiales en planta	29
2.1.2.2	Control de calidad antes, en , y pos envasado.	29
2.2	Productividad	30
2.2.1	Factores controlables	30
2.2.2	Factores fuera de control	31
2.3	Proceso de producción de envasado	31
2.4	Planificación actual de la producción	38
<b>3.</b>	<b>CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL ENVASADO DEL CLORO</b>	<b>39</b>
3.1	Calidad del producto	39
3.2	Administración del personal operativo	39
3.2.1	Resistencia al cambio	39
3.2.2	Incentivos	40
3.2.3	Programacion del personal	41
3.3	Programación de la producción	41
3.4	Almacenaje de materiales	42
3.5	Procedimiento de compra de materiales	43
3.5.1	Determinación de lo que hay que comprar y de cuánto hay que comprar	43
3.5.2	Estudio de las condiciones del mercado	44

3.5.3	Determinación de las fuentes de abastecimiento	44
3.5.4	Adjudicar y hacer contrato de compra	45
3.5.4.1	Seguimiento	45
3.5.4.2	Entrega de materiales	45
3.5.4.3	Comprobar la terminación del contrato	46
3.6	Mantenimiento de equipo en planta	46
3.6.1	Mantenimiento periódico	47
3.6.2	Mantenimiento Preventivo	48
3.6.3	Mantenimiento correctivo	49
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO PROCESO DE LLENADO EN EL SISTEMA DE ENVASADO DE CLORO</b>	<b>51</b>
4.1	Características del sistema a implementar	51
4.1.1	Distribución de la maquinaria	51
4.1.2	Manejo de materiales	57
4.1.3	Control de calidad	61
4.1.3.1	Producto terminado	61
4.1.3.2	Empaque	62
4.1.3.3	En proceso	64
4.2	Proceso de producción de envasado	68
4.2.1	Diagrama de operaciones de proceso	68
4.2.2	Diagrama de flujo de proceso	69
4.2.3	Diagrama bimanual	70
4.2.4	Diagrama hombre – máquina	73
4.2.5	Diagrama recorrido	75
4.2.6	Balance de línea	76
4.3	Delimitación de áreas de trabajo, almacenaje y tránsito	78
4.3.1	Planos	79
4.3.2	Señalización	81

4.3.3	Capacidad de las áreas de almacenaje	81
4.4	Distribución del personal	82
4.4.1	Descripción de puestos operativos	82
4.4.2	Organización del personal	83
<b>5.</b>	<b>CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>85</b>
5.1.	Planificación de la producción	85
5.1.1	Requisitos para la planificación de la producción	85
5.1.1.1	Pronósticos	85
5.1.1.2	Programas de producción	91
5.1.2	Necesidades de mano de obra	92
5.1.4	Necesidades de materiales	92
5.2.	Evaluación periódica de los proveedores de materiales y repuestos	93
5.3.	Control de materiales	94
5.3.1.	Material en bodega	94
5.3.2.	Órdenes de compra	96
5.4.	Evaluación de las condiciones del equipo	96
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>97</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>99</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>101</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa	6
2.	Postura del operador en su estación de trabajo	24
3.	Plano planta de producción	25
4.	Distribución actual de la maquinaria en el área de envasado	26
5.	vista lateral de las máquinas	27
6.	Diagrama de flujo de envasado de cloro	33
7.	Diagrama bimanual empaquetado de envases	34
8.	Diagrama bimanual llenado de cajas	35
9.	Diagrama de recorrido de operaciones	36
10.	Distribución de la maquinaria	52
11.	Distribución de la maquinaria sobre la banda transportadora	53
12.	Estación de trabajo de empaquetado	57
13.	Estantes de almacenamiento	60
14.	Gráfico de control de pesos	66
15.	Gráfico de control de rangos	67
16.	Diagrama de operaciones proceso de envasado (implementación)	69
17.	Diagrama de flujo de proceso	70
18.	Diagrama bimanual área empaquetado de envases	71
19.	Diagrama bimanual área empaquetado	72
20.	Diagrama hombre-máquina para arranque del equipo	74
21.	Diagrama de recorrido de proceso	75

22. Plano de distribución de áreas de trabajo, almacenaje y tránsito	80
23. Análisis de ventas de envases de cloro	87
24. Formato de ingresos de ingreso de datos a programa de control de materias primas	95
25. Formato de resultados calculados en programa de computadora	95

## TABLAS

I. Escala de porcentajes de eficiencia para proporcionar bono de producción	40
II. Porcentaje de desperdicio para proporcionar bono de desperdicio	40
III. Programación del mantenimiento periódico	48
IV. Resultados balance de línea envasado	78
V. Historial de ventas de KAFRAMI,S.A.	86
VI. Método de pronóstico ascendente línea recta	88
VII. Método de pronóstico ascendente logarítmico inverso	88
VIII. Método de pronóstico ascendente geométrico	89
IX. Método de pronóstico ascendente semilogarítmico Exponencial	89
X. Tabla resumen de análisis y selección mejor método	90
XI. Tabulación de pronósticos de producción	90
XII. Programación de la producción por mes	92
XIII. Formato para evaluar proveedores	94
XIV. Datos de pesos de envases muestreo general	103
XV. Factores útiles en la construcción de los diagramas de control	104

XVI.	Letras código para el tamaño de la muestra (MIL-EST-105D) (NORMA ABC)	105
XVII.	Tabla maestra para inspección normal-muestreo sencillo (MIL-EST-105D)	106
XVII.	Tabla Maestra para inspección normal – muestreo doble (MIL-EST-105D)	107





## **RESUMEN**

En el presente informe se describe de forma general, una reseña histórica de Kaframi,S.A., haciendo mención de la evolución de la empresa a lo largo del tiempo, E identificando necesidades de cambios que permitan su competitividad en el mercado nacional y a mediano plazo en el mercado internacional.

Se hace un diagnóstico de sus características de operación, se identifican fortalezas y debilidades como factores internos de la empresa; oportunidades y amenazas como factores externos de la organización. Se proponen mejoras con la implementación de procedimientos, en cuanto a: a) almacenaje, b) embalaje, c) operación, d) procedimientos y procesos de compras etc., que coadyuven a una mayor productividad.

La propuesta es apoyada con un programa de acciones de seguimiento, que permitan una operación eficiente después de implementados los cambios. El objetivo es un incremento en la producción y productividad, que permita satisfacer el mercado con la cantidad y calidad de producto y así alcanzar las metas.

Se realiza un seguimiento general de la propuesta, en donde se controla la producción de la planta y se programan los trabajos a partir de los datos históricos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Optimizar el sistema de envasado de la fábrica de cloro KAFRAMI. S. A., realizando un análisis e implementación de mejoras en los diferentes factores, que intervienen en la productividad de la empresa.

### **Específicos**

1. Diseñar un sistema de envasado que aumente la productividad de la empresa KAFRAMI, S.A.
2. Implementar una nueva distribución de equipo en planta, que permita realizar las operaciones en forma continua.
3. Controlar las compras de materias primas y repuestos, con la finalidad que exista un abastecimiento eficaz.
4. Establecer las condiciones adecuadas de trabajo para los operadores.
5. Realizar un análisis de las operaciones manuales, con el fin de aplicar tecnología que aumente el ritmo de producción.
6. Diseñar espacios adecuados de almacenamiento para materia prima, producto terminado y empaque.
7. Diseñar planes de mantenimiento, que permitan tener las máquinas en óptimas condiciones.



## **INTRODUCCIÓN**

En Guatemala, existe diversidad de empresas que producen cloro con efecto desinfectante y limpiador, dentro de ellas está KAFRAMI, S.A., la cual se localiza en la zona siete del Área Metropolitana Guatemalteca y que en esta oportunidad es motivo de estudio.

Esta empresa, como todo negocio, busca que sus rendimientos de inversión sean constantes y para lograrlo se han implementado procedimientos que mejoran la productividad.

En ese orden de ideas se estructuraron cinco capítulos. En el capítulo uno, se hace una breve descripción de sus antecedentes; en el capítulo dos, se hace un diagnóstico (situación actual) de la empresa; en el capítulo tres, se enmarcan las consideraciones generales para el envasado del cloro magia blanca; en el capítulo cuatro, se elabora una propuesta de implementación del nuevo proceso de llenado del sistema de envasado de cloro; en el capítulo cinco, se hace una descripción del control y seguimiento de la implementación.

Posteriormente, se elaboran las conclusiones a que se llegó producto del trabajo realizado y sus respectivas recomendaciones, la bibliografía consultada para el desarrollo de los diversos temas, así como su apéndice y anexos. Esperando que el mismo sirva como auxiliar, para aquellas personas que deseen emprender una empresa en condiciones similares.









**IX**

**- XVII -**

# 1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

## 1.1 Historia

La fábrica de cloro KAFRAMI, S. A., se inició con la idea de elaborar productos de limpieza doméstica. Cuando implementaron la planta decidieron montar inicialmente el equipo necesario para producción de cloro, introduciendo al mercado la marca BLANCO SOL. Inmediatamente esta empezó a ofertar su producto en el mercado nacional, dominado para ese entonces por otras marcas.

La marca experimento un crecimiento acelerado en los primeros meses, decidiendo el administrador y dueño, utilizar para la producción de cloro, el área que se tenia destinado para otros menesteres.

La empresa desde su inicio se ha preocupado por mantener estándares mínimos de calidad en su producto, con esta disposición se ha ganado la preferencia de los consumidores y ha hecho que se posicione entre las empresas de mayor participación en la Republica de Guatemala y permitió que la compañía realice contratos de maquilado con otras empresas y con marcas ajenas a KAFRAMI, S. A.

En el primer semestre del año 2004 la empresa tuvo problemas administrativos, que afecto diferentes áreas, entre otras los contratos con las empresas externas, a las que se les maquilaba producto, así como también afecto los suministros de materias primas, por no cumplir con los tiempos de pago previstos con los proveedores; problemas que repercutieron, bajando considerablemente el ritmo de producción. Actualmente en la empresa se

están administrando eficientemente los recursos y esta recobrando la posición en el mercado del cloro.

### **1.1.1. Posicionamiento en el mercado en el tiempo**

La empresa KAFARMI, S. A., tiene nueve años de estar desarrollando sus operaciones en el Área Metropolitana Guatemalteca (AMG) ensanchando su mercado al interior de la República, siendo las principales regiones en las que penetra el sur oriente y sur occidente del país, posteriormente se fueron penetrando los mercados del norte, occidente y oriente del país.

La empresa impulso diferentes tipos de promociones en estas áreas, que lograron ganar mercado dando a conocer las características de calidad y precio del producto; posteriormente la empresa contaba con una importante cantidad de clientes, para ésta no era posible crear una logística de distribución del producto a todo el territorio del país y fue entonces cuando la empresa contrato a una distribuidora de productos masivos, para ampliar su cobertura. En la actualidad KAFRAMI, S. A. se posiciona como una de las empresas con mayor participación en el mercado del cloro.

### **1.1.2 Misión y visión**

La misión de KAFRAMI, S. A.; es producir cloro como limpiador y desinfectante de calidad, utilizando: materiales, procedimientos y tecnología de primer nivel; brindándole las condiciones adecuadas a los trabajadores que repercute en un buen servicio al cliente.

La Visión de KAFRAMI, S.A.; es ser la empresa fabricante líder, en el mercado de cloro, como producto limpiador y desinfectante en el territorio nacional, a través de la innovación de tecnologías y materiales que permitan poseer una capacidad de producción que supla la demanda en cantidad y calidad.

Para lograr la misión y visión KAFRAMI, S A. se apoya en los siguientes objetivos

- Ser la empresa fabricante número uno en el mercado.
- Incrementar su participación en el mercado a un ritmo de 8 % anual.
- Maquilar producto a otras marcas en el mercado nacional e internacional.
- Lograr un incremento en la rentabilidad.

Para llevar a cabo la misión y visión, se hará un análisis de la técnica FODA (Fortalezas, Oportunidades, debilidades y amenazas) de la empresa, para saber como se encuentra actualmente y realizar algunos cambios que permitan, cumplir con los objetivos y metas.

- a) Fortalezas. La empresa cuenta actualmente con nueve años de participación en el mercado, lo que ha logrado que la marca BLANCO SOL se posicione en segundo lugar en el mercado de cloro guatemalteco. La planta de producción cuenta con la maquinaria y mano de obra necesaria para la elaboración de cloro.
- b) ,Oportunidades. Anualmente aumenta la demanda del cloro a nivel nacional, al ritmo del crecimiento poblacional; existiendo un

porcentaje del mercado insatisfecho que la empresa puede absorber.

- c) Debilidades. Falta de controles en el almacenamiento y envasado de productos.
- d) Amenazas. Que con el tratado de libre comercio, las transnacionales aumenten la oferta de cloro en el país.

## **1.2 Estructura organizacional**

### **1.2.1 Organización de la empresa**

La empresa esta estructurada de tal forma que, las actividades se agrupan y distribuyen de acuerdo al grado de autoridad que manejan los distintos puestos, lo que hace que los trabajadores se sientan comprometidos en cumplir los objetivos de la empresa.

### **1.2.2 Descripción de puestos operativos**

- **Supervisor de producción.** Su función principal es organizar, dirigir y controlar la producción, así como verificar el trabajo que realizan sus operarios, manteniendo un ambiente de armonía en el personal y vela que se cumplan los planes y programas de producción proyectados por el gerente general; también supervisa el mantenimiento del equipo. Los requisitos mínimos que deberá poseer el supervisor de producción es bachiller industrial con

experiencia de tres años, en un puesto similar y conocimiento en mantenimiento de equipo neumático y electrónico.

- **Operario.** El operario debe poseer habilidades en el manejo de máquinas, con una experiencia mínima de un año y la primaria terminada.
- **Mecánico de mantenimiento.** Debe conocer el uso de herramientas, Conocimientos de mecánica, hidráulica y neumática. Deberá poseer experiencia mínima de dos años en mantenimiento de máquinas llenadoras, compresores y equipo que complementa estos. Su función será, mantener en perfecto estado el equipo de producción de la planta, siguiendo los planes de mantenimiento. Depende directamente del Supervisor de producción.

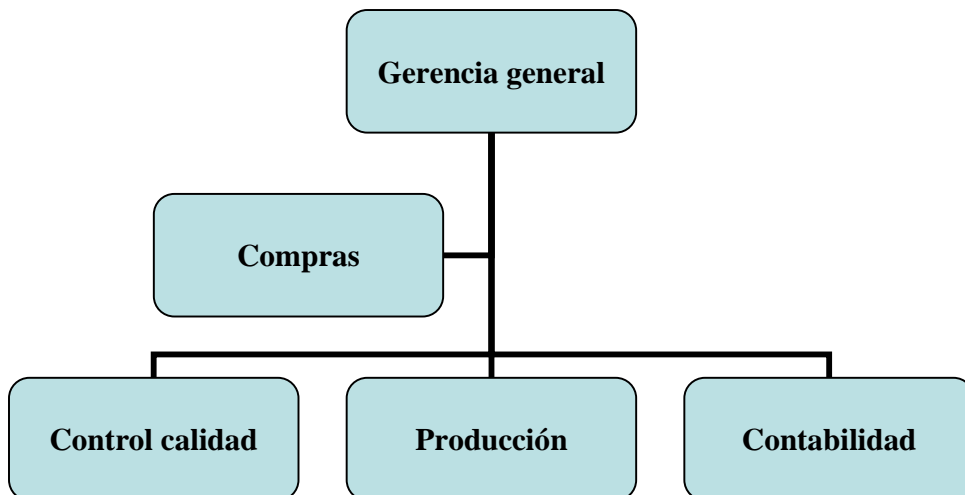
### 1.2.3. Departamentos de la empresa

Los departamentos que conforman la empresa son:

- Gerencia general. Es el departamento de nivel superior y encargado de organizar, controlar y dirigir las actividades de toda la empresa. En lo que se refiere a las compras están controladas por el gerente con ayuda de una asistencia.
- Control de calidad. Es el encargado de velar porque el producto se elabore, siguiendo las especificaciones, para ello verifica que las materias primas llenen los requisitos mínimos.

- Producción. Coordina al personal operativo y de mantenimiento de la planta, a fin de cumplir los programas de producción.
- Contabilidad. Tiene el control de los ingresos y egresos fiscales de la empresa.

**Figura 1. Organigrama de la empresa**





## **1.3 Marco teórico**

### **1.3.1 Distribución de equipo en planta**

Toda distribución de equipo, responde a la combinación de dos formas fundamentales. El de línea recta o por producto y el funcional o por proceso.

Distribución en línea recta o por producto: La maquinaria se sitúa para que el flujo de materiales entre operaciones, sea mínimo.

Distribución funcional o por proceso: Se agrupan máquinas semejantes, en un ambiente de orden y limpieza; su desventaja estriba en los recorridos largos entre operaciones, retrocesos y el volumen de papeleo para expedir ordenes y controlar la producción.

En cualquiera de las distribuciones se debe considerar:

1. Producción diversificada. Los materiales debe estar al alcance del operario y minimizar los traslados.
2. El área de trabajo debe contar con buena iluminación.
3. Diseño de la estación. Esta debe estar bien diseñada, para mejorar la productividad y evitar lesiones en el operador.
4. Reparaciones en máquinas múltiples. el equipo debe estar agrupado al rededor del operario.

5. Apilamiento eficiente de materiales. Ordenamiento adecuado de los materiales en proceso.

Antes de diseñar una distribución o corregir una existente, el analista debe acoplar todos los hechos que influyen en ella. Tales hechos comprenden:

1. Volumen de ventas.
2. Requerimientos de mano de obra.
3. Condiciones apropiadas de trabajo.
4. Inventario de maquinaria y equipo para el manejo de materiales.
5. Estado de maquinaria y equipo existente.
6. Considerar cambios en el diseño del producto.
7. Planos de la fábrica, que describan las instalaciones.
8. Cantidad de materiales que se manejan.

Ya reunidos estos datos se debe construir un diagrama de flujo de proceso.

Para realizar la distribución, se deben preparar plantillas de dibujo de la maquinaria y equipo; procediendo a realizar una repartición tentativa, de conformidad a los principios fundamentales, para la distribución eficiente.

### **1.3.2 Manejo de materiales**

Es una serie de elementos de equipo relacionados que trabajan en sucesión en el traslado, almacenamiento y control de los materiales ya sea en un proceso, o en una actividad logística. Las características del producto y tipo

de movimiento, son los que determinan la naturaleza del sistema y el equipo que se utilizará en el manejo de materiales.

Para la optimización del manejo de materiales, primero conviene definir el objetivo de los movimientos, para poder simplificar y eliminar maniobras. El principio fundamental de este enfoque es, que se debe trasladar al siguiente punto el mayor volumen, cantidad o unidad de materiales que sea posible, sin tener que soltarlo ni descomponerlo en unidades pequeñas.

Algunas de las reglas, basadas en el sentido común se pueden expresar en esta forma:

- El manejo cuesta dinero y no aumenta el valor del producto.
- El mejor manejo consiste en no tener que manejar.
- Los materiales en tránsito deben llegar tan cerca del siguiente punto de utilización, como sea posible, antes de detenerse.
- Los traslados deben ser lo más directos y cortos que sea posible.
- Los movimientos y operaciones de manejo, se combinan o eliminan, siempre que sea posible.
- Cuando sea factible, el manejo mecanizado debe sustituir al manual.
- Recurrir a documentación (Kardex) para evitar movimientos innecesarios.
- El flujo de materiales, es flujo de efectivo y los materiales detenidos son inventario paralizado, que cuesta dinero.

De modo general, el equipo de manejo se divide en:

- 1) Manejo de paquetes o unidades
- 2) Manejo de material a granel

Varios especialistas han clasificado el equipo de manejo de materiales, en formas diferentes, entre estas tenemos:

- Equipo de manejo en ruta fija
- Equipo de manejo en área limitada
- Equipo móvil
- Herramientas de manejo de materiales y equipo de almacenamiento

En la selección del equipo de manejo de materiales, intervienen muchos factores, entre ellos figura la aplicación o clasificación correcta del equipo, la confiabilidad del producto elegido, la economía y administración, el financiamiento, las relaciones laborales, seguridad, características de la planta, el medio y otros.

### **1.3.3 Productividad**

Es por medio del aumento de ésta que una empresa o negocio puede crecer y aumentar su rentabilidad. Se entiende por productividad, al aumento de la producción por unidad de tiempo.

Mediante el uso de un sistema de pago de salarios, estudio de tiempos y la utilización de mejores métodos, se puede obtener una mayor productividad y a la vez, se debe entender que estos aspectos, pueden ser aplicados a cualquier área de un negocio.

Aumentamos la productividad, al mejorar la relación entre la producción y los recursos empleados para obtenerla. Entonces podemos afirmar que el éxito de una organización, se basa en la eficiencia con que utiliza los recursos como:

materia prima, mano de obra, equipo, energía, etc. La productividad debe hacerse de forma estratégica, con el fin de promover la mejora continua.

Un sistema productivo debe satisfacer las siguientes condiciones:

1. Poseer recursos necesarios
2. Emplear al máximo cada recurso
3. Tener un entorno productivo
4. Que exista una interacción adecuada entre los recursos

#### **1.3.3.1 Factores controlables**

En las empresas existen factores, que controlándolos eficientemente, pueden ayudar a mejorar su productividad. Entre estos factores tenemos: el terreno, materiales, maquinaria, edificios y mano de obra; que con el estudio de diferentes condiciones como manejo de materiales, distribución de equipo en planta, relimitación de áreas de almacenamiento, etc trabajando en forma conjunta puedan hacer eficiente la producción, cuidando que las condiciones físicas finales, sean seguras y que con el diseño de los diferentes diagramas, se pueda hacer un proceso de producción, en donde el trabajador se sienta cómodo y se eleve la productividad de la mano de obra.

#### **1.3.3.2 Factores fuera de control**

Todas las empresas se encuentran expuestas a factores externos, que pueden afectar la productividad como son: la demanda, régimen político, legal, fiscal, económico, inflación y disposición de materias primas. Las empresas deben informarse, de cómo están ocurriendo los movimientos de fuerzas

externas, para adelantarse a realizar acciones que contrarresten en parte, los problemas que estas provocan.

#### **1.3.4 Medios gráficos para análisis de métodos**

Los medios gráficos están entre los instrumentos de mayor importancia en la ingeniería de métodos; estos son una representación de un trabajo que ha sido dividido en componentes básicos que al analizarlos, contribuyen a mejorar el método actual.

Los diagramas examinan, registran y establecen etapas; son también auxiliares descriptivos y de comunicación para entender el proceso y las actividades. La comprensión y conocimiento de los procesos y actividades se facilita, mediante la clara visualización de símbolos y convenciones estándar.

##### **1.3.4.1 Diagrama de operaciones de proceso**

Muestra en secuencia cronológica todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. También señala la entrada de materiales al conjunto principal.

Se debe examinar primero el diagrama de proceso actual, antes de que se pueda mejorar un diseño. El diagrama de operaciones permite exponer claramente el problema que se quiere solucionar. Para elaborar un diagrama de operaciones es necesario realizar observación y mediciones directas, identificando con claridad el inicio y fin de cada operación.

Para la elaboración de un diagrama de esta clase, se hace uso de dos símbolos: un círculo que representa la operación y un cuadrado que representa una inspección. La operación ocurre, cuando se transforma intencionalmente o cuando se estudia o planea antes de realizar un trabajo de producción en ella. La Inspección ocurre, cuando la parte es examinada para determinar su conformidad con una norma.

El analista debe identificar el diagrama, con un título en la parte superior de la hoja e información de identificación, como número de pieza, número de dibujo, descripción del proceso, el método actual o propuesto, la fecha y el nombre de la persona que elabora el diagrama. Se utilizan líneas verticales, para indicar flujo general del proceso y horizontales que indican, entrada de materiales.

Los valores de tiempo deben ser asignados a cada una de las operaciones e inspecciones y generalmente el analista debe tomar las mediciones directas de tiempo e incluirlas en el diagrama.

#### **1.3.4.2 Diagrama de flujo de proceso**

El diagrama de flujo de proceso es útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales, el analista debe proceder al mejoramiento de estos periodos no productivos.

El diagrama de flujo de proceso registra, tanto las operaciones e inspecciones como los traslados y retrasos de almacenamiento. Los símbolos adicionales que se usan a los ya conocidos del diagrama de proceso, es una flecha que indica transporte, un símbolo como una letra D mayúscula indica demora o retraso, que ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada

inmediatamente en la siguiente estación de trabajo y un triángulo puesto sobre su vértice indica, almacenamiento.

También se utilizan dos símbolos que son la combinación de los dos mencionados en el diagrama de proceso; estos ocurren de la siguiente forma: a) la inspección se realiza junto con una operación y b) una operación se efectúa mientras ocurre un transporte.

Para la elaboración del diagrama de flujo, es necesario identificarlo con un título, número de pieza, número de plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que realiza el diagrama.

El diagrama de flujo de proceso, corresponde solamente a una pieza o un artículo y no a un ensamble. Por lo tanto se puede iniciar desde la parte superior, con una línea horizontal de entrada de materiales y posteriormente una vertical en donde se colocaran los demás símbolos, registrando las operaciones, inspecciones, movimientos, demoras y almacenamientos, representado así el flujo de los materiales. Este diagrama se utiliza como instrumento de análisis, para eliminar costos ocultos.

#### **1.3.4.3 Diagrama de recorrido de proceso**

Este diagrama, es una representación de la distribución de zonas de trabajo, indicando todas las actividades registradas en el diagrama de flujo de proceso. La mejor forma de identificar la zona en que se dan las diferentes actividades del flujo de proceso, es mediante la utilización de un plano de todas las áreas existentes, dentro de la planta.



Al elaborar el diagrama de recorrido, el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan, a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo, se indica colocando pequeñas flechas a lo largo de la línea de recorrido.

El diagrama de recorrido, es un complemento valioso del diagrama de flujo de proceso, pues al trazar el recorrido inverso se puede encontrar áreas de posible congestión y se mejora la distribución en la planta.

#### **1.3.4.4 Diagrama Hombre-máquina**

Este diagrama se emplea para estudiar, analizar y mejorar solo una estación de trabajo cada vez, indicando la relación exacta en tiempo entre el ciclo de la persona y la máquina.

La práctica en que un obrero atiende más de una máquina, se le conoce como acoplamiento de máquinas.

En la elaboración del diagrama se deberá inicialmente colocar la siguiente información: Título, número de la pieza, número de dibujo, descripción de la operación gráfica, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

Se debe elegir una escala de tiempos apropiada, de manera que la representación este bien proporcionada en la hoja. Al lado izquierdo de la hoja se indican las descripciones y tiempos correspondientes al operario y a la derecha se coloca el tiempo de trabajo y el tiempo muerto de la máquina, o máquinas. El tiempo de trabajo del operario se representa con una línea recta

vertical continua y la interrupción de esta representa tiempo muerto del operario. De la misma forma una línea vertical continua debajo de cada máquina, representa trabajo de ésta y la interrupción indica su tiempo muerto. Los tiempos de carga y descarga, se indican por medio de un trazo punteado, bajo la columna de la máquina.

#### **1.3.4.5 Diagrama bimanual**

Este es un instrumento para el estudio de los movimientos en la operación, presentando los movimientos realizados por la mano derecha e izquierda, así como las relaciones entre divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo realizado, por ambas manos. Con este diagrama se pretende mejorar la operación, analizando los diferentes detalles de los movimientos. Analizando los detalles se identificarán movimientos ineficientes.

Este medio gráfico facilitará el cambio de un método, para lograr una operación equilibrada de ambas manos y que elimine los movimientos inefectivos, que permitan tener un centro de trabajo menos fatigoso y más productivo.

Para la elaboración del diagrama bimanual, hay que tomar en cuenta los diez y siete movimientos fundamentales llamados therbligs que afirmaron los hermanos Frank y Lilian Gilbreth, que se aplica a todo trabajo productivo, realizado por las manos de un operario.

Definiciones de los therbligs efectivos:

- a) Alcanzar. Corresponde al movimiento de una mano vacía sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él.

- b) Mover. Corresponde movimiento de la mano con carga.
- c) Tomar. Es el movimiento elemental, que hace la mano al cerrar los dedos rodeando una pieza para asirla en una operación.
- d) Soltar. Este elemento es la división básica, que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto.
- e) Precolocar en posición. Consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.
- f) Usar. Tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto durante la parte del ciclo que se realice trabajo productivo.
- g) Ensamblar. Es cuando se reúnen dos piezas embonantes.
- h) Desensamblar. Ocurre cuando se separan piezas.

#### Definición de los therbligs inefectivos

- a) Buscar: Es el elemento básico de localizar un objeto.
- b) Seleccionar. Este se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o mas semejantes.
- c) Colocar en posición. Es el elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto de modo que quede orientado correctamente en un sitio específico.

- d) Inspeccionar. Es un therblig incluido en la operación, para asegurar calidad aceptable, mediante una verificación regular, que realiza el trabajador.
- e) Planear. Proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir.
- f) Demora inevitable. Esta demora inevitable, es una interrupción que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo.
- g) Demora evitable. Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, intencional o no.
- h) Descansar. Aparece periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga.
- i) Sostener. Esta es la división básica que tiene lugar, cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil.

### **1.3.5 Planificación de la producción**

La tarea de la planificación de la producción es utilizar los recursos de la planta eficientemente como son: Mano de obra, materiales, maquinaria, energía y tiempo.

Con el plan de producción determinaremos las actividades que se llevaran a cabo para las operaciones de la empresa.

Para realizar una buena planificación, se hace necesario un estricto control de los pronósticos de riesgo, ya que la proyección de estos será lo que nos indicará, la cantidad de producción que se necesita para cada periodo de tiempo, permitiéndonos así realizar los diferentes programas de interrelación de recursos, para cumplir con la producción requerida indicada por la proyección.

## PRONÓSTICOS

Son el punto de partida para planificar, ya que con ellos se determinará la cantidad a producir, en un determinado periodo, a continuación se describe el procedimiento para calcular los pronósticos.

El primer paso será graficar, pudiendo así identificar el tipo de curva que adopta y así reconocer que familia de métodos se adapta a dicho comportamiento.

Como segundo paso se realiza un análisis primario, en el cual se establece a que grupo de familias de demanda pertenece, pudiendo así evaluar solamente los métodos que se adapten a la tendencia de la curva.

Se realiza un análisis secundario como tercer paso, el cual es de tipo cuantitativo, haciéndolo con los métodos elegidos en el análisis primario. Para realizar el análisis secundario, se utiliza el método de evaluación que consiste en regresar unos periodos de ventas reales y se calculan los pronósticos de evaluación, para estos periodos de ventas reales.

Después se comparan matemáticamente los pronósticos reales con las ventas reales y se obtiene una diferencias entre estos, hasta terminar con todos los periodos elegidos, a estos datos se les conoce como error. Luego se obtiene el error acumulado, que es la sumatoria del valor absoluto de los errores, este ultimo dato del error acumulado es el que interesa, se realiza la comparación entre los métodos elegidos y aquel método matemático que tenga el menor error acumulado, será el que se asemeja con la tendencia real del producto y por lo tanto el elegido.

Como cuarto y último paso conociendo el mejor método y a través del análisis secundario, se aplica el método que dio el menor error acumulado, con la diferencia de que ahora se aplica con todos los datos que se cuentan.

Los pasos para planificar la producción continua son:

A) Determinar los requerimientos de producción.

Es la cantidad de tiempo necesario, para realizar la producción requerida de acuerdo a los pronósticos de ventas, para esto se hace necesario tener el ritmo de producción.

B) Determinar los costos de producción

Dentro de estos costos se incluyen: materiales, mano de obra y almacenamiento del producto. Los costos que intervienen en el recurso humano son la mano de obra directa e indirecta en el área de producción. El

costo de almacenamiento, se refiere al tiempo que se tiene en bodega el producto terminado.

El costo por hora de producción, se obtendrá por medio de la siguiente formula:

$$\text{Costo por hora} = C \text{ mat} + C \text{ mo} + C \text{ alm}$$

C mat = Costos materiales

C mo = Costo mano de obra

C alm = Costo de almacenamiento

El costo de los materiales, se obtiene multiplicando el costo en materiales por producto terminado por el ritmo de producción. El costo de la mano de obra se obtiene sumando la mano de obra directa más la mano de obra indirecta. El costo de almacenamiento es el costo de mantener almacenado el producto por unidad de tiempo.

### C) Disponibilidad de tiempo

Éste es el tiempo ordinario disponible, con que se cuenta para realizar el trabajo de producción. Como tiempo extraordinario entendemos al periodo laboral después de la jornada normal de trabajo sin exceder de 12 horas diarias que estipula el decreto 1441 del código de trabajo.

#### D) Asignar recursos

La asignación de recursos ,se hace por medio de una matriz, en la cual se tiene el tiempo disponible, tomando en cuenta el tiempo normal y el extraordinario, en el otro extremo se coloca el tiempo requerido y el costo por periodo esta en la parte inferior, para así obtener el Costo total. Esta matriz se realiza con las distintas jornadas, usando la que de menor costo.

#### E) Tomar la decisión

Se elegirá la opción del menor costo, en la matriz de planificación, pero muchas veces si la diferencia no es significativa, se sigue utilizando la jornada de trabajo normal de la empresa. En caso de que la empresa no cumpla con la jornada normal, se puede hacer uso de estrategias alternativas para seleccionar otros planes de trabajo, siguiendo los pasos en las literales:

C) Determinar la disponibilidad de tiempo

D) Asignar recursos

E) Tomar decisión

Una mala planificación llevaría a desperdiciar los recursos, por esta razón es importante realizar la planificación adecuada, al tipo de producción que se tenga en la planta.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ENVASADO**

A continuación se describen las características actuales que posee el sistema de envasado de la fábrica de cloro KAFRAMI ,S .A.; la cual permitirá ,identificar las oportunidades de mejora con que cuenta el sistema, a fin de hacerlo mas productivo.

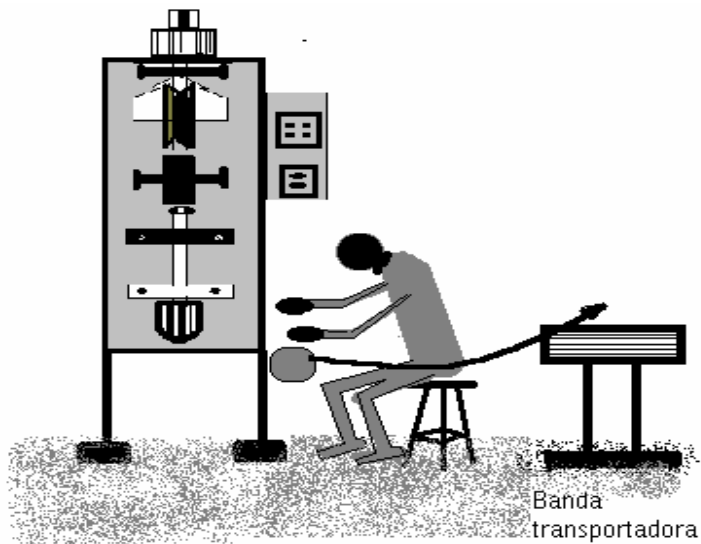
### **2.1 Descripción de la situación actual**

La sección de envasado trabaja a un ritmo de producción de 80 envases por minuto, en las cuatro máquinas llenadoras y cada una de éstas realiza veinte envases por minuto. En esta área de envasado están cargadas todas las operaciones relacionadas con el empaque del producto final. Actualmente trabajan con un total de cuatro operarios de máquinas, un empacador de corrugado, un supervisor y un encargado de mantenimiento.

En cuanto a condiciones generales de trabajo se pudo verificar, que los niveles de ruido, ventilación e iluminación son adecuados para que no afecte el trabajo que realizan. Como equipo de protección cada operario posee: casco, bata y mascarilla de protección en caso de algún derrame del gas cloro.

Se concluye que las condiciones de trabajo son aceptables pero no las optimas, pues se realizan en posiciones incomodas, cada operario cuenta con un banco sin respaldo, a una altura inadecuada y forzando la espalda, al rotarla para depositar el producto empacado en la banda transportadora, en figura 2 página 24 se muestra la posición del operario al momento de estar laborando.

**Figura 2. Postura del operador en su estación de trabajo.**



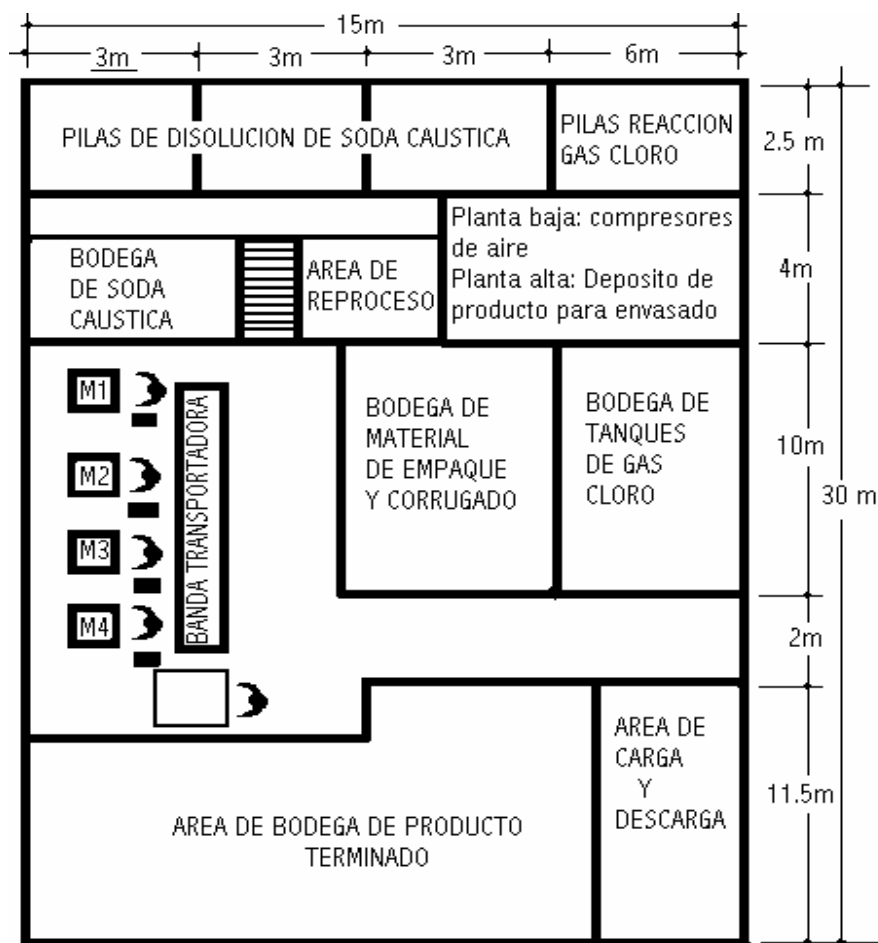
### **2.1.1 Distribución de equipo en planta**

Equipo disponible:

- 3 pilas de disolución de soda cáustica de 11,200 litros c/u
- 2 pilas adherencia del gas cloro también llamadas de producto terminado de 11,200 litros
- 1 deposito de abastecimiento del área de envasado
- 2 compresores de aire de 60 psi
- 4 máquinas llenadoras
- 1 banda transportadora
- 1 montacarga manual ( hand palet truck)
- 8 tanques de gas cloro de una tonelada

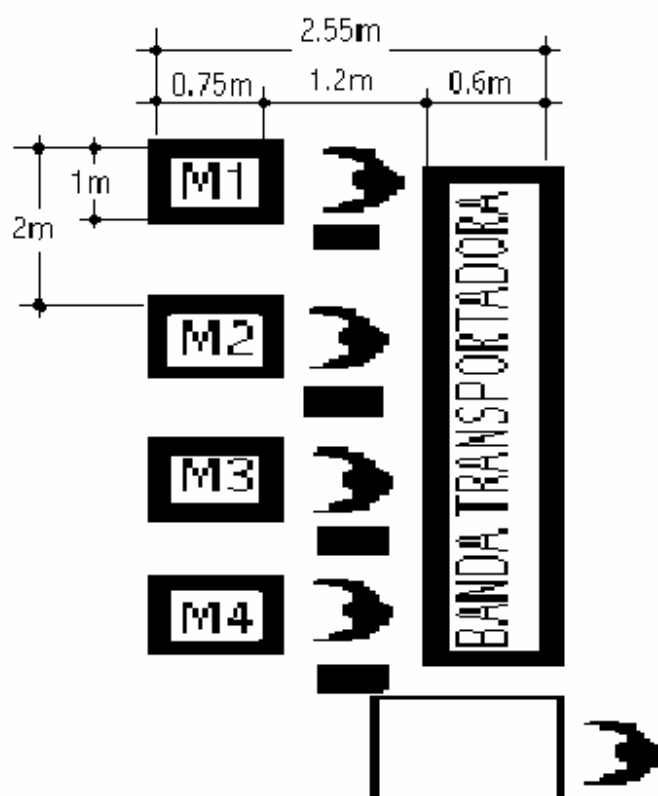
La distribución del equipo se presenta en el siguiente plano ( figura 3, pagina 25). La distribución de la maquinaria de envasado, esta dispuesta en una línea de ensamble, que hace al proceso más productivo pero, la ubicación actual de las máquinas provocan que el trabajador realice un mayor esfuerzo, haciéndose necesaria su reubicación y tomando en cuenta, que el operario trabaja a un ritmo mas rápido que la máquina, se realizará un estudio de tiempos y movimientos, que se registrarán en un diagrama bimanual y una reubicación, que nos permita aprovechar espacios dentro de la planta.

**Figura 3. Plano planta de producción**



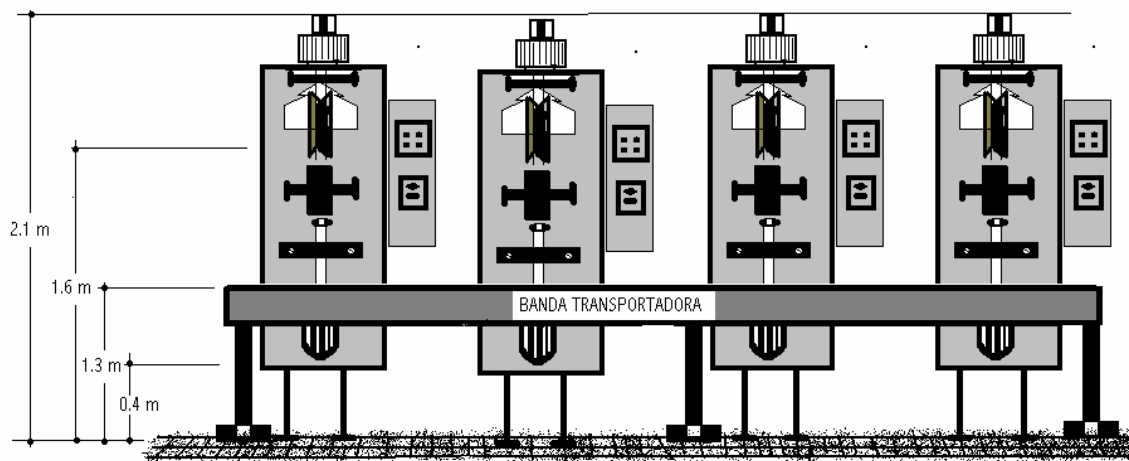
En la figura 4 se presentan las especificaciones de la distribución del área de envasado actual.

**Figura 4. Distribución actual de la maquinaria en el área de envasado.**



Como se puede observar, los operarios cuentan con poco espacio y los obliga a realizar movimientos de torsión en la espalda, para poder trasladar el producto, a la banda transportadora.

**Figura 5. Vista lateral de las máquinas.**



En esta figura podemos apreciar, que la altura a la que el trabajador está ubicado, lo obliga a posicionarse de forma incomoda ya que el producto lo empuja a una altura de 1.6 metros, para luego rotar la espalda para realizar el sellado y una última rotación, para colocar el producto sobre la banda transportadora. Las máquinas tienen una altura de 1.7 metros y están situadas 40 centímetros por arriba del nivel del piso.

### **2.1.2 Manejo de materiales**

De los materiales que se manejan dentro de la planta, el de más cuidado es el gas cloro ya que este puede causar irritación respiratoria grave o en el peor de los casos, la muerte por asfixia; si se sufren exposiciones agudas por concentración alta o tiempo extenso.

Para el manejo de los tanques de una tonelada, se hace necesario inicialmente la inspección de la cubierta protectora, comprobando que se encuentre en su lugar y se debe verificar que la válvula de salida no presente fugas. El manejo actual de los tanques de gas cloro de una tonelada, se realiza por medio de un montacargas manual, movilizándolo de forma horizontal.

Los tanques de gas cloro, se almacenan actualmente alineados en forma horizontal, en un área limpia y ordenada, lejos de cualquier otro gas o piezas que golpeen los cilindros y que podrían causar incendio por reacción. Se almacenan en un lugar ventilado y se separan inmediatamente, los tanques llenos de los vacíos para que no exista vibración entre ellos, se verifican constantemente y en caso de un pequeño derrame, se utiliza amoniaco, para eliminar el peligro de asfixia. Antes de conectar un tanque de cloro al proceso, se debe verificar que los dos estén a la misma temperatura.

El almacenaje del cartón corrugado, empaque y soda cáustica es inapropiado, ya que el área destinada para el almacenaje de esta es muy reducida, estas las movilizan los mismos operarios de forma manual, hasta el punto destinado para el almacenaje. Para el producto en proceso, se cuenta con una banda transportadora, que permite el traslado de los paquetes de doce populinos, hasta el área de empaque final.

Para la alimentación de las máquinas, se utiliza un sistema de conducción por medio de tuberías, que en el caso del cloro como producto es distribuido por gravedad, desde el tanque de captación hasta las maquinas llenadoras. El aire comprimido necesario para activar las electro válvulas, se conduce a una presión de 60 psi.

### **2.1.2.1 Ubicación y distribución de los materiales en la planta**

Actualmente dentro de la planta se encuentran, las áreas bien delimitadas para el almacenaje de cada uno de los materiales pero, por no realizarlo en forma adecuada, se encuentran apilados de forma desordenada, provocando interrupciones, en la movilización de otros materiales o en el movimiento de los operarios

El producto terminado, se almacena en tarimas de un área de un metro cuadrado, con capacidad de 72 cajas cada una y el área destinada para producto terminado, tiene la capacidad de almacenar 81 tarimas. Para el material de envasado y empaque se cuenta con 40 metros cuadrados, disponibles que resultan escasos ya que estos materiales, se compran en grandes volúmenes. En el caso de la soda cáustica se pudo verificar que el área actual de almacenaje es adecuado, para mantener las cantidades que adquiere la empresa.

### **2.1.2.2 Control de calidad antes, en, y pos, envasado.**

El control que se efectúa dentro de la planta antes del envasado, es una prueba de calidad de disolución en el cloro, para verificar que el producto a envasar cumpla con los requerimientos mínimos.

Durante el proceso, se realizan inspecciones de los envases de populinos, apretándolos para detectar derrames, verificado que no existan atributos alterados en el mismo. Después del empacado, el operador hace la verificación de merito, antes de introducirlo dentro de la caja.

Es importante resaltar que, el hecho de que exista mucha inspección en el proceso de producción, se debe a que el producto no sale bien sellado de las máquinas llenadoras y a la vez el problema de estas, consiste en la falta de planificación en el mantenimiento.

## **2.2 Productividad**

La productividad dentro de la planta se ve afectada por los siguientes factores:

- Las condiciones ergonómicas a las cuales están expuestos los trabajadores.
- La falta de un mantenimiento adecuado a las máquinas, que imposibilitan una uniformidad de la calidad del producto.
- El no someter las operaciones a un análisis para su mejora.
- Problemas con la importación de gas cloro.
- Cambios bruscos en la demanda.

### **2.2.1 Factores controlables**

Los trabajadores padecen problemas menores en la espalda y manos, por operar en condiciones ergonómicas inadecuadas, estas posiciones incómodas, provocan improductividad ya que después de estar expuesto a operar de esta forma, se ve afectado su rendimiento. Por lo tanto se hace necesario someter a un análisis el área de trabajo, a fin de mejorar la posición de operación.

Las máquinas no cuentan con un sistema de mantenimiento preventivo, que permitan un nivel de producción adecuado, para cumplir con los planes y programas de producción.



### **2.2.2 Factores fuera de control**

El gas cloro en tanques de una tonelada, actualmente es importado por una industria de productos químicos, lo que provoca en ocasiones de mucha demanda, escasez, que para la empresa motivo de estudio es perjudicial, pues se paralizan las labores de la planta hasta conseguir este producto a mayor precio en el extranjero.

Cuando la demanda es menor a la capacidad máxima de la planta, se trabaja ocupando solo parte del tiempo productivo disponible diario y cuando ésta es elevada, no se puede suplir a todos los clientes provocando así que estos compren el producto con la competencia.

### **2.3 Proceso de producción de envasado**

La principal función de la empresa es producir cloro, pero gran parte del éxito lo constituye un sistema de embazado eficiente. Cuando el cliente adquiere el producto espera que el mismo reúna las características mínimas necesarias de calidad en cuanto a limpieza y desinfección; por lo consiguientes se debe contar con un envase de calidad.

El proceso de envasado de la fábrica, absorbe la mayor cantidad del recurso humano, ya que actúa de manera directa, la mano de obra de los operarios para que al final se tenga un producto empaquetado, en caja de cartón corrugado, listo para ser distribuido. Este proceso empieza en cada una de las cuatro máquinas llenadoras, en donde cada una realiza un envasado de veinte unidades por minuto.

El operario toma cada unidad y las introduce dentro de las bolsas, para formar paquetes de una docena cada uno, inmediatamente después se realiza el sellado de los paquetes, en una selladora manual y mientras se da este proceso, empieza a llenar otro paquete para posteriormente colocarlo sobre la banda transportadora de paquetes, hasta la siguiente estación de trabajo, en donde son introducidos en cajas de cartón corrugado.

El operador encargado del producto terminado, arma cada caja y después es llenada con seis paquetes de una docena, posteriormente se coloca sobre la tarima y trasladada al almacén, esta tiene una capacidad de conducción de 72 cajas de producto estivado.

Por lo repetitivo del proceso es importante que la persona encargada de analizarlo, se detenga a verificar los movimientos que se hacen, tratando de identificar alguna oportunidad de mejora ya que un pequeño cambio cualitativo, repercute en mejorar la productividad de la empresa.

Diagrama de flujo de operaciones.

En el diagrama de flujo, que se presenta en la figura seis, se puede observar en los tiempos especificados que el operario esta trabajando a un ritmo mas rápido que la máquina, dando como resultado, un tiempo de óseo en cada un de las cuatro estaciones de trabajo; ésta pérdida mínima de segundos por estación de trabajo provoca déficit para la empresa en un turno y una perdida marcada, al momento de programar horas extras.

Del depósito de cloro listo para envasado, es transportado a cada una de las máquinas por medio de un sistema de tuberías, que por gravedad permiten un suministro continuo de producto a las máquinas.

**Figura 6. Diagrama de flujo de envasado de cloro**

Fecha: 03/03/2005

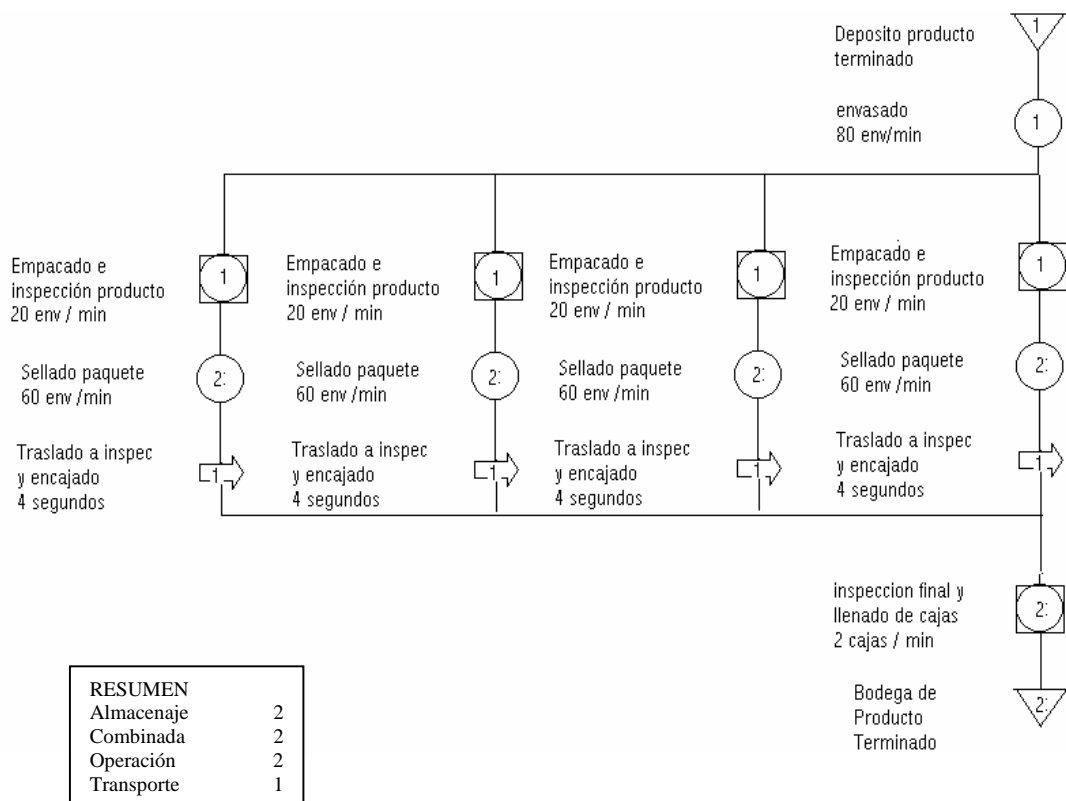
Fabrica: KAFRAMI,S.A.

Operación: envasado de cloro

Analista: Oscar Guillén

Método: Actual

Diagrama de flujo de operaciones



**Figura 7. Diagrama bimanual Empaquetado de envases.**

OPERACIÓN: Empaquetado de envases  
 MÉTODO: Actual  
 DIAGRAMA BIMANUAL

ANALISTA: Oscar Guillén  
 FECHA INICIO: 2/2/2005  
 FECHA FIN: 2/2/2005

Descripcion mano izquierda	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripcion mano derecha
Agarra bolsa	●				●				Pone bolsa en posición
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Sostiene bolsa				●					mueve mano a envases
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Sostiene bolsa				●					mueve mano a envases
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Sostiene bolsa				●					mueve mano a envases
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Sostiene bolsa				●					mueve mano a envases
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Sostiene bolsa				●					mueve mano a envases
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Sostiene bolsa				●					mueve mano a envases
Sostiene bolsa				●					Agarra 2 envases
Sostiene bolsa				●					Introduce envases en bolsa
Lleva bolsa llena a sellador	●				●				espera
Precoloca en posición sellado	●				●				Precoloca en posición sellado
	RESUMEN								
	M. I.	M.D.							
OPERACIONES	2	15							
TRANSPORTES	1	4							
DEMORAS	0	1							
SOSTENER	17	0							

El diagrama presentado en la figura 7 muestra las diferentes actividades que se llevan a cabo en la estación de empaquetado. Como se puede observar, la mano izquierda realiza menos trabajo productivo que la derecha, ya que en la mayor parte del proceso se mantiene sosteniendo la bolsa mientras es llenada por la mano derecha. Por ser una operación repetitiva y ya que el

operario, prácticamente carga de la bolsa en el proceso de empaclado, se hace necesario mejorar la estación de trabajo, intentando hacer más productiva la mano izquierda.

Realizando un análisis de la operación se podrá balancear las tareas entre las dos manos, esto provocará que el operador no sufra daños en las articulaciones.

**Figura 8. Diagrama bimanual llenado de cajas.**

OPERACIÓN: Llenado de cajas  
MÉTODO: Actual  
DIAGRAMA BIMANUAL

ANALISTA: Oscar Guillén  
FECHA INICIO: 2/2/2005  
FECHA FIN: 2/2/2005

Descripcion mano izquierda	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Descripcion mano derecha
Alcanza corrugado									Alcanza corrugado
Agarra corrugado									Desdobra haciendo la caja
Agarra corrugado									alcanza sellador
Agarra corrugado									Sella parte de aajo
inspecciona									inspecciona
Alcanza un paquete									Alcanza un paquete
inspecciona calidad paquete									inspecciona calidad paquete
introduce a caja paquete									introduce a caja paquete
Alcanza un paquete									Alcanza un paquete
inspecciona calidad paquete									inspecciona calidad paquete
introduce a caja paquete									introduce a caja paquete
Alcanza un paquete									Alcanza un paquete
inspecciona calidad paquete									inspecciona calidad paquete
introduce a caja paquete									introduce a caja paquete
Piiega corrugado									Piiega corrugado
Sostiene los pliegues									Alcanza sellador
Sostiene los pliegues									Sella parte superior
Traslada caja tarima									Traslada caja a tarima
	RESUMEN								
	M I.	MD.							
OPERACIONES	8	11							
TRANSPORTES	5	7							
DEMORAS	0	0							
SOSTENER	5	0							

En esta operación las cajas de cartón corrugado vienen dobladas, a fin de que ocupe menos espacio de almacenamiento, por esta razón el operador tiene que desdoblar y hacerle la forma de cubo, para posteriormente introducir el producto y sellarla lista para ser entregado. Cada una de las actividades, es necesaria para el empaquetado final del producto. Debe realizarse una última inspección al producto empaquetado, para evitar ingresar a las cajas, envases derramados de cloro, que pueden arruinar el producto estivado.

Diagrama de recorrido

**Figura 9. Diagrama de recorrido de operaciones**

Fecha: 03/03/2005

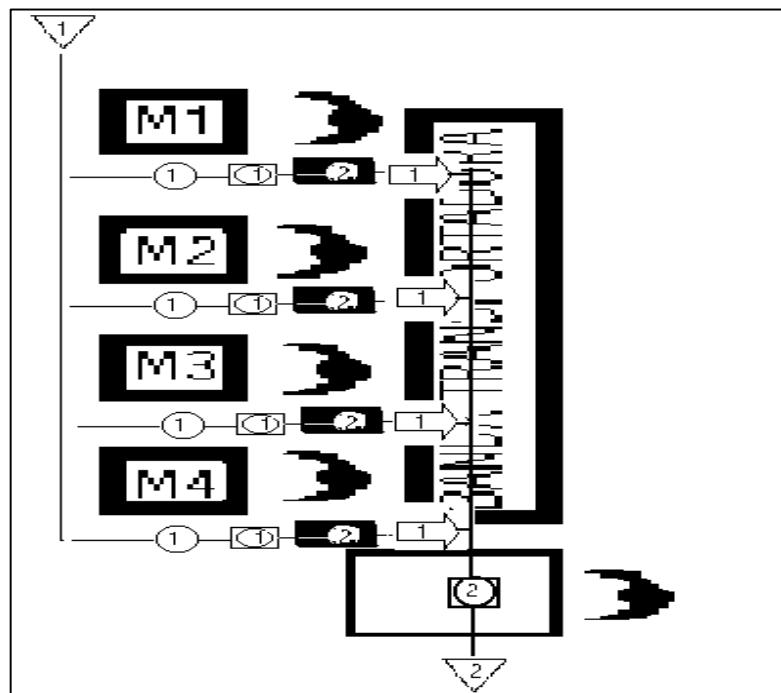
Fabrica: KAFRAMI,S.A.

Operación: envasado de cloro

Analista: Oscar Guillén

Diagrama de Recorrido de operaciones

Método: Actual



En este diagrama de recorrido (figura 9, página 36), se puede observar el flujo del material hasta que es llevado a la bodega de producto terminado. La primera operación, corresponde al envasado que realiza la máquina, después le sigue una combinación, entre inspección y operación, que es donde se realiza el empaquetado del producto, para después ser sellado. Ya sellado, el trabajador coloca el paquete sobre la banda, este es transportado hasta la última operación combinada, en donde se verifica por última vez la calidad de los paquetes, para ser encajados y almacenados en la bodega de producto terminado.

El flujo de los materiales en cada una de las máquinas, se da a un ritmo de 20 envases por minuto, ritmo al que son empacados los envases y son inmediatamente colocados en la banda transportadora, para que ya en la planta se mantenga un ritmo de 80 envases por minuto.

Como se puede ver, en el diagrama de recorrido no existen retrocesos y se encuentran cada una de las operaciones lo mas cercano posible, para que no exista un manejo innecesario de material en proceso.

Cada uno de los operarios empacadores, es responsable de la máquina donde trabaja y por consiguiente de alimentarla con materiales, controlar su funcionamiento y hacer las regulaciones necesarias y reportar al encargado de mantenimiento, cualquier desperfecto o daño identificado.

## **2.4 Planificación actual de la producción**

Para la distribución del producto se tiene un contrato con una empresa que se encarga de la logística, para que este llegue al consumidor final.

En el control interno se cuenta con un historial del producto entregado, el cual presenta un comportamiento ascendente. De acuerdo a estos datos históricos se puede planificar la compra de materias primas, tomando como referencia los pedidos que hace la empresa distribuidora. La programación se realiza semanalmente, según la cantidad de pedidos hechos por la empresa distribuidora.



### **3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL ENVASADO DEL CLORO.**

A continuación se abordan aspectos relacionados al sistema de producción de envasado del cloro, los cuales sirven de apoyo para realizar mas adelante una implementación eficiente.

#### **3.1 Calidad del producto**

Tanto el cloro como su envasado, deben poseer las características mínimas de calidad, que el cliente busca en el producto. Por lo consiguiente es necesario que se aplique un control de calidad en materia prima, materiales en proceso y producto terminado. Con esta metodología la empresa reduce costos por reproceso y gastos administrativos, a la vez se fomenta una buena imagen de la marca.

#### **3.2 Administración del personal operativo**

La administración adecuada del personal operativo, propiciará un ambiente laboral adecuado, para el buen funcionamiento de la fábrica. Para realizar una buena administración se toman en consideración los siguientes puntos:

### 3.2.1 Resistencia al cambio

La resistencia al cambio, es algo a lo que la empresa debe estar preparada para manejar; siendo necesario que antes de realizar modificaciones, se exponga la nueva idea a los trabajadores que participarán directamente en los procesos, haciendo un análisis de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades en sus puestos de trabajo. Se debe informar a los trabajadores que los cambios obedecen a mejorar la productividad y condiciones de trabajo.

### 3.2.2 Incentivos

A los trabajadores se les otorgará un bono como incentivo, por la eficiencia en el desarrollo de sus actividades. A continuación se presenta una tabla de cómo se toma la eficiencia, para proporcionar el bono de producción y de desperdicio diario.

**Tabla I. Escala de porcentajes de eficiencia para proporcionar bono de producción.**

Escala eficiencia	0-55%	55-65%	65-75%	75-85%	85-100%
Porcentaje bono	0%	16%	20%	23%	26%

**Tabla II. Porcentaje de desperdicio para proporcionar bono de desperdicio.**

% De Desperdicio	0 - 0.5	0.5 - 0.75	0.75 - 1	1 -1.35	1.35 - 1.65	mas de 1.65
% bono desperdicio	3%	2.25%	1.65%	1%	0.75%	0%

### **3.2.3 Programación del personal**

Para realizar una buena programación del personal, se debe conocer las necesidades de trabajo de una empresa y disponibilidad de mano de obra así como factores asociados.

Las etapas de solución de un problema de programación de personal son:

- Determinar la cantidad de trabajo que se va a realizar
- Determinar el personal necesario para hacer el trabajo
- Determinar la disponibilidad de personal
- Ajustar el personal a las necesidades

Para la programación del personal, también se hace necesario, crear un sistema de producción flexible, que permita realizar relevos en el proceso productivo.

### **3.3 Programación de la producción**

La programación de la producción como tarea principal, tiene el asignar responsabilidades a estaciones de trabajo, señalando los tiempos que serán necesarios para realizarlos, estipulando fechas de iniciación y terminación; tomando como referencia el plan de producción, el historial de ventas, la capacidad de la maquinaria y la eficiencia de estas, haciéndose necesario conocer el comportamiento que presenta la maquinaria, para asignar tiempos de mantenimiento.

En la programación se debe señalar específicamente la mano de obra requerida para cumplir los volúmenes pronosticados, así como la cantidad de materias primas requeridas.

### **3.4 Almacenaje de materiales**

Al realizar el almacenaje de los materiales, se debe diseñar adecuadamente un espacio físico que actúe en sincronía con las personas y el equipo. El fin principal es, guardar la materia prima o producto terminado, en óptimas condiciones, antes de ser procesado.

Para almacenar generalmente se siguen los siguientes criterios:

- Maximizar la utilización del personal
- Maximizar la utilización del equipo
- Maximizar la utilización del espacio
- Maximizar la utilización de la energía
- Maximizar la producción
- Maximizar el control de perdidas
- Maximizar el servicio a los clientes
- Maximizar la productividad
- Minimizar costos

Generalmente no se pueden satisfacer todos los criterios anotados pero, se debe diseñar haciendo uso de estos, obteniendo niveles mínimos de rendimiento aceptable.

### **3.5 Procedimiento de compra de materiales**

El siguiente procedimiento de compra, esta adaptado a las condiciones de la empresa, posee el mínimo de pasos para que este procedimiento sea lo mas efectivo y exista un abastecimiento continuo sin retrasos.

#### **3.5.1 Determinación de lo que hay que comprar y cuánto hay que comprar**

Se autoriza al jefe de compras, para que adquiera los materiales y suministros directos e indirectos necesarios para la producción. La metodología a seguir es; al programa de producción se le adjunta un listado de la cantidad de suministros necesarios, debidamente firmado por el Supervisor de operaciones y se remite al Departamento de compras, quien efectuara las adquisiciones.

Tomando en cuenta, que las áreas disponibles para almacenamiento son reducidas, se compraran los materiales por medio de un contrato, con el cual se aprovechara a realizar un pedido de cantidad optima, que nos minimice los costos y que nos garantice que esta cantidad pedida será entregada por medio de un programa, que especifique las fechas y el punto de entrega de los materiales. En este mismo contrato se especificaran los atributos característicos de cada material, así como el grado en que deberán estar presentes para que cumpla con los requisitos de producción.

La especificación adecuada de este contrato, tiene la finalidad de que el proveedor, debe tener dudas sobre lo que se desea de el y servirá para evaluar, que el material que se pidió cumpla con las características deseadas, en caso contrario no se recibe la mercadería.

### **3.5.2 Estudio de las condiciones del mercado**

El encargado de compras, debe convertirse en experto conocedor de la oferta, demanda y comercialización del producto, Como principal tarea debe enterarse de los detalles de los mercados físicos, así como las fuerzas que actúan sobre estos.

El conocimiento de los detalles físicos, ayudara a que el esfuerzo del agente comprador, lo dirija a los agentes de distribución y el conocimiento de las fuerzas que actúan en el mercado ayudara a conocer la dirección que seguirán los precios y en que cantidades se ofrecerán en venta.

### **3.5.3 Determinación de las fuentes de abastecimiento**

La principal tarea, será localizar las fuentes confiables de suministros, verificando que se pueda realizar por parte de las empresas proveedoras, de forma progresiva.

Para asegurar la continuidad de suministros, se deberá seleccionar a los proveedores, los cuales deberán cumplir con las necesidades de abastecimiento de la empresa.

La empresa como política, tratara que todas las fuentes de abastecimiento de materiales, sean localizadas en territorio nacional y en caso de que empresas nacionales no llenen los requisitos mínimos, se optara por contratar empresas internacionales.

### **3.5.4 Adjudicar y hacer el contrato de compra**

Este contrato de compra debe crear, transferir o terminar la obligación jurídica. Este expresará las condiciones del convenio entre la empresa y los proveedores. Cada uno de los pedidos se realizará después de establecido el convenio entre la empresa y el proveedor, reproduciendo una copia del pedido a la dirección general , producción y Departamento de compras.

#### **3.5.4.1 Seguimiento**

El encargado del departamento de compras, es el responsable de entrar en contacto con los proveedores, a fin de asegurar el suministro de los materiales justo a tiempo, quien llevará un registro permanente y actualizado de los pedidos que pasan por sus manos y control de inventarios.

#### **3.5.4.2 Entrega de materiales**

La entrega de materiales, se ocupará de la entrada de los mismos en los almacenes asegurando que estos, se entreguen en las cantidades y calidad especificadas.

Se deberá entregar los materiales empacados de la mejor forma, para que no se dañe el producto en el manejo y para que sea económico su traslado.

### **3.5.4.3 Comprobar la terminación del contrato**

Esta comprobación se hará, cuando el proveedor envíe la factura, solicitando el pago de los materiales entregados a la empresa. Es entonces cuando el encargado de compras, debe verificar que se halla entregado todos los materiales en cantidad y calidad especificadas, en caso de que no se hubiera llenado satisfactoriamente las especificaciones del contrato, éste no se puede dar por terminado. En el momento en que las especificaciones se han llenado satisfactoriamente, entonces se realiza el pago correspondiente, terminando de esta manera la relación contractual.

### **3.6 Mantenimiento de equipo en planta**

Cuando una instalación empieza a funcionar, se inicia paralelamente su mantenimiento, evitando que tanto el material de empaque como el producto se desperdicien. El mantenimiento de equipo, en la planta de producción de cloro, servirá para que las operaciones se lleven a cabo en condiciones óptimas; para lo cual es necesaria la identificación temprana de fallas y sus respectivas reparaciones, labor encomendada al encargado de mantenimiento.

Se debe hacer programas de mantenimiento, que permitan que las máquinas reciban los ajustes necesarios en el tiempo adecuado, de acuerdo a normas, procedimientos y especificaciones plasmadas en el manual del fabricante del equipo.



La empresa contara con un historial de cada una de las máquinas, especificando las acciones que se realizaron en cada intervención y llevando un control de los repuestos o suministros, usados en su reparación o mantenimiento.

El mantenimiento dentro de la planta se trabajara de la siguiente forma:

### **3.6.1 Mantenimiento periódico**

Todas las máquinas y equipo poseen piezas que se encuentran sometidas a cargas, que con el uso incesante provocan desgaste ya que cada pieza posee características distintas; se hace necesario verificar que estas se encuentren dentro de las especificaciones enmarcadas en el catalogo del fabricante, para que el equipo trabaje en optimas condiciones.

Al programar periódicamente el mantenimiento de las máquinas, se logra constancia en su accionar, para lo cual es necesario identificar con precisión la vida útil de esta y de sus accesorios.

#### **Programación de mantenimiento periódico**

La programación del mantenimiento, se realizara tomando en cuenta las partes de la maquinaria, que están sometidas a desgaste o desajuste, para que sean continuamente revisadas y que se ejecuten los ajustes necesarios periódicos de las piezas de las máquinas. En la tabla 3 (pagina 48) se presenta la descripción del programa mensual de mantenimiento periódico.

**Tabla III. Programación del mantenimiento periódico**

<b>Programación mensual del mantenimiento periódico de la fábrica de cloro KAFRAMI,S.A.</b>			
	<b>Trabajo a realizar</b>	<b>Día a realizarse</b>	<b>Semana</b>
1	Ajustes máquina llenadora 1 y 2	Lunes	Semana 1
2	Ajustes máquina llenadora 3 y 4	Martes	Semana 1
3	Ajustes máquina llenadora 5 y 6	Miércoles	Semana 1
4	Revisión equipo neumático	Jueves	Semana 1
5	Revisión de fugas tuberías gas	Viernes	Semana 1
6	Ajustes máquina llenadora 1 y 2	Lunes	Semana 2
7	Ajustes máquina llenadora 3 y 4	Martes	Semana 2
8	Ajustes máquina llenadora 5 y 6	Miércoles	Semana 2
9	Revisión de fugas tuberías aire comprimido	Jueves	Semana 2
10	Revisión de fugas tuberías de cloro	Viernes	Semana 2
11	Ajustes máquina llenadora 1 y 2	Lunes	Semana 3
12	Ajustes máquina llenadora 3 y 4	Martes	Semana 3
13	Ajustes máquina llenadora 5 y 6	Miércoles	Semana 3
14	Revisión de bombas	Jueves	Semana 3
15	Revisión de compresores	Viernes	Semana 3
16	Ajustes máquina llenadora 1 y 2	Lunes	Semana 4
17	Ajustes máquina llenadora 3 y 4	Martes	Semana 4
18	Ajustes máquina llenadora 5 y 6	Miércoles	Semana 4
19	Revisión de bandas transportadoras	Jueves	Semana 4
20	Revisión de bandas transportadoras	Viernes	Semana 4

### **3.6.2 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo será realizado en las máquinas llenadoras, las pilas de proceso de soda, tubería, compresores de aire y tanques que contienen el gas cloro.

Este mantenimiento es muy importante, porque trabaja el equipo donde se da el transporte, almacenamiento y reacción de los químicos con los que obtenemos el producto final, que es el cloro como limpiador y desinfectante. También es importante, mantener el equipo en buenas condiciones ya que un derrame de estos líquidos puede causar desde daños en las instalaciones, y en casos extremos, hasta la muerte de los operarios por asfixia.

Como auxiliar en el mantenimiento preventivo, se utilizarán las especificaciones del equipo, suministrado por el fabricante de las piezas para trabajar, planificando los distintos compromisos a realizar. Como auxiliar se utilizará también, el mantenimiento periódico ya que este aunque por un breve lapso de tiempo, pone al personal de mantenimiento en contacto con las partes del equipo, que presenten algún desgaste que pueda ser detectado con facilidad para evitar el daño de algún equipo, en funcionamiento.

### **3.6.3 Mantenimiento correctivo**

Este se realizará, cuando se produzca alguna avería que no permita el funcionamiento del equipo, en óptimas condiciones y ponga en riesgo al personal o la calidad del producto.

Es importante, que el encargado del mantenimiento este bien capacitado en cuanto al funcionamiento de la maquinaria. Las piezas que lo componen, como trabajan estas y lo más importante que sepa identificar las fallas, así como realizar las reparaciones correspondientes, en el menor tiempo posible para evitar paros, que afecten los programas de producción.

Para realizar este mantenimiento, se tendrá el stock necesario de herramientas, para que el personal idóneo desempeñe su labor, así como también un stock de repuestos, para que las reparaciones a las averías que se susciten, puedan ser arregladas lo más rápido posible.

El mantenimiento correctivo, será vital en la planta ya que en caso de que ocurra alguna falla, se realizarán las reparaciones inmediatas y permitirá que la maquinaria trabaje de acuerdo a lo planificado, para cumplir los programas de producción.

#### **4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO PROCESO DE LLENADO EN EL SISTEMA DE ENVASADO DE CLORO**

En los puntos siguientes, se presentan las diferentes características y descripciones del proceso de llenado, en el sistema de envasado propuesto, para mejorar la productividad de la fábrica.

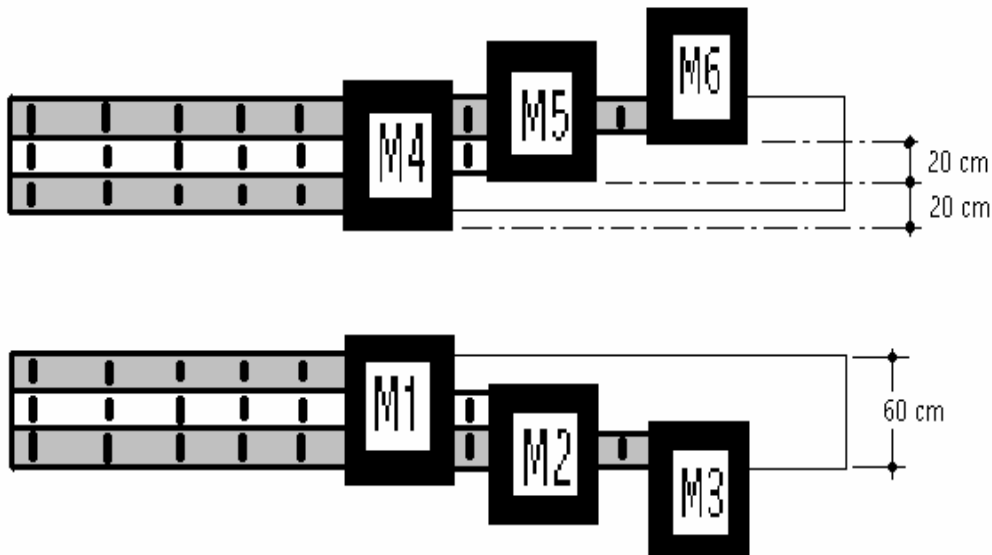
##### **4.1 Características del sistema a implementar**

El sistema a implementar, debe poseer las cualidades necesarias para que sea una línea de producción eficiente, entre estas se debe realizar una buena distribución del equipo, manejo eficiente de los materiales y velar por la calidad del producto en proceso y terminado.

##### **4.1.1 Distribución de la maquinaria**

La distribución se hará colocando las máquinas llenadoras con un desfase de 20 centímetros, en la parte de arriba de cada una de las dos bandas transportadoras, con esto lograremos que cada una, descargue directamente por gravedad sobre la banda transportadora y permita la adecuada circulación del producto. En la figura 10 (pagina 52) se presenta la distribución de las máquinas sobre las bandas transportadoras.

**Figura 10. Distribución de la maquinaria**



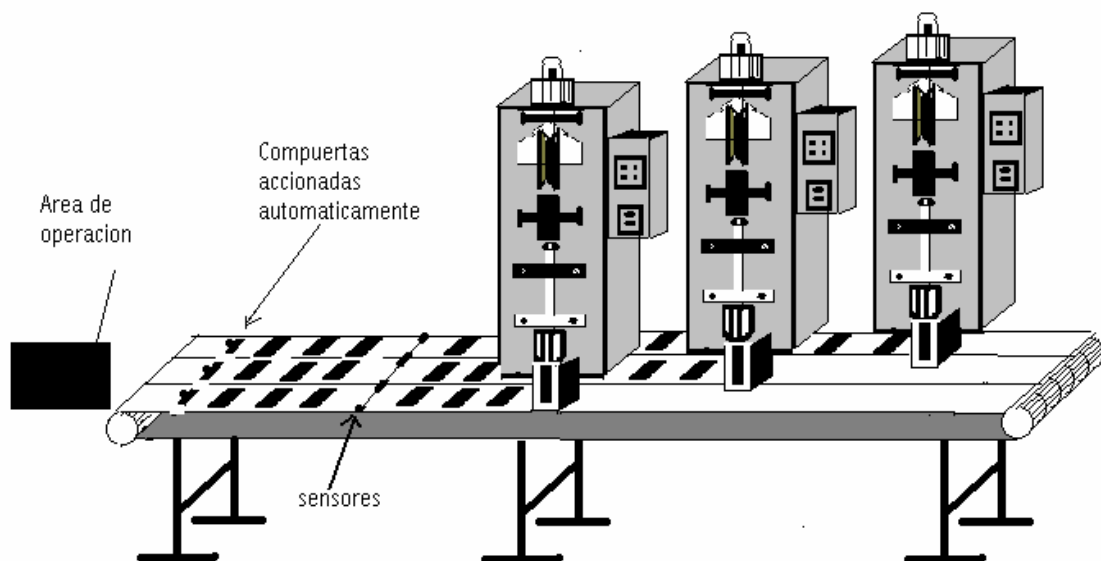
Las máquinas estarán distribuidas como se puede observar, para que permitan al operador realizar su trabajo eficientemente, ya que es necesario movilizarse entre las mismas para poder activarlas, cargarlas de material y mantener un control constante para realizar los ajustes necesarios.

Por las altas demandas, se hace necesario que se queden trabajando los operarios horas extras, lo cual representa mayores costos para la empresa. Es por esta razón y que debido a la nueva distribución de la maquinaria se podrán colocar dos máquinas más, en la línea de producción aprovechando la mano de obra, esto hará que la planta trabaje con seis máquinas, a un ritmo de 40 envases más de producción por minuto, trabajando únicamente en tiempo normal y en el momento en que aumente la demanda, se podrá trabajar horas extras o doblar turno pero a un menor costo ya que se trabaja a un ritmo de producción más alto.

En la figura 11 se muestra la distribución de las máquinas sobre una de las dos bandas transportadoras.

Con esta nueva distribución lo importante es que se beneficie el espacio limitado dentro de la planta, ya que se aprovecharan las tres dimensiones para la colocación de la maquinaria y las estaciones de trabajo. Es importante, que los espacios de almacenaje se aprovechen al máximo ya que al aumentar el índice de producción, aumentaran las necesidades de almacenamiento y movimiento de materiales dentro de la planta.

**Figura 11. Distribución de la maquinaria sobre la banda transportadora.**



Las máquinas, se elevaran 140 centímetros del nivel del piso y estarán colocadas 20 centímetros arriba de las dos bandas transportadoras, con un desfase de 20 centímetros en la alineación sobre el horizonte entre cada máquina como se ve en la figura anterior, con la finalidad de que cada una de ellas tenga un área destinada para descargar el producto, en la banda transportadora.

En cada una de las bandas transportadoras, el producto de cada una de las máquinas, se movilizara por un carril independiente, que se montara sobre la banda transportadora.

La máquina trabajara al ritmo de 20 envases por minuto, esto quiere decir que sobre la banda transportadora, cada máquina descargara un envase cada tres segundos, los cuales se movilizaran, cada uno dentro de su carril y formara una fila de envases. Por lo tanto se instalara en cada carril un sistema automático, que permitirá formar los grupos de 12 envases sobre la misma banda transportadora. Al momento de completarse los 12 envases, habrá un sensor electrónico que dará la señal a un circuito central electrónico que accionara automáticamente la compuerta, que liberará el grupo de los 12 envases, para que este se almacene en una bandeja al final de la banda transportadora, que permitirá almacenarlos para que ya en la estación de trabajo, el operador únicamente accione un botón, para poder empacar el producto.

El sistema automático, funcionará por medio de un emisor de luz que será colocado en la pared de los carriles y un sensor luminoso, que estará colocado frente al emisor en la pared opuesta del carril, para que cuando cada uno de los envases pase por el área, se interrumpa el haz luminoso y este dato se registre en el sistema central electrónico.



Con la interrupción del haz luminoso cada vez que pasa el producto, se registra un conteo interno, que al momento en que registra 12 envases, el sistema automáticamente abre una compuerta que libera el producto, sobre la banda transportadora, para que se almacene en la bandeja de almacenaje, en espera para el empaque y al mismo tiempo se resetea el sistema, para que inicie el conteo de agrupación, para el siguiente empaquetado.

Este tipo de distribución de la maquinaria, es factible pues cuenta con un volumen y peso, que no requiere de montajes de alto costo y que se adapta a las condiciones físicas del área destinada para la producción del envasado de cloro, ya que la máquina se alimenta automáticamente. El peso de los materiales utilizados en el envasado en cada momento, no interfiere en el funcionamiento de la maquinaria.

Cada máquina descarga un total de 20 envases por minuto, entonces sobre la banda transportadora, se moviliza este producto ordenadamente, siguiendo el carril destinado para cada uno dentro de la banda transportadora, hasta llegar al banco de trabajo, en donde los operarios realizan el empaquetado final.

El empaquetado final, resulta ser una operación más simple que la que se realizaba con el método anterior ya que como el producto de cada máquina, es transportado de forma individual, permite el agrupamiento de los 12 envases de forma automática.

Este empaquetado se realiza en el puesto de trabajo, dispuesto inmediatamente después de la banda transportadora, consta de espacio suficiente, para que los operarios realicen el empaquetado de 12 envases

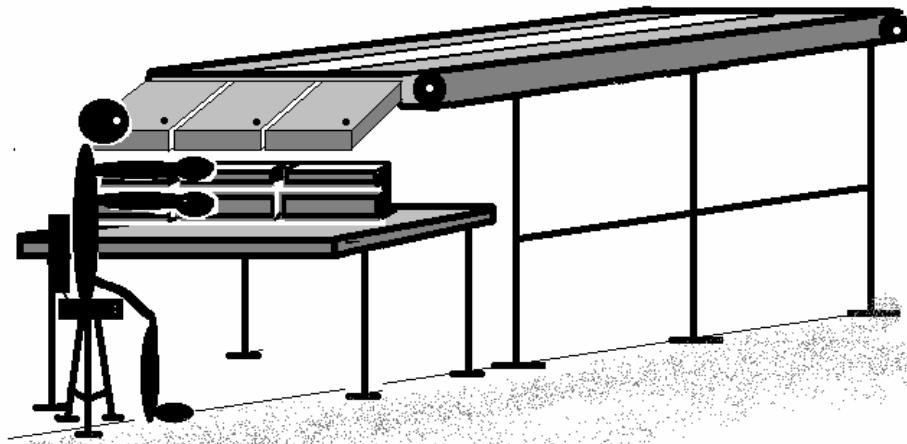
dentro de una bolsa plástica, que posteriormente sellan con las máquinas selladoras dispuestas en la estación de trabajo. En la parte central entre las dos estaciones de trabajo, existe un resbaladero que por gravedad hace bajar los paquetes de 12 envases, al puesto de trabajo, en donde se encuentra el operario, que se encarga de ingresar 6 de estos paquetes, dentro de una caja de cartón corrugado.

En la figura 12 (pagina 57), se muestra una de las dos bandas transportadoras con su estación de trabajo de empaquetado.

Esta estación de trabajo, se diseño utilizando las medidas corporales de la población guatemalteca, para que las dimensiones, en donde se realiza esta operación tan repetitiva, sean las adecuadas permitiendo al trabajador posturas eficientes y que no lo dañan. En esta estación de trabajo el operario mantiene una buena postura en una silla con respaldo ajustable, lo que les permite cambios de posición, en la estación de trabajo ya que por las medidas de diseño, permiten el trabajo ya sea sentado en la silla ajustable o parado.

Este diseño, logra eliminar movimientos ineficientes y repetitivos que, a largo plazo causaba en el trabajador dolor de espalda por movimientos de torsión, dolor de muñecas por cargas repetitivas de producto y fatiga que influían en la eficiencia de su trabajo diario.

**Figura 12. Estación de trabajo de empaquetado.**



#### **4.1.2 Manejo de materiales**

El manejo de materiales dentro de la empresa, se hará por medio de diferentes sistemas, de acuerdo a los materiales que desea movilizarse, teniendo especial cuidado con agentes tóxicos y tomando en cuenta que debemos manejar los materiales en cantidades mayores y al menor costo posible.

Para transportar el producto envasado al área de empaque, se usara dos bandas transportadoras de correa, las cuales tienen una correa sin fin, que se traslada acarreado los envases ordenadamente, por el interior de canales adaptados en la estructura que sirve de soporte, la correa de goma es el medio de transporte, hasta la estación de trabajo del operador.

Para el traslado de los paquetes, de la estación de empaquetado se utilizara un transportador de patín, para que el producto sea trasladado, por gravedad hasta la siguiente estación, a una altura en que el operario pueda realizar el encajado final del producto.

Para la conducción de los gases, se usara sistemas cuidadosamente instalados, para transportar el gas cloro ya que fugas de este gas podrían crear ambientes tóxicos que podrían causar la muerte por asfixia a los trabajadores.

En el caso de la conducción del aire comprimido, que sirve para el accionar de las electro válvulas, se debe instalar un sistema de mangueras sin fugas, que hagan que no llegue al equipo la presión necesaria y que podría ocasionar mal funcionamiento, en el equipo neumático.

Para el transporte de líquidos se usara un sistema de tuberías, que por medio de una bomba de 0.5 HP se transportará el cloro como producto limpiador, hacia un depósito. Posteriormente se aprovechara la gravedad, para la circulación del producto, a través del sistema de tuberías, que alimentan las máquinas envasadoras.

Estos sistemas de gases y líquidos mantienen una circulación continua, asegurando así el aprovisionamiento de las máquinas. Para el aprovisionamiento del material de envasado, se tendrá una persona encargada de alimentar cuando lo necesite cada máquina.

El almacenamiento influye significativamente, en la productividad del sistema que estamos implementando, siendo necesario que se siga un método adecuado.

El almacenaje de la materia prima y producto terminado, se contara con áreas perfectamente niveladas, en donde se usara la mayor cantidad de volumen de espacio disponible, apilando la mayor cantidad de material o producto posible en bloques, que permitan mantener un control adecuado de la cantidad que hay almacenada.

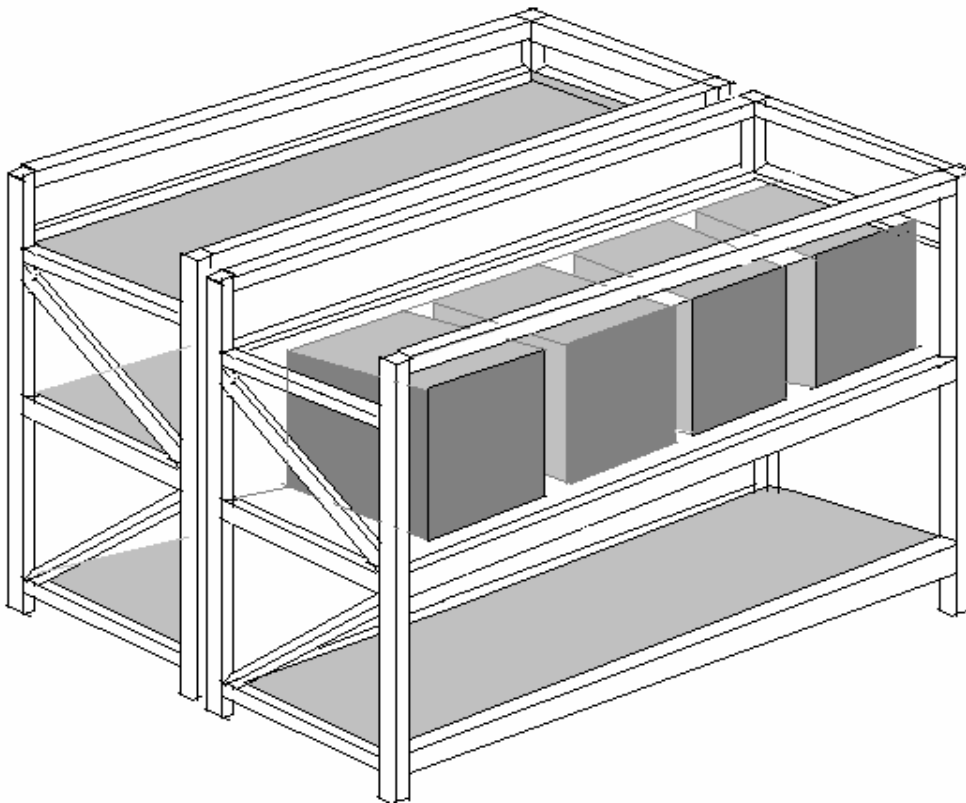
Para el aprovechamiento de todo el espacio disponible, se utilizaran estantes con capacidad de almacenar dos plataformas de fondo y dadas las condiciones de altura de la planta para la materia prima, se tendrán únicamente tres estantes de altura ya que la materia prima, se puede apilar en mayor cantidad, sin que se arruine los materiales. Para el producto terminado se tendrán dos plataformas de fondo, con cinco estantes de altura, lo que permitirá almacenar grandes cantidades de producto, dentro de la planta aprovechando el espacio escaso disponible y permitiendo manejar mayores cantidades de producto con equipo motorizado.

El almacenamiento de los materiales en este tipo de estantes, admite grandes cantidades apiladas sin que represente riesgo alguno para el personal ni para el equipo de la planta. Este método de almacenaje permite el libre traslado dentro de la misma.

En la figura 13, se presenta la forma de los estantes, como se almacenaran los materiales dentro de la planta. Sistema que permite la utilización al máximo del volumen disponible, dentro de cada una de las áreas destinadas para almacenamiento y con el uso del montador de carga, se

agilizara el traslado de los materiales a través de los pasillos como se vera en los planos que se presentaran mas adelante.

**Figura 13. Estantes de almacenamiento.**



#### **4.1.3 Control de calidad**

La calidad del producto, deberá garantizarse por medio de un estricto control que permita actuar de forma preventiva, analizando materia prima, producto terminado y en proceso, utilizando técnicas de muestreo, que garanticen al consumidor un producto confiable.

#### **4.1.3.1 Producto terminado**

El control de calidad para producto terminado, se llevara a cabo por medio de un muestreo de aceptación utilizando las tablas de la Militar Standard, haciéndose necesario analizar lotes de producto terminado. En la empresa cada tarima de producto terminado cuenta con un total de 5184 envases, con lo cual según las tablas de muestreo de aceptación simple, indica que de acuerdo al tipo de inspección que se tenga, se debe elegir de la tabla maestra para inspección normal muestreo sencillo (ver anexo 2, página 104) letra clave del tamaño de la muestra MIL-STD-105D (norma ABC) una letra toma en cuenta, el tamaño del lote y el tipo de inspección que apliquemos.

En el caso anterior utilizaremos un tipo de muestreo normal y para un lote entre 3,201 y 10,000 unidades que es el rango en donde se encuentra la cantidad de producto que contiene cada tarima, tendremos que utilizaremos la letra “ J “ para posteriormente con esta letra y el nivel de calidad aceptable obtener los parámetros adecuados. La planta trabajara con un nivel de calidad aceptable de 1.5 y utilizando la letra clave para el tamaño de la muestra, obtenemos que esta es de 80 unidades de envases, según la tabla maestra para inspección normal (muestreo simple) MIL-STD-105D (ver anexo 3, página 105), de los cuales se puede obtener como máximo 3 unidades de envases malo, si la cantidad es mayor de 4 defectuosos se rechaza.

Al momento de ser rechazado el lote, con una inspección normal se procede a realizar el muestreo doble, utilizando la letra que identifica el tamaño de muestra "J" y con el nivel de calidad aceptable de 1.5 se debe buscar en la tabla maestra para inspección normal ( muestreo doble) MIL-STD-105D (ver anexo 4, página 106), el tamaño de las dos muestras a obtener al azar siendo estas : la muestra numero 1 es igual a 50 y el tamaño de la muestra numero 2 es igual a 50 para tener un acumulado de 100 unidades a extraer del lote .

Si se obtiene de la primera muestra un defectuoso, se acepta el lote; si se obtienen entre 2 y 4 se realiza la revisión de la segunda muestra, si el acumulado de defectuoso entre las dos muestras es mayor de cuatro el lote se rechaza.

Es importante que la empresa efectúe un análisis por medio del muestreo simple y doble, de encontrar rechazado con estos dos formas se optara por muestrear al 100 % con la finalidad de garantizar al cliente un producto de calidad.

#### **4.1.3.2 Empaque**

El material de empaque es la principal materia prima para el envasado del cloro, por lo tanto es importante evaluar los insumos toda que ingresan a la planta antes de ser introducida al proceso productivo.

Los materiales de empaque que se utilizan, para el envasado del cloro son bobinas de polímero termo encogible, bolsas plásticas para agrupar el producto en paquetes de 12 unidades y cajas de cartón corrugado que se



utilizan para el manejo de 6 de estos paquetes, llevando en total cada una de estas cajas una cantidad de 72 envases.

Para las bobinas de polímero termo encogible, se hace necesario evaluar atributos como el espesor del polímero, la serigrafía y ancho de la bobina; para las bolsas de plástico únicamente se revisara que el cierre se encuentre bien formado; para las cajas de cartón corrugado se verificará que contengan la serigrafía en buenas condiciones, que el espesor del corrugado sea el especificado, que las medidas sean las adecuadas en anchura, largo y altura, así como los dobleces que se encuentren bien realizados.

Para verificar la calidad de la materia prima se realizara un muestreo de aceptación, el muestreo a utilizar será simple y en caso de detectar materia prima defectuosa se devolverá el lote completo al proveedor y se realizara un registro de la frecuencia de devolución de lotes, de ser muy continua se optara por cambiar de proveedor.

Los lotes constan de 200 bobinas cada uno, con lo cual según el muestreo de aceptación y la letra clave del tamaño de la muestra MIL-STD-105D ( ver anexo 2, página 104) la letra característica para este tamaño de muestra es “E” utilizando posteriormente la tabla maestra para inspección normal (muestreo simple) MIL-STD-105D (NORMA ABC) ( ver anexo 3, página 105) la cantidad de muestras a sacar del lote de 200 unidades es de 13, con un nivel de calidad aceptable de 1.5 se acepta el lote, si de estas no existe ninguna defectuosa se acepta, de existir una mala se rechaza el lote.

Los lotes de corrugado constan de 2000 unidades y según el muestreo de aceptación La letra característica para este tamaño de lote es “H” y utilizando nuevamente la tabla maestra para inspección normal (anexo 3,

página 105), el tamaño de la muestra será de 50 unidades de las cuales se aceptara como máximo 2 unidades defectuosas si hay mas de dos se rechaza el lote completo.

Este muestreo de aceptación facilitara el evaluar la materia prima con una confiabilidad del 99 %, asegurando su calidad antes de introducirla al proceso de envasado.

Cada vez que se rechace algún lote se devolverá al proveedor en el caso del corrugado y las bolsas plásticas, si se refiere a bobinas se muestrearan al 100% ya que estas se trabajan contra pedido, escogiendo las defectuosas y apartándolas para reclamar devolución a la empresa proveedora. Se llevara un control estricto de los lotes rechazados por proveedor y cuando estos pasen del 5 % de lotes rechazados se optara por buscar otros proveedores.

#### **4.1.3.3 En proceso**

Para el control de calidad en el proceso de producción de envasado del cloro, se realizara un control estadístico del proceso por medio de gráficos de control que permitan analizar de una forma eficaz la variabilidad del proceso y poder verificar cuando se encuentre fuera de control. El tipo de gráfico a utilizar será el de rangos y variables.

Calculo de límites de gráfico de pesos:

$$LCx = \bar{X} \pm A_2 R'$$

$$A_2 = \quad (\text{ver anexo 1, página 103, para } n = 3)$$

$$\bar{X} = 227.83 \text{ gramos}$$

$$LCSx = 227.83 + (1.023 \times 2.35) = 230.23 \text{ gramos}$$

$$LCIx = 227.83 - (1.023 \times 2.35) = 225.42 \text{ gramos}$$

Calculo de límites para gráfico de rangos:

$$LCSr = D_4 R'$$

$$LCIr = D_3 R'$$

$$R' = 2.35 \text{ gramos}$$

$$D_4 = 2.575 \quad (\text{Ver anexo 1, página 103, para } n = 3)$$

$$D_3 = 0$$

$$LCSr = 2.35 \times 2.575 = 6.05 \text{ gramos}$$

$$LCIr = 2.35 \times 0 = 0 \text{ gramos}$$

Figura 14. Gráfico de control de pesos

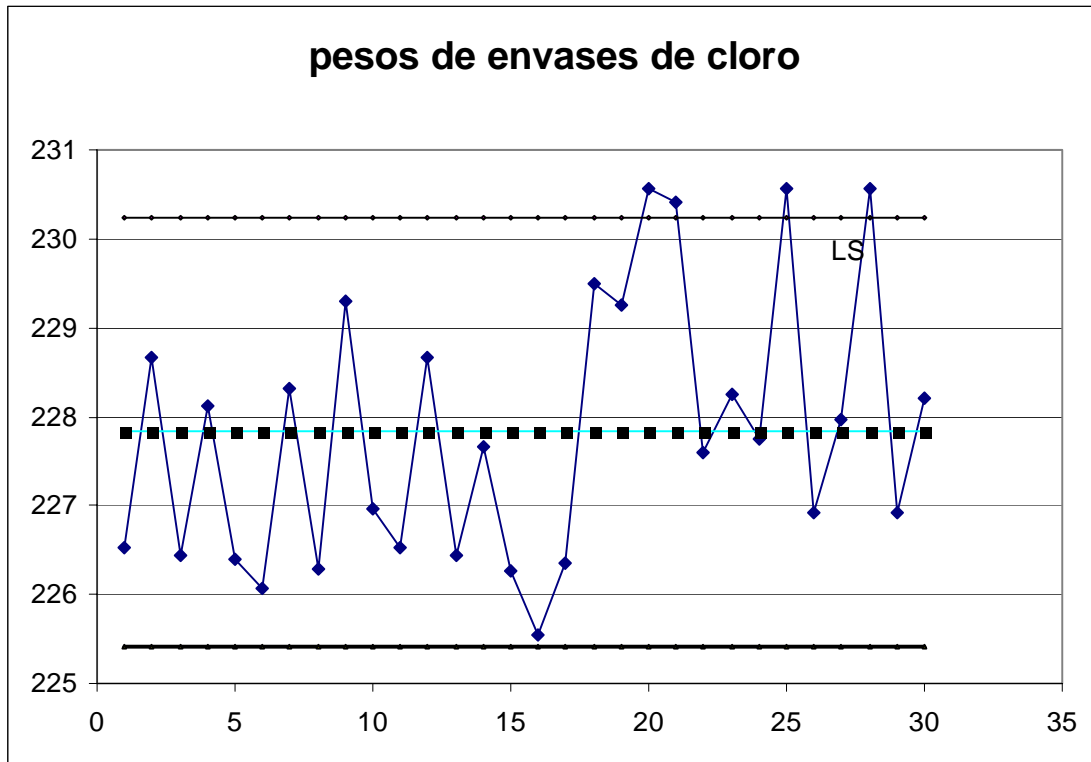
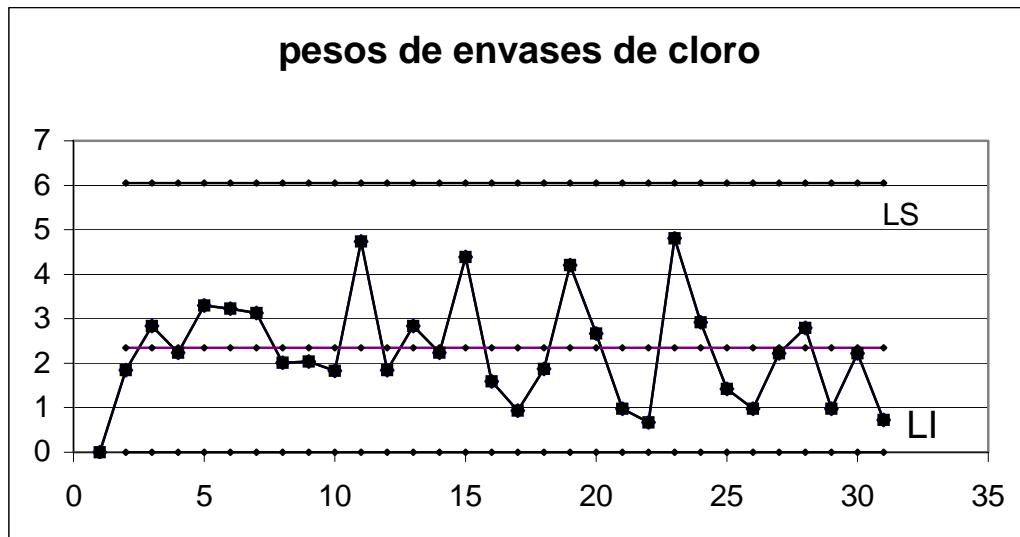


Figura 15. Gráfico de control de rangos



Para el correcto funcionamiento de los gráficos de control, se debe verificar que los puntos se encuentren dentro de los límites y realizar acciones correctivas, cuando uno de estos se salga.

En las corridas de puntos a ingresar, en el gráfico se pueden encontrar otros factores de interpretación de patrones, estos pueden ser:

- Un desplazamiento repentino del promedio del proceso
- Ciclos
- Tendencias
- Acercamiento central
- Acercamiento a los límites de control
- Inestabilidad

Dentro del proceso, también los operadores serán responsables de reportar cualquier defecto identificado en el producto, esto con la finalidad de detener la maquinaria que se encuentre con algún tipo de variabilidad que afecte la calidad, siendo necesario que el departamento de mantenimiento, realice los ajustes necesarios al equipo.

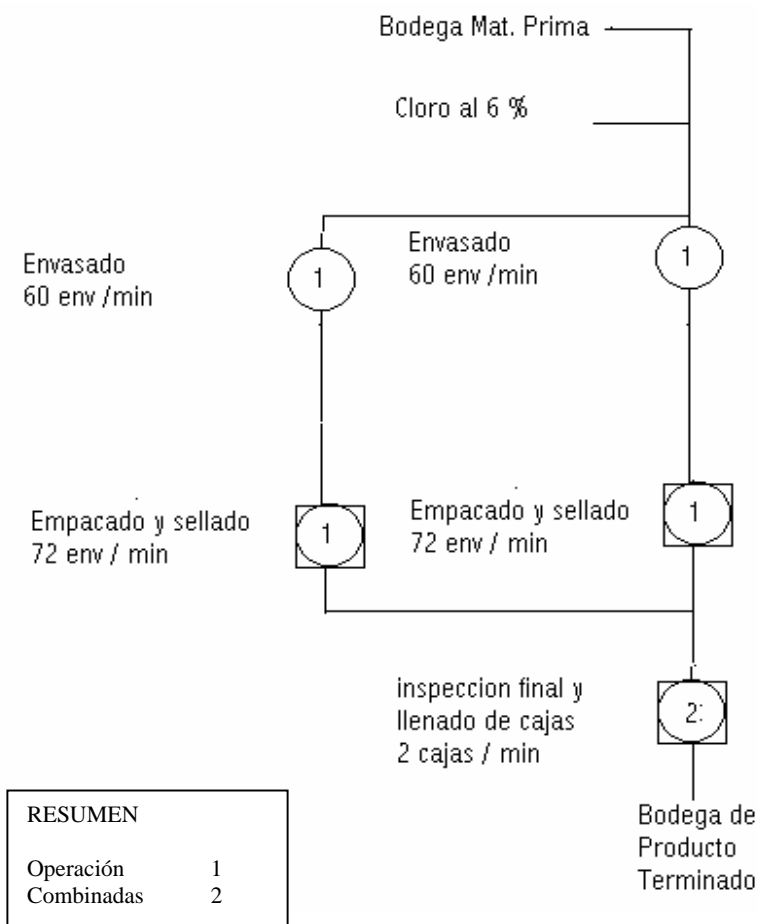
## **4.2 Proceso de producción de envasado**

El proceso de producción de envasado de cloro, se especifica a continuación por medio de explicaciones y medios gráficos, que describirán la forma, como se lleva a cabo la producción, con la nueva implementación de la maquinaria.

### **4.2.1 Diagrama de operaciones de proceso**

A continuación se presenta el nuevo diagrama de operaciones del proceso de envasado. Como se puede observar, no hubo cambios en las operaciones fundamentales, sino en la distribución de estas y se eliminó una inspección de calidad. Con el nuevo proceso, como todo el producto se transporta a granel, sobre la banda transportadora, antes de ser empacado, se podrá verificar la calidad del producto sobre la banda transportadora.

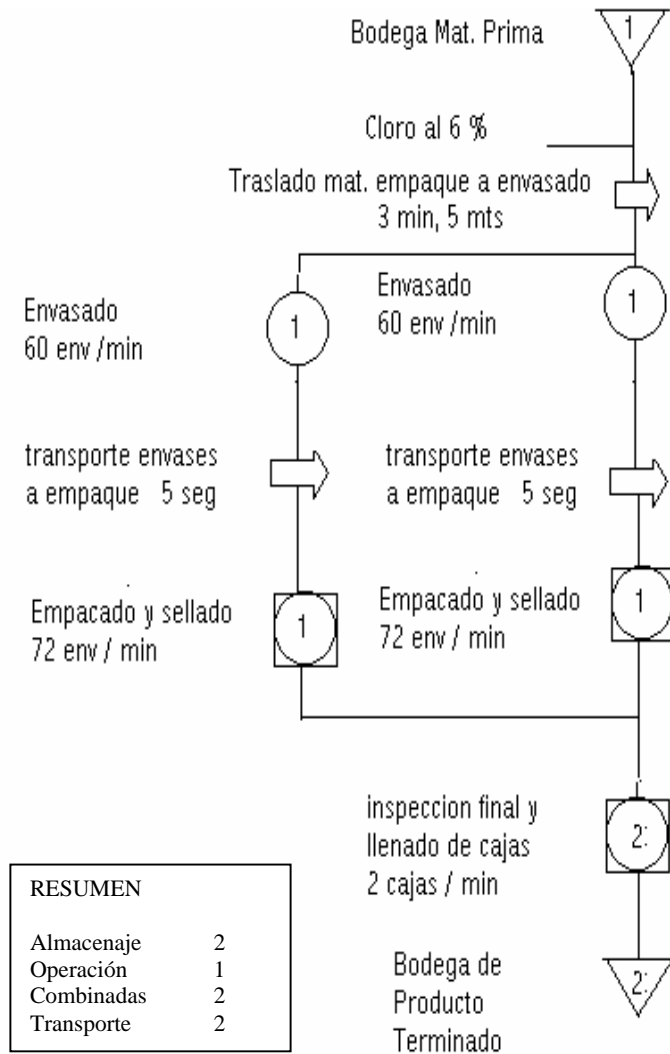
**Figura 16. Diagrama de operaciones proceso de envasado (implementación)**



#### 4.2.2 Diagrama de flujo de proceso

Como podemos ver en nuestro diagrama, no existen gastos innecesarios en movimiento de materiales ya que el único manejo registrable, es el traslado de los materiales de empaque, a la estación de envasado.

**Figura 17. Diagrama de flujo de proceso**



### 4.2.3 Diagrama bimanual

El diagrama bimanual, representa a continuación las especificaciones de los movimientos que se realizaran, para el empaque de los envases y el sellado del empaque. Con este diseño de la estación, se busca que las dos manos se mantengan haciendo trabajo productivo, la mayor parte del tiempo



Las figuras 18 y 19 (páginas 71 y 72), muestran los diagramas de los movimientos realizados por los operarios del área de empaquetado.

**Figura 18. Diagrama bimanual área empaquetado de envases**

OPERACIÓN: Empaquetado de envases estación 1

ANALISTA: Oscar Guillén

MÉTODO: Propuesto

FECHA INICIO: 2/3/2005

DIAGRAMA BIMANUAL

FECHA FIN: 2/3/2005

Empresa: KAFRAMI,S.A

Descripcion mano izquierda	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripcion mano derecha
Agarra bolsa	●				●				Agarra bolsa
Traslada bolsa a bandeja	●	→			●	→			Traslada bolsa a bandeja
Precoloca en posición bolsa	●	→			●	→			Oprime liberador en bandeja
Sostiene bolsa				▽				▽	Sostiene bolsa
Lleva bolsa llena a sellador	●	→			●	→			Lleva bolsa llena a sellador
Sella la bolsa	●	→			●	→			Sella la bolsa
Espera									Tral. Bolsa a trans de patin
	RESUMEN								
	M. I.	M.D.							
OPERACIONES	3	3							
TRANSPORTES	2	2							
DEMORAS	1	0							

**Figura 19. Diagrama bimanual área empaquetado**

OPERACIÓN: Empaquetado de envases estación 2

ANALISTA: Oscar Guillén

MÉTODO: Propuesto

FECHA INICIO: 3/3/2005

DIAGRAMA BIMANUAL

FECHA FIN: 3/3/2005

Empres: KAFRAMI,S.A

Descripcion mano izquierda	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	Descripcion mano derecha
Agarra bolsa									Agarra bolsa
Traslada bolsa a bandeja									Traslada bolsa a bandeja
Precoloca en posición bolsa									Oprime liberador en bandeja
Sostiene bolsa									Sostiene bolsa
Lleva bolsa llena a sellador									Lleva bolsa llena a sellador
Sella la bolsa									Sella la bolsa
Tral. Bolsa a trans de patin									Espera
	RESUMEN								
	M. I.	M.D.							
OPERACIONES	3	3							
TRANSPORTES	2	2							
DEMORAS	0	1							

Se especifica que esta operación, es la misma para los dos operarios, solo que el traslado del paquete sellado al deslizador de patín, se realiza con las manos opuestas, porque este se encuentra en medio de las dos estaciones.

Se recomienda por lo periódico de los movimientos, que después de la mitad del tiempo, los trabajadores de estas estaciones se cambien de posición, para que no exista fatiga en una de las extremidades.

En la operación de empaque final en caja de cartón corrugado, no se realizara ningún cambio ya que su ritmo de producción se adapta a la implementación realizada.

#### **4.2.4 Diagrama Hombre – Máquina**

En esta implementación la operación de las máquinas estará a cargo de un operador, quien tendrá la obligación de velar por su buen funcionamiento; realizando los ajustes y acciones necesarias para que las máquinas operen eficientemente.

El diagrama hombre máquina, que se detalla en la figura 20 (pagina 73), es para el proceso de arranque de las máquinas, al momento de iniciar la jornada de trabajo. En su turno de trabajo, el operador es responsable de hacer que las máquinas estén operando eficientemente, por lo tanto tiene la obligación de cargarlas con el material de empaque y ponerlas a funcionar nuevamente, cada vez que se termina el material y en caso de algún desperfecto, es responsable de informar al encargado de mantenimiento, para que se hagan las reparaciones correspondientes.

Las operaciones que se debe hacer cada vez que se acaba el material, de una máquina son:

- Apagar la máquina a la que se le acabo el material
- Cargarla con material de empaque
- Encender máquina nuevamente
- Ajustar temperatura
- Dejar trabajando nuevamente la máquina

**Figura 20. Diagrama hombre- maquina para arranque del equipo.**

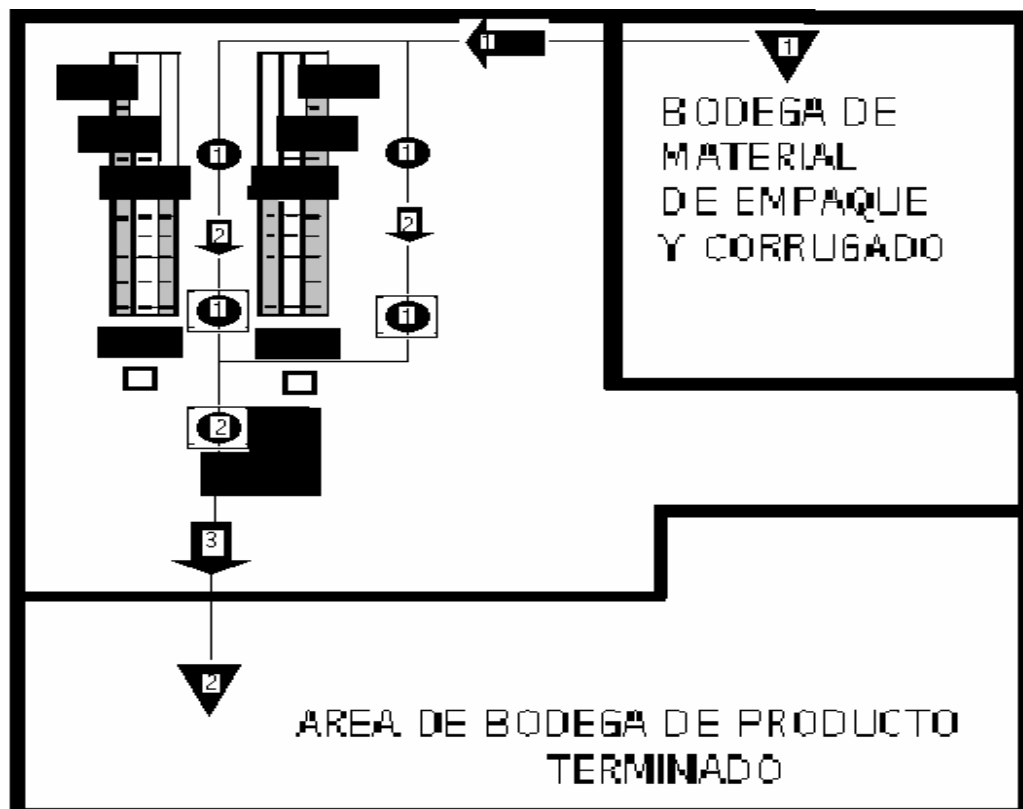
Objeto del diagrama: Ajustar al operador a la nueva distriucion Diagrama No. 1  
 Comienzo del diagrama: Pone material emp. M1 Elaoado por: Oscar Guillén  
 Final del diagrama: Deja trabajando M6 Fecha: 04/04/2005

Min.	HOMBRE	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4	Máquina 5	Máquina 6
1	Pone material emp. M1	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
2	Pone material emp. M2	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
3	Pone material emp. M3	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
4	Pone material emp. M4	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
5	Pone material emp. M5	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
6	Pone material emp. M6	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
7	Enciende y ajusta temp. M1	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
8	Deja trabajando M1	Operando	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
9	Enciende y ajusta temp. M2	Operando	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
10	Deja trabajando M2	Operando	Operando	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
11	Enciende y ajusta temp. M3	Operando	Operando	inactiva	inactiva	inactiva	inactiva
12	Deja trabajando M3	Operando	Operando	Operando	inactiva	inactiva	inactiva
13	Enciende y ajusta temp. M4	Operando	Operando	Operando	inactiva	inactiva	inactiva
14	Deja trabajando M4	Operando	Operando	Operando	Operando	inactiva	inactiva
15	Enciende y ajusta temp. M5	Operando	Operando	Operando	Operando	inactiva	inactiva
16	Deja trabajando M5	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	inactiva
17	Enciende y ajusta temp. M6	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	inactiva
18	Deja trabajando M6	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando

#### 4.2.5 Diagrama de recorrido

En la figura 21 se presenta el diagrama de recorrido detallando como se movilizan los materiales dentro de la planta, hasta terminar en la bodega de producto terminado, listo para ser distribuido.

**Figura 21. Diagrama de Recorrido de proceso**



El producto se moviliza dentro de tubería adecuada que esta conectada, a cada una de las máquinas, estas lo descargan automáticamente.

El material de empaque, se moviliza manualmente por el operador de la máquina. De esta forma el cloro sale como producto envasado en populinos, posteriormente el producto se moviliza en dos bandas transportadoras, hasta llegar a cada una de las estaciones de empaque, para seguir hasta la estación final de encajado. Siendo el último paso el traslado a la bodega de producto terminado.

#### **4.2.6 Balance de línea**

Con esta implementación, se busca producir al día una cantidad de 54,000 envases. En la primera operación se cuenta con un operador que tiene la capacidad de manejar las máquinas, que producen 120 envases por minuto, dando un total de un envase cada 0.5 segundos. En la siguiente operación tienen la capacidad para empacar 72 envases por minuto esto quiere decir que puede realizar un envasado en 0.83333 segundos. En el área de corrugado puede realizar dos cajas por minuto y si cada caja tiene 72 envases entonces realiza el encajado de un envase en 0.41667 segundos.

El índice de producción es de  $50,000 \text{ envases} / 450 \text{ min} = 111.11 \text{ env/min}$   
La eficiencia a la que desea trabajar la empresa es de 85 %.

Número teórico de operarios necesarios por operación:

El número teórico de operadores por estación de trabajo, se obtiene multiplicando el tiempo estándar por el índice de producción y dividiendo este valor entre la eficiencia deseada.

Número teórico de operarios en envasado

$$\text{Núm teó} = \frac{0.5 \text{ seg} * 1.8 52 \text{ env /seg}}{E} = 1.089411765$$

Número teórico de operarios en empaque:

$$\text{Núm teó} = \frac{0.833 \text{ seg} * 1.8 52 \text{ env /seg}}{E} = 1.5432716$$

Número teórico de operarios en envasado:

$$\text{Núm teó} = \frac{0.833 \text{ seg} * 1.8 52 \text{ env /seg}}{E} = 1.5432716$$

**Tabla IV. Resultados Balance de línea envasado.**

Operación	Tiempo estándar en segundos	Índice de producción env/segundo	Eficiencia requerida	Número teórico de operarios	Número real de operarios
envasado	0.5	1.852	85%	1.089411765	1
empacado	0.8333	1.852	85%	1.5432716	2
encajado	0.41667	1.852	85%	0.77167284	1

Tiempo estándar seg/ Operador	Tiempo estándar permitido
0.5	0.5
0.41665	0.5
0.41667	0.5

En la tabla IV se muestran los resultados obtenidos de realizar el balance de la línea, donde podemos darnos cuenta que la cantidad de operadores a utilizar en la línea de envasado será de cuatro.

#### **4.3 Delimitación de áreas de trabajo, almacenaje y tránsito.**

Es necesario delimitar bien las áreas dentro de la empresa, con la finalidad de mantener un ambiente de trabajo ordenado y seguro. Es importante, que cada una de las áreas sea señalizada, para evitar utilizar una determinada área para otra función, diferente a la que fue diseñada.



### **4.3.1. Planos**

#### Plano general

En la figura 22 (pagina 80), se presenta el plano, de la planta con la distribución de las áreas de almacenaje, trabajo y transito.

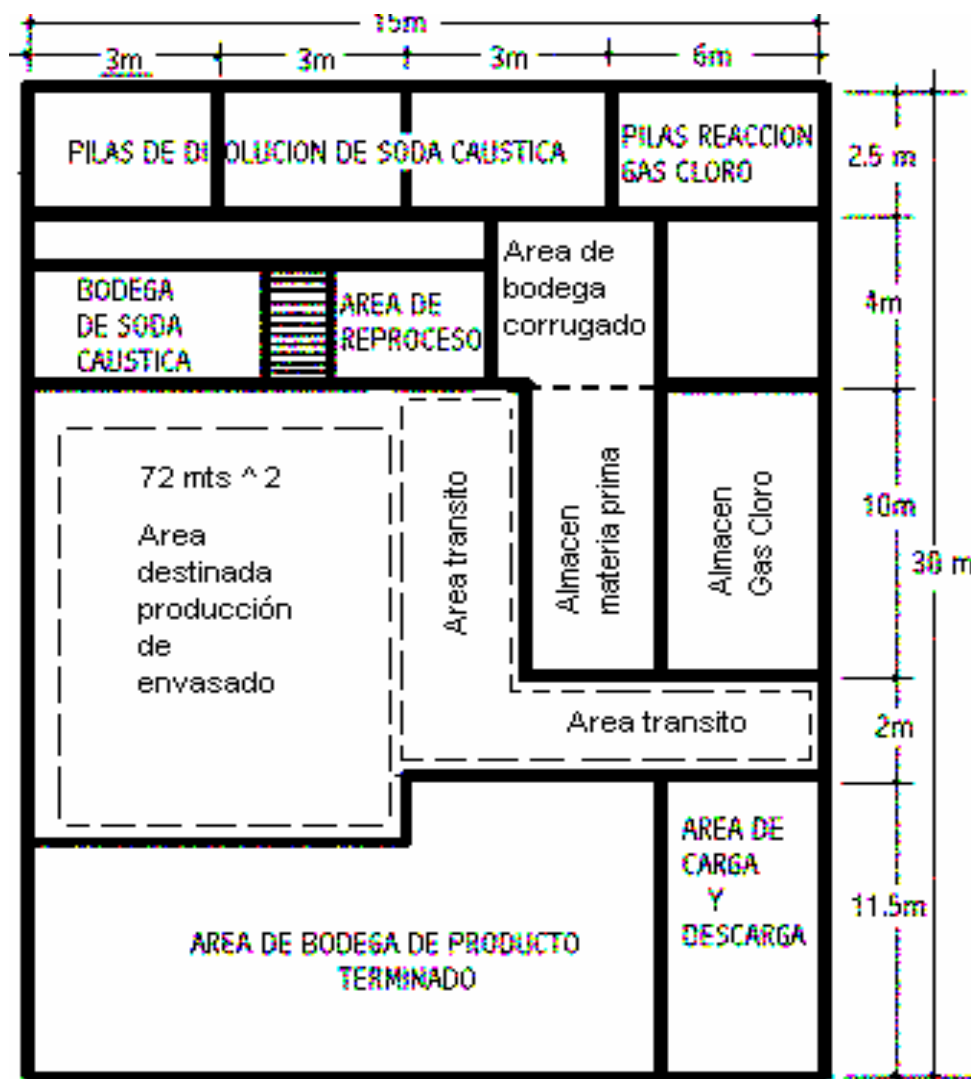
En este plano se puede observar la interacción que existe entre las diferentes áreas, al estar en producción, el encargado de bodega tiene que hacer que las materias primas, lleguen lo más cerca posible a las máquinas.

Las áreas de almacenaje, se encuentran posicionadas para que la materia prima sea descargada con facilidad, pues el área de carga/descarga se encuentra a 1.70 metros por debajo del nivel del almacén, permite que ingrese el montacargas a extraer la materia prima o a ingresar producto terminado.

El área de transito, se encuentra ubicada para que los materiales sean manejados, dentro de la planta sin problemas, hasta su área de almacenamiento (para la materia prima) o del almacén hasta el camión (para el producto terminado). Estas áreas son utilizadas por el personal operativo para trasladarse.

Inmediatamente después de terminar una tarima de producto terminado, el monta carga la coloca en forma ordenada dentro del área de almacenamiento de producto terminado. El producto terminado se moviliza dentro del área de transito para cargarlo al camión, con destino a la distribuidora.

**Figura 22. Plano de distribución de áreas de trabajo, almacenaje y tránsito.**



Las áreas de trabajo están distribuidas dentro de los 72 metros cuadrados destinados a producción, siendo esta destinada parte para el equipo y para las operaciones realizadas.

### **4.3.2 Señalización**

La señalización de las diferentes áreas dentro de la planta, servirá para identificar el espacio utilizado, para cada una de las distintas funciones dentro de la planta, permitiendo así que se mantenga el orden y seguridad.

Dentro de la fábrica se señalará cada una de las diferentes áreas de trabajo, almacenaje y tránsito. Se utilizarán colores para distinguir cada una de las diferentes áreas de trabajo y para que el supervisor de producción, verifique que cada uno de estos espacios están siendo utilizados, para la función que se estipuló.

Para las áreas de trabajo se utilizará el color gris, el área de almacenaje se pintará con color verde y el de tránsito se pintará de color negro para que logre disimular la suciedad. Estas áreas estarán divididas unas de otras, con una franja de color amarillo.

### **4.3.3 Capacidad de las áreas de almacenaje.**

La capacidad instalada, para productos terminados es de 100 metros cuadrados, si tomamos en cuenta que debe existir una separación de 10 centímetros entre tarimas, la capacidad de almacenaje será de 81 tarimas pero, el montacargas solo permite apilar 9 tarimas adicionales de frente sobre el estante, que sumado a las 81 nos da una capacidad máxima de almacenaje de 90 tarimas que contienen 466,560 envases que es equivalente a producción de 8 días de trabajo de la planta.

En lo que respecta a cajas de cartón corrugado, el espacio disponible de almacenaje es de 4 lotes, conteniendo 4,000 unidades cada uno, por lo tanto tendremos capacidad para mantener en existencias un total de 16,000 unidades las cuales alcanzan para de 24 días de producción. En lo que se refiere al material para envasado (termo encogible) podemos almacenar en poco espacio, una cantidad suficiente.

#### **4.4 Distribución del personal**

A continuación se describirán los puestos operativos, del proceso de llenado para poder de esta manera lograr una organización adecuada, para el mejor aprovechamiento del recurso.

##### **4.4.1 Descripción de puestos operativos**

- **Operador de máquinas llenadoras.** Su destino principal es tener en funcionamiento óptimo, las seis maquinas llenadoras, teniendo cuidado de cargar las maquinas con materias primas, verificar la calidad del llenado y notificar al supervisor en caso de identificar problemas, con el producto o con la maquinaria.
- **Operador de empaquetado.** Estará ubicado inmediatamente después del área de llenado, y se encargará que todas las unidades sean empaquetadas, en grupos de doce unidades, verificando al final la calidad del producto.
- **Supervisor de producción.** Su función principal es; organizar, dirigir y controlar la producción, así como verificar el trabajo que realizan sus operarios, manteniendo un ambiente de armonía en el

personal y vela que se cumplan los planes y programas de producción proyectados por el gerente general; también supervisa el mantenimiento del equipo. Los requisitos mínimos que deberá poseer el supervisor de producción es bachiller industrial con experiencia de 3 años en un puesto similar y conocimiento en mantenimiento de equipo neumático y electrónico.

- **Operario.** El operario debe poseer habilidades en el manejo de máquinas, con una experiencia mínima de un año y la primaria terminada.
- **Mecánico de mantenimiento.** Debe conocer el uso de herramientas, conocimientos de mecánica, hidráulica y neumática. Deberá poseer experiencia mínima de dos años en mantenimiento de máquinas llenadoras, compresores y equipo que complementa estos. Su función será mantener en perfecto estado el equipo de producción de la planta, siguiendo los planes de mantenimiento. Depende directamente del Supervisor de producción.

#### **4.4.2 Organización de personal**

Se cuenta con un organigrama ver figura 1 (pagina 5) en el cual está la estructura desde los órganos de decisión, hasta el nivel operativo y mantenimiento, por separado existe una correcta especificación, de las funciones y atribuciones del personal.

La buena organización logrará que las diferentes capacidades del personal, se acoplen eficientemente y formen un equipo de trabajo encaminado al logro, de los objetivos de la empresa.



## **5. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN**

La finalidad es, verificar que los cambios realizados estén trabajando de forma adecuada, después de ser implementados. Por lo tanto se le dará seguimiento, para verificar que lo establecido este funcionando adecuadamente, para lo cual se hace necesario una planificación de las actividades futuras a fin de aprovechar al máximo, los recursos de la empresa.

### **5.1 Planificación de la producción**

La planificación de la producción, se realiza tomando en cuenta los datos históricos, a partir de los cuales determinaremos las necesidades de mano de obra y requerimientos de materiales, para cumplir con los programas de producción.

#### **5.1.1 Requisitos para la planificación de la producción**

Para la adecuada planificación, se hace necesario tomar en cuenta varios factores, que permitan realizar una programación de la producción, dentro de estos factores tenemos, el uso de datos históricos, para una proyección de la demanda del producto y así identificar los requerimientos en cuanto a mano de obra y materias primas, que permitan abastecer el mercado.

##### **5.1.1.1 Pronósticos**

A continuación se realizan los pronósticos de ventas para un año, tomando como referencia datos históricos de ventas.

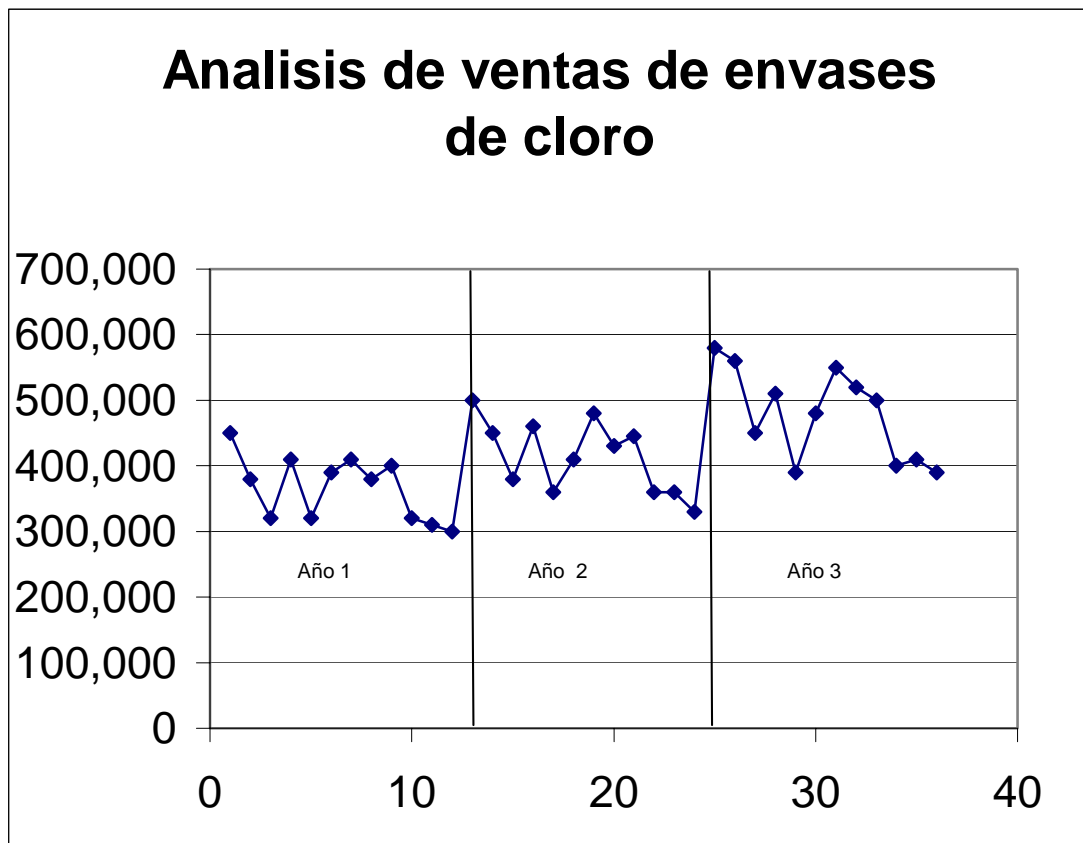
**Tabla V. Historial de ventas de KAFRAMI, S. A.**

	Año 1	Año 2	Año 3
Enero	450,000	500000	580000
febrero	380000	450000	560000
marzo	320000	380000	450000
abril	410000	460000	510000
mayo	320000	360000	390000
junio	390000	410000	480000
julio	410000	480000	550000
agosto	380000	430000	520000
septiembre	400000	445000	500000
octubre	320000	360000	400000
noviembre	310000	360000	410000
diciembre	300000	330000	390000

Con los datos anteriores, procedemos a realizar la gráfica para verificar la tendencia que identifique el tipo de demanda al que obedece.



Figura 23. Análisis de ventas de envases de cloro



Analizando la gráfica de ventas, de los tres años anteriores, podemos observar que el tipo de demanda del producto, tiene un comportamiento ascendente, por lo tanto a continuación se presenta la aplicación de los métodos de pronósticos para este tipo de demanda.

**MÉTODOS DE PRONÓSTICOS PARA DEMANDA  
ASCENDENTE – DESCENDENTE**

**Tabla VI. Método de pronóstico ascendente línea recta**

MÉTODO DE LINEA RECTA				
Formula: $a + bxi$  a=            361508 b=            0.195624				
Periodo	históricos	Pronósticos	Error	/Error/
33	500000	464606.392	35393.6079	35393.6079
34	400000	467730.588	-67730.5877	103124.196
35	410000	470854.783	-60854.7834	163978.979
36	390000	473978.979	-83978.979	247957.958

**Tabla VII. Método de pronóstico ascendente logaritmo inverso.**

MÉTODO DE LOGARTMO INVERSO				
Formula: $EXP (a- b/xi)$  a=            12.9452313 b=            -0.118135				
Periodo	históricos	Pronósticos	Error	/Error/
33	500000	420336.608	79663.3919	79663.3919
34	400000	420292.353	-20292.3533	99955.7452
35	410000	420250.632	-10250.6317	110206.377
36	390000	420211.232	-30211.2317	140417.609

**Tabla VIII. Método de pronóstico ascendente geométrico**

MÉTODO GEOMETRICO				
Formula: $EXP(a - b/x_i)$				
a= 341469.506				
b= 0.07165372				
Periodo	Históricos	Pronósticos	Error	/Error/
33	500000	438691.381	61308.6195	61308.6195
34	400000	439630.779	-39630.7791	100939.399
35	410000	440544.87	-30544.8697	131484.268
36	390000	441435.029	-51435.0289	182919.297

**Tabla IX. Método de pronóstico ascendente semilogaritmico exponencial.**

MÉTODO SEMILOGARITMICO EXPONENCIAL				
Formula: $EXP(a - b/x_i)$				
a= 360306.403				
b= 1.00742321				
Periodo	históricos	Pronósticos	Error	/Error/
33	500000	459930	40070	40070
34	400000	463317.206	-63317.2058	103387.206
35	410000	466756.509	-56756.5089	160143.715
36	390000	470221.343	-80221.3426	240365.057

Con el fin de seleccionar el mejor método de pronóstico, se comparan los errores acumulados de cada método por medio de la siguiente tabla resumen:

**Tabla X. Tabla resumen de análisis y selección mejor método**

RESUMEN ERROR ACUMULADO DE MÉTODOS DE PRONÓSTICO	
MÉTODO	ERROR ACUMULADO
Línea recta	247957.958
Logaritmo inverso	140417.6086
Geométrico	182919.2971
Semilogaritmico exponencial	240365.0572

Según el resumen anterior, se puede observar que el método que tiene un menor error acumulado es el logaritmo inverso, por lo tanto es el que usaremos para calcular los pronósticos de producción para el siguiente año.

**Tabla XI. Tabulación de pronósticos de producción**

Pronósticos de producción	
Enero	420173.9648
Febrero	420138.6624
Marzo	420105.1732
Abril	420073.3608
Mayo	420043.1025
Junio	420014.2872
Julio	419986.8139
Agosto	419960.591
Septiembre	419935.5352
Octubre	419911.5701
Noviembre	419888.6261
Diciembre	419866.6393

En la tabla XI (página 90) se pudo observar, los pronósticos de ventas de la marca BLANCO SOL, aparte de estos datos existen demandas de maquilado de otras marcas, las cuales no podían ser cubiertas por la capacidad de producción que tenía la planta, antes de la implementación.

#### **5.1.1.2 Programas de producción**

La producción se programará, cubriendo principalmente la marca que representa KAFRAMI, S. A. para cubrir la demanda. Se programará la capacidad instalada para cubrir contratos de maquilado, de otras marcas ajenas a la empresa. La producción se llevará a cabo, realizando una parte de los días laborados para hacer Blanco Sol y el resto se programará para maquilado de otras marcas.

Los programas de producción, permitirán calendarizar las actividades, para así cumplir las metas fijadas en base a los pronósticos, de esta forma se asignan trabajos, distribuyendo el tiempo necesario, para realizar la producción de la marca Blanco Sol y además cubrir la demanda de contratos de maquilado, de otras marcas.

La demanda para el próximo año, se mantendrá estable según los resultados de los pronósticos, planificaremos de forma similar para los doce meses. A continuación se muestra la programación de la producción para un mes.

**Tabla XII. Programación de la producción por mes**

	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
Marca	Blanco sol	Otras marcas	Blanco sol	Otras marcas	Blanco sol	Otras marcas	Blanco sol	Otras marcas
Producción	106250	120000	106250	120000	106250	120000	106250	120000
Días necesarios	2.2	2.5	2.2	2.5	2.2	2.5	2.2	2.5

En el cuadro anterior se puede observar que la producción cubre únicamente 4.7 días de los cinco que laboraran los operadores, por lo tanto este tiempo será utilizado para preparar las máquinas y el área de trabajo para la siguiente semana.

#### **5.1.1.3 Necesidades de mano de obra**

Como se pudo observar, en la tabla XI (pagina 88) se requerirá únicamente tiempo ordinario diurno, para cubrir la demanda de la marca y maquilado de otras marcas. En caso aumentara la demanda de contratos de maquilado se pueden cubrir estos, programando horas extras simples, con lo cual podríamos producir un máximo de 145,000 envases por semana.

#### **5.1.1.4 Necesidades de materiales**

De acuerdo a los programas de producción, se conoce las cantidades de materiales necesarios para cada mes. Estas cantidades de materiales requeridas, serán notificadas a los proveedores a fin de crear el compromiso de continuo aprovisionamiento. La forma como se manejara la existencia de materias primas en bodega, será por medio de un control continuo de stock en bodega.

Con esta acción se tendrá un aprovisionamiento de materiales, que cubrirá los requerimientos de estos para cumplir los programas de producción.

## **5.2 Evaluación periódica de los proveedores de materiales y repuestos**

La evaluación periódica de los proveedores de materias primas y repuestos, nos ayudará a que los insumos requeridos sean acordes a los niveles planificados de producción y calidad.

Para la evaluación de los proveedores, se usará un formato en el cual se tendrá un historial de entregas de materias primas, con lo que se calificará su rendimiento. A la materia prima que entregan los proveedores, se les hará un muestreo, para verificar si el producto llena los requisitos mínimos de calidad, contemplados en el contrato.

El encargado de mantenimiento verificará, que los repuestos adquiridos, llenen los requisitos de calidad, con su visto bueno estos ingresan al almacén, clasificándolos en sus respectivas tarjetas kardex. Las empresas proveedoras serán evaluadas constantemente y cuando el producto baje de calidad, inmediatamente se rescinden los contratos y se cambia de proveedor.

**Tabla XIII. Formato para evaluar proveedores**

Evaluación de proveedores de materias primas				
Empresa proveedora				
Fecha ingreso	Materia prima	Lote entregado	Muestreo	Estado

### 5.3 Control de materiales

Un control adecuado de los materiales, asegurara el cumplimiento de la planificación, logrando proporcionar la cantidad de materiales requeridos al proceso de producción en el lugar y tiempo adecuado.

#### 5.3.1 Material en bodega

Se debe mantener previsión y control en cuanto a la cantidad de materias primas almacenadas, para suplir la demanda. Las existencias en bodega, se verificaran a través de un sistema computarizado de inventarios, que nos permita verificar los movimientos existentes, tales como:

- Kardex ( ingresar en unidades )
- Últimos seis tiempos de entrega (ingresar en meses)
- Producción planificada (ingresar en unidades)



La computadora presentara la siguiente información

- Pedido óptimo ( en unidades )
- Stock mínimo de seguridad ( en unidades )
- Nivel de reorden ( en meses )
- 

Este control se llevara para cada una de las materias primas, necesarias para la producción.

A continuación se presenta una muestra de cómo que el programa en la computadora.

**Figura 24. Formato de ingreso de datos a programa de control de materias primas.**

	Kardex	produccion	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Soda cáustica								
Gas cloro								
Bobinas termo encogible								
Mat. Empaque								
Corrugado								

**Figura 25. Formato de resultados calculados en programa de computadora.**

	Pedido optimo	Stock mínimo	Nivel de reorden
Soda cáustica			
Gas cloro			
Bobinas termoencogible			
Mat. Empaque			
Corrugado			

### **5.3.2 Órdenes de compra**

A las órdenes de compra debe dársele seguimiento, para que el proceso de pedido de material al proveedor, llegue a la planta justo a tiempo.

Las órdenes de compra se efectuaran en función, de la escasez de materias primas existentes en bodega. Cuando se agote hasta ser igual al dato calculado por el programa en la columna de nivel de reorden, se tendrá que realizar la orden de compra, tomando en cuenta el tiempo que tarda el proveedor en llevar el producto hasta la planta.

En caso de que el proveedor, al recibir la orden de compra no cumpla con la entrega, tenemos un tiempo emergente dado por el stock mínimo de seguridad, con lo cual haremos la orden de compra nuevamente a otro proveedor, que se comprometa a entregar la materia prima antes de que esta se termine.

### **5.4 Evaluación de las condiciones del equipo**

Las condiciones del equipo deben ser óptimas, pues las máquinas trabajando periódicamente se desajustan, por lo que se hace necesario contar con mantenimiento preventivo.

Para un control estricto del equipo, se requiere llevar un historial de registros de reparaciones, que servirá de guía para conocer las condiciones en que este se encuentra. La información se recabara por medio de los diferentes programas de mantenimiento con que cuenta la empresa, como son el preventivo, periódico y correctivo.

## CONCLUSIONES

1. En el desarrollo del nuevo diseño del sistema de envasado, se analizaron diferentes factores que intervienen en la producción, realizando las modificaciones necesarias en distribuciones de maquinaria, procedimientos de empaque y manejo de materiales, que permitieron un aumento de la productividad.
2. Por medio de la implementación propuesta, de una nueva distribución del equipo, se logra operar continuamente y se aumenta la producción de la planta en un 50 %.
3. Se hizo uso de un procedimiento de compras, que logra tener en la fábrica la cantidad necesaria, en el tiempo adecuado y con la calidad especificada, tanto de materias primas como repuestos. Esto permite mantener la maquinaria, operándose en todo momento y así cumplir con los programas de producción.
4. Las condiciones de los operadores en el área de trabajo, mejoraron al distribuir nuevamente la maquinaria. Esta distribución se realizó pensando en su comodidad y tomando en cuenta lo repetitivo del proceso, se establecieron nuevas formas de operar, que evita malas posturas.
5. Se establecieron áreas y ubicación necesarias, para materias primas y producto terminado, tomando en cuenta el menor manejo. Con el diseño actual, se cuenta con el espacio aprovechado en tres dimensiones que permite almacenar una mayor cantidad de materiales.



## RECOMENDACIONES

1. Para que el nuevo diseño sea funcional, se hace necesario que se informe al personal operativo de los cambios que se realizarán y proporcionarles el adiestramiento necesario, que permitan una implementación eficaz.
2. Cuando se realice la distribución y montaje de las máquinas se debe tener cuidado al momento de realizar los ajustes que el proceso exige, ya que por ser continuo, todas las partes de la línea deben fluir libremente a un mismo ritmo.
3. Para realizar las diferentes compras de materiales, es necesario tomar en cuenta tiempos de retraso, para no correr el riesgo de quedarnos sin materiales en la planta.
4. Debe haber una capacitación constante al personal, para un aprovechamiento óptimo de los recursos, mejorar la productividad y aplicarle valor agregado al producto final.
5. Es necesario e imprescindible la comunicación y colaboración entre los diferentes niveles de trabajo (Dirección, operación y mantenimiento), hacer conciencia en el personal, en cuanto a los objetivos generales y específicos, metas de la empresa en función de su misión y visión, para que éstas se cumplan.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Nievel, Benjamín. **Ingeniería industrial: Métodos, tiempos y movimientos**. Imp. ed: Alfaomega. México 1996.
2. Alfaro Argueta, Luis Rodolfo . Realización de un estudio de tiempos y movimientos en una planta alimenticia aplicando la filosofía justo a tiempo. USAC. Guatemala 2002.
3. Jeff, Harris, Jr **Administración de recursos humanos** . Limusa . México 1982.
4. Jucius, Michael. **Biblioteca de negocios modernos**. Compras y almacenamiento . 1984.
5. Pacifico Carl & Winter Daniel. **Administración industrial**. Limusa. México 1983.
6. Bock, Robert. **Planeación y control de la producción**. Limusa . México.980.
7. Acheson, J Duncan. **Control de Calidad y estadística industrial**. Alfaomega . México 1989.
8. Salvendy, Gabriel . **Biblioteca del ingeniero industrial**. Limusa. México. 1990.

## APÉNDICE 1

**Tabla XIV. Datos de pesos de envases muestreo general.**

<b>Muestra</b>	<b>Peso 1</b>	<b>Peso 2</b>	<b>Peso 3</b>	<b>Media</b>	<b>Rango</b>
1	230.21	230.85	230.18	230.41	0.67
2	229.68	228.26	224.87	227.6	4.81
3	229.46	227.4	231.6	229.49	4.20
4	227.6	229.88	230.27	229.25	2.67
5	230.22	231.2	230.28	230.57	0.98
6	225.24	226.35	228.32	226.64	3.08
7	228.25	227.35	229.36	228.32	2.01
8	225.24	226.34	227.28	226.29	2.04
9	229.3	228.39	230.22	229.3	1.83
10	224.9	226.38	229.64	226.97	4.74
11	226.35	227.54	225.69	226.53	1.85
12	230.11	227.27	228.59	228.66	2.84
13	225.36	226.34	227.59	226.43	2.23
14	224.99	229.38	228.63	227.67	4.39
15	227.24	225.89	225.64	226.26	1.60
16	225.15	225.4	226.09	225.54	0.94
17	225.41	226.36	227.28	226.35	1.87
18	226.25	229.85	223.21	226.44	6.64
19	225.31	227.05	230.21	227.52	4.90
20	226.57	227.31	228.35	227.41	1.78
21	228.36	229.65	226.73	228.25	2.92
22	226.89	226.41	224.88	226.06	2.01
23	228.68	227.37	226.36	227.47	2.32
24	227.21	228.63	227.41	227.75	1.42
25	229.65	226.35	228.35	228.12	3.30
26	227.53	224.31	227.35	226.4	3.22
27	227.69	224.56	225.98	226.08	3.13
28	227.85	227.28	225.63	226.92	2.22
29	228.01	229.36	226.56	227.98	2.80
30	228.17	228.57	227.85	228.2	0.72



## ANEXOS

### **Tabla XV. Factores útiles en la construcción de los diagramas de control.**

Fuente: Acheson, J. Duncan. Control de calidad y estadística industrial. Limusa. México 1983. pagina 991.

**Tabla XVI. Letras código para el tamaño de la muestra MIL-STD-105D (NORMA ABC).**

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 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 a mas	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Acheson, J. Duncan. Control de calidad y estadística industrial. Limusa. México 1983. pagina 223.

**Tabla XVII. Maestra para inspección normal –muestreo sencillo  
(MIL-STD-105D).**

Fuente: Acheson, J. Duncan. Control de calidad y estadística industrial. Limusa. México 1983.  
pagina 224.

**Tabla XVII. Tabla maestra para inspección normal –muestreo doble  
(MIL. Etd. 105D).**

Fuente: Acheson, J. Duncan. Control de calidad y estadística industrial. Limusa. México 1983.  
pagina 224.

