



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

**INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL  
EFECTUAR EL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN  
EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES**

**Cristian Estuardo Morales Alvizures**  
Asesorado por el Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes

Guatemala, julio de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL  
EFECTUAR EL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN  
EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**CRISTIAN ESTUARDO MORALES ALVIZURES**

ASESORADO POR EL ING. BYRON ESTUARDO IXPATÁ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2008

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	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Cesar Leonel Ovalle Rodriguez
EXAMINADOR	Ing. José Vicente Guzmán Shaúl
EXAMINADOR	Ing. Pedro Enrique Kubes Zacek
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:

### **INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL EFECTUAR EL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 15 de mayo de 2007.



Cristian Estuardo Morales Alvizures

Guatemala, Abril de 2008

Ing. Jose Francisco Gómez Rivera  
Dirección de Escuela  
Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería

Respetable Ingeniero:

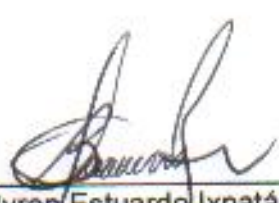
En mi calidad de asesor, tengo el agrado de dirigirme a usted para presentarle el trabajo de graduación: INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL EFECTUAR EL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES, presentado por el estudiante Cristian Estuardo Morales Alvizures con carné 199910931, previo a optar el examen general público en la carrera de ingeniería mecánica industrial.

He realizado las revisiones correspondientes y considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Morales, cumple con todos los requisitos, por lo cual considero que el mismo esta apto para su trámite final donde corresponda.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

(f)

  
Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes  
Asesor de Trabajo de Graduación  
Colegiado 6791

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL EFECTUAR EL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Estuardo Morales Alvizures**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval.

Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2008.

/mgp



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 **INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AL EFECTUAR EL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Estuardo Morales Alvizures**, 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, julio de 2008.

/mgp

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>DIOS</b>	Por todas sus bendiciones en mi vida y por darme sabiduría para lograr mi meta.
<b>MARÍA AUXILIADORA</b>	Por acompañarme todos los días de mi vida.
<b>MIS PADRES</b>	Faustino Morales y Mirian Alvizures, por sus sabios consejos, cariño y sacrificio.
<b>MIS HERMANOS</b>	Luis Angel y Paul Alberto, por su consejos y compañía.
<b>MIS ABUELITOS</b>	Por su cariño y sus oraciones durante mi carrera.
<b>MIS TÍOS Y PRIMOS</b>	Con cariño y respeto.



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>1</b>
1.1 La empresa	1
1.1.1 Historia	1
1.1.2 Organización	4
1.1.3 Política de calidad	5
1.1.4 Misión	5
1.1.5 Visión	6
1.1.6 Valores	6
1.2 Proceso de fabricación de dulces	7
1.2.1 Cocimiento del caramelo	7
1.2.2 Troquelado del dulce	8
1.2.3 Envoltura	8
1.2.4 Envase	9
1.3 Materias primas y sus características	10
1.3.1 Azúcar	10
1.3.2 Glucosa	11

<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES</b>	<b>13</b>
2.1	Estudio de tiempos de la línea de producción	13
2.1.1	Diagrama de operaciones del proceso	17
2.1.2	Determinación del cuello de botella	18
2.1.3	Capacidad del sistema de refrigeración	18
2.1.4	Capacidad de producción actual	18
2.2	Diagrama de flujo de la línea de producción	19
2.2.1	Centros de trabajo de la línea	21
2.2.2	Personal requerido	21
2.3	Comportamiento de la demanda	22
2.3.1	Pronóstico de la demanda	22
2.3.2	Metas propuestas	23
2.3.3	Gráfico de demanda	24
2.3.4	Gráfico de capacidad de producción actual	25
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DEL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	<b>27</b>
3.1	Sistema de refrigeración propuesto	27
3.1.1	Características	27
3.1.2	Capacidad del sistema de refrigeración	28
3.2	Estudio de tiempos	28
3.2.1	Sistema de refrigeración	31
3.3	Capacidad de producción	32
3.3.1	Gráfico de capacidad	32
3.3.2	Gráfico de demanda	33
3.4	Centros de trabajo de la línea	34

3.4.1	Personal requerido	35
3.4.2	Materiales	35
3.5	Estudio socioeconómico	36
3.5.1	Inversión requerida	36
3.5.2	Eficiencia alcanzada	37
3.5.2.1	Costo del producto	38
3.5.3	Margen de contribución	38
3.5.4	Recuperación de la inversión	39
3.5.4.1	Ingresos	40
3.5.4.1.1	Anuales	40
3.5.4.1.2	Mensuales	40
4.	<b>IMPLANTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	41
4.1	Estándares para la nueva capacidad de la línea de producción	41
4.1.1	Producción de cada centro de trabajo	41
4.1.2	Producción total de la línea	42
4.1.3	Personal requerido por cada centro de trabajo	42
4.2	Capacitación del personal	43
4.3	Sistema de refrigeración	44
4.3.1	Refrigeración	44
4.3.2	Proceso de refrigeración	44
4.3.3	Ciclo de refrigeración	47
4.3.4	Elementos fundamentales del sistema de refrigeración	50
4.3.4.1	Evaporador	51
4.3.4.2	Compresor	52
4.3.4.3	Condensador	53
4.3.4.4	Válvula de expansión	54

4.3.5	Tipos de refrigerantes	55
4.3.5.1	Refrigerante 22	57
4.3.5.2	Amoníaco	58
4.4	Mantenimiento de los equipos de refrigeración	59
4.4.1	Evaporador	59
4.4.2	Compresor	59
4.4.3	Condensador	61
4.4.4	Válvula de expansión	63
4.5	Calor	66
4.5.1.1	Específico	66
4.5.1.2	Sensible	67
4.5.1.3	Latente	67
4.6	Transferencia de calor	67
4.6.1	Por conducción	67
4.6.2	Por convección	68
4.6.3	Por radiación	69
5.	<b>SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTÍNUA</b>	71
5.1	Mejoramiento continuo (KAIZEN)	71
5.1.1	La necesidad del mejoramiento continuo	71
5.1.2	Problemas potenciales	73
5.1.3	Medidas para la aplicación	76
5.2	Pasos a seguir para lograr un lugar óptimo de trabajo (5's)	79
5.2.1	Seiri, clasificar	79
5.2.2	Seiton, orden	80
5.2.3	Seiso, limpieza	81
5.2.4	Seiketsu, limpieza estandarizada	82

5.2.5	Shitsuke, disciplina	82
5.3	Resultados obtenidos	83
5.4	Programa de capacitación continua al personal de mantenimiento	83
5.5	Seguimiento	84
5.5.1	Formato de producción	84
5.5.1.1	Diario	85
5.5.1.2	Mensual	86
5.6	Evaluación	87
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>93</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización de La Dulcera, S.A.	3
2.	Localización de La Dulcera, S.A.	3
3.	Demanda del año 2007	24
4.	Capacidad de producción del año 2007	25
5.	Capacidad de producción del año 2007 con el sistema de refrigeración propuesto	32
6.	Demanda del año 2007 con el sistema de refrigeración propuesto	33
7.	Diagrama de presión entalpía	45
8.	Esquema del equipo de refrigeración	47
9.	Sistema de refrigeración propuesto	50
10.	Evaporador del sistema de refrigeración propuesto	51
11.	Compresor del sistema de refrigeración propuesto	53
12.	Condensador del sistema de refrigeración propuesto	53
13.	Válvula de expansión del sistema de refrigeración propuesto	55
14.	Formato de producción diaria	85
15.	Formato de producción mensual	86

### TABLAS

1.	Características fisicoquímicas del azúcar	10
2.	Características fisicoquímicas de la glucosa	11
3.	Estudio de tiempos de cocimiento	13

4.	Estudio de tiempos de troquelado	14
5.	Estudio de tiempos de envoltura	15
6.	Estudio de tiempos de envase	16
7.	Personal requerido para el proceso de dulces	21
8.	Pronóstico de la demanda del 2007	22
9.	Características del sistema de refrigeración propuesto	27
10.	Estudio de tiempos de cocimiento con el sistema de refrigeración propuesto	28
11.	Estudio de tiempos de troquelado con el sistema de refrigeración propuesto	29
12.	Estudio de tiempos de envoltura con el sistema de refrigeración propuesto	30
13.	Estudio de tiempos de envase con el sistema de refrigeración propuesto	31
14.	Personal requerido para el proceso de dulces con el sistema de refrigeración propuesto	35
15.	Costo estándar del producto	38
16.	Capacidad de producción de los centros de trabajo con el sistema de refrigeración propuesto	41
17.	Personal requerido para el proceso de dulces con el sistema de refrigeración propuesto	42
18.	Capacitación del personal de producción	43
19.	Mantenimiento preventivo del área de cocimiento	64
20.	Mantenimiento preventivo del área de troquelado	65
21.	Mantenimiento preventivo del área de envoltura	65
22.	Mantenimiento preventivo del área de envase	66



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°C	Grados de temperatura Celsius
°F	Grados de temperatura Fahrenheit
%	Porcentaje
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>BTU</b>	Unidad Térmica Británica.
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>UI</b>	Unidades ICUMSA (Comisión Internacional para los Métodos Uniformes de Análisis del Azúcar)



## GLOSARIO

<b>Amazadora</b>	Máquina utilizada para mezclar el caramelo con la esencia y el color deseado.
<b>BTU</b>	Representa la cantidad de energía que se requiere para elevar un grado Fahrenheit, la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales.
<b>Calor</b>	Es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.
<b>Calor latente</b>	Es el calor necesario para cambiar el estado físico de una sustancia.
<b>Calor sensible</b>	Se le llama así al calor que puede sentirse o medirse en su efecto, o sea, que causa un cambio sensible en la temperatura.
<b>Condensador</b>	Equipo donde el calor absorbido por el refrigerante durante el proceso de evaporación es cedido al medio de condensación.

<b>Dulces duros</b>	Caramelo sólido sin varilla.
<b>Dulces blandos</b>	Caramelo masticable sin varilla.
<b>Entalpía</b>	Es un forma de energía almacenada en un cuerpo.
<b>Evaporador</b>	Es la parte del lado de baja presión del sistema de refrigeración donde el refrigerante líquido hierve o se evapora, absorbiendo el calor a medida que se convierte en vapor.
<b>Freón</b>	Refrigerante que pertenece a la familia de los hidrocarburos fluorados.
<b>Isentrópico:</b>	Proceso internamente reversible (entropía constante).
<b>Refrigerante</b>	Fluido utilizado en la transferencia de calor que en un sistema frigorífico, absorbe calor a bajas temperaturas y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas
<b>Gemba</b>	Lugar de trabajo.
<b>Troqueladora</b>	Máquina utilizada para darle la forma deseada al dulce.

## RESUMEN

Hoy en día es muy importante que las empresas tengan una alta competitividad para mantenerse estables en un mercado globalizado, cada producto compite un segmento de mercado el cual debe cuidar y tratar de ganar. Cuando la demanda es mayor a la capacidad instalada, es muy importante analizar y tomar las acciones necesarias lo más pronto posible porque de lo contrario el producto de la competencia abarcará el segmento que no se puede abastecer.

Es muy importante analizar cuál es el cuello de botella en el proceso de fabricación de dulces, es de suma importancia que los equipos estén trabajando a las velocidades para las cuales fueron fabricados. Un punto crítico en la fabricación de dulces es el sistema de refrigeración, debe tener la capacidad de enfriar la cantidad de dulce según la capacidad de la troqueladora. Actualmente la troquelado está trabajando a un 70% de su velocidad, si se le sube la velocidad, el sistema de refrigeración no tendrá la capacidad para enfriar esta cantidad de dulce por lo que el dulce se deformará por la alta temperatura provocando un desperdicio, que afectará el costo del producto.

Se analizará qué sistema de refrigeración es el adecuado para maximizar la capacidad del troquel, se determinará cual será la nueva capacidad instalada y si será capaz de cubrir la demanda generada por el mercado. Es muy importante analizar en cuánto tiempo se recuperará la inversión del nuevo sistema y cuáles serán los ingresos que se obtendrán para ver si es factible realizar el cambio.

El sistema de refrigeración cuenta con elementos fundamentales para su funcionamiento por lo que se analizará cada uno de ellos y cual deberá ser su mantenimiento para que su funcionamiento sea óptimo.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Determinar mediante un estudio técnico, socioeconómico y estadístico la rentabilidad de instalar un nuevo sistema de refrigeración en el proceso de fabricación de dulces, y el aumento de la capacidad de producción para satisfacer la demanda de ventas.

### **ESPECÍFICOS**

1. Establecer mediante un estudio socioeconómico cuál será el aumento de la capacidad de producción y a cuánto ascenderán los ingresos económicos con la nueva capacidad.
2. Establecer por medio de un análisis estadístico cómo se ha comportado la demanda y en conjunto con las metas de la empresa la ventaja que tendrá hacer una inversión de este tipo.
3. Considerar a través de un análisis técnico qué sistema de refrigeración se requiere para maximizar la eficiencia del proceso fabricación de dulces.
4. Determinar cuál será la nueva capacidad de producción instalada y qué impacto tendrá sobre la demanda.

5. Conocer el intercambio de energía en forma de calor, y los tipos de transferencia de calor que existen.
6. Conocer el sistema de refrigeración, y cuáles son sus elementos fundamentales.
7. Establecer el mantenimiento que se deberá realizar al sistema de refrigeración.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran competitividad entre las empresas, deben trabajar para que sus procesos sean eficientes y el producto sea de bajo costo para abastecer la demanda que genera el mercado.

El presente trabajo de graduación analizará la eficiencia del proceso de fabricación de dulces. Dentro del proceso existe un punto crítico que es el sistema de refrigeración. El sistema debe ser el adecuado para que la capacidad de producción sea maximizada. En el proceso de fabricación los dulces después de ser troquelados deben ser enfriados en el menor tiempo posible para que no se deformen por el cambio de temperatura.

Es muy importante que el sistema de refrigeración tenga la suficiente capacidad para absorber toda la energía calorífica de los dulces, porque de lo contrario se tendrá que disminuir la velocidad de producción para que el dulce tenga la calidad necesaria para competir en el mercado. Esto tendrá un impacto directo en el costo del producto y la capacidad de producción.

Actualmente, la demanda del mercado es mucho mayor que la capacidad instalada, se hará el estudio correspondiente para determinar el sistema de refrigeración necesario para maximizar la eficiencia del proceso de fabricación de dulces, logrando incrementar la capacidad de producción, y así abastecer el producto que esta demandando el mercado.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1 La empresa**

La Dulcera, S.A. es una empresa dedicada a la producción de confites, su producto líder es el bombón, y tiene otra variedad de productos como los dulces duros, paletas, blandos y chicles.

### **1.1.1 Historia**

La Dulcera, S.A. nació en 1990 de un hombre visionario, con el objeto de transformar el azúcar para producir todo tipo de dulces, que llegaron para competir con la dulcería tradicional. En 1992, La Dulcera lanzó al mercado nuevas variedades de dulces. Sus bombones tuvieron un éxito rotundo y se popularizaron con el nombre de "Chupetas", muy pronto, La Dulcera se vería beneficiada con la visión empresarial de quien la llevaría a convertirse en una de las empresas más importantes del país. Para el 1995 se habían incorporado a la fábrica técnicas europeas con las que se comenzaron a fabricar rellenos con sabores naturales de frutos propios de la región, reemplazando las esencias artificiales. La Dulcera, S.A. emprendió sus exportaciones a los Estados Unidos en 1999. Esto la llevó a convertirse en la primera fábrica Centroamericana que llegó a competir con la dulcería Sudamericana en el mercado de dulces.

En 2002, se construyó una nueva fábrica en el sur del país, con el fin de atender la creciente demanda internacional. Para el 2005, La Dulcera dotada con un equipo para producir confites, producía 12 millones de kilos anuales.

Ese mismo año, la fábrica lanzó un producto que revolucionaría el mercado del dulce y triplicaría las ventas de la empresa en tan solo un año. El nuevo producto bautizado como "Chupetas Bum" causó un gran impacto entre los consumidores. Con su novedoso sabor a fresa y el suave chicle en su interior. El bombón, rápidamente se convirtió en el producto estrella y en el favorito entre consumidores de todas las edades. Años más tarde, convertida en complejo industrial líder en América Latina, La Dulcera realizó grandes inversiones, hizo nuevas alianzas.

En la actualidad La Dulcera vende y comercializa una exitosa gama de productos propios, ya que cuenta con una amplia red de distribución, la cual cubre todo territorio nacional. Desde hace 5 años, La Dulcera ha participado como exhibidor en diversas ferias de confitería realizadas en los Estados Unidos y Sudamérica, lo que ha contribuido a que sus productos tengan una excelente imagen y gran reconocimiento en los círculos internacionales de la confitería. Impactantes campañas publicitarias apoyadas por una gran labor de promoción y una amplia comercialización de sus productos, han contribuido a que las marcas cuenten con un alto nivel de reconocimiento entre consumidores de todas las edades. Su permanente innovación ha permitido que la empresa sea reconocida como una empresa en constante evolución, que se ajusta a los gustos y a las modas de los diferentes mercados a los que exporta. Durante el 2007, la empresa desarrolló una labor de alineamiento de las estrategias de mercadeo, nacionales e internacionales enfocadas hacia la publicidad, el lanzamiento de productos y las actividades promocionales.

**Figura 1. Localización de La Dulcera, S.A.**



Fuente: [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

**Figura 2. Localización de La Dulcera, S.A.**



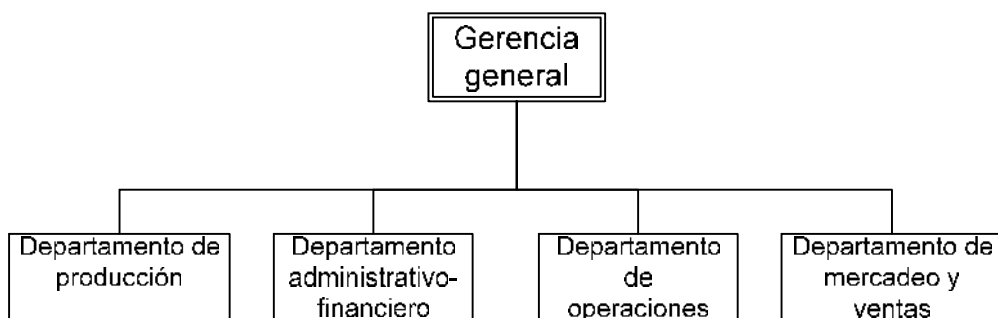
Fuente: [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

### 1.1.2 Organización

La empresa esta formada de una manera integral de tal forma que cada área y departamento en su conjunto es funcional y adecuada para la empresa. En la actualidad, cuenta con adecuados procesos administrativos y operacionales optimizando los recursos disponibles, tales como la distribución física de las instalaciones y aprovechamiento de la tecnología existente, regidos por normas y políticas establecidas generando compromiso y pertenencia a la empresa por medio de valores, ética, actitudes y expectativas individuales.

Actualmente, la organización de la empresa está conformada por los siguientes departamentos o áreas:

- Gerencia general
- Departamento de producción
- Departamento administrativo-financiero
- Departamento de operaciones
- Departamento de mercadeo y ventas



### **1.1.3 Política de calidad**

En la actualidad dentro de la empresa resulta prioritario integrar la gestión realizada a su interior en materia de calidad e inocuidad; por lo que se crea un sistema de gestión integral que se ocupa de las políticas, la planificación, la implementación, el control y la revisión en estos aspectos. En el año 2000, La Dulcera, S.A. creó su política de calidad modificándola en el año 2004, con el fin de plasmar el compromiso de la organización con el mantenimiento de su sistema de gestión integral. Con esto, nuestra empresa orienta sus esfuerzos en la administración de la misma, vincula a todos los colaboradores quienes aportan a su implementación desde cada uno de sus puestos de trabajo y afianza el compromiso con la satisfacción de sus clientes.

#### **A.-Política de calidad**

La política de calidad es actualmente la siguiente: La Dulcera, S.A. satisface las expectativas del mercado nacional e internacional de manera permanente, elaborando productos innovadores, inocuos y de excelente calidad; orientando sus actividades hacia la prevención de la contaminación; dando cumplimiento a las regulaciones establecidas, mejorando continuamente la satisfacción y las necesidades de todos sus clientes a nivel global.

### **1.1.4 Misión**

Compañía enfocada a cautivar al consumidor, fundamentada en el bienestar y compromiso de su capital humano, en el desarrollo de marcas líderes y en los productos innovadores de alto valor percibido, dirigidos a la base del consumo a través de una comercialización eficaz.

### **1.1.5 Visión**

Ser la empresa líder, en la producción, venta y distribución de confites de alta calidad, que nos permitan la permanencia y expansión en el mercado nacional y extranjero.

### **1.1.6 Valores**

En La Dulcera promovemos y nos comprometemos con la aplicación de los siguientes valores, que caracterizan nuestras actuaciones, en procura de la excelencia:

#### **a. Trabajo en equipo**

Participamos y colaboramos con entusiasmo en cada uno de los procesos; buscamos con nuestro trabajo individual y colectivo la sinergia del equipo para lograr los mejores resultados.

#### **b. Compromiso**

Estamos comprometidos con esmero a participar activamente en el desarrollo de nuestros objetivos individuales y organizacionales con honestidad y lealtad, en todo momento y en todo lugar.

#### **c. Orientados al consumidor**

Nos orientamos decididamente a conocer las necesidades y deseos de nuestros clientes internos y externos para satisfacer sus expectativas, proporcionándoles los mejores productos y servicios.

#### d. Respeto

Respetamos y reconocemos las iniciativas de cada uno, damos un trato digno, franco y tolerante donde aceptamos la crítica para seguir creciendo y desempeñando un papel importante en el logro de nuestra meta.

#### e. Creatividad e innovación

Creemos en nuestro talento y creatividad, proporcionamos constantes desarrollos e innovamos en el diseño de nuestros productos, teniendo como objetivo primordial la satisfacción de nuestros consumidores.

### **1.2 Proceso de fabricación de dulces**

El proceso de fabricación de dulces se puede separar en cuatro etapas principales, las cuales se describen a continuación:

#### **1.2.1 Cocimiento del caramelo**

El caramelo se cocina en una cocinadora continua, a la cual se le coloca la formulación correspondiente a cada producto, la mayoría de los caramelos está compuesto por un 70% de jarabe de azúcar y un 30% de glucosa. Los caramelos se deben cocinar a diferente temperatura, la cual está comprendida en los siguientes rangos: caramelos duros corrientes (140-145)<sup>0</sup>C, caramelos duros de glucosa (133-138)<sup>0</sup>C, caramelos duros especiales (129-130)<sup>0</sup>C, caramelos de alta glucosa (123-125)<sup>0</sup>C. Se debe aplicar el vacío conforme lo estipulado en la formulación de cada producto.



Se descarga el caramelo en una olla receptora en cada cocina, se controla que el peso este dentro del rango (49-51) kilogramos, se le agregan los aditivos especificados por cada formulación del producto y se mezcla durante (1-2) minutos, luego se lleva el caramelo hasta la mesa fría.

### **1.2.2 Troquelado del dulce**

Antes de colocar el caramelo en la troqueladora, se debe controlar la temperatura, esto se hace en la amadora, la temperatura debe estar dentro de los siguientes rangos: caramelos duros corrientes (70-75)<sup>0</sup>C, caramelos duros de glucosa (80-85)<sup>0</sup>C, caramelos duros especiales (80-85)<sup>0</sup>C, caramelos de alta glucosa (90-95)<sup>0</sup>C. El control de la variable de temperatura es realizado en forma manual (tacto) a la masa de caramelo por el operario alimentador experto y validado por el operario de la troqueladora.

Se cargan los bastonadores de la troqueladora con caramelo duro temperado entre (75-80)<sup>0</sup>C, se troquea el caramelo temperado según el molde y la máquina estipulados en la hoja de ruta del producto programado. Se enfría el caramelo troquelado en el sistema de refrigeración el cual debe estar entre (18-22)<sup>0</sup>C, y una humedad relativa entre (60-70)%.

### **1.2.3 Envoltura**

Se recibe el producto troquelado enfriado en bandejas plásticas. Se llenan las bandejas hasta tres cuartas partes (3/4) de su capacidad, se arruman sobre una estiba plástica. Se almacena temporalmente el producto en estibas en el área de envoltura, a una temperatura ambiente entre (20-30)<sup>0</sup>C y una humedad relativa entre (40-60)%, hasta que el producto sea envuelto.

Se dosifica el producto dentro de la tolva de la envolvedora en forma delicada para evitar que el producto se quiebre. Se envuelve el producto con la máquina definida en la hoja de ruta y se opera, según el instructivo de operación.

#### **1.2.4 Envase**

El producto envuelto se recibe en bandejas plásticas y se arruma en una estiba hasta una altura de cinco bandejas y cinco arrumes por estiba. El producto se traslada hacia la envasadora.

Se alimenta la envasadora con el producto envuelto, se opera la máquina envasadora conforme el procedimiento descrito en el instructivo de operación del equipo correspondiente. El producto envasado cae en una banda transportadora y pasa por un detector de metales, una vez el producto pasa por el detector de metales se retira de la banda transportadora y se empaca en cajas de cartón, según el tipo y contenido especificado en la hoja de ruta de cada producto. Luego se colocan las cajas en la máquina encintadora eléctrica, para ser llevadas por la banda transportadora a la bodega de producto terminado.

### 1.3 Materias primas y sus características

Para la producción de dulces se necesitan dos materias primas principales las cuales son azúcar (70%) y glucosa (30%).

#### 1.3.1 Azúcar

El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa, obtenidos a partir de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera mediante procedimientos industriales apropiados. La caña de azúcar contiene entre 8% y 15% de sacarosa. El jugo obtenido de la molienda de la caña se concentra y cristaliza al evaporarse el agua por calentamiento. Los cristales formados son el azúcar crudo o, de ser lavados, el azúcar blanco. En las refinerías el azúcar crudo es disuelto y limpiado y cristalizado de nuevo para producir azúcar refinado.

El azúcar es sacarosa, un carbohidrato de origen natural compuesto por carbono, oxígeno e hidrógeno (carbohidrato). Los azúcares blancos son alimentos muy puros con más del 99% de sacarosa. Los azúcares crudos poseen un contenido algo menor de sacarosa (>94%), pues conservan aun parte de la miel a partir de la cual fueron fabricados.

El azúcar debe cumplir con las siguientes características fisicoquímicas:

**Tabla I. Características fisicoquímicas del azúcar**

Cenizas	0.00 - 0.08%
Azúcares reductores	0.00 - 0.09%
Color	60 – 350 UI
Material extraño	Ninguno
Humedad	Max 0.08%

**Fuente: información proporcionada por la empresa**

### 1.3.2 Glucosa

Es un jarabe de maíz de color blanco transparente, olor característico y sabor un poco dulce. Se obtiene de la hidrólisis controlada del almidón, compuesto por carbohidratos que van desde azúcares simples como dextrosa hasta altos polisacáridos.

La glucosa debe cumplir las siguientes características fisicoquímicas:

**Tabla II. Características fisicoquímicas de la glucosa**

Azúcares reductores	31.00 – 35.07%
Densidad	1.4185 g/mL
Material extraño	Ninguno
Ph	4.8 - 5.2
Brix	81.6 - 83.5%
Grados Baumé	42.4 - 43.3

**Fuente: información proporcionada por la empresa**



## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE DULCES

### 2.1 Estudio de tiempos de la línea de producción

**Cocimiento:** se cuenta con una cocina en la línea de producción y el estudio de tiempos es el siguiente:

**Tabla III. Estudio de tiempos de cocimiento**

	Tiempo de cocimiento (min.)	2.55
	Caramelos * hora	19
	Peso del caramelo (kg.)	50
Suplementos (min.)	Lavado de molde	20
	Toma de alimentos	30
	Fatiga	15
	Cambio de variedad	7
	Fallas en equipo (5%)	20.4
		<b>Tiempo disponible</b>
	Caramelos estándar por turno	152
	kg. por turno	7600
	kg. / hora	950.00
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>146</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

Tiempo Disponible:

Es el tiempo efectivo de trabajo.

Tiempo Disponible = minutos del turno – suplementos.

**Troquelado:** se cuenta con un troquel, este puede trabajar desde cero a 900 unidades por minuto, pero va depender de la capacidad del sistema de refrigeración la velocidad a la cual se coloque, en la actualidad trabaja a 700 unidades por minuto que es el máximo que permite el sistema de refrigeración.

**Tabla IV. Estudio de tiempos de troquelado**

	Velocidad (unidades*min.)	700
	Peso del bombón (grs.)	18.07
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	20
	Aseo	15
	Toma de alimentos	30
	Fatiga	15
	Cambio de envoltura	0
	Fallas en equipo (15%)	60
	Tiempo disponible	340
Unidades estándar por turno	238000	
kg. por turno	4300.66	
kg. / hora	537.58	
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>83</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

**Envoltura:** se cuenta con cuatro envolvedoras las cuales trabajan a 250 unidades efectivas.

**Tabla V. Estudio de tiempos de envoltura**

			<b>4 envolvedoras</b>	
	Velocidad (unidades*min.)	250		
	Peso del bombón (grs.)	18.07		
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	20		
	Aseo	15		
	Toma de alimentos	30		
	Fatiga	15		
	Cambio de envoltura	15		
	Fallas en equipo (10%)	38.50		
	Tiempo disponible	346.50		
	Unidades estándar por turno	86625		
kg. por turno	1565.31			
kg. / hora	195.66			
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>30</b>		<b>120</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa



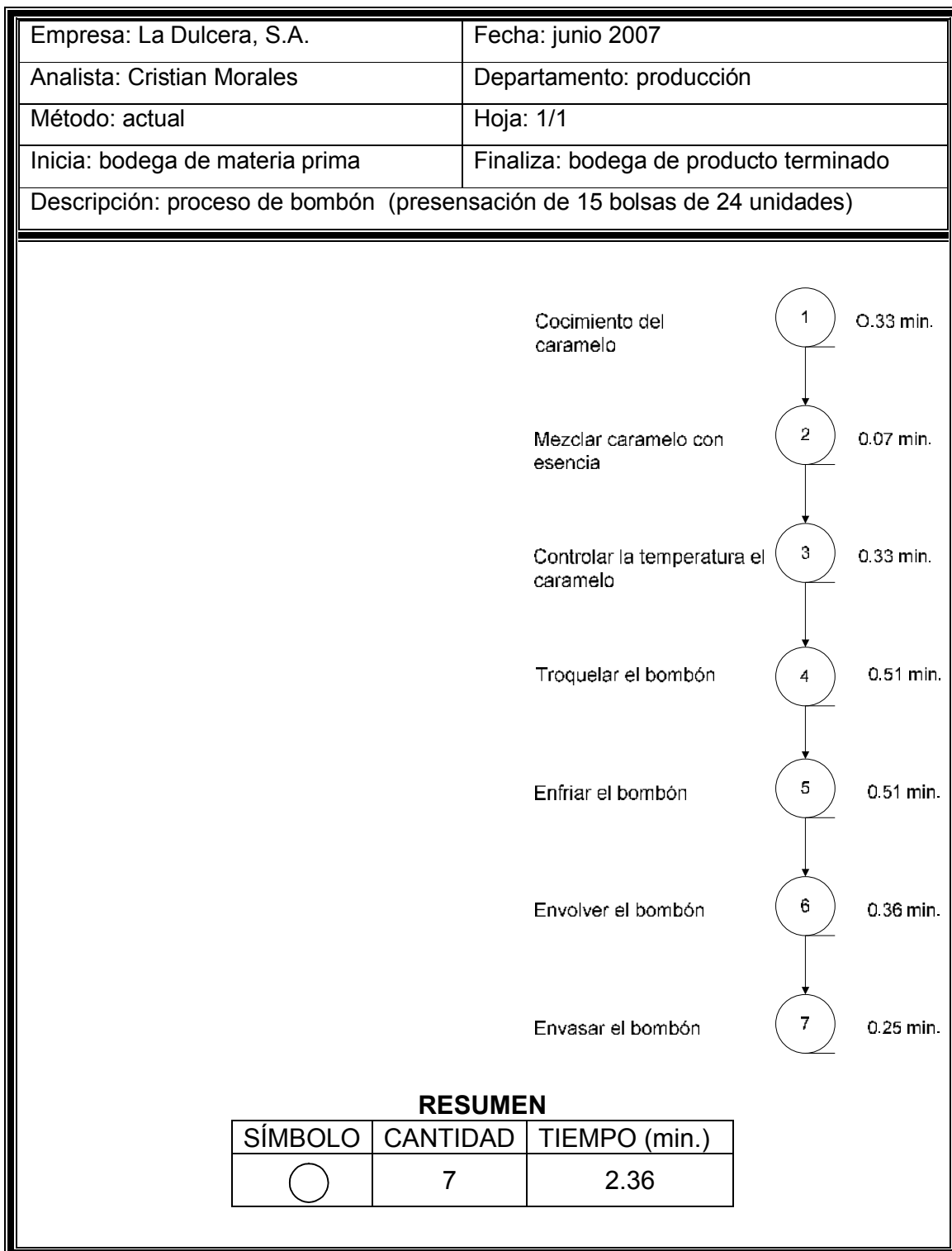
**Envase:** se cuenta con una envasadora la cual trabaja a 60 bolsas/min.

**Tabla VI. Estudio de tiempos de envase**

	Velocidad (bolsas*min.)	60
	Presentación bolsas	15
	Presentación unidades	24
	Peso del bombón (grs.)	18.07
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	20
	Aseo	15
	Toma de alimentos	30
	Fatiga	14
	Cambio de envoltura	20
	Cambio de hot stamp	2
	Cambio de formato	20
	Cambio de variedad	15
	Fallas en equipo (15%)	51.60
	Tiempo disponible	292.40
Cartones estándar por turno	1169.60	
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>146</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

### 2.1.1 Diagrama de operaciones del proceso



### **2.1.2 Determinación del cuello de botella**

De acuerdo al estudio de tiempos y el diagrama de operaciones, el cuello de botella se encuentra en el sistema de refrigeración, este está restringiendo la velocidad del troquel, la cual podría aumentar con una capacidad mayor del sistema de refrigeración.

### **2.1.3 Capacidad del sistema de refrigeración**

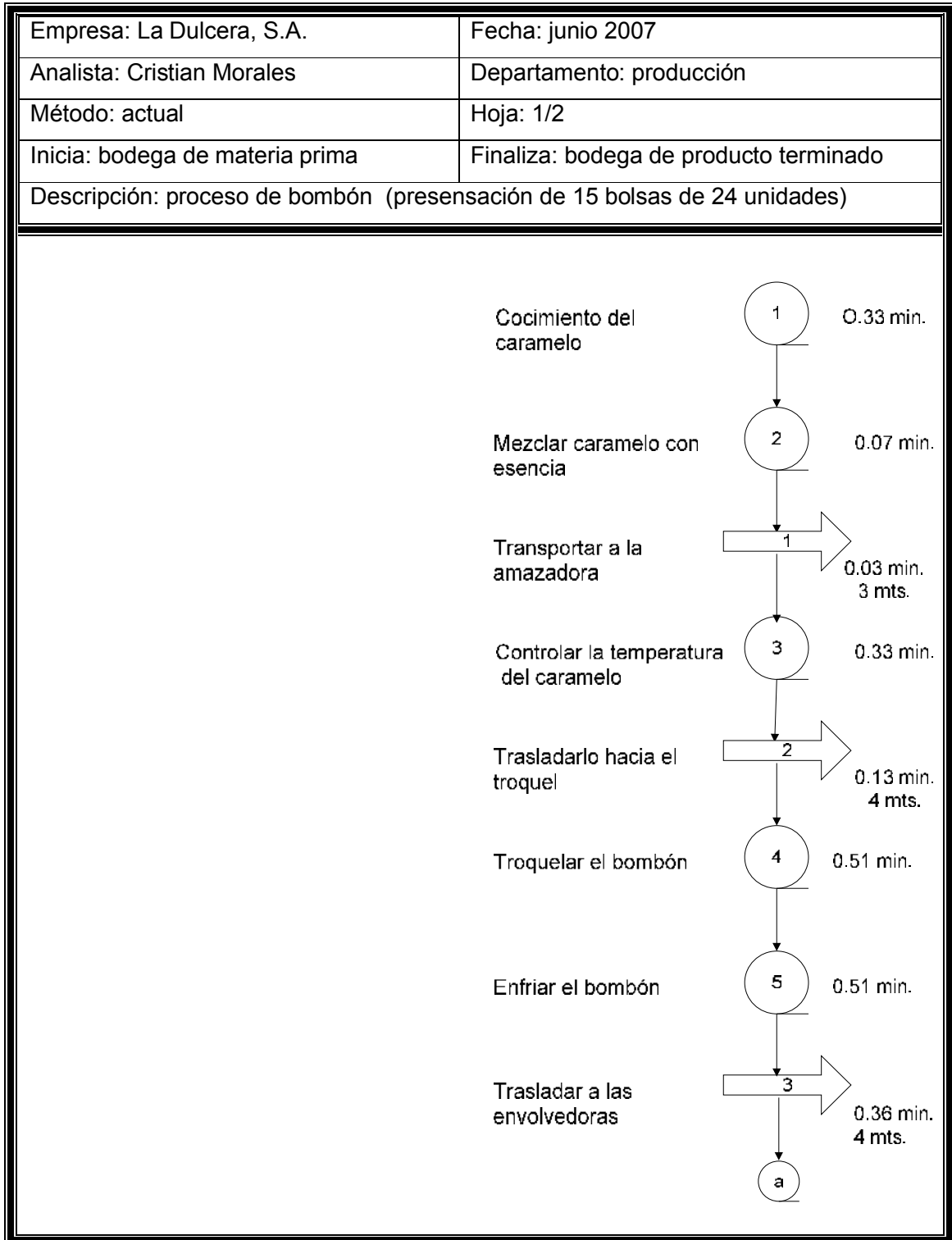
La capacidad actual de sistema de refrigeración es de 700 bombones por minuto, si se le incrementa la capacidad de troquelado, el sistema de refrigeración ya no se mantiene en el rango de temperatura 18 – 22 grados centígrados, lo que provoca que el bombón se apache por la alta temperatura, este no cumplirá con los estándares de calidad y se tendrá que enviar a desperdicio, aquí solo se recupera jarabe pero la esencia, colorante y varilla se pierde.

### **2.1.4 Capacidad de producción actual**

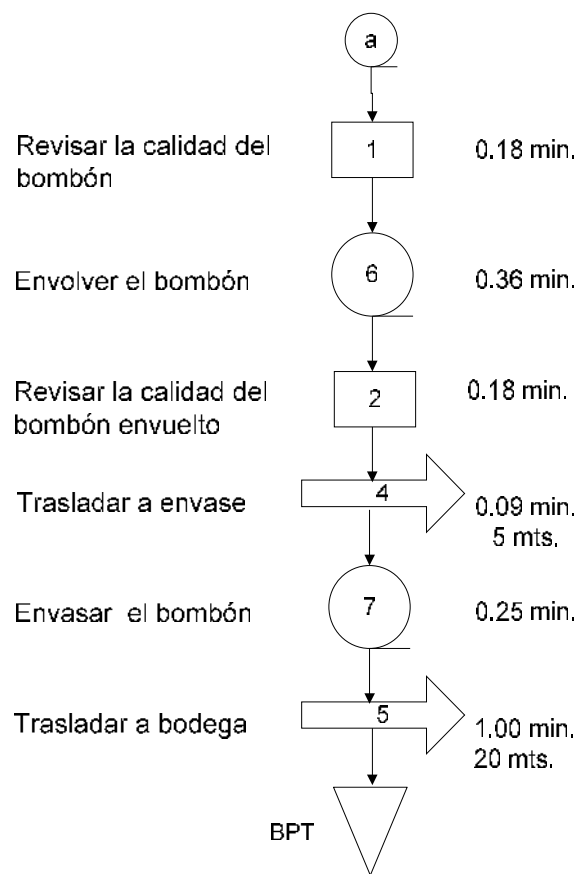
La capacidad de producción actual está limitada por el sistema de refrigeración que no permite subir la velocidad de troquelado.

Capacidad de producción = 83 cartones/hora.  
= 1,992 cartones/día.  
= 47,808 cartones/mes.

## 2.2 Diagrama de flujo de la línea de producción



Empresa: La Dulcera, S.A.	Fecha: junio 2007
Analista: Cristian Morales	Departamento: producción
Método: actual	Hoja: 2/2
Inicia: bodega de materia prima	Finaliza: bodega de producto terminado
Descripción: proceso de bombón (presensación de 15 bolsas de 24 unidades)	



### RESUMEN

SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min.)	DISTANCIA (metros)
○	7	2.36	
□	2	0.36	
⇒	5	1.61	36
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>4.33</b>	<b>36</b>

### 2.2.1 Centros de trabajo de la línea

El proceso de bombones se puede agrupar en cuatro centros de trabajo, estos son de mucha utilidad para determinar el personal requerido para el proceso.

- Cocimiento
- Troquelado
- Envoltura
- Envase

### 2.2.2 Personal requerido

El personal que se requiere para el proceso de bombones es el siguiente:

**Tabla VII. Personal requerido para el proceso de dulces**

	No. de personas	
Cocimiento	Operario de cocina	1
	Operario de mesas frías	1
	Operario de amazadora	1
Troquelado	Operario de troquel	1
	Operario recibidor	1
Envoltura	Operario envolvedora 1-2	1
	Operario envolvedora 3-4	1
Envasado	Operario envasadora	1
	Operario alimentador	1
	Operario empacador	1
TOTAL		10

Fuente: elaborada con información de la empresa

## 2.3 Comportamiento de la demanda

La empresa ha tenido un crecimiento de un 15% con respecto a las ventas del año pasado, esto se debe al buen trabajo de mercadeo que se ha logrado, por lo que es muy importante determinar como se comportará el mercado durante el año.

### 2.3.1 Pronóstico de la demanda

El pronóstico de ventas que se tiene para el año 2007 es el siguiente:

Tabla VIII. Pronóstico de la demanda del 2007

	Pronóstico (cajas)
Enero	52,800
Febrero	52,800
Marzo	52,800
Abril	50,400
Mayo	50,400
Junio	50,400
Julio	54,000
Agosto	54,000
Septiembre	57,600
Octubre	57,600
Noviembre	57,600
Diciembre	57,600

Fuente: elaborada con información de la empresa

Para establecer el pronóstico por mes se realiza un presupuesto anual, en este la gerencia determina cuáles serán las metas a cumplir durante el año, con base en éstas, se determinan los pronósticos de ventas que se deben cumplir durante cada mes del año.

Enero:

Meta a cumplir: US\$797,280.00

$$\text{Pr onóstico.enero} = \frac{797280.00 \text{dólares}}{15.10 \frac{\text{dólares}}{\text{caja}}} = 52,800 \text{cajas}$$

### **2.3.2 Metas propuestas**

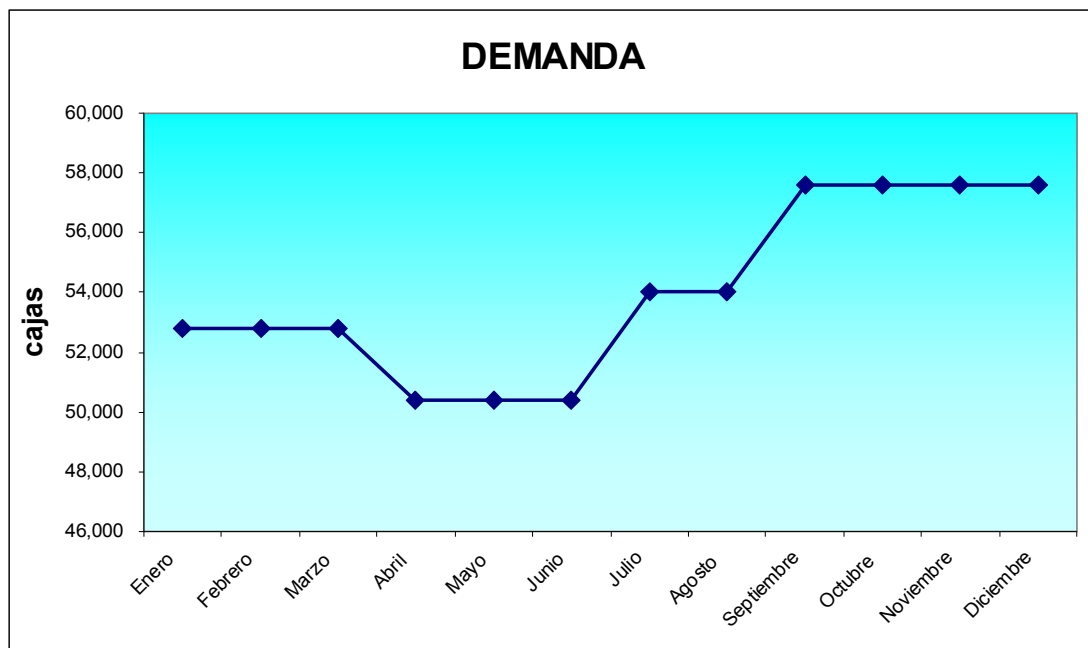
Las metas que se ha propuesto la gerencia general para el año 2007 es llegar a la meta de 26 millones de dólares, para lograr esta cifra es necesario cumplir con el 100% de la demanda proyectada en la línea de bombones durante el año, por lo que el departamento de producción deberá tener la suficiente capacidad para abastecer esta demanda.



### 2.3.3 Gráfico de demanda

Para cumplir con las metas de la empresa el primer paso es tener claro cuáles son las cantidades de dulce que se deben producir por mes, para eso se tiene que graficar la demanda durante cada mes del año.

Figura 3. Demanda del año 2007

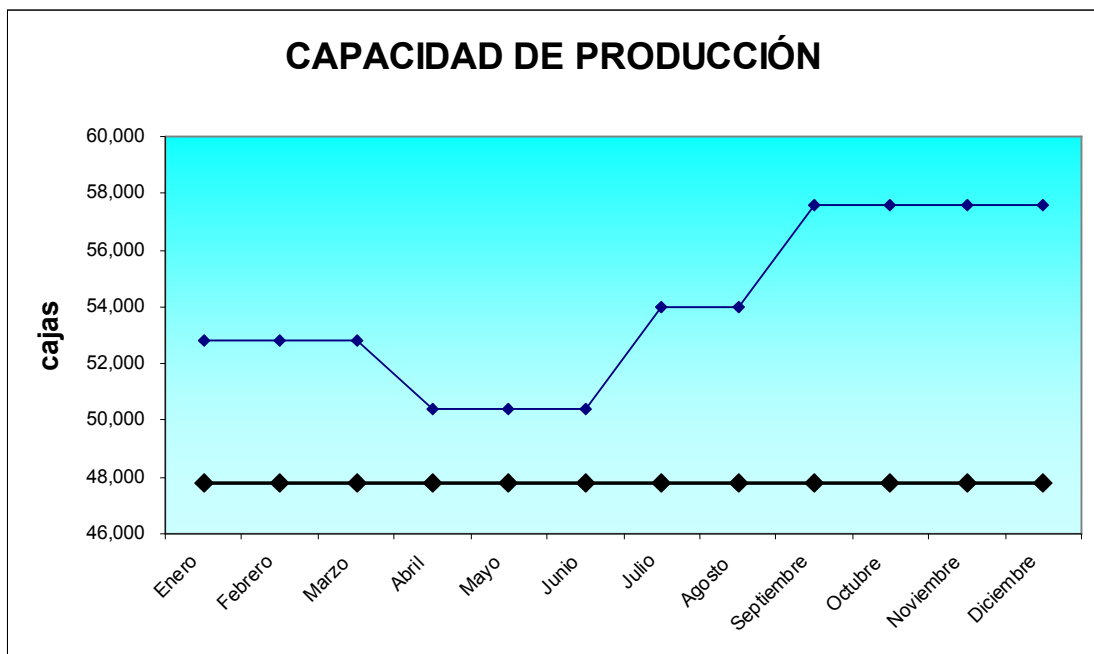


Fuente: elaborado con información de la empresa

### 2.3.4 Gráfico de capacidad de producción actual

Después de conocer como se comportará la demanda durante el año, es determinante conocer cual es la capacidad de producción actual de la empresa para saber si se pueden o no cumplir con las metas propuestas por la gerencia.

Figura 4. Capacidad de producción del año 2007



Fuente: elaborado con información de la empresa



### 3. PROPUESTA DEL CAMBIO DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

#### 3.1 Sistema de refrigeración propuesto

El sistema necesario para incrementar la capacidad de producción es el que permita aumentar a su máxima velocidad el troquelado del bombón que como se demostró en el estudio de tiempos, es el cuello de botella por lo que se está restringiendo todo el proceso. El sistema de refrigeración debe mantenerse en el rango de temperatura de 18 – 22 grados centígrados, el bombón a la salida del sistema debe tener una temperatura entre 30 - 40 grados centígrados para no permitir su deformación por alta temperatura, a la vez de tener la capacidad para enfriar 975.78 kilogramos por hora de dulce.

##### 3.1.1 Características

El sistema de refrigeración debe tener las siguientes características:

**Tabla IX. Características del sistema de refrigeración propuesto**

Velocidad del aire	1.5 m/s
Cantidad de aire	10000 m <sup>3</sup> /hr
Dimensiones del evaporador	1800*500*250 mm
Capacidad de enfriamiento	92000 BTU/h
Capacidad	1000 kg por hora
Rango de temperatura	18 - 22 grados centígrados
Humedad	60% humedad relativa
Refrigerante	R 22
Temperatura del bombón a la salida	30 - 40 grados centígrados

Fuente: adaptado con información proporcionada por el fabricante del sistema de refrigeración

### 3.1.2 Capacidad del sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración que se propone tiene la capacidad de 1,000 kilogramos por hora de dulce, esto logrará aumentar el troquel a 900 unidades por minuto que es su máxima velocidad.

$$Capacidad.requerida = \frac{900 \frac{unds}{min} * 60 min * 18.07 gramos}{1000} = 975.78 \frac{ki log ramos}{hora}$$

Capacidad del sistema de refrigeración = 1,000 kilogramos/hora de dulce

### 3.2 Estudio de tiempos

**Cocimiento:** se cuenta con una cocina en la línea de producción y el estudio de tiempos es el siguiente:

**Tabla X. Estudio de tiempos de cocimiento con el sistema de refrigeración propuesto**

	Tiempo de cocimiento (min.)	2.55
	Caramelos * hora	19
	Peso del caramelo (kg)	50
Suplementos (min.)	Lavado de molde	20
	Toma de alimentos	30
	Fatiga	15
	Cambio de variedad	7
	Fallas en equipo (5%)	20.4
	Tiempo disponible	387.60
	Caramelos estándar por turno	152
	kg. por turno	7600
	kg. / hora	950.00
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>146</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

**Troquelado:** se cuenta con un troquel, este puede trabajar desde cero a 900 unidades por minuto, pero va depender de la capacidad del sistema de refrigeración la velocidad a la cual se coloque, con el sistema propuesto se trabajará a 900 unidades por minuto que es la máxima velocidad.

**Tabla XI. Estudio de tiempos de troquelado con el sistema de refrigeración propuesto**

	Velocidad (unidades*min.)	900
	Peso del bombón (grs.)	18.07
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	20
	Aseo	15
	Toma de alimentos	30
	Fatiga	15
	Cambio de envoltura	0
	Fallas en equipo (15%)	60
	Tiempo disponible	340
	Unidades estándar por turno	306000
	kg. por turno	5529.42
	kg. / hora	691.18
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>106</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

**Envoltura:** se cuenta con cuatro envolvedoras las cuales trabajan a 250 unidades efectivas.

**Tabla XII. Estudio de tiempos de envoltura con el sistema de refrigeración propuesto**

			<b>4 envolvedoras</b>	
<b>Suplementos (min.)</b>	Velocidad (unidades*min.)	250		
	Peso del bombón (grs.)	18.07		
	Preparación de equipo	20		
	Aseo	15		
	Toma de alimentos	30		
	Fatiga	15		
	Cambio de envoltura	15		
	Fallas en equipo (10%)	38.50		
	Tiempo disponible	346.50		
	Unidades estándar por turno	86625		
	kg. por turno	1565.31		
	kg. / hora	195.66		
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>30</b>		<b>120</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

**Envase:** se cuenta con una envasadora la cual trabaja a 60 bolsas/min.

**Tabla XIII. Estudio de tiempos de envase con el sistema de refrigeración propuesto**

	Velocidad (bolsas*min.)	60
	Presentación bolsas	15
	Presentación unidades	24
	Peso del bombón (grs.)	18.07
Suplementos (min.)	Preparación de equipo	20
	Aseo	15
	Toma de alimentos	30
	Fatiga	14
	Cambio de envoltura	20
	Cambio de hot stamp	2
	Cambio de formato	20
	Cambio de variedad	15
	Fallas en equipo (15%)	51.60
	Tiempo disponible	292.40
Cartones estándar por turno	1169.60	
	<b>CARTONES / HORA</b>	<b>146</b>

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

### 3.2.1 Sistema de refrigeración

Con el nuevo sistema de refrigeración nos permite colocarle la máxima velocidad al troquel, 900 unidades por minuto. La nueva capacidad de este centro de trabajo es de 106 cartones/hora, un incrementó de 23 cartones por hora.



### 3.3 Capacidad de producción

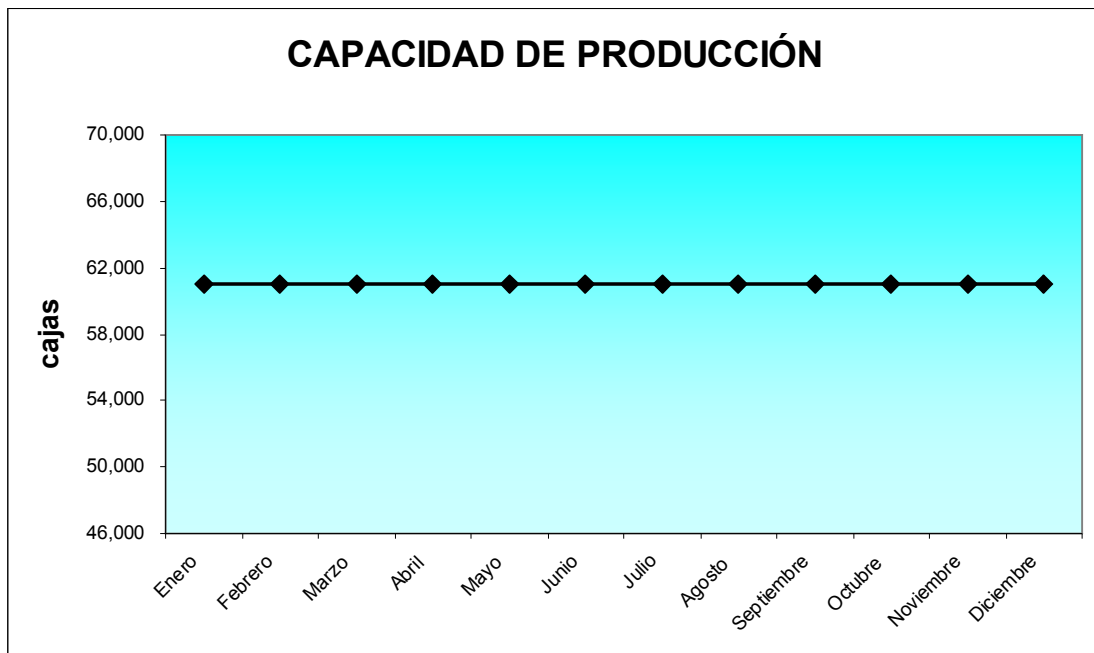
La capacidad de producción la determina el cuello de botella, con el nuevo sistema de refrigeración se logro incrementar la velocidad de troquelado, que es el cuello de botella, 83 cartones por hora antes, 106 cartones por hora con el sistema de refrigeración propuesto.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de producción} &= 106 \text{ cartones/hora.} \\ &= 2,544 \text{ cartones/día.} \\ &= 61,056 \text{ cartones/mes.} \end{aligned}$$

#### 3.3.1 Gráfico de capacidad

Para conocer si la planta logrará cumplir con la demanda, lo primero que se tiene que hacer es graficar la nueva capacidad de producción con el sistema de refrigeración propuesto.

**Figura 5. Capacidad de producción del año 2007 con el sistema de refrigeración propuesto**

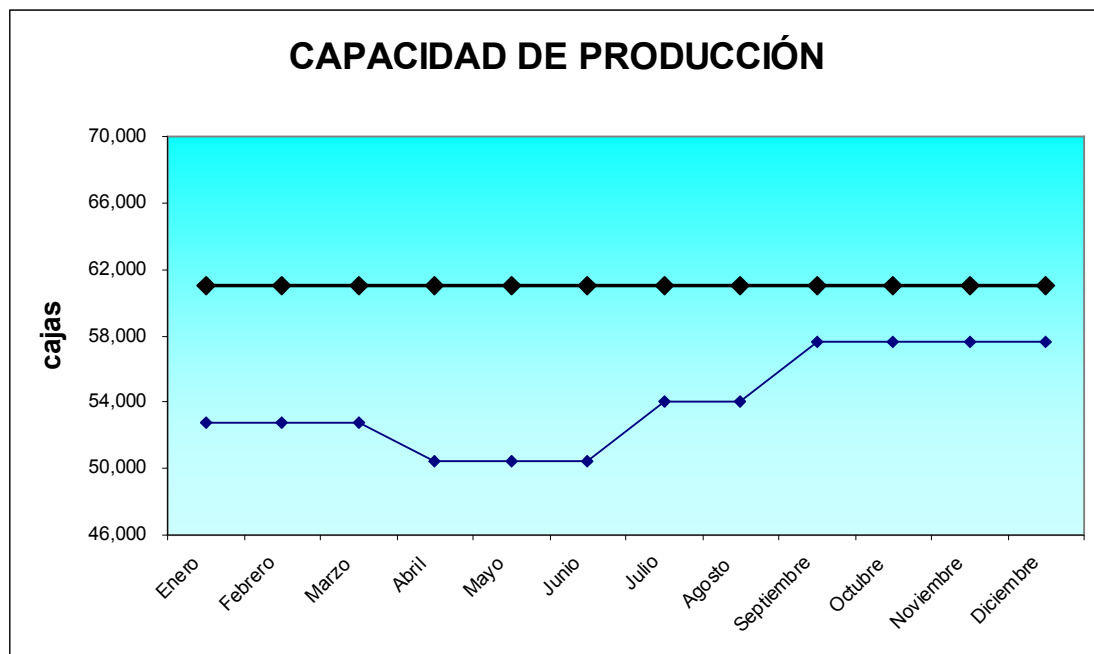


Fuente: elaborado con información de la empresa

### 3.3.2 Gráfico de demanda

Después de conocer la nueva capacidad de producción se debe graficar la demanda durante el año para saber si el sistema de refrigeración propuesto incrementó la capacidad de producción lo suficiente para cubrir esta demanda.

Figura 6. Demanda del año 2007 con el sistema de refrigeración propuesto



Fuente: elaborado con información de la empresa

Con el sistema de refrigeración propuesto se logra cubrir la demanda, y se tiene un 6% de capacidad extra para cubrir cualquier eventualidad en el mercado.

### **3.4 Centros de trabajo de la línea**

Los centros de trabajo siguen siendo los mismos, por lo que no se incrementó ninguna operación extra.

- **Cocimiento**

Se cocinan caramelos compuestos por un 70% de jarabe de azúcar y 30% de glucosa. Este centro de trabajo produce 146 cartones por hora.

- **Troquelado**

La velocidad de troquelado se incrementó de 700 unidades/min. a 900 unidades/min. con el sistema de refrigeración propuesto.

- **Envoltura**

La línea de producción cuenta con cuatro envolvedoras, las cuales trabajan a 250 unidades/min. reales.

- **Envase**

La línea de producción cuenta con una envasadora que trabaja a 60 bolsas/min. (24 unidades por bolsa)

### 3.4.1 Personal requerido

El personal que se requiere para el proceso de bombones sigue siendo el mismo, esto debido a que no existe ninguna operación adicional.

**Tabla XIV. Personal requerido para el proceso de dulces con el sistema de refrigeración propuesto**

		No. de personas
Cocimiento	Operario de cocina	1
	Operario de mesas frías	1
	Operario de amazadora	1
Troquelado	Operario de troquel	1
	Operario recibidor	1
Envoltura	Operario envolvedora 1-2	1
	Operario envolvedora 3-4	1
Envasado	Operario envasadora	1
	Operario alimentador	1
	Operario empacador	1
TOTAL		10

Fuente: elaborada con información de la empresa

### 3.4.2 Materiales

Es muy importante tener en cuenta que debido al incremento de la capacidad, cada centro de trabajo deberá incrementar su inventario de materias primas en un 27.71% que es el porcentaje que incrementó la capacidad de producción.

$$\%Incremento.capacidad.de.producción = \left( \left( \frac{106}{83} \right) * 100 \right) - 1 = 27.71\%$$

El consumo de materiales se incrementó por la nueva eficiencia de la línea de producción. Los materiales (comestible, varilla, envoltura y envase) que se utilizarán en un día de producción son solicitados a bodega de materias primas un día antes según el programa de producción, y para evitar quedarse sin material ocasionando una parada, se tiene que tener en cuenta este incremento ya que al tener mayor producción diaria, 27.71% mas, la cantidad de materiales necesarios para producir esta cantidad de producto será mayor.

### **3.5 Estudio socioeconómico**

El cambiar el sistema de refrigeración requiere una inversión de capital bastante grande, es importante hacer un estudio para poder determinar si se obtendrá un beneficio económico al hacer estos cambios, la capacidad de producción aumentó un 27.71%, pero si los ingresos de capital no cubren las expectativas no vale la pena invertir.

#### **3.5.1 Inversión requerida**

El costo del sistema de refrigeración que se propone tiene un costo de US\$110,000.00 dólares.

- US\$105,000.00 = Costo del sistema de refrigeración para dulcería
- US\$2,000.00 = Costo de transporte hacia la planta
- US\$3,000.00 = Costo de instalación

El costo incluye todos los gastos de transporte e instalación dentro de la planta, el equipo se entregaría funcionando, esto quiere decir que se le cancelará al proveedor hasta que se compruebe que el sistema de refrigeración

cumple con las expectativas planteadas, incrementar la capacidad de troquelado de 700 a 900 unidades/minuto.

Para el mantenimiento del equipo de refrigeración se llegó a un acuerdo con la empresa que realiza el mantenimiento a los otros sistemas de refrigeración de la planta. La empresa estará cobrando US\$2,000.00 dólares anuales, este incluye mantenimientos mensuales garantizando el buen funcionamiento del equipo.

Costo total es de US\$112,000.00 dólares.

### **3.5.2 Eficiencia alcanzada**

Con el sistema de refrigeración actual se tiene la siguiente eficiencia:

Velocidad del fabricante = 900 unidades/min.

Velocidad actual = 700 unidades/ min.

$$Eficiencia.actual = \left( \frac{700}{900} \right) * 100 = 77.77\%$$

Con el sistema de refrigeración propuesto se tiene la siguiente eficiencia:

Velocidad del fabricante = 900 unidades/min.

Velocidad alcanzada = 900 unidades/ min.

$$Eficiencia.alcanzada = \left( \frac{900}{900} \right) * 100 = 100\%$$

### 3.5.2.1 Costo del producto

El costo del producto es el siguiente:

Tabla XV. Costo estándar del producto

	Quetzales	Dólares
Materia prima comestible	60.64	7.88
Materia prima envoltura	30.47	3.96
Materia prima empaque	6.49	0.84
Mano de obra directa	5.27	0.68
Variables	6.57	0.85
Fijos	6.84	0.89
<b>Costo total caja</b>	<b>116.28</b>	<b>15.10</b>

Tipo de cambio 7.70

Fuente: información proporcionada por la empresa

Una caja = 15 bolsas de 24 unidades.

### 3.5.3 Margen de contribución

Para conocer el margen de contribución se tiene que:

Precio de venta = US\$23.21

Costo = US\$15.10

$$\text{Margen de contribución} = \left( \frac{23.21}{15.10} - 1 \right) * 100 = 53.71\%$$

A cada producto que se vende se le esta ganando un 53.71% del costo estándar que cuesta producirlo.

### 3.5.4 Recuperación de la inversión

Para calcular en cuanto tiempo se recuperará la inversión se tienen los siguientes datos:

- Inversión = US\$112,000.00
- Producción incrementada = 23 cajas/hora
- Precio de venta caja = US\$23.21
- Costo de caja = US\$15.10

Utilidad por caja:

$$23.21 - 15.10 = US\$8.11$$

Utilidad mensual:

$$23 \frac{\text{cajas}}{\text{hora}} * 24 \text{ horas} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * US\$8.11 = US\$107,441.28$$

Recuperación de la inversión:

$$\frac{(US\$112,000.00 * 24 \text{ días})}{US\$107,441.28} = 25.02 \approx 1. \text{mes}$$

Todos los cálculos se realizan sobre 24 días-mes, ya que estos son los días hábiles que se programa producción.



### 3.5.4.1 Ingresos

Los ingresos que se tendrán con la nueva capacidad de producción son los siguientes:

#### 3.5.4.1.1 Anuales

Al cambiar el sistema de refrigeración de la línea de producción, se incrementó la capacidad en 23 cajas/hora, por lo que este producto está disponible para la venta que actualmente no se estaba cubriendo por falta de capacidad. Estas cajas generan unos ingresos anuales.

Ingresos Anuales:

$$23 \frac{\text{cajas}}{\text{hora}} * 24 \text{horas} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 12 \text{meses} * \text{US\$}8.11 = \text{US\$}1,289,295.36$$

#### 3.5.4.1.2 Mensuales

Durante un mes se programan 24 días de producción, con el cambio efectuado la empresa contará con unos ingresos mayores durante cada mes del año.

Ingresos Mensuales:

$$23 \frac{\text{cajas}}{\text{hora}} * 24 \text{horas} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \text{US\$}8.11 = \text{US\$}107,441.28$$

## 4. IMPLANTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

### 4.1 Estándares para la nueva capacidad de la línea de producción

Con el nuevo sistema de refrigeración la capacidad de la línea de producción aumentó un 27.71%, por lo que es muy importante la capacitación del personal para romper el paradigma que todos actualmente tienen sobre las metas de producción.

Es de suma importancia que los nuevos estándares de producción se cumplan a la perfección, para que los cálculos de tiempo para recuperar la inversión y las ganancias se den conforme lo planificado. Todo va depender de una buena capacitación al personal ya que ellos son los que operan los equipos y están acostumbrados a un ritmo de producción.

#### 4.1.1 Producción de cada centro de trabajo

La producción de cada centro de trabajo es la siguiente:

Tabla XVI. Capacidad de producción de los centros de trabajo con el sistema de refrigeración propuesto

Centro de trabajo	Producción (cajas/hora)
Cocimiento	146
Troquelado	106
Envoltura	120
Envase	146

Fuente: elaborada con información del estudio de tiempos de la empresa

#### 4.1.2 Producción total de la línea

La producción de la línea la limita el cuello de botella, este incrementó su capacidad un 27.71% gracias al nuevo sistema de refrigeración. La producción total de la línea es ahora 106 cartones por hora.

#### 4.1.3 Personal requerido por cada centro de trabajo

Todo incremento en la capacidad podría suponer que se tiene que incrementar el personal, pero con este cambio no sucederá, como los demás centros de trabajo están por encima de la capacidad de producción que se logro obtener, no se necesita personal extra. El personal seguirá siendo el mismo.

**Tabla XVII. Personal requerido para el proceso de dulces con el sistema de refrigeración propuesto**

		No. de personas
Cocimiento	Operario de cocina	1
	Operario de mesas frías	1
	Operario de amazadora	1
Troquelado	Operario de troquel	1
	Operario recibidor	1
Envoltura	Operario envolvedora 1-2	1
	Operario envolvedora 3-4	1
Envasado	Operario envasadora	1
	Operario alimentador	1
	Operario empacador	1
TOTAL		10

Fuente: elaborada con información de la empresa

## 4.2 Capacitación del personal

El personal deberá estar enterado del cambio del sistema y de las nuevas metas que se tienen que cumplir, es muy importante que se aclaren todas las dudas al personal para que no existan malentendidos y ocasione que no se cumplan las metas esperadas.

Una semana antes de la llega del túnel se darán capacitaciones independientes a cada turno de trabajo, estas durarán 2 horas para dar todas las explicaciones del caso y que no existan dudas.

La capacitación fue estructurada en base a los tres turnos que se programan durante la semana, el objetivo es que todo el personal de la línea este claro de los cambios que se vienen. La capacitación se imparte antes o a la salida del turno de producción con el objetivo de que el personal este concentrado únicamente en la capacitación y no este pensando en el trabajo del día a día.

**Tabla XVIII. Capacitación del personal de producción**

	turno 6 - 14	turno 14 - 22	turno 22 - 6
Lunes	capacitación de dos a cuatro de la tarde		
Martes		capacitación de doce a dos de la tarde	
Miércoles			capacitación de seis a ocho de la mañana

Fuente: elaborada con información de la empresa

### **4.3 Sistema de refrigeración**

Un sistema de refrigeración se emplea para mantener cierta región del espacio a una temperatura menor que la de su entorno.

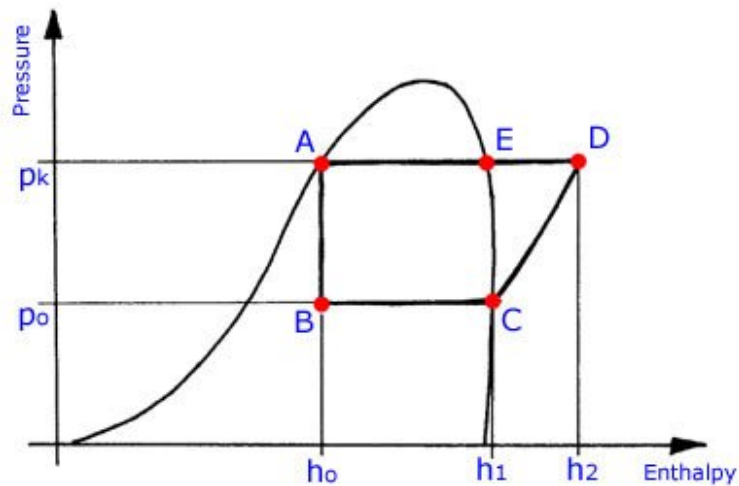
#### **4.3.1 Refrigeración**

También llamado enfriamiento, es la remoción de calor no deseado desde espacios u objetos seleccionados y su transferencia a otros espacios y objetos. La remoción del calor baja la temperatura y puede ser llevada a cabo mediante el uso de hielo, nieve, agua fría o por medio de refrigeración mecánica, esta última se refiere a la utilización de componentes mecánicos arreglados en un “sistema de refrigeración”, con el propósito de transferir calor.

#### **4.3.2 Proceso de refrigeración**

El refrigerante condensado que se encuentra en el recipiente, está en condición A que está situada sobre la línea del punto de ebullición del líquido. El líquido tiene de este modo una temperatura  $t_k$  (temperatura de condensación), y una presión  $p_k$  (presión de condensación) y una entalpía  $h_o$ .

Figura 7. Diagrama Presión Entalpía



Fuente: Termodinámica. Quinta edición. Kenneth Wark. Pág. 735

Cuando el líquido pasa a través de la válvula de expansión su estado cambia de A a B. Este cambio de estado se efectúa por la ebullición del líquido a causa de la caída de presión hasta  $p_o$ . Al mismo tiempo, se produce un punto más bajo de ebullición del líquido  $t_o$  como consecuencia de la caída de presión.

En la válvula, el calor ni se aplica ni se disipa, por eso la entalpía es  $h_o$ .

A la entrada del evaporador hay una mezcla de vapor y líquido mientras que en la salida del evaporador punto C, el vapor es saturado. La presión y la temperatura son las mismas que las del punto B pero como el evaporador ha absorbido el calor de sus alrededores, la entalpía ha cambiado a  $h_1$ .

Cuando el vapor pasa a través del compresor sus condiciones cambian de C a D. La presión se eleva a la presión de condensación  $p_k$ .

La temperatura se eleva a  $t_o$  que es más alta que la temperatura de condensación  $t_k$ , como consecuencia de que el vapor ha sido fuertemente recalentado. Más energía en forma de calor le ha sido también introducido y por consiguiente la entalpía cambia a  $h_2$ .

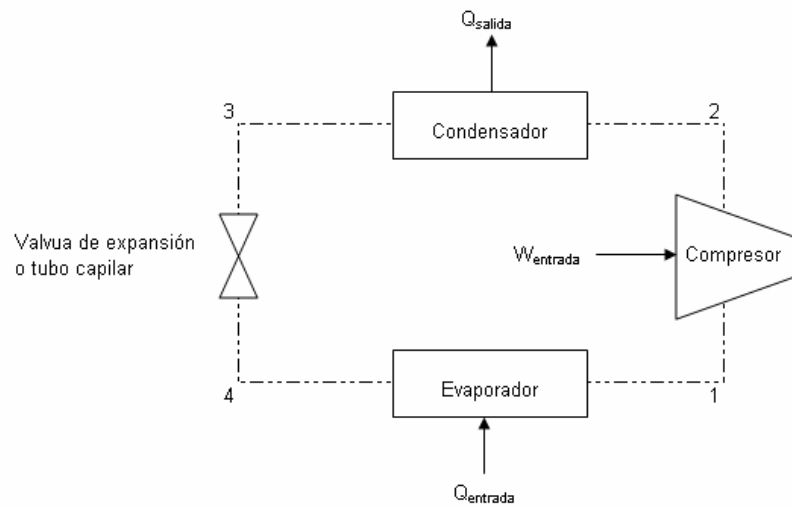
A la entrada del condensador punto D, la condición por tanto, es de la de un vapor recalentado a la presión  $p_k$ , el calor es evacuado por el condensador a sus alrededores y por esta razón la entalpía de nuevo cambia a la del punto A. Lo primero que sucede en el condensador es un cambio de un vapor fuertemente recalentado a un vapor saturado (punto E) y luego una condensación de este vapor. Del punto E al punto A, la temperatura (temperatura de condensación) permanece la misma puesto que la condensación y la evaporación se efectúan a temperatura constante.

En la práctica el proceso de refrigeración aparecerá ligeramente diferente al diagrama presión entalpía. A causa de un pequeño recalentamiento del vapor que procede del evaporador y la temperatura del líquido antes de la válvula de expansión se sub-enfría débilmente a causa del intercambio de calor que se produce a su alrededor.

### 4.3.3 Ciclo de refrigeración

El trabajo del ciclo de refrigeración es remover el calor no deseado de un lugar y descargarlo en otro, para lograr esto un refrigerante es bombeado a través de un sistema completamente cerrado. El ciclo de compresión de vapor, mostrado en la figura, funciona de la siguiente forma; el vapor saturado en el estado uno se comprime isentrópicamente hasta el estado dos de vapor sobrecalentado. El refrigerante entra entonces en un condensador donde se elimina el calor a presión constante hasta que el fluido se convierte en líquido saturado en el estado tres. Para devolver el fluido a una presión inferior, se expande adiabáticamente a través de una válvula o un tubo capilar hasta el estado cuatro.

Figura 8. Esquema del equipo de refrigeración



Fuente: Termodinámica. Quinta edición. Kenneth Wark. Pág. 735



El proceso completo que se sigue para lograr la refrigeración se divide en tres etapas fundamentales:

- a. compresión del refrigerante
- b. condensación para convertirlo en líquido
- c. evaporación dentro de la cámara y regreso para que se repita el ciclo.

Existen dos diferentes presiones en el ciclo, la de evaporación o baja presión en el “lado de baja” y la de condensación o alta presión en el “lado de alta”. Estas áreas de presión se separan por dos puntos de división; uno es el aparato de medida donde el flujo de refrigerante se controla y el otro es el compresor donde el vapor se comprime.

Si arrancamos desde el aparato de medida, que puede ser una válvula de expansión, un tubo capilar o cualquier otro aparato que controle el flujo de refrigerante dentro del evaporador o serpentín de enfriamiento a baja temperatura y a baja presión. El refrigerante que se expande se evapora, cambia de estado, cuando va a través del serpentín de enfriamiento, donde retira el calor del espacio en el cual el evaporador esta localizado.

El calor viajará del aire más caliente al serpentín enfriado por la evaporación del refrigerante dentro del sistema, causando que el refrigerante “hierva” y se evapore. Ahora este vapor a baja presión y temperatura es llevado al compresor donde se comprime a un vapor con alta temperatura y alta presión. El compresor lo descarga al condensador de tal manera que cede el calor que ha tomado en el serpentín de enfriamiento o evaporador. El vapor refrigerante está a una temperatura más alta que la del aire que pasa a través del condensador; por consiguiente el calor se transfiere, del vapor del refrigerante más caliente al aire más frío.

En este proceso cuando el calor se retira del vapor un cambio de estado tiene lugar y el vapor se condensa a líquido, a una alta presión y temperatura.

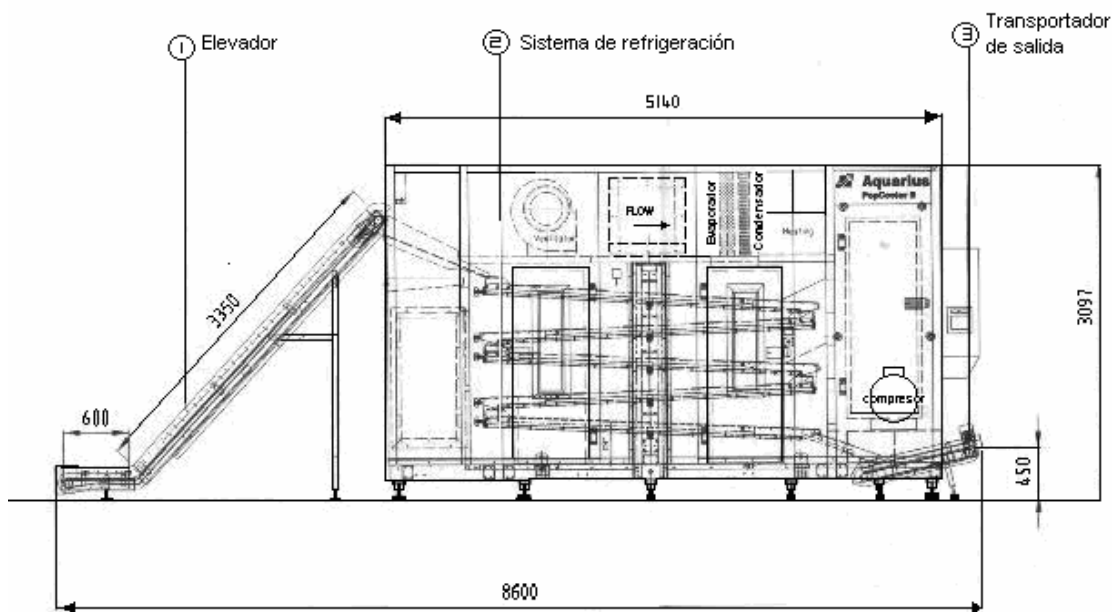
El refrigerante líquido ahora viaja al aparato de medida en donde pasa a través de una pequeña abertura u orificio donde una caída de presión y temperatura se presenta y luego entra en el serpentín de enfriamiento o evaporador. Cuando el refrigerante hace su camino a las mayores aperturas de la tubería o del serpentín, se vaporiza listo para iniciar otro ciclo a través del sistema.

#### 4.3.4 Elementos fundamentales del sistema de refrigeración

Los elementos fundamentales del sistema de refrigeración son el evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión, cada uno de estos tiene una función vital para que funcione el sistema.

El sistema de refrigeración para dulcería es fabricado por un proveedor especializado en el diseño de estos sistemas llamado Aquarius, el sistema es diseñado en base a la cantidad del dulce que se necesita enfriar, según nuestro estudio necesitamos enfriar 975.76 kg/hora de dulce, de acuerdo a esto el fabricante diseña el sistema el cual debe tener las características descritas en la tabla número IX que se encuentra en el capítulo anterior.

Figura 9. Sistema de refrigeración propuesto



Fuente: Manual del fabricante del sistema de refrigeración

#### 4.3.4.1 Evaporador

Un refrigerante en forma líquida absorberá calor cuando se evapore, y este cambio de estado produce un enfriamiento en un proceso de refrigeración. Si a un refrigerante a la misma temperatura que la del ambiente se le permite expansionarse a través de una boquilla con una salida a la atmósfera, el calor lo tomará del aire que lo rodea y la evaporación se llevará a cabo a una temperatura que corresponderá a la presión atmosférica.

Si por cualquier circunstancia, se cambia la presión de la salida (presión atmosférica) se obtendrá una temperatura diferente de evaporación.

El elemento donde esto se lleva a cabo es el evaporador cuyo trabajo es sacar calor de sus alrededores y así producir una refrigeración.

**Figura 10. Evaporador del sistema de refrigeración propuesto**



Fuente: <http://www.ditectindustry.es/prod/termotecmica-pericoli/evaporador/i/refrigerador/de/cirulacion/de/liquido/24138-59768.htm>

#### **4.3.4.2 Compresor**

Los compresores se fabrican de diferentes tipos que de acuerdo con su ciclo mecánico se clasifican en:

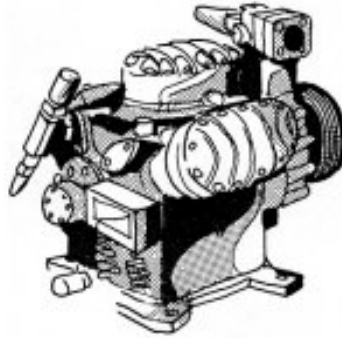
- a. compresor alternativo
- b. compresor centrífugo

El compresor alternativo consiste en un émbolo que se mueve alternativamente en un cilindro que lleva dispuestas válvulas de admisión y de escape para permitir que se realice la compresión.

El compresor centrífugo tiene órganos giratorios consistiendo en uno o más impelentes montados en una flecha que gira a altas velocidades dentro de una envolvente. El gas refrigerante entra en el centro del impelente y se descarga por fuerza centrífuga hasta la punta del impelente a alta velocidad. Lanzándolo a un difusor donde es comprimido y pasado al sistema.

El compresor utilizado para este sistema de refrigeración se le denomina compresor abierto, es decir con el motor fuera del compresor. La transmisión del motor al compresor puede hacerse directamente a través del eje del cigüeñal o por correas trapezoidales.

**Figura 11. Compresor del sistema de refrigeración propuesto**

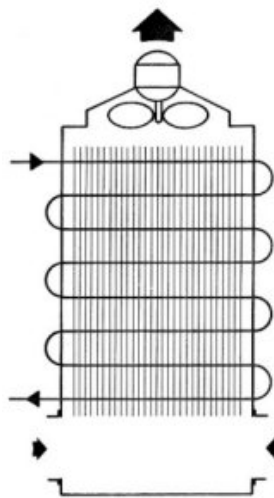


Fuente: [http://www.itc.edu.co:80/carreras\\_itc/sistemaderefrigeración.htm](http://www.itc.edu.co:80/carreras_itc/sistemaderefrigeración.htm)

#### **4.3.4.3 Condensador**

Los condensadores reciben el vapor refrigerante recalentado procedente del compresor, a continuación eliminan el calor del refrigerante lo que origina su condensación. Algunos fluidos que existen en abundancia tales como aire o agua son los que se encargan de llevarse el calor fuera del sistema y por consiguiente decimos que son enfriados por aire o por agua.

**Figura 12. Condensador del sistema de refrigeración propuesto**



Fuente: [http://www.itc.edu.co:80/carreras\\_itc/sistemaderefrigeración.htm](http://www.itc.edu.co:80/carreras_itc/sistemaderefrigeración.htm)

#### **4.3.4.4 Válvula de expansión**

Después del compresor y del condensador, el elemento que sigue en el sistema de refrigeración es la válvula de expansión. El fin de este elemento es el de reducir la presión y regular el paso del refrigerante hacia el evaporador.

Los tipos más comunes de las válvulas de expansión empleadas en los equipos son:

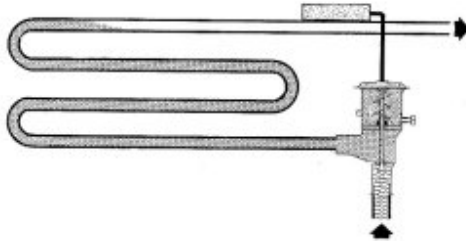
- a. válvula de expansión termostática
- b. válvula de flotador
- c. válvula de expansión a presión constante.

La válvula de expansión termostática es el tipo más frecuente usado en dispositivos de expansión para sistemas de refrigeración de tamaño medio. El control se efectúa por el grado de recalentamiento del gas de admisión que sale del evaporador. La válvula de expansión termostática regula el caudal de líquido refrigerante en función de la evaporación por unidad de tiempo en el evaporador.

La válvula de flotador es un tipo de válvula que mantiene el líquido a un nivel constante en una vasija. Un punzón de cierre mandado por el flotador se adapta a un asiento de válvula que se abre cuando el nivel de líquido desciende por debajo de punto de control y se cierra cuando el nivel alcanza el punto.

La válvula de expansión a presión constante es un tipo de válvula que mantiene una presión constante a su salida, cuando la presión desciende por debajo del punto de control de válvula se abre más, y cuando esta sobre el punto la válvula se cierra.

**Figura 13. Válvula de expansión del sistema de refrigeración propuesto**



Fuente: [http://www.itc.edu.co:80/carreras\\_itc/sistemaderefrigeración.htm](http://www.itc.edu.co:80/carreras_itc/sistemaderefrigeración.htm)

#### **4.3.5 Tipos de refrigerantes**

Es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. El refrigerante es el fluido de trabajo del ciclo, el cual alternativamente se vaporiza y se condensa absorbiendo y cediendo calor, respectivamente. Para que un refrigerante sea apropiado y se le pueda usar en el ciclo antes mencionado, debe poseer ciertas propiedades físicas, químicas y termodinámicas que lo hagan seguro durante su uso. No existe un refrigerante “ideal” ni que pueda ser universalmente adaptable a todas las aplicaciones. Entonces, un refrigerante se aproximará al “ideal”, solo en tanto que sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para la que va a ser utilizado.

Es bien conocido, sin embargo en la práctica son usados diferentes refrigerantes de acuerdo con sus aplicaciones y necesidades. Los factores más importantes son los siguientes:

- a) El refrigerante no debe ser venenoso. Cuando esto es imposible, el refrigerante necesariamente ha de tener un olor característico o



forzosamente ha de poseer un colorante de tal forma que cualquier fuga pueda observarse rápidamente.

- b) El refrigerante no debe ser inflamable o explosivo. Cuando ésta condición no se cumpla han de observarse las mismas precauciones que se indican en el punto primero.
- c) El refrigerante debe tener una presión razonable, preferentemente un poco más alta que la presión atmosférica a la temperatura requerida que debe mantenerse en el evaporador.
- d) Para evitar un pesado diseño de la planta de refrigeración la presión a la que corresponda una condensación normal no debe ser demasiado alta.
- e) Se requiere en el refrigerante un calor de evaporación relativamente alto para que la transmisión de calor se lleve a cabo con el mínimo posible de refrigerante en circulación.
- f) El vapor no debe tener un volumen específico demasiado alto puesto que esto es determinante de la carrera del compresor a una determinada producción de frío.
- g) El refrigerante necesariamente ha de ser estable a las temperaturas y presiones normales en una planta de refrigeración.
- h) El refrigerante no debe ser corrosivo y necesariamente tanto en forma líquida o vapor no atacará a los materiales normales de diseño en una planta frigorífica.
- i) El refrigerante necesariamente no debe destruir al aceite de lubricación.
- j) El refrigerante necesariamente ha de ser fácil de adquirir y manipular.
- k) El refrigerante no ha de costar demasiado.

#### 4.3.5.1 Refrigerante 22

Conocido con el nombre de Freón 22, se emplea en sistemas de aire acondicionado domésticos y en sistemas de refrigeración comerciales e industriales incluyendo: cámaras de conservación e instalaciones para el procesado de alimentos: refrigeración y aire acondicionado a bordo de diferentes transportes; bombas de calor para calentar aire y agua.

Se puede utilizar en compresores de pistón, centrífugo y de tornillo. El refrigerante 22 (CHClF) tiene un punto de ebullición a la presión atmosférica de 40.8°C. Las temperaturas en el evaporador son tan bajas como -87°C. Resulta una gran ventaja el calor relativamente pequeño del desplazamiento del compresor. La temperatura en la descarga con el refrigerante 22 es alta, la temperatura sobrecalentada en la succión debe conservarse en su valor mínimo, sobre todo cuando se usan unidades herméticas motor-compresor. En aplicaciones de temperatura baja, donde las relaciones de compresión altas, se recomienda tener en enfriamiento con agua al cabezal y a los cilindros del compresor. Los condensadores enfriados por aire empleados con el refrigerante 22, deben ser de tamaño generoso.

Aunque el refrigerante 22 es miscible con aceite en la sección de condensación a menudo suele separarse del aceite en el evaporador. No se han tenido dificultades en el retorno de aceite después del evaporador cuando se tiene el diseño adecuado del serpentín del evaporador y de la tubería de succión. Siendo un flúor carburo, el refrigerante 22 es un refrigerante seguro.

#### 4.3.5.2 Amoníaco

Aunque el amoníaco es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal para fábricas de hielo, para grandes almacenes de enfriamiento, etcétera, donde se cuenta con los servicios de personal experimentado y donde su naturaleza tóxica es de poca consecuencia.

El amoníaco es el refrigerante que tiene más alto efecto refrigerante por unidad de peso. El punto de ebullición del amoníaco bajo la presión atmosférica estándar es de  $-2.22^{\circ}\text{C}$ , las presiones en el evaporador y el condensador en las condiciones de tonelada estándar es de  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$  son 34.27 psi y 169.2 psi absoluto respectivamente, pueden usarse materiales de peso ligero en la construcción del equipo refrigerante. La temperatura adiabática en la descarga es relativamente alta, siendo de  $98.89^{\circ}\text{C}$  para las condiciones de tonelada estándar, por lo cual es adecuado tener enfriamiento en el agua, tanto en el cabezal como en el cilindro del compresor.

En la presencia de la humedad el amoníaco se vuelve corrosivo para los materiales no ferrosos. El amoníaco no es miscible con el aceite y por lo mismo no se diluye con el aceite del cárter del cigüeñal del compresor. Deberá usarse un separador de aceite en el tubo de descarga de los sistemas de amoníaco. El amoníaco es fácil de conseguir y es el más barato de los refrigerantes. Su estabilidad química, afinidad por el agua y no-miscibilidad con el aceite, hacen al amoníaco un refrigerante ideal para ser usado en sistemas muy grandes donde la toxicidad no es un factor importante.

## **4.4 Mantenimiento de los equipos de refrigeración**

El mantenimiento del sistema de refrigeración propuesto se divide en dos partes, los elementos fundamentales del sistema de refrigeración (evaporador, compresor, válvula de expansión, condensador) los hará una empresa externa, y las otras partes del sistema las harán los mecánicos de la empresa.

### **4.4.1 Evaporador**

La tubería del evaporador debe revisarse por lo menos una vez al año verificando el buen estado de los tubos, si se encuentra en mala condición se debe corregir.

Los evaporadores o enfriadores están provistos de aislamiento el que debe de estar en buen estado. Las juntas y las conexiones de la tubería del refrigerante deberán revisarse con regularidad para ver si hay fugas. Las que deben repararse lo más pronto posible.

### **4.4.2 Compresor**

Se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a. Control: la mayoría de los compresores están bajo control automático por medio de un interruptor de presión, que normalmente opera con un diferencial de 15 psi. Es necesario mantenerlos limpios y en buen estado para un funcionamiento normal.
- b. Lubricación: la mayoría de los compresores empleados son de tipo de lubricación a chorro y depende de la carga correcta de aceite en el carter del

cigüeñal. Para un correcto funcionamiento revítese diariamente los niveles de aceite y manténgase en el nivel apropiado. Un bajo nivel de aceite significa lubricación inadecuada. Un alto nivel de aceite puede ocasionar arrastre de aceite en el interior del sistema lo que es muy delicado para todos los dispositivos de control. El tanque de aceite del compresor deberá drenar y rellenar después de las dos semanas de operación continua.

- c. Período de operación: un tiempo excesivo de funcionamiento para compensar una carga de enfriamiento pequeña, indica un escape del fluido en alguna parte del sistema o baja eficiencia de bombeo, diafragmas rasgados, líneas de aire rotas o llaves de purga abiertas, son lugares lógicos donde se producen escapes. Baja eficiencia de bombeo indica dificultad en el compresor siendo lo más probable algún defecto en las válvulas. Por lo que es necesario encontrar el desperfecto y arreglarlo inmediatamente.
- d. Eliminación de impurezas: todo depósito de suciedad, tubos de goteo filtros y otros puntos dispuestos para la expulsión de aceite y agua del sistema deberán atenderse sobre una base de mantenimiento regularmente programado. Todos estos puntos deberán purgarse semanalmente. Una gota de aceite o de agua puede poner completamente fuera de servicio a un delicado instrumento de control.
- e. Revítese regularmente la presión de operación del aceite y la temperatura. Ajustándose si es necesario para acatar las especificaciones del fabricante.
- f. Revítese la temperatura y las válvulas de escape de la presión por lo menos una vez al año para su correcta operación.

- g. Cuando una máquina esta parada, manténgase la temperatura del colector del aceite que es recomendada, para producir al mínimo la absorción del refrigerante por el aceite. Al arrancar la máquina con exceso de refrigerante en el aceite, podrá producir exceso de espuma, pérdida de aceite y posible falla de la chumacera.
- h. El aceite deberá cambiarse por lo menos una vez al año. Si en una reparación se llegará a contaminar, deberá ser cambiado. Observándose las especificaciones de mantenimiento del fabricante.

#### **4.4.3 Condensador**

El condensador debe inspeccionarse periódicamente, la frecuencia con que debe hacerse, depende de su uso y del lugar donde opera. Al hacer inspección y mantenimiento debe observarse:

- a. Si hay algún daño físico o restricción en el flujo de aire del serpentín.
- b. Ver si el ventilador tiene aspas dobladas, verificar su alineamiento y espacio libre por medio de un orificio venturi o una placa cortada.
- c. La transmisión por bandas deberá inspeccionarse para determinar su desgaste, la tensión apropiada de las bandas y el alineamiento de la polea.
- d. El desgaste de las chumaceras, del ventilador y/o el motor pueden revisarse con prueba de amperímetro o escuchando la unidad de operación y manualmente cuando la corriente no esta puesta.

- e. Observase todo lo que este sujeto a cambios o a deteriorarse como alambrado de alimentación al motor, y al control, el aislamiento, la suspensión y el soporte del motor.
- f. La suciedad que acarrea el aire puede eliminarse de la tela de alambre de la toma de aire, de la cara del serpentín y del ventilador por medio de un cepillo, una aspiradora, o un rociado de agua a baja presión. También puede ser usado aire comprimido.
- g. Para la lubricación es conveniente observar las instrucciones del fabricante, con el fin de usar el aceite o lubricante apropiado en el nivel exacto.
- h. Los condensadores no deben operarse con un serpentín que este mojado, cuando el aire que circula este debajo de 32°F. Si la unidad esta expuesta a temperaturas de congelación, tómesese precauciones para evitar daños a la bomba, a la charola de condensación, a la tubería de recirculación del agua y a la tubería de alimentación.
- i. Cuando la unidad este parada púrguese toda el agua de la bomba, ciérrese la tubería del agua de alimentación en un punto que no este expuesto a la congelación y drénese la tubería de alimentación y el serpentín mas allá de ese punto, o añádase anticongelante para garantizar una protección completa.

#### **4.4.4 Válvula de expansión**

Todo tipo de válvulas deben estar completamente limpias y todos sus elementos en buen estado para que su funcionamiento sea correcto. La regularidad con que se le debe de dar mantenimiento depende de las condiciones en las cuales trabaje.



El mantenimiento preventivo que se le debe proporcionar a la línea de producción de dulces es el siguiente:

Tabla XIX. Mantenimiento preventivo del área de cocimiento

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO COCIMIENTO</b>		
	<b>COCINAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
	<b>SISTEMA DE VACÍO</b>	
1	Revisar rodamientos y empaques de la bomba de vacío, cambiar de ser necesario.	bimensual
2	Revisar empaque circular, cambiar si es necesario	bimensual
3	Revisar el automático, diafragma y tubería de alimentación, buscar posibles fugas, corregir de ser necesario.	bimensual
4	Revisar acoples, corregir de ser necesario	bimensual
	<b>BOMBAS DE JARABE</b>	
5	Revisar juego de los ejes y estado de estos, corregir de ser necesario	bimensual
6	Revisar la correa, corregir de ser necesario	bimensual
7	Revisar rodamientos, cambiar de ser necesario	bimensual
8	Revisar los impulsores y retenedores, corregir de ser necesario	bimensual
	<b>TREN GIRATORIO</b>	
9	Revisar rodamientos del tren giratorio, corregir si es necesario	bimensual
10	Revisar pistón, piñón, cadena y resortes, corregir de ser necesario	bimensual
11	Revisión general de los acoples del equipo, corregir de ser necesario	bimensual
12	Revisar estado y ajuste de toda la tortillería del equipo, corregir de ser necesario	bimensual

Fuente: información proporcionada por empresa

Tabla XX. Mantenimiento preventivo del área de troquelado

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO TROQUELADO</b>		
	<b>TROQUELADORA</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Identificar los diferentes puntos de engrase, limpiar graseras, cambiar graseras defectuosas y engrasar	semanal
	<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	semanal
2	Limpieza de los filtros del sistema de refrigeración	semanal
3	Identificar los diferentes puntos de engrase, limpiar graseras cambie si es necesario	semanal
4	Revisar estado de las lonas de la bandas e informe inmediatamente	semanal
5	Limpieza general del cigüeñal y engrase del mismo	semanal
6	Verificar el funcionamiento de los ventiladores e informe los que se encuentran en mal estado	semanal
7	Inspeccione el alumbrado del sistema de refrigeración e informe cualquier daño	semanal

Fuente: información proporcionada por empresa

Tabla XXI. Mantenimiento preventivo del área de envoltura

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENVOLTURA</b>		
	<b>ENVOLVEDORAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Engrase general, después del aseo de fin de semana, identificar la posición de los diferentes puntos de engrase, engrasar y cambiar graseras defectuosas.	semanal
2	El día del arranque, lubricar con aceite las cadenas transportadoras de bombón	semanal
3	Revisar el estado de los resortes, cambie los que estén malos	semanal
4	Revisar los cauchos, cambie los defectuosos	semanal
	<b>PLATO ALIMENTADOR</b>	
5	Inspeccione el estado de los rodillos acomodadores, corrija si es necesario	semanal
	<b>LÍNEAS DE AIRE COMPRIMIDO</b>	
6	Purgar las líneas de aire comprimido	semanal

Fuente: información proporcionada por empresa

Tabla XXII. Mantenimiento preventivo del área de envase

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENVASE</b>		
	<b>ENVASADORAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
1	Revisar el filtro de aire	semanal
2	Revisar pulverizador del aceite (si esta incorporado), si esta vacío llenar.	semanal
3	Inspeccionar la cuchilla de corte de las bolsas, reemplazar la cuchilla si es necesario	semanal
4	Revisar tubos y empalmes, verificar si hay derrames.	semanal
5	Revisar en las mordazas transversales, el estado de la guarda de teflón	semanal
6	Revisar en las mordazas longitudinales, el estado de la guarda de teflón	semanal
7	Revisar en el tubo conformador, el estado de la guarda de teflón y del silicón incorporado (si lo lleva)	semanal

Fuente: información proporcionada por empresa

## 4.5 Calor

Es una forma de energía transferida en virtud de una diferencia de temperatura. El calor existe en cualquier parte en mayor o menor grado. Como cualquier forma de energía no puede ser creada o destruida, aunque otra forma de energía puede convertirse en calor y viceversa. La energía viaja en una sola dirección, de un objeto o área más caliente a una más fría.

### 4.5.1.1 Específico

Es la cantidad de calor (en calorías) que se necesita aplicar a un kilogramo de esa sustancia para lograr que suba su temperatura exactamente un grado centígrado. Esta característica distingue a un refrigerante de otro.

#### **4.5.1.2 Sensible**

Se le llama así al calor que puede sentirse o medirse en su efecto, o sea, que causa un cambio sensible en la temperatura.

#### **4.5.1.3 Latente**

Es el tipo de calor que no produce ningún cambio de temperatura, cuando entra o sale de un cuerpo o sustancia. Esto ocurre cuando la sustancia esta cambiando de estado: de sólido a líquido, de líquido a gas o viceversa. Toda la energía se está utilizando para hacer el cambio, y mientras tanto la temperatura permanece estática.

### **4.6 Transferencia de calor**

Proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación y conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos.

#### **4.6.1 Por conducción**

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos

también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph Fourier dio una expresión matemática precisa que hoy se conoce como ley de Fourier de la conducción del calor. Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado).

El factor de proporcionalidad se denomina conductividad térmica del material. Los materiales como el oro, la plata o el cobre tienen conductividades térmicas elevadas y conducen bien el calor, mientras que materiales como el vidrio o el amianto tienen conductividades cientos e incluso miles de veces menores; conducen muy mal el calor, y se conocen como aislantes.

#### **4.6.2 Por convección**

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección. El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural. La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos.

### **4.6.3 Por radiación**

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica.



## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA**

### **5.1 Mejoramiento continuo (KAIZEN)**

El mejoramiento continuo debe aplicarse siempre, con este cambio de sistema de refrigeración se logró incrementar la capacidad de la línea de producción logrando cumplir con las metas de la organización, pero se debe seguir buscando mejoras dentro del proceso para el crecimiento de la empresa.

#### **5.1.1 La necesidad del mejoramiento continuo**

El mejoramiento continuo no debe tener por objeto ser una actividad superficial realizada solo por un corto periodo. En vista de los siguientes antecedentes, las actividades de mejoramiento se deben establecer en el lugar de trabajo con la participación de todos los miembros, y su ampliación y desarrollo debe ser estimulada cada vez más a través del tiempo.

- a) Las ideas de mejoramiento existen sin límite, dado el ambiente de transformación dentro y fuera de la empresa. Un ejemplo de factor externo es la necesidad de revisar los diseños de productos y los procesos de producción en respuesta a los problemas ambientales y a la necesidad de conservación de los recursos y ahorro de energía. Además, los clientes exigen productos actualizados y de mayor calidad, entregas más rápidas y precios más bajos.
- b) La implementación más exitosa de los mejoramientos tiene lugar cuando las políticas fundamentales de alta gerencia son transmitidas de manera precisa a todos los niveles organizativos de la empresa. En muchas



empresas, la alta gerencia introduce políticas básicas del tipo “este año queremos ser así”, no obstante, no todas logran implementar estas políticas con exactitud y de manera concreta en todos los departamentos y lugares de trabajo. En algunas firmas, la realidad es que las actividades de mejoramiento no avanzan. Para llevar a cabo el tipo de instalación de producción de alto nivel que la alta gerencia desea, es necesario un programa de mejoramiento que sea de gran alcance, duradero y constante.

- c) Con frecuencia existe una gran brecha entre una situación ideal y lo que en realidad se obtiene. En casi todos los lugares de trabajo se observa un considerable mejoramiento comparado con el pasado. No obstante, aunque todos los empleados puedan estar pensando “Queremos que nuestro lugar de trabajo sea como este” (su imagen ideal), todavía hay una importante diferencia entre esta y su situación y logros actuales. La imagen ideal que tenga una empresa con respecto a su fábrica podrá incluir metas como la producción de  $x$  unidades por hora de trabajo, el aumento del volumen de producción un 50% con las máquinas de fabricación actuales, la reducción de defectos y la repetición del trabajo a cero, el manejo de la producción de un lote pequeño de una variedad de productos sin generar exceso de inventario o sin encontrar escasez, una gran disminución en los tiempos de avance de fabricación o la creación de un sistema de producción que pueda ser utilizado por todos en cualquier lugar. No obstante, cuanto mayor es el nivel de la imagen ideal, mayor la brecha entre esta y la realidad. Por lo general, estas imágenes ideales son establecidas por un cálculo inverso que indica que la empresa no puede mantenerse (sobrevivir) a menos que se logren estos niveles. Por consiguiente, debemos proseguir de manera constante con las actividades kaizen para eliminar esa brecha. Aun en empresas donde los empleados creen que “No hay más lugar para el

mejoramiento” en realidad, en la mayoría de los casos todavía existen pérdidas ocultas cuando se las compara con instalaciones de producción que persiguen en forma constante el logro de sus imágenes ideales.

### **5.1.2 Problemas potenciales**

Cuando se comparan diferentes empresas, existe una gran variación en las actividades de mejoramiento continuo autónomo realizadas por los miembros de las líneas, tanto de alcance como de efecto. Si se examina y compara a las empresas donde esas actividades están progresando de manera rápida con aquellas que avanzan con lentitud, podemos ver una variedad de diferencias. Estas pueden clasificarse de acuerdo con los siguientes diez factores. En otras palabras estos son los problemas que deben superarse para ejecutar un programa de mejoramiento continuo activo y exitoso.

1. La actitud de “Estamos haciendo bien nuestro trabajo” o “Comparado con el pasado, nuestro trabajo ha mejorado” lleva a creer que “No hay necesidad de más mejoramiento” Además, aun si los miembros aceptasen la necesidad de mejoramientos adicionales en su lugar de trabajo, no sabrían como proceder.

2. Falta de ideas de mejoramiento. Nadie presenta ideas para cambiar la situación. Incluso si se tiene conciencia de la necesidad de buscar el desperdicio en el lugar de trabajo, nadie lo traduce en ideas reales de mejoramiento. En particular, una idea del estilo “esto podría cambiarse de la siguiente manera” sería eliminada de raíz por los mismos miembros ya que de inmediato empezarían a pensar en las restricciones y suposiciones que existen en la situación actual. Por otra parte, aun si un miembro deseara presentar una

idea es probable que sienta temor de que los otros digan “eso no funcionará porque...” por consiguiente, nadie hará públicas sus ideas.

3. Dificultad por parte de los participantes para explicar los puntos fundamentales de sus ideas de mejoramiento. Si no se puede explicar con eficacia el contenido y efecto de una propuesta, hasta una buena idea no podrá ser transmitida como es debido. Se le podrá pedir al proponente que ponga su idea por escrito, pero puede ser que este no tenga la habilidad para hacerlo.

4. La preocupación por el trabajo diario no le deja tiempo a los participantes para pensar en mejoramientos. Al estar todo el día en el lugar de trabajo ocupados en atender las cuestiones de rutina, los participantes tienen poco tiempo para pensar en propuestas de mejoramiento. Además, tampoco hay tiempo para escribir un documento con la propuesta o debatirlo en grupo.

5. Falta de presión para plantear mejoramientos, por lo tanto nadie presenta opiniones sobre estos. Aun si alguien tiene una sugerencia para realizar un mejoramiento, ni sus superiores ni sus colegas preguntan en forma rutinaria “Qué opinas?”; por consiguiente, las ideadas nunca se expresan. Muchos operarios darían su opinión si se les preguntara, pero no tienen el valor para hablar por iniciativa propia.

6. Imposibilidad de algunas empresas de crear un ambiente donde las propuestas de mejoramiento sean bienvenidas. Aun si alguien prepara una propuesta de mejoramiento, pocas veces se lo elogia. Rara vez se otorgan recompensas o felicitaciones por las buenas ideas. Por el contrario, puede reprenderse al empleado “por qué estuvo haciendo esto de esta manera (la antigua forma) durante todo este tiempo?”.

7. Lentitud en evaluar las propuestas y reportar a la gerencia las decisiones sobre su adopción. Luego de entregar una propuesta, pasa demasiado tiempo para obtener una respuesta.

8. Falta de interés por parte de la gerencia en las propuestas de mejoramiento o en revisarlas, promoverlas o ampliarlas. Los superiores y su personal de oficina solo clasifican la propuesta o idea de mejoramiento en adoptar o no adoptar. No obstante, algunas de las ideas rechazadas, si se hiciera una revisión del contenido o se las combinara con otras ideas, podrían clasificarse en adoptar y se descubrirían grandes beneficios en el proceso.

9. Lentitud en la implementación de ideas o planes. Los preparativos para la implementación pueden ser problemáticos, hacer que la idea funcione con otros pasos del proceso puede ser difícil y ganar la aceptación de los otros miembros puede llevar tiempo. Por estas razones, el entusiasmo del miembro que expone la propuesta disminuye en forma gradual.

10. Escasos seguimientos luego de la implementación, nadie se molesta en evaluar o medir el impacto de la idea. En algunos casos, no existe un punto de referencia para medir el efecto luego de la introducción de una idea de mejoramiento. Aun si se establece un punto de referencia, tal vez no se utilice de manera eficaz para reconocer el impacto de la idea, por lo tanto los miembros que la expusieron nunca disfrutaran la satisfacción y el sentimiento de logro reflejado en "Lo hicimos".

Los diez problemas expuestos con anterioridad son los obstáculos principales para lograr programas de mejoramiento eficaces.

### **5.1.3 Medidas para la aplicación**

Entre los diez problemas arriba mencionados, 1), 2) y 3) en particular pueden resolverse si se encuentran formas de inculcarles a los empleados la actitud “hagamos de nuestro lugar de trabajo lo mejor que podamos”. Para realizar esto, los empleados primero tienen que comprender a la perfección la necesidad de efectuar un mejoramiento. Para ser más específicos, la alta gerencia y los supervisores en el lugar de trabajo necesitan explicar a todos los miembros repetidas veces no solo la situación empresarial actual y el ambiente que la empresa enfrenta, sino también la visión que la empresa tiene como blanco. Luego, tanto como sea posible, se deben realizar reuniones de revisión en las cuales se explique el programa de mejoramiento para cada lugar de trabajo y se describan ejemplos reales en una forma fácil de comprender.

Para lograr lo mencionado anteriormente La Dulcera, S.A. debería poner en práctica lo siguiente:

- a) Celebración de reuniones periódicas (por ejemplo, dos horas por mes) de capacitación sobre mejoramiento para todos los miembros. Estas podrían efectuarse a la salida de los turnos de producción como se hizo con la capacitación para el nuevo sistema de refrigeración.
- b) Celebración de reuniones en la que los miembros esenciales del equipo realicen ejercicios prácticos sobre como llevar a cabo mejoramientos. En cada una de las áreas (cocimiento, troquelado, envoltura y envase) debe existir un líder, este debe ser el operario más experto.
- c) Implementación de autocontroles en cada lugar de trabajo.
- d) Publicación de listas de consejos para efectuar mejoramientos (recopilación de ejemplos de mejoramiento reales) y distribución de esa información a todos los miembros en forma de material impreso.

- e) Exposición de los mejoramientos, esto es, mostrar el mejoramiento real mediante fotografías, videos o artículos mejorados en el comedor de la fabrica o en otro lugar adecuado. A veces, también puede resultar útil mostrar ejemplos de intentos fallidos.
- f) Dar clases sobre redacción de propuestas.

Mediante tales enfoques de adoctrinamiento se puede inculcar una mentalidad de mejoramiento en los empleados y es posible aumentar sus niveles de aptitud con respecto a la realización de mejoramientos.

Creación de sistemas y técnicas para fortalecer de manera espectacular las actividades dentro de un programa de “campana de mejoramiento”. Para solucionar los problemas 4) a 10) arriba mencionados, se deben crear sistemas en los que los miembros puedan desarrollar por completo sus aptitudes potenciales. A continuación se detallan ejemplos de tales sistemas, que han tenido efecto en la práctica.

- a) Incorporación de tiempo en el programa de trabajo mensual para los debates en grupo. Todos los meses, cuando no haya tanto volumen de trabajo (por ejemplo, a principios o mediados de mes), en forma sistemática se debe dejar tiempo para el debate. Un modo de lograrlo es designar a un grupo de miembros para que mejoren la eficacia de las reuniones diarias de la mañana o de las actividades de limpieza cuando finalizan los turnos; de este modo, el tiempo ahorrado se puede emplear en un debate en grupo mensual.
- b) Implementación de un esquema de día de presentación de ideas y designación de una persona para que reúna las ideas. Por ejemplo, designar cada viernes como el día de presensación de ideas y enviar a un empleado para que les solicite ideas de mejoramiento a los otros

miembros del grupo. Esto es de especial ayuda para los más reticentes, que solo dan una opinión recién cuando se les “invita”. La tarea de solicitar ideas se puede asignar a un miembro de la comisión de promoción de mejoramiento para el lugar de trabajo en particular.

- c) Celebración de reuniones de presentación de mejoramientos todos los meses en cada división de la empresa, a las que asistan la alta gerencia, otros gerentes y un representante de cada grupo. No todos los miembros participaran de cada reunión, pero podrán asistir personas clave por turnos. En estas, los integrantes de un grupo tomaran conocimiento del progreso de las actividades de mejoramiento de otros grupos y podrán utilizar esa información para mejorar aun más sus propias actividades.
- d) Modificación del rol de la comisión evaluadora de propuestas. Algunas de las propuestas de mejoramiento clasificadas como no adoptar pueden cambiar a adoptar (y también recibir un elogio) si se revisan sus contenidos. Por consiguiente, la función consultiva de la comisión de adoptar, y debe realizar sugerencias como “traten de cambiar la propuesta de la siguiente manera; es posible que entonces se pueda utilizar”. Esta función consultiva podrá adquirir mayor importancia si se completan las tareas en lugar de limitarse a la clasificación de las propuestas adoptadas.
- e) Dar a conocer el impacto de las propuestas adoptadas. Comenzando por los puntos de referencia para cada lugar de trabajo, se deben exhibir los índices de productividad diaria, semanal y mensual para que todos los vean. El efecto real de las diversas acciones de mejoramiento puede verse entonces con más claridad en términos de mejoras en la productividad. Al mostrar estos resultados de forma que todos pueden verlos, los miembros estarán orgullosos al decir “contribuí a este mejoramiento”, lo que conducirá al deseo de lograr niveles aun mayores.

En La Dulcera, S.A. se formó un comité para implementar el KAISEN dentro de cada línea de producción, está conformado por las siguientes personas:

- Coordinadores de producción
- Supervisores de producción
- Supervisores de mantenimiento
- Un operario líder de cada centro de trabajo (cocimiento, troquelado, envoltura y envase)

Este comité es el encargado de que el mejoramiento continuo se lleve a cabo dentro de la empresa.

## **5.2 Pasos a seguir para lograr un lugar óptimo de trabajo (5's)**

Su práctica constituye algo indispensable a la hora de lograr que La Dulcera, S.A. sea una empresa de calidad global. Las 5 S se desarrollan mediante un trabajo intensivo. Las 5 S derivan de cinco palabras japonesas que conforman los pasos a desarrollar para lograr un óptimo lugar de trabajo, produciendo de manera eficiente y efectiva.

### **5.2.1 Seiri (clasificar)**

Diferenciar entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son. Implica separar lo necesario de lo innecesario y eliminar o erradicar del gamba esto último. Debe establecerse un tope sobre el número de ítems necesarios. En gamba puede encontrarse toda clase de objetos. Una mirada minuciosa revela que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de éstos; muchos otros objetos no se utilizarán nunca o sólo se necesitarán en un futuro distante. El gamba está lleno de máquinas sin uso, envolvedoras, troqueles y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, anaqueles, contenedores, escritorios, bancos de trabajo,



archivos de documentos, carretas, estantes, tarimas y otros ítems. Un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días.

En cada uno de los centros de la línea de producción de dulces se hará un listado con los elementos que deben permanecer en cada área, todo lo demás deberá ser regresado a los almacenes correspondientes, esto ya se puso en practica logrando que el área de producción tenga una apariencia de limpieza, además que es una empresa de alimentos, es fundamental el orden y aseo para la inocuidad de los confites.

### **5.2.2 Seiton (orden)**

Disponer de manera ordenada todos los elementos que quedan después del seiri. El seiton lleva a clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados. Debe especificarse no sólo la ubicación, sino también el número máximo de ítems que se permite en el gemba.

En la línea de producción se codificarán todos los elementos necesarios para que los que no clasificaron para quedarse dentro del área, y se hayan regresado a bodega, se puedan solicitar en un tiempo casi inmediato con el código correspondiente.

### 5.2.3 Seiso (limpieza)

Significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo. Seiso también significa *verificar*. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina está cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se está formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos. Una vez reconocidos estos problemas, pueden solucionarse con facilidad. Se dice que la mayor parte de las averías en las máquinas comienzan con vibraciones (debido a tuercas y tornillos flojos), con la introducción de partículas extrañas como polvo, o con una lubricación o engrase inadecuados. Por esta razón, seiso constituye una gran experiencia de aprendizaje para los operadores, ya que pueden hacer muchos descubrimientos útiles mientras limpian las máquinas.

Antes de empezar el mantenimiento semanal, la producción deberá parar cuatro horas antes de entregar los equipos al área de mantenimiento, el objetivo es hacer una limpieza adecuada a cada centro de trabajo (cocimiento, troquelado, envoltura y envase). Con esto se facilitará hacer el plan de mantenimiento preventivo y se logrará detectar fallas que posiblemente con la suciedad no se encontrarían.

#### **5.2.4 Seiketsu (limpieza estandarizada)**

Significa mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. También implica continuar trabajando en seiri, seiton y seiso en forma continua y todos los días.

Todos los operarios de la línea de producción no pueden ingresar a trabajar si no cuentan con la vestimenta y equipo de protección adecuado para trabajar, cada supervisor es el encargado de velar por su equipo de trabajo. La Dulcera, S.A. provee de uniforme, zapatos, y equipo de protección a cada uno de sus empleados con el objetivo de motivar al personal a hacer bien su trabajo.

#### **5.2.5 Shitsuke (disciplina)**

Construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5 S, mediante el establecimiento de estándares. Las 5 S pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario. La esencia de las 5 S es seguir lo que se ha acordado. Se comienza por descartar lo que no necesitamos en el gemba y luego se disponen todos los ítems necesarios en el gemba en una forma ordenada. Posteriormente debemos conservar limpio el ambiente de trabajo, de manera que puedan identificarse con facilidad las anormalidades.

El comité para poner en práctica las 5's es el mismo que el KAISEN, los coordinadores de producción como cabezas del comité deben velar por que estas dos herramientas se pongan en práctica logrando que La Dulcera, S.A. sea una de las empresas más competitivas dentro del mercado de confites.

### **5.3 Resultados obtenidos**

Todo cambio debe tener los resultados esperados y más cuando se trata que los accionistas inviertan una suma fuerte de capital. Si recapitulamos, se detectó cuál era el cuello de botella de la línea de producción, se buscó la solución al problema, en este caso se cambió el sistema de refrigeración que era el que no permitía aumentar la capacidad de troquelado. El costo del cambio fue de US\$112,000.00 dólares. Se incrementó la capacidad de producción un 27.71%, y se obtendrán ganancias anuales de US\$1,289,295.36 dólares, se logrará cubrir la demanda, mantendremos a nuestros clientes y tendremos la oportunidad de seguir creciendo.

### **5.4 Programa de capacitación continua al personal de mantenimiento**

La capacitación no es únicamente a los operarios de los equipos, hay que tener en cuenta que para que los equipos funcionen a su máxima capacidad deben de tener un buen mantenimiento. El personal encargado de los equipos debe conocerlos a su perfección, sus piezas y como es que funcionan para poder dar el mantenimiento adecuado a cada uno de ellos.

Se programará capacitaciones mensuales al personal de mantenimiento, el objetivo de las capacitaciones es que se conozca no sólo las piezas de los equipos, se deben dar bases sólidas sobre el funcionamiento del mismo, con esto el personal podrá detectar fallas antes de que se den evitando que se pare la producción.

Al igual que el personal operativo se darán capacitaciones a cada uno de los turnos de mantenimiento, durarán dos horas y se darán los lunes al turno uno, martes al turno dos y miércoles al turno tres, en la primera semana de

cada mes. Los horarios serán a la salida del turno de trabajo, con esto no se afecta la producción y el personal está concentrado en la capacitación, sin estar pensando en lo que está sucediendo en planta.

## **5.5 Seguimiento**

Es muy importante dar seguimiento a todos los cambios efectuados, con la capacitación de los operarios y el personal de mantenimiento se logrará poner a funcionar el nuevo sistema de refrigeración y se aumentará la producción. Pero es muy importante llevar estadísticas de cómo se comportará la producción diaria y mensual, con esto garantizaremos que al final del año se logren las metas trazadas.

Cada mes se deben hacer reuniones para analizar todos los indicadores de producción, y si se cumplieron las metas, se detectan puntos de mejoramiento y se ponen en práctica.

### **5.5.1 Formato de producción**

Para cumplir con las metas y que la planificación de las ganancias se den conforme lo esperado es importante que la producción se cumpla conforme los cálculos que se realizaron con el nuevo sistema de refrigeración.

La producción se debe medir diaria y mensual para compararla con los estándares que se encuentran en la tabla número XVI, revisar si se cumplieron y detectar puntos para mejorar. Para lograr esto se debe de llevar un formato diario y uno mensual de producción.

### 5.5.1.1 Diario

Para que los resultados del mes no se vean afectados es necesario hacer mediciones diarias del cumplimiento de producción para tomar las acciones correctivas necesarias para cumplir con la meta del mes. Se deberá llevar un formato de producción diario.

**Figura 14. Formato de producción diaria**  
**FORMATO DE PRODUCCIÓN DIARIA**

Semana No. \_\_\_\_\_

			Cajas producidas
LUNES	fecha	turno 1	
		turno 2	
		turno 3	
MARTES	fecha	turno 1	
		turno 2	
		turno 3	
MIERCOLES	fecha	turno 1	
		turno 2	
		turno 3	
JUEVES	fecha	turno 1	
		turno 2	
		turno 3	
VIERNES	fecha	turno 1	
		turno 2	
		turno 3	
SABADO	fecha	turno 1	
		turno 2	
		turno 3	

Fuente: Diseño propio para el control de producción

### 5.5.1.2 Mensual

Al igual que el formato diario, es muy importante llevar un control mensual de la producción, este servirá para hacer mediciones durante los doce meses del año y si alguno no cumpliera podrán tomarse las acciones correctivas para que en el siguiente mes se recupere la producción que no se cumplió. El formato de producción mensual es el siguiente:

**Figura 15. Formato de producción mensual**  
FORMATO DE PRODUCCIÓN MENSUAL

	No. de días hábiles	Cajas producidas
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL		
MAYO		
JUNIO		
JULIO		
AGOSTO		
SEPTIEMBRE		
OCTUBRE		
NOVIEMBRE		
DICIEMBRE		

Fuente: Diseño propio para el control de producción

## **5.6 Evaluación**

Es necesario que se hagan evaluaciones a los resultados que se vayan dando con el nuevo sistema de refrigeración. Los formatos de producción diarios y mensuales se deben comparar contra los estándares que se establecieron en la tabla número 16, así lograremos evaluar si los resultados se están dando y poder realizar ajustes para que al final de año las metas propuestas por la empresa se cumplan.





## CONCLUSIONES

1. Al cambiar el sistema de refrigeración la capacidad de producción aumentó un 27.71%. Los ingresos anuales serán de US\$1,289,295.36 dólares.
2. Para cumplir con las metas de la empresa se debe cumplir con el 100% de la demanda proyectada durante el año, actualmente no se logra esto, pero al hacer el cambio de sistema de refrigeración se cumplirá con la demanda y se tendrá un excedente de 6% de capacidad para futuros crecimientos.
3. El sistema de refrigeración que se requiere para incrementar la capacidad de producción tiene una capacidad de 1,000 kilogramos por hora, con una temperatura de 30-40 °C del dulce a la salida del sistema, con esta temperatura se garantiza que el dulce no se deforme y cumpla con los estándares de calidad.
4. La nueva capacidad instalada es de 61,056 cartones por mes, se incrementó 23 cartones por hora. Con este incremento se logrará cumplir con la demanda.
5. El calor es energía en tránsito; siempre fluye de una zona de mayor temperatura a una zona de menor temperatura, con lo que eleva la temperatura de la segunda y reduce la de la primera, siempre que el volumen de los cuerpos se mantenga constante. Existen tres tipos de transferencia de calor: convección, radiación y conducción.

6. Se analizó el sistema de refrigeración, su funcionamiento y cuáles son sus elementos fundamentales, evaporador, compresor, condensador y válvula de expansión.
  
7. Es muy importante que se realice el mantenimiento programado al sistema de refrigeración, esto disminuye la probabilidad de falla y mantendrá el buen funcionamiento del equipo.

## **RECOMENDACIONES**

1. La capacitación al personal operativo y de mantenimiento se debe cumplir según la programación propuesta, es indispensable para cumplir con las metas de producción y el buen funcionamiento de los equipos.
2. El cumplir con el mantenimiento programado es fundamental para lograr optimizar el sistema de refrigeración y evitar daños mayores que implicarían un aumento en el costo de reparación.
3. Cuando sea necesario cambiar alguna pieza del sistema por deterioro, se debe colocar la original recomendada por el fabricante, evitará desperfectos innecesarios y deterioro prematuro de los accesorios del sistema de refrigeración.
4. Es muy importante tener indicadores que nos permitan medirnos y así saber si mejoramos o empeoramos conforme las metas establecidas, esta medición se facilitará con los formatos de producción diarios y mensuales creados para evaluar el cumplimiento de los estándares y así garantizar que se logre llegar a las metas trazadas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, Eugene y Baumeistere. **Manual del ingeniero mecánico**, (novena edición). Editorial McGraw-Hill, s.a.
2. Bances Aguilar, Edgar Raúl. Diseño del programa de mantenimiento para equipo de refrigeración en las unidades del ministerio de salud y asistencia social en el área metropolitana, trabajo de graduación, Ing. Mec. Ind. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.
3. Blank, Leland. y Anthony Tarquin. **Ingeniería económica**, (sexta edición). México: editorial McGraw-Hill, 2006.
4. Burgess, Jennings y Samuel R. Lewis. **Aire acondicionado y refrigeración**, (primera edición). Mexico: editorial Continental S. A. 1994.
5. Información adquirida en páginas de Internet: <http://www.ditectindustry.es/prod/termotecmica>. <http://www.itc.edu.co>.
6. Niebel, Benjamín. **Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos**, (novena edición). México: editorial Alfaomega, 1996.
7. Orellana Ruiz, Jose Vidal. Estudio sobre mantenimiento de los equipos de refrigeración, aire acondicionado y ventilación forzada, instalados en la industria, trabajo de graduación, Ing. Mec. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1976.
8. Taylor, George A. **Ingeniería económica**, (segunda edición). México: editorial Limusa, S. A., 1994.

9. Wark, Kenneth. **Termodinámica**, (quinta edición). México: editorial McGraw-Hill, s.a.
  
10. Zandin, Kjell B. **Manual del ingeniero industrial**, (quinta edición). México: editorial McGraw-Hill, 2005.