

 **PDF Complete**  
Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE EFICIENCIA EN EL ENVASADO DE  
MARGARINA INDUSTRIAL DE BASE VEGETAL EN LA INDUSTRIA DE  
GRASAS COMESTIBLES**

**OSCAR ORLANDO SAPÓN RODRÍGUEZ**  
**ASESORADO POR: ING. RONAL ADOLFO HERRERA OROZCO**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2004**



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE EFICIENCIA EN EL ENVASADO DE  
MARGARINA INDUSTRIAL DE BASE VEGETAL EN LA INDUSTRIA DE  
GRASAS COMESTIBLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**OSCAR ORLANDO SAPÓN RODRÍGUEZ**

ASESORADO POR: ING. RONAL ADOLFO HERRERA OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2004



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



## **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:

### **PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE EFICIENCIA EN EL ENVASADO DE MARGARINA INDUSTRIAL DE BASE VEGETAL EN LA INDUSTRIA DE GRASAS COMESTIBLES.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha de noviembre de 2002.

Oscar Orlando Sapón Rodríguez



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

Decano:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Vocal I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Vocal II:	Ing. Amahán Sánchez Alvarez
Vocal III:	Ing. Julio David Galicia Celada
Vocal IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Vocal V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
Secretario:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

Decano:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Examinador:	Ing. Juan José Peralta Dardón
Examinador:	Ing. José Arturo Estrada Martínez
Examinador:	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
Secretario:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS:** Ser omnipotente y omnipresente que he ido descubriendo en el recorrido de mi vida, tanto en los momentos gratos como en los momentos adversos, haciéndose presente ante mí: en la naturaleza, en mis padres, en mis amigos, en mi propio ser y en las demás personas, al que le agradezco la vida y su compañía.
- Mis padres:** **Samuel y Clara**, con amor y gratitud como pequeño reconocimiento por su apoyo, comprensión, paciencia y enseñanzas que han depositado en mi, y porque han reflejado a Dios con su amor, les estaré eternamente agradecido.
- Mis hermanos:** **Daniel, Sara y Laura Q.E.D.**, agradeciendo por su amor, por su compañía, porque han sido una gran fuente de inspiración y principalmente porque cada uno ha compartido su vida mostrándome su amor incondicional.
- A mi familia:** Que me ha brindado su apoyo y cariño.
- A mis amigos:** Comunidad Llama de Vida, de la U, del Movimiento Seguidores C., Hnas. Sagrada Familia, Familia Paulina, Vecinos y todas aquellas personas que he conocido en mi diario vivir, contribuyendo de alguna manera, en su amistad y cariño sincero, a través de palabras y gestos de aliento que han forjado mi crecimiento personal.



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VI</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVI</b>
<b>1. EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE GRASAS COMESTIBLES</b>	
1.1 Industria de grasas	1
1.2 Productos envasados	8
1.2.1 Productos envasados para consumo doméstico	8
1.2.1.1 En barra	9
1.2.1.2 En tarro	9
1.2.2 Productos envasados para uso industrial	10
1.2.2.1 Barra Industrial	11
1.2.2.2 Bloque	11
1.2.3 Sub productos derivados del proceso	11
1.3 Calidad	13
1.4 Ventajas con la eficiencia	17

## **2. SITUACIÓN ACTUAL EN LA ELABORACIÓN DE LA MARGARINA**

2.1	Qué es una margarina vegetal	21
2.2	Tipos de base utilizados para la elaboración de la margarina	22
2.2.1	Base de margarina hidrogenada	22
2.2.2	Base de margarina especial	22
2.2.3	Base de margarina hojaldre	22
2.3	Formulación	23
2.4	Materia prima utilizada	23
2.4.1	Aceite de palma	23
2.5	Proceso actual de la empresa	25
2.5.1	Proceso de la materia prima	25
2.5.1.1	Blanqueo	25
2.5.1.2	Desodorización	26
2.5.1.3	Fraccionamiento	26
2.5.1.4	Formulación y mezcla	27
2.5.2	Proceso del producto	27
2.5.2.1	Formulación y mezcla de la margarina	27
2.5.2.2	Cristalización	32
2.5.2.3	Empaque	36
2.6	Especificaciones de producto final	36
2.6.1	Parámetros fisicoquímicos	37
2.6.2	Pesos y características de empaque	38
2.7	Personal	40

2.8	Instalaciones	42
2.8.1	Edificio	42
2.8.2	Techo	42
2.8.3	Piso	43
2.8.4	Iluminación	43
2.9	Diagramas actuales de proceso	44
<b>3.</b>	<b>SISTEMA PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL ENVASADO DE MARGARINA PARA USO INDUSTRIAL</b>	
3.1	Puntos críticos de control en línea	49
3.2	Descripción del mejoramiento de líneas y alimentación al equipo de cristalización	52
3.3	Descripción de estudio de iluminación y ventilación	55
3.3.1	Iluminación	55
3.3.2	Ventilación	63
3.4	Descripción del equipo del sistema de llenado semi ó automático por peso y balanza electrónica	65
3.4.1	Selección del censor	66
3.4.2	Selección del controlador de peso	66
3.5	Muestreo a utilizar de calidad, para mejorar eficiencia	71
3.5.1	Gráficos de control	76
3.5.1.1	Gráficos X y R	76
3.5.1.2	Índice de capacidad del proceso (RCP)	79
3.6	Higiene en la empresa de alimentos	84
3.6.1	Buenas prácticas de manufactura	85

3.6.1.1	Manos	85
3.6.1.2	Cabello	87
3.6.1.3	Cuerpo en general	88
3.6.2	Equipo utilizado por personal en línea	90
3.6.3	Línea de llenado	91
3.7	Diagramas de proceso mejorados para mejorar eficiencia	94
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO</b>	
4.1	Capacitación del personal	99
4.2	Iluminación y ventilación	101
4.3	Planificación del montaje de equipo destinado a conmutar y pesar producto	103
4.4	Inversión	105
4.5	Análisis económico	106
4.5.1	Valor presente neto	107
4.5.2	Relación beneficio - costo	108
4.5.3	Recuperación de la inversión	109
4.6	Cumplimiento de especificaciones	109
4.6.1	De proveedores	110
4.6.2	De línea	111
4.6.3	De almacenamiento	114
4.7	Desperdicio	115

<b>5.</b>	<b>SEGUIMIENTO DEL PROYECTO</b>	
5.1	Hojas de procedimiento de operación	117
5.2	Análisis microbiológico por medio de laboratorio	118
5.3	Mantenimiento de las unidades	120
5.3.1	Equipo de cristalización	120
5.3.1.1	Mantenimiento preventivo mayor	120
5.3.1.2	Mantenimiento preventivo menor	121
5.3.2	Sistema semi - automático	121
5.3.3	Equipo de iluminación y ventilación	122
5.3.4	Tanques de formulación, tuberías y bombas	124
5.4	Programa de sanitización	125
5.5	Reporte de manejo y desperdicio de producto	127
	<b>CONCLUSIONES</b>	129
	<b>RECOMENDACIONES</b>	132
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	134
	<b>ANEXOS</b>	135

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Relación de recursos en producción	15
2.	Relación de procesos de materia prima	16
3.	Diagrama hombre - máquina actual	44
4.	Diagrama de iluminación actual	45
5.	Diagrama de distribución de maquinaria actual	45
6.	Diagrama de operación de proceso actual	46
7.	Diagrama de flujo actual	47
8.	Gráfico de medias para el peso de cajas de margarina	77
9.	Gráfico de rangos en el peso de cajas de margarina	78
10.	Ubicación de Z crítico en la curva normal	82
11.	Diagrama hombre - máquina mejorado	94
12.	Diagrama de iluminación mejorado	95
13.	Diagrama distribución de maquinaria mejorado	95
14.	Diagrama de operación de proceso mejorado	96
15.	Diagrama de flujo mejorado	97
16.	Diagrama de Gantt para el montaje de iluminación	102
17.	Diagrama de Gantt del montaje de equipo de conmutar y pesar	104
18.	Resultado de desarrollo de producto	111



19.	Hoja de procedimiento estándar de operación en línea	112
20.	Hoja de registro de pesos	114
21.	Reporte de microbiología	119
22.	Hoja de inspección de limpieza y orden	126
23.	Hoja de reporte de manejo y desperdicio	127

### **TABLAS**

I.	Producción mundial de margarina	5
II.	Rendimiento estándar entre el frijol de soya y la semilla de algodón	7
III.	Porcentaje de las características estándar principales de harinas	12
IV.	Emulsificantes utilizados en la base de margarina	24
V.	Emulsificantes utilizados en alimentos	30
VI.	Registro de pesos para cálculo de desviación estándar	73
VII.	Registro de datos para la elaboración de gráficos	75
VIII.	Costo al año por operario, de insumos	89
IX.	Consumo semanal de productos de limpieza	92
X.	Actividades y descripción de higiene en la línea de llenado	93
XI.	Pérdida de producto en libras, con el dosificado actual	106
XII.	Análisis de VPN en Q.	108
XIII.	Análisis beneficio - costo	108
XIV.	Condiciones de almacenaje para margarinas	115
XV.	Fallas comunes en el sistema de iluminación	123



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

XVI. Plan de limpieza y sanitización	125
XVII. Reflectancia efectiva de cavidad de cielo y piso	135
XVIII. Porcentaje coeficientes de utilización para distribución Típica	136
XIX. Factores de multiplicación para reflectancias de cavidad de piso del 20 %	137
XX. Áreas bajo la curva Normal de 0 a Z	137
XXI. Factores utilizados en la construcción de diagramas de control	138

## GLOSARIO

<b>Capacitación</b>	Habilidad específicamente para realizar alguna operación en especial, propia del trabajo a realizar.
<b>Estándar</b>	Tipo patrón uniforme o muy generalizado de una cosa, fabricación en serie siguiendo un modelo determinado.
<b>Estearina</b>	Fracción sólida resultante de un proceso de filtración de aceites cristalizados.
<b>Hidrogenación</b>	Proceso que implica la edición de átomos de hidrógeno a los vínculos dobles de carbón a carbón, que se encuentran en los ácidos grasos insaturados, con esto se alteran las propiedades químicas y físicas de la grasa.
<b>Índice de yodo</b>	Es una expresión del grado de insaturación de una grasa, se mide al determinar la cantidad de yodo que hará reacción con una grasa natural o procesada bajo condiciones prescritas.

- Lúmenes**                      Unidad del flujo luminoso equivalente al flujo emitido por una fuente luminosa por una candela de intensidad e interceptado por una superficie esférica de un centímetro de radio.
- Luxes**                         Unidad de iluminación en el Sistema Internacional, que equivale a la iluminación de una superficie que recibe, normal y uniformemente repartido, un flujo luminoso de un lumen por metro cuadrado.
- Lumen**                        Lumen, unidad de flujo luminoso, o energía visible emitida por una fuente de luz por una de tiempo.
- Plasticidad**                 Característica de las mantecas y margarinas que mediante el desarrollo de una estructura fina de cristales, da una apariencia suave y de consistencia firme, esto se logra sometiendo el producto a un enfriamiento extremo.
- Punto de fusión**            Temperatura en la cual una grasa pasa de un estado sólido a líquido, en sus cristales.



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**Tolerancias**

Máxima diferencia que se tolera entre el valor nominal y el valor efectivo en las características físicas y químicas de un producto, diferencia de cosas contratadas o convenidas.

**Watts**

Nombre del vatio en la nomenclatura internacional, unidad de potencia eléctrica, igual a la potencia capaz de hacer el trabajo de un julio por segundo.

## RESUMEN

El trabajo de graduación contiene en forma detallada el proceso de elaboración de una margarina para uso industrial de base vegetal. Para ello, se realizó una descripción general de la elaboración de dicho producto en el medio nacional y la manera de cómo éste ha evolucionado.

Se realizó una descripción de la situación actual de la elaboración, es decir, la manera de cómo el proceso de elaboración del producto en cuestión se ve influido tanto por el aspecto técnico del equipo de cristalización, así como por la estructura física del departamento para el correcto aprovechamiento de recursos.

En el área física se determinaron las condiciones del edificio y de la estación de trabajo. En las condiciones del edificio se tomaron en cuenta la iluminación y ventilación, en el aspecto administrativo, se tomó en cuenta la manipulación del producto en el momento de ser empacado. También se determinaron situaciones que influyen en el proceso de cristalización referente al equipo de alimentación, desde la toma de lectura del peso hasta su empaque final.



Analizado cada uno de los aspectos tomados en cuenta y su relación en el proceso de producción, sobre todo, de cómo son afectadas por el entorno que le rodea, se propuso las mejoras correspondientes a cada elemento, y se le dió el seguimiento correspondiente, tanto al proceso de cristalización y dosificación como en el aspecto físico del departamento y operacional.

Ante dichas propuestas, también se hizo un análisis de factibilidad de inversión al proyecto, como método concreto de apoyo, para la toma de decisión y puesta en marcha del mismo.

## OBJETIVOS

### General

Obtener una propuesta de eficiencia, con el fin de implantar y desarrollar el estudio técnico del proceso de la elaboración de margarina industrial de base vegetal con miras al mejoramiento de la calidad, partiendo de un estudio actual.

### Específicos

1. Mejorar el proceso de cristalización de la margarina durante su proceso.
2. Proponer una mejora en el ambiente de higiene, mediante una correcta aplicación de buenas prácticas de manufactura.
3. Establecer mediante una hoja de procedimiento estándar de operación, cumplir con la calidad físico - química del producto.
4. Definir a través del estudio técnico, el uso correcto de equipo y disponibilidad de material de empaque, así como de producto.
5. Mejorar la iluminación para facilitar un ambiente adecuado de trabajo que contribuya a elevar el rendimiento del personal.





*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

6. Disponer de equipo adecuado para medir el peso, ayudando así a garantizar el mismo y reducir costo por producto extra o incumplimiento del peso establecido.
  
7. Determinar el monto de la inversión, así como el ahorro consecuente del proyecto y la recuperación de la inversión.

## INTRODUCCIÓN

La propuesta sobre el aumento de eficiencia en el envasado de margarina de base vegetal, es importante en la industria de grasas comestibles, debido a que en la actualidad se tiene poca información sobre su envasado, tal es el caso, que muy pocas empresas se dedican a esta actividad, por lo que ha generado inconvenientes en la elaboración del mismo, que van desde la formulación hasta el traslado de producto a bodega de producto terminado, todo ello detectado mediante un estudio del proceso en el que denota varios aspectos que se pueden mejorar y con ello aumentar la eficiencia del mismo, reduciendo así: costos de producción innecesarios, aumento de higiene y garantía de calidad de los productos.

El presente trabajo de graduación, será de utilidad al estudiante universitario o profesional que esté interesado en el proceso y fabricación de la margarina industrial, y la manera en que puede ser utilizada para diferentes fines, entre los que se puede destacar los estudios económicos y de calidad de dicha industria.

## 1. EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE GRASAS COMESTIBLES

### 1.1 Industria de grasas

Las primeras grasas y aceites utilizados por los humanos para uso comestible fueron obtenidos de los animales salvajes, animales que eran cazados para satisfacer la necesidad alimenticia, paralelo a ello se utilizó la piel y huesos como utensilio y herramienta de subsistencia. Al correr el tiempo, dichos animales fueron domesticados y las partes grasas de su cuerpo se fue aprovechando de mejor manera, convirtiéndose así en una fuente importante para uso alimenticio e industrial, debido a que su grasa se usó para fabricación de lubricantes y jabones. De momento el cerdo es un animal importantísimo en dichas actividades o propósitos, por lo mismo se convirtió en el animal preferido para la crianza, la consistencia plástica de su grasa fue, indudablemente, la principal característica para su elección.

A otro tipo de animales como la ballena y muchos cetáceos se les extrajo grasa líquida, pero a diferencia del cerdo, su grasa era utilizada para iluminación. Y así, paulatinamente, se extrajo grasa a más animales y debido a la demanda e innovación empezaron a aparecer plantas vegetales, de esta forma la humanidad fue desarrollando técnicas de extracción para obtención final de margarina y manteca.

En 1869 fue patentada y manufacturada por primera vez la margarina, gracias a un químico francés llamado Hippolyte Mege Mouries, producto sustituto de la mantequilla, que en cierta medida entró en estado de escasez, causado por el crecimiento de ciudades durante la revolución industrial.

El proceso inicial de producción fue similar al de la extracción de la mantequilla de la vaca, consistiendo en que la temperatura de cebo era reducida lentamente a 26 grados centígrados mezclándola con jugo gástrico artificial hasta formar cristales en la grasa. Una fracción semilíquida de color amarillo claro era obtenida, representando ésta un 60% de la producción, luego era agitada por varias horas aplicándole agua fría al recipiente que lo contenía, lo que causa una grasa solidificada.

A fines del siglo XIX, algunas margarinas fueron preparadas con el aceite obtenido de la semilla de algodón o de maní, los cuales se mezclaban con grasa animal. A principios de siglo, muchas margarinas fueron formuladas al tomar como base formulaciones de aceite 100% vegetal, del aceite de coco y del aceite de la semilla de palma. Paulatinamente se fue desarrollando nuevas tecnologías y con ello se mejoró el proceso de fabricación, a tal punto que empezó a aparecer la hidrogenación, proceso que fue utilizado en Europa, aproximadamente en 1910, y no fue sino hasta en 1930 que en Estados Unidos de Norteamérica inició la aplicación concreta de dicho proceso.

La industria de la grasa de cerdo no fue capaz de satisfacer los requerimientos de plasticidad que demandaban los clientes, por lo que fue necesario combinar el aceite de algodón con la grasa animal. La introducción del proceso de hidrogenación fue uno de los factores importantes para el mejoramiento de calidad, debido a que se logró obtener mejores características que las que hasta en ese momento se había logrado. De tal manera, poco a poco se fue eliminando el uso de grasa animal en la producción y rápidamente la grasa vegetal fue penetrando en el consumidor final, debido a su calidad mejoró su posición.

Las principales fuentes, de las que se obtiene aceites, que son utilizados como fase grasa en la elaboración de las margarinas son: del frijol de soya, de maíz, semilla de algodón, del maní, de la palma, de los olivos y del coco.

De estas materias primas, luego de ser transformadas mediante distintos procesos de producción, según sea el caso, se mezclan y se obtienen resultados extraordinarios de margarinas y mantecas de diferente calidad.

Actualmente existen 250,000 especies de plantas y de estas 4,500 especies son examinadas y estudiadas para aceites, en su caso el frijol de soya y el maíz son utilizados para producción de aceite alimenticio por su alto contenido de proteínas.

Del consumo se da la tendencia de utilización de aceites vegetales. Se sabe además que los Estados Unidos de Norteamérica es el país líder en producción de manteca y margarina a nivel mundial. Desde 1990 la producción total de manteca en el mundo es de 4.5 millones de toneladas por año, de las cuales la mitad es producida por ellos y de ésta, más de la mitad es producción de margarina.

Paralelo a ello, se han hecho estudios de salud, y la manera en que éste tipo de bases afecta la salud del ser humano, es por ello que la Asociación Americana del Corazón de los Estado Unidos de Norteamérica, ha recomendado una reducción del consumo de grasas a un 30% diario de calorías, así como también a un 10% en ácidos grasos saturados. La industria productora de mantecas y margarinas ha reaccionado ante esta disposición, por lo que todas las fórmulas establecidas en un principio han sido modificadas y con ello se han desarrollado nuevas tecnologías de control para análisis de laboratorio.

En nuestro país, la explotación de tierras, no bien distribuidas y planificadas, ha generado conflictos. Por lo mismo se ha visto afectada en cierta forma la industria alimenticia, específicamente la de grasas comestibles, de manera que se ve la necesidad de nuevos productos (siembras) que beneficien los dividendos, debido a ello se introdujo la plantación de algodón que generó òdesmotadorasö que son plantas donde producían algodón en pacas de 500 libras.

Como resultado del proceso, las desmotadoras generaban como subproducto la semilla del algodón, la cual contenía alrededor de 16% de aceite con propiedades que permitían el consumo humano. Lo que así un creciente desarrollo y con ello un buen inicio de la industria de grasas y aceites en nuestro país.

En la tabla I se desglosa la producción mundial de margarina en miles de toneladas métricas durante los últimos años.

Tabla I. Producción mundial de margarina  
 (miles de toneladas métricas)

<i>País</i>	<i>Año</i>						
	<i>1991</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1999</i>	<i>2001</i>	<i>*2002</i>
Australia	156	165	161	144	160	164	164
Canadá	151	156	148	148	165	180	181
Este de Europa	382	382	429	450	506	530	532
Alemania	685	705	728	729	820	920	922
India	853	828	857	860	965	1012	1011
Japón	176	171	177	182	203	240	238
Holanda	233	241	244	260	293	305	306
Pakistán	1040	1120	1200	1210	1362	1425	1428
Turquía	481	554	565	570	640	700	705
Reino Unido	451	446	457	461	502	580	583
Estados Unidos	1256	1224	1278	1284	1345	1565	1570
Otros	3292	3090	3064	3130	3220	3920	4001
Total	9156	9082	9308	9428	10181	11541	11641

• Proyección

Fuente: American Oil Chemis Society 1995

La primera planta de proceso de semilla de algodón se instaló en la cabecera departamental de Escuintla en 1974, donde se extraía aceite, harina y un subproducto llamado Linter.

En 1975, tuvo su origen un consorcio llamado NUMMAR, quienes instalaron su planta extractora de aceite de algodón en el municipio de la Gomera, Escuintla. Esta corporación posteriormente se transformó en OLMECA, S. A. , así dió inicio la industria de aceites y grasas vegetales en Guatemala, y con ello la elaboración de margarinas en nuestro país.

A fines de los ochenta, se produce un fenómeno de mercado que provoca una caída en los precios de algodón, debido a la sobreproducción de este cultivo en los Estados Unidos de Norteamérica. Este cambio resultó bastante dañino para la industria de grasas de Guatemala, porque la agricultura se vió forzada a abandonar el cultivo del algodón y las tierras fueron ocupadas para sembrar caña de azúcar.

De ese modo, fue necesario buscar sustitutos en materias primas que pudieran ser utilizados en la industria de aceites y grasas, para poder subsistir y mantener este tipo de productos alimenticios en el mercado, surgiendo en el medio el frijol de soya y la palma africana.

a) Frijol de soya: El cultivo de frijol de soya encontró su lugar en estos momentos. La soya puede ser procesada en la misma maquinaria utilizada para la extracción de aceite de algodón y su rendimiento es bastante semejante, lo cual es un éxito hasta ahora; sin embargo, surgió también la opción de cultivar la caña de azúcar por ser más rentable, viéndose afectada la industria de aceites y grasas.



Obligando así a la importación de aceite crudo de soya y aceite crudo de girasol, especialmente de países como Argentina, Brasil y Estados Unidos, alcanzando hasta 6,500 TM mensuales.

La tabla II muestra los rendimientos del frijol de soya y semilla de algodón en el aceite, harina y otros componentes.

Tabla II. Rendimientos estándar entre el frijol de soya y la semilla de algodón.

Cultivo	rendimiento de aceite	rendimiento de harina	* otros componentes
frijol de soya	18%	76%	6%
Semilla de algodón	16%	54%	30%

\* Pérdida por humedad, Materias extrañas, desechos

Fuente: American Oil Chemists Society  
 AOCS, 1990

Características generales de cada materia prima

- b) Palma Africana: La apertura de nuevos mercados y la creciente comercialización, el deseo por bajar costos y mejorar calidad, fue dando paso a la utilización de la palma africana, que hasta la fecha está siendo cultivada en los departamentos de San Marcos y Escuintla, y su fruto es utilizado como materia prima para la elaboración de mantecas, margarinas y aceites, los cuales se utilizan en frituras industriales, panaderías, reposterías y de uso doméstico. Aprovechándose además la fracción sólida del mencionado aceite para la industria de jabones.

Se puede añadir que existen otras plantaciones de éste producto en el departamento de Izabal y Petén, lo cual lleva al proceso de extracción, consistiendo éste en el aprovechamiento del aceite mediante mecanismos que extraen el mismo, posteriormente es enviado a una refinería especial que permite la separación correcta de la materia prima que será finalmente utilizado en la fase grasa de la margarina.

## 1.2 **Productos envasados**

La industria de margarina elabora una variedad de productos terminados para el mercado guatemalteco, de la misma manera para el área centroamericana y del Caribe, derivándose de esa forma dos tipos de productos envasados: de consumo doméstico y de consumo industrial.

### 1.2.1 **Productos envasados para consumo doméstico**

Estos productos son elaborados y envasados para consumo doméstico, se caracterizan por su poco volumen y el fácil acceso a ellos, sirviendo para elaboración de comidas y como frituras, además tiene un fácil manejo y comercialización para vendedores detallistas. Presenta una inversión en material de empaque y promoción.

De los productos genéricos cabe mencionar los siguientes:

#### 1.2.1.1 **En barra**

a). de 1 libra: Presentación de envase de 1 libra en cartulina cubierta con un barniz especial para evitar que pase la grasa al exterior, dicha cartulina contiene en su interior 5 barras cuyo peso unitario es de 90.72 gramos y que a su vez están envueltas en un papel especial denominado *Grease Proof* que evita la separación de grasa y contribuye a mantener la forma, cristalización y color de la margarina.

b). de dispensador: Son presentaciones de margarina en barra cuyo empaque es el mismo que el anterior, a diferencia que en este caso van dentro de un dispensador que contiene de 20 barras equivalente a cuatro libras, siendo elaborado exclusivamente para supermercados y vendedores detallistas.

#### 1.2.1.2 **En tarro**

Cuyo empaque consiste en un recipiente cilíndrico en cuyo interior se encuentra la margarina y que es sellado mediante un papel especial a base de temperatura adhiriéndose a la orilla superior de mencionado recipiente, posteriormente es colocada la tapadera, las presentaciones de éste tipo son únicamente tres: de 1/2 libra, de 1 libra y de 3 libras.

### 1.2.2 Productos envasados para uso industrial

La industria de alimentos representa el segmento más atractivo para los productos derivados de las grasas vegetales, por los siguientes motivos:

- No ocasiona gastos en material de empaque de forma excesiva
- Facilita el manejo del producto, porque se manejan volúmenes altos.
- Su comercialización es a base de volúmenes altos.
- Se reduce el costo de recurso humano en el área de envasado.
- Los costos de mercadeo son bajos.
- Fácilmente se puede llevar un mejor control de inventarios.

Generalmente el producto terminado en la industria de margarinas, sirve de materia prima o un insumo más para productos de otras industrias, siendo los productos dirigidos a este segmento los siguientes:

#### 1.2.2.1 **Barra industrial**

Este se envasa en corrugados que contienen seis barras industriales cuyo peso es de 5 libras cada una, éstas se envuelven en lienzos plásticos que evitan que la barra tenga contacto directo con el corrugado, le da forma a la barra durante la terminación de la cristalización, y además mantiene higiene del producto evitando así humedad y contaminación.

#### 1.2.2.2 **Bloque**

Presentación de margarina industrial en corrugados o cajas cuyo peso es de 28 libras, 44 libras, 50 libras y 55 libras, empacados de manera exclusiva para alguna industria que lo utiliza como materia prima para la elaboración de un producto específico.

Como empaque únicamente utiliza el corrugado o caja según sea la presentación y la bolsa interna en la que es depositada la margarina como producto final en que permanece cristalizada.

#### 1.2.3 **Sub productos derivados del proceso**

Del proceso de la elaboración de grasas comestibles, se derivan sub productos que son comercializados en el mercado guatemalteco entre los que cabe mencionar:

- **Grasos:** Este se obtiene en la refinación de los aceites y es utilizado por las empresas dedicadas a la elaboración de jabones.
- **Harina molida:** Se deriva del proceso de extracción del aceite y el uso principal es utilizado como base para concentrado de animales. Existe harina de algodón, harina de soya, harina de palmiste y harina de maíz. Dicho producto es distribuido a las empresas que elaboran concentrados para ganado vacuno por su alto contenido proteínico y de fibra, la tabla muestra la comparación entre sus principales características.

Tabla III. Porcentaje de las Características estándar principales de las harinas

<i>Concepto</i>	<i>De algodón</i>	<i>De soya</i>	<i>De palmiste</i>	<i>De maíz</i>
Humedad	11.25	11.37	11.50	11.10
Proteína	39.40	48.00	17.30	23.40
Fibra cruda	14.90	8.00	18.30	10.00
* Otros	34.45	32.63	52.90	55.50

\* otros componentes son Cenizas: Ureaza, Grasa residual.

Fuente: American Oil Chemistsø Society, AOCS, 2002

- **Linter o borra:** Se refiere a la fibra que contiene la semilla de algodón en su parte externa, la cual se producía en pacas de 500 libras y es utilizada para la fabricación de telas de segunda categoría y para la fabricación de colchones de camas.

### 1.3 Calidad

Se define la calidad como la totalidad de particularidades y características de un producto o servicio que influye sobre su capacidad de satisfacción de determinadas necesidades.

Esta definición significa que para poder identificar las particularidades y características de productos y servicios que se relacionan con la calidad y forman la base para la medición y control. La capacidad de satisfacer determinadas necesidades refleja el valor del producto o servicio para el cliente, que comprende el valor económico y también la seguridad, confiabilidad y facilidad de mantenimiento.

En éstos tiempos es necesario establecer una "Cultura de Calidad" que no es mas que la concientización y crítica analista por parte de cada persona o entidad de trabajo que desempeñe diversidad de actividades, tomando en cuenta también los valores fundamentales, producto del aprendizaje del individuo desde la familia y se complementan a través de instituciones educativas, trabajo y sociedad, que conducen a la perfección continua de esas actividades satisfaciendo necesidades propias y colectivas.

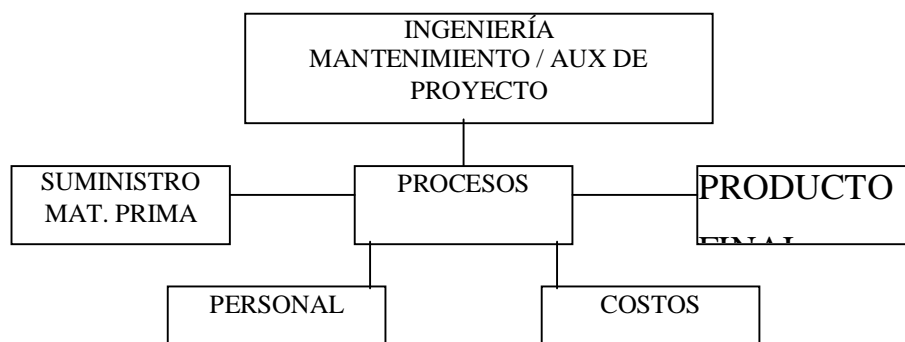
Para hacer efecto la cultura de calidad en la empresa o industria es necesario valerse de una herramienta fundamental como lo es el CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD, éste a su vez comprende:

- Destacar la participación de todos y cada uno de los integrantes: significa que todo el personal que involucra el fin de la empresa se encuentre en sintonía, tal y como sucede con una orquesta en el que tiene que existir un ambiente de unión y participación plena, en lo que a cada uno le toca y más allá de su mismo trabajo.
- Establecer una cultura de trabajo: es hacer énfasis en cumplimiento de normas y reglas, tanto personales como de la organización, en este caso serán:
  - Asistencia y puntualidad
  - Seguridad
  - Disciplina
  - Aseo personal
  - Orden y limpieza
  - Respeto a los demás
  - Cumplimiento de trabajo
  - Confiabilidad
  - Actitud positiva
  - Iniciativa y superación tanto personal como comunitario.
- Hacer bien el trabajo llevándolo a mejoras y ahorros: concientización y entendimiento claro de las consecuencias que conllevan, motivar adecuadamente al personal y crear un ambiente de productividad, calidad y seguridad en la organización.



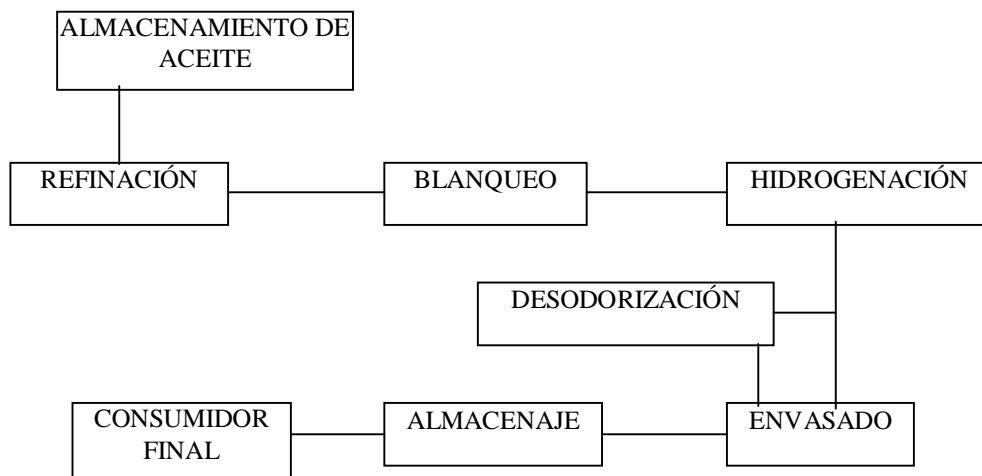
- Unificar todas las actividades de una organización: refiriéndose a mantener lazos de doble vía entre departamentos, y observarse a cada uno como un cliente potencial e importante y al que hay que servir cumpliendo sus exigencias, como por ejemplo la figura No. 1 en el que se observa la participación de los involucrados en las actividades de la organización.
- Cada uno es su propio inspector: se refiere básicamente a la transferencia clara de análisis de un laboratorio central o específico a las áreas de proceso definido previamente el análisis a transferir, una correcta e idónea capacitación de operarios y la habilitación de un laboratorio de campo, y dejar como rutina la inspección / reemplazo de material o insumos que perjudique la calidad, así como realizar auditorías de resultados.

Figura 1. Relación de recursos en producción



- Cliente - proveedor: satisfacción de necesidades plenas y exigencia de cumplimiento, en éste caso se puede observar la figura No. 2 lo cual es un ejemplo de los lazos entre departamentos, tomando el papel de cliente - proveedor durante el proceso de la materia prima.
- Actualización de especificaciones: mantenerse en comunicación con las partes involucradas sobre cambios o exigencias, revisar de manera conjunta las necesidades y definir esos posibles cambios mediante acuerdo mutuo, además de implementarlo y aplicarlo.
- Satisfacción del cliente: dar al cliente lo que necesita, esto se puede lograr mediante una encuesta de servicio preferiblemente directa, evaluar los resultados y buscar las mejoras en el servicio que conduzca a una satisfacción plena.

Figura 2. Relación de procesos de materia prima



- Cero errores y cero defectos: se puede lograr en la organización mediante procedimientos estándar de operación, basándose en manuales prácticos que desglosen las actividades y parámetros necesarios para la realización de una buena operación, capacitar al personal de manera constante y llevar un adecuado control de las actividades y resultados a manera de medir los resultados alcanzados.
- Control y mejoramiento de todos los aspectos: es implementar y actualizar los estándares dejando en claro lo que se puede o no hacer, se puede o no cumplir y buscar mejoras continuas en los resultados valiéndose de tecnología y demás herramientas que se adapten a lo que se busca.

#### 1.4 **Ventajas con la eficiencia**

La mejora de la eficiencia debe lograrse a partir de un proceso que integre la visión y estrategia de administración con las nuevas tecnologías, en búsqueda de mejores resultados.

Para ello habrá que tener en cuenta tanto las expectativas crecientes de clientes, empleados, accionistas y demás personas afines, como las nuevas oportunidades que la evolución tecnológica presenta.

La misión de la Alta Dirección continuará siendo la optimización del valor para los clientes, accionistas y empleados. Tres factores clave para ello serán:

- La habilidad para imaginar el futuro
- La consecución de resultados
- La adopción de nuevas y mejores tecnologías.

La búsqueda de la eficiencia no puede realizarse como iniciativa puntual aislada sino dentro del contexto de la visión y estrategia empresarial. Las empresas exitosas no surgen de la improvisación sino de la capacidad de imaginar la empresa del futuro a la que se quiere llegar, y del lanzamiento de iniciativas concretas para alcanzar la empresa deseada.

La capacidad de ejecutar la estrategia es esencial para alcanzar mucho resultado sostenido. Es necesario encontrar y poner en marcha con rapidez nuevas soluciones a problemas concretos.

La tecnología se ha convertido en un factor clave a la hora de ejecutar la estrategia. La rápida adopción de nuevas tecnologías puede ofrecer un sin fin de ventajas significativas: fibra óptica, telefonía móvil, Internet, etc.

Estas tendencias originarán ventajas a la empresa de manera exitosa, que presentará cinco características principales:

1. Una perspectiva estratégica amplia, que abarque la totalidad del ecosistema de la empresa y que considere difuminar los límites competitivos.
2. Pasión por el valor, para su identificación, creación y consecución, optimizando la consecución de valor a largo plazo con la obtención de rentabilidad a corto plazo.
3. Una estructura adaptable y modular, que origina el surgimiento de poseer alta velocidad, adaptables y con capacidad de enfocar su desarrollo de carácter interno y externo.
4. Toma de decisiones distribuída, lo que permitirá respuestas en tiempo real de producción, fácilmente confiable y contagiosa para los demás departamentos.
5. Mayor énfasis en gestiones administrativas y producción, así como también en su explotación comercial.

En este contexto la búsqueda de la eficiencia requiere:

1. Todas las iniciativas de mejora de la eficiencia no comprometan la consecución de la visión y objetivos de la empresa a largo plazo, sino que por el contrario la faciliten.
2. Priorizar el crecimiento sostenido de valor a largo plazo, aunque buscando mejoras inmediatas y resultados en el corto plazo que no destruyan valor ni ventajas competitivas.
3. Contemplar el ecosistema o entorno, además de las tradicionales fuentes internas de mejora. Es necesario centrarse en las necesidades e interfaces con clientes, proveedores y otros aliados, donde sin duda pueden surgir oportunidades significativas de eficiencia y aumento del valor para ambos.

Es por ello que la búsqueda por mejorar los procesos, principalmente los de producción, conducen o encaminan a proyectar intereses que satisfagan a todas aquellas personas que intervienen de manera directa o indirecta de toma benéfica, además de tener una mayor confiabilidad de lo que se esté produciendo o se producirá.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL EN LA ELABORACIÓN DE LA MARGARINA**

### **2.1 Qué es una margarina vegetal**

La margarina es una emulsión muy concentrada de grasas obtenidas por la hidrogenación de aceites vegetales, empleándose muchas veces como sustituto de la mantequilla, ya que tiene propiedades similares. Esta es comercialmente preparada y destinada para darle uso en el hogar o bien sea en la industria, usada frecuentemente para cocinar, hornear e inclusive ingerir, da cualidades de suavidad y sabor a los productos horneados, debido a que tiene plasticidad, es blanda, con sabor y olor. Esto se debe a que contiene durante su elaboración aditivos como los emulsificantes, antioxidantes, saborizantes, colorantes y vitaminas que contribuyen como fuente de energía para el cuerpo humano.

La margarina, de igual manera que la mantequilla, es una emulsión de agua en aceite con un contenido mínimo de 80 por 100 en grasa y un máximo de 16 por 100 en agua. Los distintos tipos de margarinas existentes se diferencian por la composición de la mezcla de grasas y por el proceso de la fabricación utilizado.

## 2.2 Tipos de base utilizados para la elaboración de margarina

### 2.2.1 Base margarina hidrogenada

Es una base utilizada especialmente para la elaboración de margarinas, que permite por su alto contenido de carga hidrogenada dar mejor características químicas durante la elaboración de la misma, lo cual contribuye a mantener una calidad de producto bastante alta y por ende un mejor rendimiento.

### 2.2.2 Base margarina especial

Son bases elaboradas para satisfacer necesidades específicas de clientes industriales que necesitan características particulares de la margarina para la elaboración de su producto. Estas por lo mismo, varían de manera constante en su porcentaje de formulación durante la hidrogenación.

### 2.2.3 Base margarina hojaldre

Esta es una base específicamente elaborada para producto hojaldre, elaborado en la industria panificadora, cocida al horno, forma hojas delgadas superpuestas y que finalmente conocemos como rosca, tostada o torta.



Todas las bases anteriormente mencionadas varían en su porcentaje de carga Hidrogenada de aceite de palma, misma que está compuesta de una fracción líquida llamada Oleina y una fracción sólida llamada Estearina.

## 2.3 **Formulación**

Para su formulación, se define el SFI (*Solid Fat Index*, índice de grasa sólida) esto es una medida empírica del contenido de grasa sólida en los puntos de verificación de temperatura estandarizada; indica las cantidades relativas de fracciones de líquido o sólidos en una muestra de grasa a una temperatura determinada, para obtener una formulación adecuada y específica, se formula de acuerdo a la cantidad de grasa sólida presente a distintas temperaturas, para lo cual se realiza una combinación de materias primas de manera distinta.

## 2.4 **Materia prima utilizada**

### 2.4.1 **Aceite de palma**

Los aceites vegetales líquidos son los que mantienen grasa sólida en suspensión sobre aceite líquido. La fase de aceite líquido pudo o no haberse hidrogenado dependiendo de la finalidad, consistencia del producto (porcentaje de grasa sólida) y la estabilidad requerida. Estos se requieren en mayonesas y los aderezos para ensalada.

Especiales para emulsificación; con frecuencia, estas se formulan para obtener propiedades especiales en la preparación de mezclas horneadas, recubrimientos batidos, aderezos rellenos y otros similares. Estas margarinas contienen cuatro o más agentes activos o emulsificantes que se complementan uno con otro y proporcionan una característica particular, de acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla IV. Emulsificantes utilizados en la base margarina

<i>agente activo o emulsificantes</i>	<i>Aplicación</i>
mono y di glicérido	todas las aplicaciones
Lecitina	todas las aplicaciones
Propilen glicol mono esterés	Pasteles, pan, donas
monostearato de sorbitán	pasteles
monoglicéridos de suchinilato	Pan
Estearato lactilado de calcio	pan, donas
Estearato lactilado de sodio	pan, donas

fuentes: CFR 21 (code of federal regulations)  
 Estados Unidos de Norteamérica 2000

El aceite de palma, proviene del fruto de una planta silvestre originaria de África, y el consumo de su aceite se remonta a más de 5000 años. A partir del siglo XV se introdujo en otras partes del mundo, incluyendo Latinoamérica. Esta planta produce un fruto del cual se extrae el aceite crudo de palma y de la almendra o semilla de la fruta de palma se extrae el palmiste y harina de palmiste.

El aceite de palma se emplea para la elaboración de mantecas, margarinas y aceites, los cuales son utilizados para panadería, pastelería, repostería, confitería, chocolatería, heladerías, para uso doméstico, etc..

## 2.5 Proceso actual de la empresa

### 2.5.1 Proceso de la materia prima

Antes de formular la margarina para el uso deseado, en la materia prima son modificadas sus características físicas y químicas a través de distintos procesos, entre los principales se encuentran los siguientes:

#### 2.5.1.1 Blanqueo

Es un tratamiento que se da para eliminar pigmentos naturales (carotenoides, clorofilas, xantofilas) y otras impurezas, como los cationes (ión positivo) de hierro, cobre y zinc. Los cuerpos colorantes son absorbidos mediante tierra de blanqueo natural o arcilla, que se agrega al aceite a altas temperaturas (100 - 150 °C) y al vacío (- 500 mm Hg.). La tierra de blanqueo que es utilizada en el proceso para mejorar calidad con los cuerpos colorantes absorbidos son eliminados mediante la filtración.

### 2.5.1.2 **Desodorización**

Este proceso elimina del aceite los rastros de elementos relativamente volátiles que contribuyen al sabor, olor y color, estos son en su mayoría cetonas, aldehídos, alcoholes y ácidos grasos libres.

La desodorización se lleva a cabo mediante la inyección de vapor al aceite calentado a una temperatura alta (250 - 270 °C) y bajo un alto vacío (-600 mm Hg.). Bajo estas condiciones se arrancan los ácidos grasos libres y otros componentes volátiles, de este proceso se obtiene un producto casi insípido e inodoro.

### 2.5.1.3 **Fraccionamiento**

En este proceso, el aceite es previamente calentado con vapor hasta 70 °C una temperatura que se encuentra por encima del punto de fusión del mismo (45 - 50 °C), ésto con el fin de destruir por completo los cristales presentes en la fase líquida. Luego el aceite es enfriado de forma progresiva mediante la recirculación de agua fría en la chaqueta del tanque que lo contiene, hasta alcanzar la temperatura de separación. Durante el enfriamiento, se produce la enucleación (adhesión de cristales) lo que produce el crecimiento del cristal.

Después de alcanzado el equilibrio, los cristales y la fase aceite son separados por filtración, en un filtro prensa. En el fraccionamiento del aceite de palma, el objetivo principal es la obtención de oleínas fraccionadas.

#### 2.5.1.4 **Formulación y mezcla**

Una vez la materia prima ha pasado por la refinación química o ya sea la refinación física, que es donde los ácidos grasos libres son neutralizados, con un reactivo alcalino (sosa cáustica) de donde se forman jabones que son removidos del aceite por separación de fase, y donde los ácidos grasos libres son destilados a temperatura de 255 °C para cada uno de los casos respectivamente, se mezclan con porcentajes determinados de aceite crudo de palma, estearina, palma refinada - blanqueada - desodorizada, aceite crudo de soya y aceite normal (como producto terminado) dependiendo de la base de margarina que se necesitará y el uso específico para la cual será utilizada.

### 2.5.2 **Proceso del producto**

#### 2.5.2.1 **Formulación y mezcla de la margarina**

Este proceso de fabricación de margarina puede dividirse en las siguientes etapas:

a. **Preparación de la fase agua y de la fase grasa.** En la mayoría de los casos, se prepara la fase agua en un proceso discontinuo en depósitos específicos, ésta fase agua, no es más que la preparación y pasteurización del agua con ingredientes tales como sal, suero de leche, ácido cítrico, sorbato y benzoato.

Normalmente, esta solución contiene sales y en el caso de la margarina de mesa, también puede incluirse leche desnatada en polvo. A esta solución se le suele añadir conservadores y potenciadores de sabor hidrosolubles.

Las pequeñas fábricas de margarina miden la cantidad de agua por mediación de tanques con indicadores de capacidad o gracias a medidores de caudal, en el caso de que la calidad higiénica del agua no fuera satisfactoria, deberá pasteurizarse antes de mezclarla con la fase grasa.

La fase grasa lleva en la mayoría de los casos una mezcla de grasas y aceites y pequeñas cantidades de emulsionantes, colorantes y potenciadores de sabor liposolubles.

Las grasas y aceites hidrogenados con altos puntos de fusión deben fundirse previamente. Este proceso se puede realizar en algunos casos en un depósito específico para fusión de grasas hidrogenadas.

Los emulsionantes, componentes sólidos a temperatura ambiente, se funden en pequeños depósitos calentadores por vapor. Los aceites líquidos son almacenados en pequeños tanques calientes o bien en depósitos con circuito de calefacción interno (por medio de vapor, gracias a un serpentín ubicado en la parte interna). La temperatura de los líquidos debería de aproximarse a los 50 o 60 °C dependiendo del punto de fusión de la mezcla.

El porcentaje de fase grasa y fase agua, variará dependiendo del tipo de margarina a elaborar, esto es propiamente la fórmula o receta empleada, pero en general para una margarina de uso industrial, se puede especificar que el porcentaje de fase grasa es de 80 por cada cien de la cantidad a formular, y de la fase agua es de 20 por cada cien de la cantidad a formular, cada tanque o depósito tiene capacidad para 2000 Kg de producto, en fase líquida, es decir el equivalente a dos *batch* de producto.

**b. Preparación de la emulsión.** Cabe mencionar que los emulsificantes son sustancias que al ser usadas, alteran las propiedades de superficie de los materiales con los cuales entra en contacto. Los emulsificantes tienen una finidad química simultánea hacia la fase acuosa (agua) y oleosa (grasa). Debido a esta propiedad, las moléculas se orientan a lo largo de la interfase de dos sustancias normalmente inmiscibles.

En alimentos la interfase puede ser entre dos líquidos, un líquido y un gas o un líquido y un sólido. Las moléculas de tales surgactantes típicamente contienen una cadena de hidrocarbomos y un grupo polar. La cadena hidrocarbonada tiene afinidad por los lípidos, mientras que el grupo polar tiene afinidad hacia el agua.

Los surgactantes que tienen una proporción mayor de grupos hidrocarbomo que de grupos polares son de naturaleza lipofílica y tienden a ser parcialmente solubles en el aceite.

En el caso inverso al anterior el surgactante será hidrofílico por naturaleza y tendrá a ser parcialmente soluble en agua.

Tabla V. Emulsificantes utilizados en alimentos

<i>alimento</i>	<i>% de aplicación</i>
Panadería	50
Pasteles	11
Galletas	6
Coberturas	3
Margarina/ manteca/ aderezos	14
Dulces	6
Postres	3
Lácteos	3
Otros	4

Fuente: Revista Paladar No. 55  
 México 2002



Los emulsificantes más ampliamente utilizados tienen como base, los alfa ó monoglicéridos, como se pudo observar, se detalla mediante la tabla comparativa del porcentaje de aplicación de emulsificantes en distintas industrias.

En el caso de la formulación, se utiliza para brindar características propias de preparación de margarina. Es un sistema muy sencillo manipulado por operarios formuladotes, los aceites y grasas atemperados, los ingredientes son dirigidos al depósito premezclador bajo agitación lenta, ingredientes que previamente son pesados en una báscula convencional, se añade el emulsionante fundido y diluido con aceite caliente.

Luego se añade bajo agitación enérgica la fase agua preparada del depósito pasteurizador de fase agua. Después de la agitación, se bombea la emulsión al depósito de emulsión. Desde aquí o es bombeada directamente por una bomba de alta presión a la planta de cristalización. Teniendo cuidado que la pasteurización de toda la emulsión aparte de su fin primordial de tener estabilidad microbiológica, debe contribuir a lo siguiente:

- a. de acuerdo a su temperatura constante de la emulsión, previo a entrar al equipo cristizador, para dar una textura constante del producto, esto se logra mediante el equipo de agitación en el tanque de alimentación así como en el propio equipo de cristalizado.

- b. impedir la formación de cristales en la emulsión, causada por fusión insuficiente del producto de retorno, antes de entrar la emulsión al equipo cristizador.

### 2.5.2.2 **Cristalización**

Hoy en día, para el enfriamiento y la cristalización de emulsiones de margarinas, se utilizan enfriadores tubulares de alta presión, que pueden utilizar como refrigerante amoníaco o freón.

En este caso, la emulsión caliente se bombea desde el depósito de emulsión hasta el equipo cristizador, mediante una bomba de pistón de alta presión, en los tubos de enfriamiento del equipo, la emulsión es sometida a un enfriamiento acelerado y se cristaliza sobre la superficie. Inmediatamente después, cuchillas rotativas a 500 revoluciones por minuto, rascan la superficie de los tubos desplazando la emulsión cristalizada.

La cristalización de grasas puede producir varios tipos de formas cristalinas. Este fenómeno lleva el nombre de plimorfismo. Existen tres tipos de principales formas cristalinas llamadas: alfa, beta y beta prima ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$  respectivamente).

El tipo  $\alpha$  tiene el punto de fusión más bajo y es muy inestable. El tipo  $\beta$  tiene el punto de fusión más alto y es el más estable de los tres.

Cuando la grasa líquida es sometida a un enfriamiento rápido, cristaliza en un tipo  $\alpha$  que pasa rápidamente a una forma  $\beta'$ . Algunas grasas son relativamente estables bajo la forma  $\beta'$ ; sin embargo, otras siguen a la forma  $\beta$ , es la composición química de las grasas la que determina si cristalizan bajo la forma  $\beta'$  o  $\beta$ . Por lo general, se puede adelantar que mezclas que incluyan 20 por 100 o más de ácido palmítico son estables bajo la forma  $\beta'$ .

Desde el punto de vista tecnológico, el tipo de cristalización desarrollado es de gran importancia: la estructura cristalina tipo  $\beta'$  forma agujas largas y finas de grasa cristalizada, consiguiendo las cualidades deseadas para la mayoría de las margarinas, textura uniforme.

Los cristales del tipo  $\beta$  son más grandes que los  $\beta'$  y producen un defecto en la textura de las margarinas de mesa, llamado arenosidad.

Cuando se realiza la cristalización en un perfector, combinando el enfriamiento rápido con un amasamiento energético de la emulsión de margarina gracias a las cuchillas raspadoras y a los rotores de pernos en los cristalizadores intermedios, se consigue favorecer la cristalización en formas  $\beta'$  mismamente con grasas y mezclas de grasas que en reposo cristalizarían en formas de tipo  $\beta$ .

Además de las formas cristalinas obtenidas, también tiene importancia el tipo de combinación entre cristales y la estructura tridimensional, ya que la textura de la margarina está estrechamente relacionada con esta estructura.

Margarinas totalmente cristalizadas tienen a temperatura ambiente partículas grasas - cristales - y algo de aceite líquido. Para conseguir una consistencia adecuada, debe de haber una proporción entre estas dos fases, resultado que se consigue gracias a una formulación correcta de la fase grasa.

El modo de disposición de la grasa líquida dentro de la estructura cristalina depende mucho de la estructura obtenida, esta última está estrechamente relacionada con los distintos parámetros del proceso de cristalización.

Cuando una grasa caliente es enfriada y se cristaliza, los cristales se combinan, generando una estructura cristalina primaria. Esta estructura se desarrolla cuando la cristalización se lleva a cabo en reposo, es decir sin ningún tipo de amasamiento, resultado en una textura dura y frágil.

La estructura cristalina primaria es robusta y una vez destruida por fuerzas mecánicas durante el amasamiento no se vuelve a formar con facilidad.

Entonces se construye una nueva estructura secundaria que es débil y se vuelve a formar rápidamente después de su destrucción por amasamiento. En consecuencia, es importante para la textura de la margarina que la cristalización se lleve a cabo en un equipo enfriador y masador, que los cristales del tipo  $\alpha$  se transformen en el tipo  $\beta'$  y que la estructura cristalina primaria sea destruida antes de empaquetar el producto y almacenarlo.

Aceites y grasas de distintos tipos necesitan diferentes tiempos de reposos y masamiento por el hecho de cristalizar con velocidades distintas.

El aceite de coco es conocido como un aceite que cristaliza muy rápidamente, mientras que el aceite de palma es el más lento.

El equipo cristizador es una especie de máquina de pernos que puede montarse directamente en los tubos enfriadores, a este equipo entra producto previamente formulado gracias a una bomba de pistón de presión alta, a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ . éstos en cuyo recubrimiento tipo camisa, circula gas amoniaco proveniente de un equipo específico para ello, en el cuerpo de dichos tubos, circula un tornillo sin fin, que amasa el producto y a su vez lo enfría o cristaliza a una temperatura aproximada de  $32^{\circ}\text{C}$ , posteriormente pasa por otro conducto, que en su interior circula agua y que termina de darle el tratamiento adecuado a la margarina para que alcance los parámetros físico químicos deseados.

### 2.5.2.3 **Empaque**

Una vez cristalizado el producto, posteriormente pasa a ser empacado, esto se hace de una manera poco eficiente, debido a que se coloca una balanza cuya escala es en libras, balanza que necesita de ser ajustada cada cierto período.

Por otro lado se coloca una válvula que se maneja de manera manual por un operario, que a su vez tiene que estar controlando de manera visual el peso correcto.

Previamente a esto se coloca el corrugado o caja de cartón en cuyo interior contiene una bolsa plástica correspondiente a la cantidad de producto a llenar, después de llenar de producto, se le coloca una cinta de goma (hule) en la parte superior de la bolsa para evitar que ésta se derrame, y así permitir que se cristalice el producto en su totalidad dentro del corrugado.

Después se procede a ponerle una cinta adhesiva al corrugado, se codifica y finalmente se entarima.

## 2.6 **Especificaciones de producto final**

En las especificaciones del producto final, se toman en cuenta dos aspectos principales:

### 2.6.1 Parámetros fisicoquímicos

Aquí en esos parámetros fisicoquímicos, se toma en cuenta:

- **Sal.** Este es un porcentaje que se verifica dependiendo de la fórmula empleada en la fase acuosa, generalmente oscila de 0.5 a 0.8 por ciento, en su contenido según fórmula de cada batch, en el caso de una margarina industrial.
- **Humedad.** Es un análisis importante que se verifica durante la formulación, mismo que se realiza a la base empleada en la formulación, y que posteriormente se puede verificar en el producto terminado.
- **Peróxido.** Término químico en el que el óxido cuya proporción de oxígeno es superior a la normal, y contribuye a una optimización del producto en su comportamiento con el ambiente o entorno en el que se encuentre.
- **Humedad Libre.** Aquí se verifica si la margarina está seca o húmeda y se obtiene gracias a un papel de color amarillo, indicador necesario para esta prueba.

- **Color.** El color de la margarina es fundamental, debido a que tiene un color determinado para cada producto o clima específico, esto depende de una buena formulación, utilización de colorante y además de una buena cristalización en el equipo.
- **Plasticidad.** Se verifica la plasticidad de la margarina, es decir, una flexibilidad del producto sin ser quebradizo, esto permite una buena homogenización de la margarina en su cristalización, y sobre todo el verificar si está libre de grumos, aspecto que se hizo énfasis en la descripción de cristalización, descrito anteriormente.

### 2.6.2 Pesos y características de empaque

La verificación del peso, como ya se dijo, es por medio de una balanza cuya escala es en libras y cuya capacidad es de 100 libras, ésta es de marca CHANTILLON tipo 15 Modelo BD -1007 con un margen de error de 2.0 onzas en la que se verifica y controla los pesos del producto, en el caso de este tipo de margarina industrial existen únicamente de 25, 28, 44 y 50 libras de presentación cuya marca difiere según sea el producto y fórmula.

En el caso del empaque, consiste en la verificación del corrugado a emplear, ya que existen diversidad de productos que dependen de la fórmula del producto a empacar.



Por ejemplo, están las margarinas destinadas para clima frío, clima cálido y clima normal esto es de acuerdo a la temperatura promedio de la ciudad capital de Guatemala.

Por otro lado existen también aquellas que se exportan y por consiguiente sus características tanto de color como de fórmula influyen en su buen almacenaje y utilización en el clima destino. También se verifica que en el corrugado se denote todo registro sanitario, ingredientes y sobre todo el peso del producto. Además de ello se verifica en el momento de su codificación el código de elaboración en el que incluye el turno que lo elabora, el tipo de producto y la fecha de elaboración, también debe incluir la fecha de vencimiento o vida de anaquel.

Se utiliza bolsa cuyo material es de polietileno y es transparente, la dimensión depende de la presentación del producto, una vez el producto está en el interior de la misma, es sellada por una banda o goma de hule.

En cuanto al control del peso, únicamente se toman cinco muestras en el inicio de producción, en el que de una vez se verifica el porcentaje de sal y el color del producto, así como su textura, después aleatoriamente únicamente se toman veinte muestras y no se anota el registro, si está cumpliendo con especificación independientemente de su margen.

Continúa el proceso, de lo contrario, se toma la muestra siguiente, se pesa, si ésta no está dentro de los parámetros de especificación, se procede a dosificar de mejor manera diciéndole al operador que cantidad le hace falta o le sobra. Esto lo hace la persona encargada que es específicamente el inspector de control de calidad. El supervisor hace el mismo trabajo en momentos diversos y muy esporádicos.

## 2.7 Personal

- **Formulador:** son dos las personas que se encargan de la elaboración correcta de los *batch* a utilizar para la elaboración de la margarina industrial, ellos verifican ingredientes y pesos, así como control de temperaturas en los tanques en el que se mantienen las fases tanto grasas como acuosas. También son los encargados de llevar muestras a laboratorio de control de calidad quienes se encargan de verificar los parámetros fisicoquímicos, ésta es cuando menos dos muestras por *batch*.
- **Operador de equipo de cristalización:** debido a que el equipo de cristalización es el mismo que se emplea para la elaboración de otro tipo de margarinas, como por ejemplo la de mesa o barrita, es necesario el verificar y controlar condiciones del equipo (temperaturas, presiones y velocidades), así como niveles de producto en el alimentador del equipo de cristalización.

- **Operador de llenado:** se encarga de abrir y cerrar válvula de doble flujo, verificar el correcto peso, alcanzar una corrugado conteniendo producto listo para empaque, alcanzar un corrugado vacío a su vez, conmutar válvula para que la margarina caiga en un segundo corrugado. La duración de éste proceso es proporcional al peso de la presentación que se esté envasando, correspondiendo a la presentación de 28 libras, tiene un tiempo aproximado de 12.1 segundos por caja (ver figura 3).
- **Ayudantes:** existe uno para armar corrugado y colocar bolsa correspondiente, otro para recibir el producto lleno y colocarle la cinta de goma (hule) a la bolsa, otro para recibir el producto y traslapar corrugado para su posterior sellado mediante una máquina selladora y codificar, otro más para recibir el producto y colocarlo en tarima.
- **Supervisor:** verifica el correcto desempeño del proceso, además de llevar control de ordenes de producción, realiza reportes de producción e inventario de producto terminado así como demás actividades de carácter administrativo. También toma las medidas correctivas en caso de haber alguna distorsión en el proceso.

Este personal labora durante dos turnos de doce horas cada uno, habiendo uno diurno y otro nocturno. En cada uno de ellos se tiene 1 hora de almuerzo, 40 minutos de refacción y 2.58 horas de preparación de equipo, empaque y limpieza del área, lo que nos da un tiempo no productivo de 3.24 horas, sin contar la hora de almuerzo.

## **2.8 Instalaciones**

### **2.8.1 Edificio**

El edificio cuenta con un techo de lámina tipo duralita con estructura de metal, paredes de block interiores y exteriores, columnas de losa de concreto armado. Las dimensiones de éste edificio propiamente del departamento de margarina es de 9.4 metros de frente por 10.5 metros de fondo y una altura de tres metros.

### **2.8.2 Techo**

El tipo de techo, aparte de la estructura externa, contiene cielo falso de material duroport con estructura de aluminio, dicha estructura está anclada al techo con alambre de construcción.

### 2.8.3. Piso

El piso es de granito incrustado en la losa de concreto fundido, en algunas partes de las instalaciones se necesita de mantenimiento del mismo, ya que con el transcurrir los años se ha ido deteriorando, por otro lado, el peso de las tarimas y producto almacenado ha contribuido a que se agriete y tenga pequeños espacios de hundimiento.

### 2.8.3 Iluminación

La iluminación del departamento de margarina se divide en natural y artificial:

- **Natural.** Es la que se obtiene mediante el ingreso de la luz por medio de una ventana instalada en el departamento, esta tiene una medida de un metro de alto por tres metros de ancho y está justamente en medio del departamento.
- **Artificial.** Está compuesta por un sistema de lámparas de tubos de gas neon siendo estas un total de nueve lámparas dúplex, colocadas de manera dispersa en el área, estas lámparas son de 40 Watts.

## 2.9 Diagramas actuales de proceso

Figura 3. Diagrama hombre - máquina

DIAGRAMA HOMBRE ó MÁQUINA					
Departamento <u>Margarina</u>					
Fecha: julio 20 2003 Analista: Oscar Sapón			Operación: Llenado de Margarina Industrial presentación bulk Método: actual		
<i>actividad</i>	<i>t (seg.)</i>	<i>llenadora 1</i>	<i>t (seg.)</i>	<i>llenadora 2</i>	<i>t (seg.)</i>
retirar caja llena	2	dosificado	12.1	t. muerto	
alcanzar caja vacía	2.1				
colocar caja vacía	1.7				
Tiempo muerto	1.1				
observar balanza, accionar válvula	3.2				
retirar caja llena	2	t. muerto		dosificado	
alcanzar caja vacía	2.1				
colocar caja vacía	1.7				
Tiempo muerto	1.1				
observar balanza, accionar válvula	3.2				
La línea continua representa el tiempo de trabajo, tiempo muerto no existe línea, el tiempo por ciclo es de 24.2 segundos.					

Resumen:

<i>Tiempos</i>	<i>seg.</i>
tiempo muerto del operario por ciclo	2.2
tiempo de trabajo del operario por ciclo	22
tiempo muerto por llenadora por ciclo	12.1
tiempo de ciclo	24.2
tiempo de llenado de una caja	12.1

Figura 4. Diagrama de iluminación

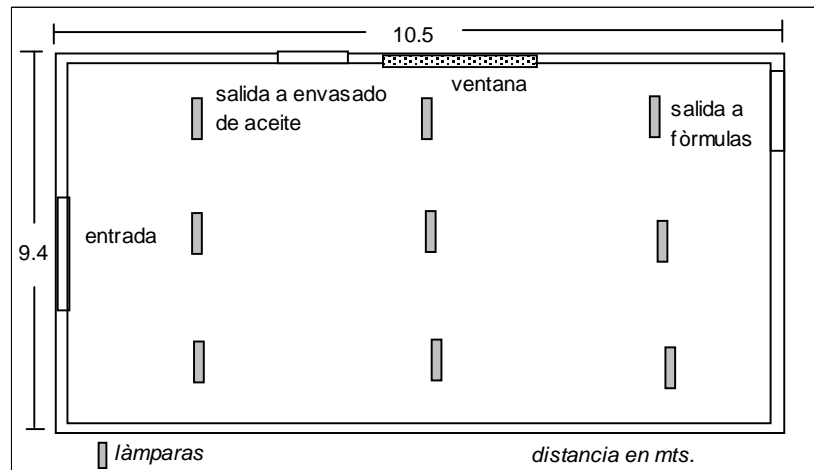


Figura 5. Diagrama de distribución de maquinaria

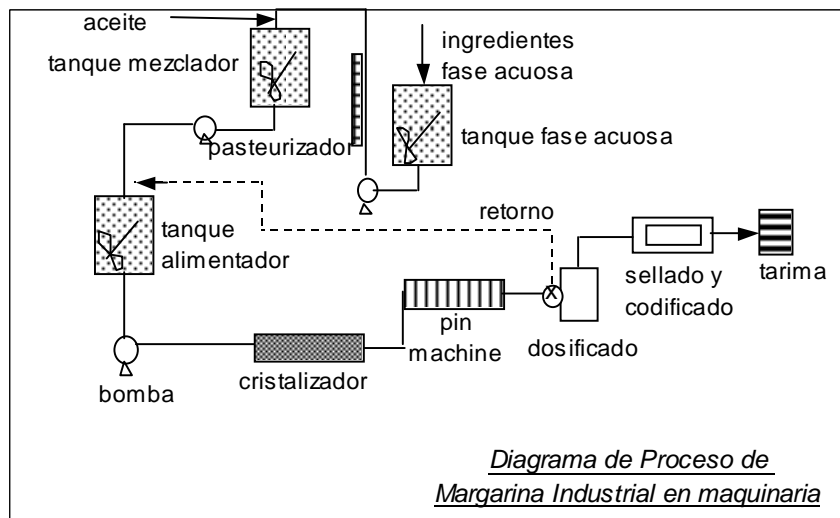


Figura 6. Diagrama de operación de proceso

**DIAGRAMA OPERACIÓN DE PROCESO**

EMPRESA: Industria de Grasas y alimentos.      MÉTODO: Actual.  
 DEPARTAMENTO: Margarina      FECHA: 25 agosto de 2003  
 PRODUCTO: Margarina Industrial      INICIA: Bodega de Materia Prima  
 PRESENTACIÓN: 28 libras      FINALIZA: Bodega P. T.  
 ANALISTA: Oscar Sapón      HOJA: 1 de 1

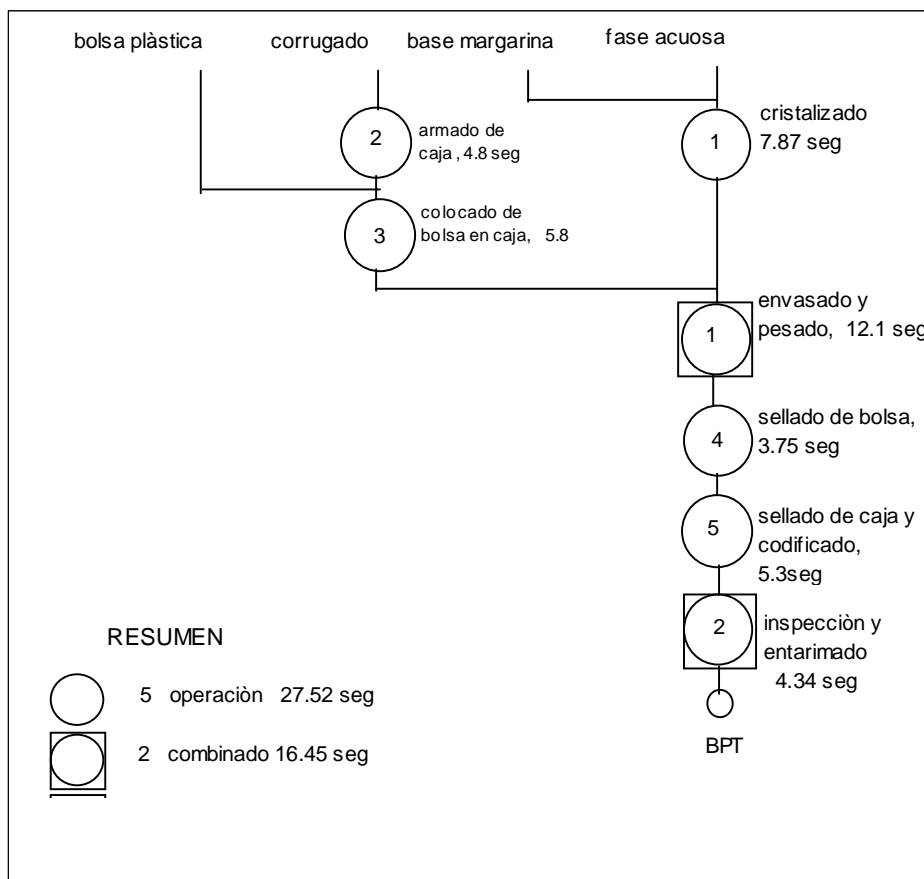
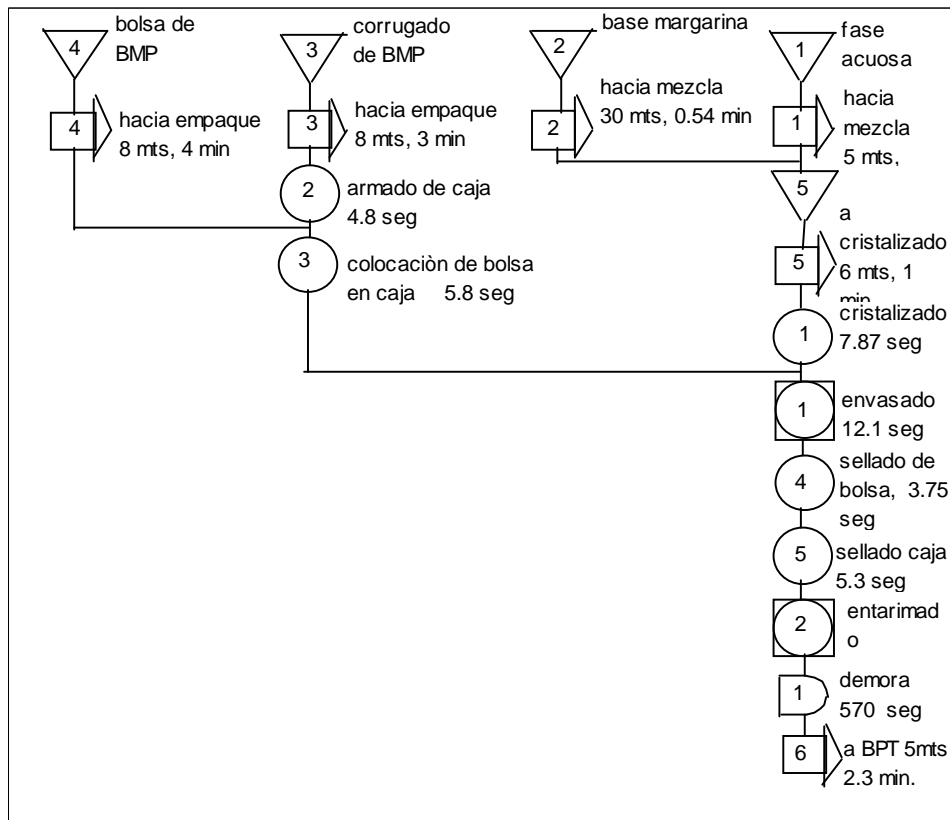




Figura 7. Diagrama de flujo

**DIAGRAMA DE FLUJO**

EMPRESA: Industria de Grasas y alimentos.      MÉTODO: Actual.  
 DEPARTAMENTO: Margarina      FECHA: 25 agosto de 2003  
 PRODUCTO: Margarina Industrial      INICIA: Bodega de Materia Prima  
 PRESENTACIÓN: 28 libras      FINALIZA: Bodega P. T.  
 ANALISTA: Oscar Sapón      HOJA: 1 de 1



**Resumen**

○	5 operaciòn	27.52 seg	
◻	2 combinada	16.45 seg	
➡	6 transporte	660 seg	62
⏸	1 demora	570 seg	
▽	5 almacenaje	480 seg	
	<b>TOTAL</b>	<b>1,753.97 seg</b>	



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

### **3. SISTEMA PROPUESTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL ENVASADO DE MARGARINA PARA USO INDUSTRIAL**

#### **3.1 Puntos críticos de control en línea**

La determinación de los puntos considerados como críticos dentro del envasado de la margarina vegetal para uso industrial en la presentación *bulk*, partiendo de la determinación de la situación actual de la empresa, se pudo observar que existen ciertas dificultades en puntos específicos del proceso, que de alguna manera se pueden llegar a mejorar y contribuir en gran medida para que el proceso se realice con una eficiencia bastante aceptable, que beneficie los intereses de la empresa, estos puntos determinados son:

- En la preparación del equipo para el envasado de la margarina de uso industrial, se debe de hacer cambios de línea y preparación de herramientas destinadas para uso del proceso del producto. Existiendo fugas en la tubería y empalmes que son defectuosos, lo que ocasiona consumo de tiempo innecesario de veinte minutos en el acondicionamiento correcto, aparte de pérdidas por fuga de producto.

- En el proceso de llenado de producto, se realiza por medio de accionamiento de una válvula, la cual hace que el producto caiga dentro del empaque que con anterioridad ha sido preparado, mientras esto sucede, el encargado de envasado pone atención para que al llegar al peso establecido, conmute la válvula y de esta manera continúe el proceso, este sistema es muy susceptible de error debido a dos fuentes principales:
  - la primera, es la variación e inexactitud de las lecturas de los pesos, dado que esta lectura se produce mientras el producto cae, sin darle tiempo al mecanismo de la báscula a detenerse y proporcionar una lectura fija.
  - la segunda, el tiempo de reacción del operario llenador, entre los eventos de darse cuenta de que el producto ya llegó a la cantidad específica y el momento en que conmuta la válvula de salida del producto hacia la otra caja.
- Los inspectores de control de calidad se encuentran únicamente en línea en el momento de iniciar producción de un producto específico y al tomar muestras de manera aleatoria, únicamente constatan que se encuentre dentro de la norma de peso.

Además de ver otras características físicas y sugieren correcciones si éste se encuentra fuera de parámetros, sin embargo no se lleva un registro estadístico del producto terminado, que pueda beneficiar en gran parte.

- El desaprovechar la capacidad instalada del equipo de cristalizado, lo cual es un costo de oportunidad perdido al dejar de producir y vender producto por no fabricarlo teniendo la capacidad de hacerlo. El equipo de producción con que se cuenta tiene una capacidad de procesar 3306.50 libras por hora de margarina, en tanto la producción real es de 2200.42 libras por hora de producto envasado, esto se debe a que el ritmo de cristalizado es inadecuado, debido a que el producto tiene que permanecer mas tiempo dentro del equipo, porque la temperatura de alimentación permanece variable debido a que retorna hacia ese tanque de alimentación producto ya cristalizado que no es empacado.
- Otro factor, es el tiempo efectivo de envasado y empleo de la maquinaria se ve reducido por factores de desaprovechamiento de tiempo o de empleo de fuerza laboral en otras actividades como el armado del corrugado y colocación de bolsa.
- Otro aspecto a tomar en cuenta es que existe una acumulación de producto terminado dentro del área de envasado de margarina, lo cual representa pérdida de espacio y deterioro de la calidad del producto.

- Por último, por tratarse de un producto industrial que sirve como materia prima en la elaboración de productos alimenticios, es conveniente darle la importancia del caso a las buenas prácticas de manufactura, así como la higiene misma de las instalaciones.

### **3.2 Descripción del mejoramiento de líneas y alimentación, al equipo de cristalización**

En la fase Láctea y el aceite, son unidos y levemente agitados para lograr la emulsión, la temperatura de la emulsión se mantiene entre 37° a 44° Celsius, la formulación y adición de ingredientes con su respectivo control tienen una serie de pasos, posteriormente pasa a un tanque alimentador, quien envía producto al equipo de cristalización para que éste se vuelva homogéneo y alcance condiciones idóneas para que posteriormente pueda empacarse.

En el proceso de cristalización hacia el empaque, existen fugas por mal traslape o empalme de tuberías lo que ocasiona una pérdida de producto y suciedad en el proceso, por otro lado la tubería de retorno drena producto no empacado y previamente cristalizado al tanque alimentador, lo que ocasiona un contraste o alteraciones de la temperatura de alimentación, por consiguiente al pasar por el equipo de cristalización no alcanza las características óptimas para que pueda empacarse.

Para contrarrestar esto, es necesario cambiar los empalmes cuyo material es de acero inoxidable, en su interior utiliza empaques de teflón diámetro de 2ö, así mismo la tubería, existiendo dos tubos de 2ö de diámetro y de longitud de dos metros cada una, remplazar por una sola de 4 metros, con ello se minimiza la pérdida por fugas y se maximiza el tiempo de preparación del equipo.

En el segundo caso, el producto cristalizado que retorna al tanque de alimentación se cambia hacia uno de los dos tanques de reproceso, tomando en cuenta que tiene una capacidad de 1500 litros en cuyo interior existe un agitador y un serpentín conectado a tuberías de vapor y agua para utilizarse según sea el caso, utilizando este, se funde la margarina hasta volverla líquida, cuidando de que permanezca en el rango de temperatura del tanque alimentador se trasiega el producto para que se mezcle con la margarina ya existente, como esta se encuentra agitándose se puede mezclar fácilmente para posteriormente pasar al equipo de cristalización.

Con ello no se estaría obstruyendo el reproceso, debido a que existe otro depósito que puede fungir para tal proceso, además en el proceso de fundición de margarina proveniente del equipo de cristalización (el retorno), fácilmente se le puede agregar el producto cuyo peso no cumple con especificaciones.

Además que paralelo a ello, la utilización del equipo propuesto en éste mismo capítulo en los siguiente incisos, mermarían la cantidad de productos que no cumplen con especificación, con ello se lograría una buena integración de recursos y equipo, optimizando el mismo.

El cambio sería de utilizar un metro más de tubería que conduzca al tanque de reproceso, pero como ello ocasiona mas traslapes y la probabilidad de existencia de fugas se incrementaría, se remplazará la tubería completa eliminando traslapes, para ello se necesitan 5 metros de tubo de acero inoxidable de dos pulgadas, con dos válvulas de bola que separan y unan según sea el caso de la tubería de retorno de la otra línea de llenado, previendo una posible utilización de ambas.

Debido a que cada tanque tiene su respectiva bomba para enviar producto a otro tanque, no se necesitaría de una nueva, simplemente se utilizaría de mejor manera este equipo.

El costo de los materiales es el siguiente:

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo (Q.)</i>
9 mts.	tubería de acero inoxidable de 2ö Ø	1675.35
3	Válvulas de bola de acero inox.	5779.20
2	empalmes para tubería de 2ö Ø, montaje manual	135.20

Se tendría una inversión de Q 7589.75, más la instalación que sería de Q 520.10, totaliza Q 8109.85 (ver capítulo 4.4 cambio dólar).



### 3.3 Descripción de estudio de iluminación y ventilación

#### 3.3.1 Iluminación

Para una buena iluminación, es necesario tener presente que la luz y la pintura son hermanas siamesas de la iluminación, unidas pueden eliminar la oscuridad y por ende la fatiga, al ser buena se costea rápidamente en forma de mayor eficiencia en la producción, una moral de mejora entre los empleados y menor número de accidentes con un mejor mantenimiento.

Partiendo de ello, el estudio y propuesta radica en dos fases:

- **Acondicionamiento del color**

La pintura interior es fundamental, aumenta la visibilidad provocando una òvisión tridimensionalö como es conocido, de acuerdo al tipo de proceso y la actividad que desempeña, el color blanco refleja del 75 al 90 por ciento de la luz incidente, mientras la luz útil en la planta puede aumentarse en más de un 200 por ciento, su reflectividad da lugar a brillos, la contraparte es que el mantenimiento de la superficie en estado de limpieza resulta difícil y puede resultar un poco monótono para los empleados, pero bien se puede compensar con gráficos o escritos motivacionales.

La tecnología del color nos indica que éste tiene tres propiedades generales o cualidades que estimulan el ojo humano siendo éstas:

- a. el tinte, la propiedad que permite que se distingan unos colores de otros.
- b. el valor o intensidad, permite que se distingan los tonos claros de los más oscuros, y
- c. cromatismo, que se refiere a la pureza, fuerza y riqueza del color. El valor del cromatismo de un color mide su capacidad para atraer la atención. Las paredes de los techos que deben esfumarse en los fondos requieren valores y cromatismos bajos.

De acuerdo a las características de color analizadas, el color de las paredes y techo debe de ser claro, por lo que es útil un color como el blanco para trabajos continuos, principalmente por ser una empresa de producción alimenticia.

- **Acondicionamiento de iluminación artificial**

Para lograr una buena iluminación artificial, una vez establecido los colores, es necesario readecuar la cantidad de lámparas, tomando en cuenta las características necesarias de las mismas de acuerdo al trabajo realizado, para analizar y proponer esto, se utilizó el método de Cavidad Zonal, que es una técnica que contribuye a lograr mencionados fines, el proceso es el siguiente:

1. **Determinación del ambiente.** De acuerdo a la sociedad de Aplicaciones Industriales del IEEE la clasificación es el ambiente tipo E comprendido de 500 - 750 - 1000 luxes, para trabajos de períodos prolongados, de ensamblaje difícil, de inspección o de banco.

2. **Factores de peso.** Para los límites establecidos, se toman en cuenta los siguientes factores de peso:

Edad	< 40	= - 1
Velocidad o exactitud	importante	= 0
reflectancia en alrededor	73.33 %	= <u>0</u> +
cielo blanco	80 %	- 1
pared blanco hueso	70 %	
piso marfil	<u>70 %</u>	
	220 % promedio	73.33 %

como la suma de factores da un valor de -1, se recomienda usar el valor medio del ambiente tipo E del paso 1, siendo este de 750 luxes.

3. **Los colores.** Fueron dados en el factor de peso de reflectancia.

4. **Coefficiente de mantenimiento  $K_a$**  Determinado por un servicio de limpieza deficiente y el envejecimiento de la luz = 0.60

5. **Relaciones.** De cavidad de ambiente (paredes), de cielo y de piso respectivamente:

$$RCA = \frac{5 \times Hca (L + W)}{L \times W} = \frac{5 \times 2 \text{ m.} (10.5 \text{ m.} + 9.4 \text{ m.})}{10.5 \text{ m.} \times 9.4 \text{ m.}} = 2.01$$

$$RCC = \frac{5 \times Hcc (L + W)}{L \times W} = \frac{5 \times 0.01 \text{ m.} (10.5 \text{ m.} + 9.4 \text{ m.})}{10.5 \text{ m.} \times 9.4 \text{ m.}} = 0.01$$

$$RCP = \frac{5 \times Hcp (L + W)}{L \times W} = \frac{5 \times 1 \text{ m.} (10.5 \text{ m.} + 9.4 \text{ m.})}{10.5 \text{ m.} \times 9.4 \text{ m.}} = 1.008$$

donde: L = largo del departamento.

W = ancho del departamento.

Hca = altura de la lámpara al banco de trabajo.

Hcc = altura del cielo a la lámpara.

Hcp = altura del banco de trabajo al piso.

6. **Cálculos.** Con los datos obtenidos, se proceda a calcular:

a. De acuerdo a tabla de reflectancia efectiva (tabla XVII) con los valores de reflectancias del cielo y de paredes, la relación de cavidad de cielo RCC será:

$$Pc = \text{cielo blanco} = 80 \%$$

$$Pcc = PP = \text{paredes} = 70 \%$$

$$RCC = \text{cavidad cielo} = 0.01$$

$$0 \text{ ----- } 0.80$$

$$0.01 \text{ ----- } X \quad \text{interpolando: } \frac{0 - 0.01}{0 - 0.1} = \frac{0.80 - X}{0.80 - 0.79}$$

$$0.1 \text{ ----- } 0.79$$

$$X = 0.7999 \cong 0.80 = 80 \% = P_{cc} = 80 \%$$

b. Reflectancia efectiva de cavidad de piso  $P_{cp}$ , de la mismos pasos que el anterior:

$$P_c = \text{cielo blanco} = 80 \%$$

$$P_{cc} = P_P = \text{paredes} = 70 \%$$

$$R_{CP} = \text{cavidad piso} = 1.008$$

$$1.0 \text{ ----- } 0.71$$

$$1.008 \text{ ----- } X \quad \text{interpolando:}$$

$$1.1 \text{ ----- } 0.71 \quad X = 0.71 = 71 \% = P_{cp} = 71 \%$$

7. Con los valores de relación de cavidad de ambiente  $R_{CA}$  y los de reflectancia efectiva de cavidad de cielo  $P_{cc}$  y de reflectancia de paredes  $P_p$ , se procede de acuerdo a la (tabla XVIII) a calcular el coeficiente de utilización  $k$  con distribución típica tipo B por adecuarse a la finalidad requerida.

$$P_c = \text{cielo} = 80 \%$$

$$P_p = \text{paredes} = 70 \%$$

$$R_{CA} = \text{cavidad ambiente} = 2.01$$

$$2 \text{ ----- } 0.67$$

$$2.01 \text{ ----- } X \quad \text{interpolando: } \frac{2 - 2.01}{2 - 3} = \frac{0.67 - X}{0.67 - 0.62}$$

$$3 \text{ ----- } 0.62$$

$$X = 0.6695 \cong 0.67 = 67 \% = k = 67 \%$$

para verificar si este valor de k es aproximadamente igual al 20 % se procede a calcular de manera similar que el paso 6 a. el valor de piso de acuerdo a su reflectancia efectiva.

$$\begin{aligned} P_f &= \text{piso} &= 70 \\ P_{cc} &= PP = \text{paredes} &= 70 \\ RCP &= \text{cavidad piso} &= 1.008 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1.0 \text{-----} 0.63 \\ 1.008 \text{-----} X \quad \text{interpolando: } \frac{1.0 - 1.008}{1.0 - 1.1} = \frac{0.63 - X}{0.63 - 0.62} \\ 1.1 \text{-----} 0.62 \end{array}$$

$$X = 0.6292 \cong 0.63 = 63 \% = P_{cp} = 63 \%$$

como 63% > 20% se calcula el factor de corrección de (Tabla XIX)

$$\begin{aligned} P_{cc} &= (\text{dato de paso 6a}) &= 80 \\ P_p &= \text{paredes} &= 70 \\ RCA &= \text{cavidad paredes} &= 2.01 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 2 \text{-----} 1.08 \\ 2.01 \text{-----} X \quad \text{interpolando: } \frac{2 - 2.01}{2 - 3} = \frac{1.08 - X}{1.08 - 1.07} \\ 3 \text{-----} 1.07 \end{array}$$

$$X = 1.0799 \cong 1.08 = K_{\ddot{o}}$$

Entonces, el coeficiente de utilización definitivo K será de:

$$\begin{aligned} K &= k \times K_{\ddot{o}} &= 67 \% \times 1.08 \\ &= 0.67 \times 1.08 &= 0.7235 \cong 0.72 \end{aligned}$$

8. Calculando el flujo lumínico total que hay que proporcionar

$$\varnothing = \frac{E \times S}{K \times K\varnothing}$$

donde:  $\varnothing$  = flujo total

E = la iluminancia en lux

S = la superficie en metros cuadrados

$K\varnothing$  = factor de mantenimiento

K = coeficiente de utilización

$$\text{tenemos; } \varnothing = \frac{750 (10.5 \times 9.4)}{4.7235 \times 0.6} = 170525.22 \text{ lumen}$$

9. Se calcula el espaciamiento máximo de lámparas, de acuerdo al principio de uniformidad para determinar el número de lámparas requeridas.

$$1.25(Hca) = 1.25(2) = 2.50 \text{ m.}$$

Distribuyendo las lámparas por filas

$$\text{a lo largo: } \frac{10.5 \text{ m}}{4.25} = 4.2$$

$$\text{a lo ancho: } \frac{9.4 \text{ m}}{2.5} = 3.76$$

necesitamos un total de  $4.2 \times 3.76 = 15.792 \cong 16$  lámparas

los espaciamentos reales serán:

$$\text{a lo largo: } 10.5 / 4 = 2.62 \text{ m}$$

$$\text{a lo ancho: } 9.4 / 4 = 2.35 \text{ m}$$

10. Determinación del flujo por lámpara, esto se logra dividiendo el flujo total entre el número de lámparas:

$$170525.22 / 16 = 10657.82 \text{ lumen por lámpara}$$

siendo los tubos adecuados para proporcionar como mínimo este flujo, los tubos fluorescentes dobles *slimline* de 60 Watts cada uno.

La inversión de las lámparas es:

<i>Cantidad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo (Q.)</i>
16	Lámpara Liston 2 x 40 Rs Americana c/B.	1843.36
32	F 40D 40 watts tubo fluorescente Philips	203.52
---	accesorios (alambre, espigas, etc.)	985.23

Se toman tubos de 40 Watts, debido a que son los que existen en el mercado guatemalteco, tomando en cuenta que la iluminación natural es bastante buena. La inversión en materiales es de Q 3032.11, agregándole la mano de obra o instalación del sistema que es de Q 1320.00, se tiene un total de inversión de Q 4352.11.



En el caso de los accesorios, se puede minimizar el costo debido a que en la empresa, específicamente en el departamento de Envasado de manteca, utilizan alambre de calibre doce para empaçar manteca en presentación de tubo, por lo que en cada producción existe un sobrante de diez metros que no se puede utilizar en la línea y se toma como material de desperdicio. En el caso de las cajas, espigas y alambre eléctrico, existe en bodega de materiales una cantidad considerable que bien podría utilizarse.

### 3.3.2 Ventilación

Como el departamento o área de empaque de margarina está muy cerca del cuarto de formulación, también por poseer un equipo de llenado en el que la temperatura es muy importante, generan calor y principalmente humedad, otro tipo de características del edificio produce polvo, humo, humo y otros, la presencia de seres humanos en la planta da lugar a una disminución en el contenido de oxígeno y un aumento del bióxido de carbono en el Aire.

Al mismo tiempo, el cuerpo y los pulmones humanos producen calor y humedad. Con ello se introducen olores y bacterias, la luz natural y artificial es responsable de la generación de una cantidad apreciable de calor. El invierno, en casi todas las regiones del país y principalmente en la zona donde se encuentra la planta, tiende a contribuir para que lo anteriormente descrito aflore.

Por consiguiente, es necesario regular el departamento, debido a que existe deficiencia en la extracción de vapor y de humedad debido a la condensación de agua proveniente del equipo de cristalización y de los tanques, además de muchas veces existir fuga de amoníaco o de otros olores que pueden ser tóxicos o dañinos para el sistema respiratorio o sencillamente desagradables, ocasionando con ello una declinación del rendimiento y por ende una deficiencia en las líneas de llenado, así como también una proliferación de hongos y demás bacterias que perjudican la calidad del producto.

Es necesario acondicionar dos extractores de aire y humedad, en lugares clave, como por ejemplo en el área de fórmulas y en las líneas de envasado, específicamente cerca del equipo de cristalización, con ello se reduce en un 70% la humedad y calor generado en el departamento.

Los extractores son de modelo 2C100 marca Dayton de tipo axial, teniendo un motor eléctrico de 1/20 Hp, con una capacidad de 1075 CFM utilizando un voltaje de 115 / a una frecuencia de 60 hz. Estos contienen cada uno, tres aspas (hélice) de 12ö, ocupando cada uno 75 cm. x 75 cm. de área.

El criterio que se toma para esto es la capacidad de absorción, tomando en cuenta que el departamento genera una buena cantidad de vapor, además de tener un volumen de 315.84 m<sup>3</sup>. El equipo cumple con esto, además de brindar un buen servicio de flujo. La inversión incluyendo la instalación, es de Q 2048.00 por cada uno, siendo un total de Q 4096.00.

### **3.4 Descripción del equipo del sistema de llenado semi-automático por peso y balanza electrónica**

El fin al que debe ser orientado el control y mejoramiento de la eficiencia en el llenado, debe darse en el sistema que permita una correcta lectura de peso y por consiguiente cumplir con diversos criterios que deben ser verdaderamente efectivas, evitando así costos de producción innecesarios.

- La legitimidad del equipo, debe tener validez de la lectura.
- Precisión, pues de ello depende la efectividad con que esta resulte.
- Facilidad de manejo y control, ya que con ello se beneficiará en el aspecto técnico, porque de esa manera se tendrá una correcta calibración del equipo y también un adecuado seguimiento al control de mantenimiento.
- Mejor aprovechamiento de recursos, que es precisamente lo que queremos conseguir.

### 3.4.1 Selección del Censor

El censor debe estar diseñado para proporcionar información en términos de unidades de medida, en este caso, el censor es un instrumento tecnológico, económico y sencillo de usar, se trata de un controlador diseñado para realizar lecturas precisas que son de 180 lecturas por segundo, esto significa que cada 0.005555 segundos el controlador mantiene una actualización de lectura de peso y mantiene en memoria, por lo que contribuye a que éste sea preciso y sobre todo rápido.

Con ello, permite a su vez, de mandar una señal correcta en la que se precisa además de ello una velocidad tal que permitan las válvulas mantener un flujo de producto o en su caso interrumpirlo.

### 3.4.2 Selección de controlador de peso

Gracias al censor, este podrá controlar el peso con una exactitud de  $\pm 0.0408\%$ , esto comparado con la tolerancia permitida por el departamento de Control de Calidad de  $\pm 0.5\%$ , nos refleja que el equipo esta precisamente cumpliendo con las exigencias de calidad en cuanto al peso se refiere, además, se tiene una holgura de  $0.462\%$ , que permite mantener en posibilidad de una mayor exigencia por parte de control de calidad en cuanto al peso, que sería fácilmente adaptable a cambios futuros.

Naturalmente, este sistema será controlado por un PLC del equipo, mismo que es de componentes electrónicos basados en especificaciones técnicas, y que permite mantener un correcto aprovechamiento de recursos, debido a que según comparación:

Se toman cajas cuyo contenido de producto es de 28 libras, debido a que es la más frecuente en producción, por consiguiente la presentación que es producida constantemente. El control de peso actual es análogo.

Lo que refleja un excedente en libras de 0.78 libras que se dosifica por caja en promedio, y si comparamos con la tolerancia especificada por el departamento de Control de Calidad de  $\pm 0.50\%$  y la exactitud del sistema de 0.0408%, es una notoriedad en cuanto al ahorro o recuperación de producto, perdiéndose en promedio únicamente 1.1016 libras en una producción de cien cajas, mientras que con el sistema actual es de 78 libras por la misma cantidad de cajas a producir.

$$\text{Eficiencia actual del peso} = \frac{\text{peso teórico} \times 100\%}{\text{peso promedio real}}$$

$$\text{Eficiencia actual del peso} = \frac{28 \text{ lbs.} \times 100\%}{28.777295 \text{ lbs.}}$$

$$\text{Eficiencia actual del peso} = 97.2989 \%$$

$$\text{Eficiencia con la propuesta del peso} = \frac{\text{peso teórico} \times 100\%}{\text{peso promedio real}}$$

$$\text{Eficiencia con la propuesta del peso} = \frac{28 \text{ lbs.} \times 100\%}{28.011424 \text{ lbs.}}$$

$$\text{Eficiencia con la propuesta del peso} = 99.95 \%$$

Al compara además esa eficiencia, se observa un aumento en la misma de 2.66 %, que en una producción  $\bar{X}$  traería un beneficio económico de producción, los costos por consiguiente disminuirían, si le asignamos un valor  $\bar{X}$  como costo de margarina por libra, sería entonces:

$$\begin{aligned} \text{actual} &= 0.777295 \text{ libras promedio exceso} \times Q 3.8 / \text{lb. (supuesto).} \\ &= Q 2.9537 \text{ promedio / caja} \times 5000 \text{ cajas / mes (supuesto)} \\ &= Q 14768.50 / \text{mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sugerido} &= 0.011424 \text{ libras promedio exceso} \times Q 3.8 / \text{lb.} \\ &= Q 0.043412 \text{ promedio / caja} \times 5000 \text{ cajas / mes} \\ &= Q 217.06 / \text{mes} \end{aligned}$$

También observamos mediante este análisis de costo, que reduce en una medida muy drástica las pérdidas de producción, lo que ocasiona un beneficio significativo para la empresa, este sería de Q 14551.44 / mes (por citar un ejemplo de producción).

Otra característica del sistema es la reducción de tiempo de llenado de una caja de margarina independientemente de su presentación, con el equipo se espera debido a su exactitud y su capacidad de llenado rápido, incrementar la velocidad de producción a 3,200 libras por hora, con una eficiencia de:

$$\text{Eficiencia propuesta del equipo} = \frac{\text{capacidad mejorada}}{\text{capacidad del equipo}} \times 100 \%$$

$$\frac{3200 \text{ libras/hora}}{3306 \text{ libras/hora}} \times 100 \% = 96.79 \%$$

Se logrará cumplir con este objetivo de eficiencia mejorando en gran parte, comparado con la eficiencia actual del equipo de 66.5 % se incrementa en un 30.25% la eficiencia de llenado, sin perder las características de calidad del producto. Si a esto le agregamos el mejoramiento propuesto en las líneas y el resto del equipo, así como las instalaciones, se elevaría el rendimiento de operación, por ende la eficiencia sería más notoria. Los datos del equipo son los siguientes:

<b>característica</b>	<b>Especificación</b>
Energía eléctrica	3 x 230 VAC, 60 Hz, 25 amp
Energía Neumática	50 - 80 psi, 0.75 pies cúbicos por ciclo.
PLC	direct logic 305 (sistema lógico directo)
Indicador	seis dígitos
Memoria	modulo simple para salvaguardar como seguridad
punto de control	set point (en su peso programado)
capacidad de lectura	180 lecturas / segundo
temperatura operación	-15 ° a 65° Celsius (59 ° F - 149 ° F)

**Descripción del proceso propuesto:** Simplemente consiste en que existirán dos soportes o platos, que estarán conectados a unas cajas electrónicas, quienes recibirán a las correspondientes cajas y enviarán la señal correspondiente mediante el sensor, al controlador PLC, quien a su vez recibirá dicha señal, la enviará posteriormente al indicador, en el momento de reconocer el peso accionará la válvula dosificadora para la otra caja, al mismo tiempo almacenará el peso de la caja o producto ya dosificado, lo que permite al operador transportarla hacia el sellado y codificado de la misma. Esto se hace previamente ya se ha ingresado el peso correspondiente del corrugado y bolsa sin dosificar (peso tara) que depende de la presentación.

La inversión de este proyecto es de: equipo, accesorios e impuestos de Q 205,000.00; mano de obra y programación del sistema con un valor que corresponde a Q 48,000.00; si le agregamos costos varios o insumos imprevistos de Q 30,000.00 se tiene un total del proyecto de Q 283,000.00 mismo que se cotizó en el mercado y que está sujeto a cambios según el valor monetario del dólar.

Con ello se lograría cumplir con los objetivos trazados, incrementando la eficiencia de llenado como anteriormente se estableció hasta un 96.79%, sin perjudicar las características o parámetros de calidad.



### 3.5 Muestreo a utilizar de calidad, para mejorar eficiencia

Para que los datos recolectados tengan validez y un grado de significado estadístico aceptable, deben provenir de una muestra lo suficientemente grande, la cual nos represente de manera fiel el comportamiento de la producción normal.

En el caso de la muestra y su tamaño a analizar, se debe realizar un pre-muestreo, siendo este de 30 datos con el fin de averiguar la tendencia de estos y calcular la desviación estándar muestral, para luego emplearla como punto de partida para así determinar el tamaño de la muestra real.

Característica a medir:

El peso del producto, cuyo contenido es margarina de base vegetal para uso industrial, siendo esta de 28 libras como base de las presentaciones, por ser la que se produce con mayor frecuencia y es el correspondiente òpeso netoö.

A la correspondiente lectura ya se le habrá quitado el peso correspondiente de la caja de cartón (corrugado) y la bolsa plástica, cinta adhesiva y la cinta de goma que mantiene cerrada para evitar que el producto se derrame, este peso es el que se conoce como òPeso Taraö y es de 0.68 libras.

Se utilizará un nivel de confianza de 95%, de acuerdo al margen de tolerancia por control de calidad de 0.5%, lo que quiere decir que será de 0.475 como área bajo la curva entre la media según tabla de Distribución Normal (ver anexo Tabla XX) es entonces de  $Z_c = 1.96$ , el criterio correspondiente para elegir este valor es que se puede incurrir en el momento de elegir un nivel de confianza en dos errores.

**δError Tipo Iδ:** es el riesgo de que un punto caiga fuera de los límites de control, lo que indica una condición fuera de control cuando no existe una causa atribuible.

**δError Tipo IIδ:** es el riesgo de que un punto caiga entre dichos límites cuando el proceso está en realidad fuera de control.

Lo que conlleva a utilizar el valor anteriormente descrito, por tener mayor seguridad que el intervalo dado que contiene el parámetro desconocido, es preferible por cuestiones económicas cometer un error tipo II en comparación con un error tipo I.

Desviación estándar para el cálculo del tamaño de la muestra.

La fórmula a utilizar es la correspondiente a la desviación estándar:

$$\sigma = R / d_2$$

donde:

R: promedio de rangos

d<sub>2</sub>: factor de línea central (ver tabla XXI de anexos) para un número de observación de muestra de cinco, siendo este el valor de 2.33

Desconocido el valor de la desviación estándar de la población se asume un tamaño de 25, si se toman diez muestras por *batch*, durante dos días, registrándose de esa manera lo siguiente:

Tabla VI. Registro de pesos para cálculo de desviación estándar

Hoja registro <u>Prueba</u>							
Producto: <u>Margarina</u>			Depto.: <u>Margarina</u>				
Peso: <u>28 libras</u>			Método: <u>actual</u>				
cantidad		tamaño				X	R
muestras	1	2	3	4	5		
1	28.75	28	28.5675	28.375	28.125	28.363	0.75
2	27.9375	28.3125	28.375	28.375	28	28.2	0.4375
3	28.1875	28.375	28.5	28.375	28.25	28.337	0.3125
4	28.125	28.6875	27.9375	28	28.0625	28.162	0.75
5	28.5625	28	27.75	28.375	28.3125	28.2	0.8125
promedio							0.6125

entonces:

$$\sigma = \frac{0.6125 \text{ lbs.}}{2.33} = 0.262875 \text{ lbs.}$$

para el cálculo del tamaño de muestra tenemos:

$$n = \frac{(Z_c)^2 (\sigma)^2}{E^2}$$

donde:

n: tamaño de muestra.

Z<sub>c</sub>: nivel de confianza, de la curva normal.

σ: desviación estándar de la población, la cual se estimará gracias a prueba piloto.

E: error estimado que se obtendrá entre la media de la población y la media muestral.

El valor del Error será de 0.0650 lbs. que corresponde a 1.04 onzas permitidas como diferencia máxima entre la media de los pesos de la población y la media que se obtenga como resultado de las muestras.

Tenemos entonces:

$$\begin{aligned} n &= \frac{(1.96 \times 0.262875 \text{ lbs.})^2}{4.650 \text{ lbs.}^2} \\ &= \frac{0.26546710}{0.004225} = 62.83. \text{ aproximado a 60 muestras} \end{aligned}$$

El tamaño de la muestra es de 60 cajas de margarina empacada, distribuidos en 10 grupos de 6 muestras cada uno, recolectando entonces estos datos en la actividad o producción normal.

El promedio se calcula sumando los valores del subgrupo y dividiéndolos entre el tamaño de este, posteriormente se suman esos resultados y se dividen dentro de la cantidad de muestras. De la misma manera se procede al cálculo del rango, para lo cual se resta el dato mayor de cada subgrupo del dato menor del mismo subgrupo, se suman todos los resultados de cada cantidad de muestras y se dividen dentro del número de cantidad de muestras.

Tabla VII. Registro de datos para elaboración de gráficos

HOJA DE REGISTRO DE PESOS									
<u>Departamento de Margarina</u>									
Producto: <u>Margarina industrial</u> .					presentación: <u>28 libras</u>				
Unidad de medida: <u>libras</u> .					Límites de especificación: <u>± 0.50 %</u> .				
Analista: <u>Oscar Sapón</u>					Método. <u>Actual</u> .				
Cantidad de muestras		Tamaño de muestras			Medias Rangos				
		1	2	3	4	5	6	X	R
1		27.75	28.5	28.25	28.375	28.25	28	28.1875	0.7500
2		28.75	28.5	28.875	28.375	28	28.25	28.4583	0.8750
3		28.375	28.0625	28.5	28	27.8125	28.25	28.1666	0.3750
4		28.25	28.1875	28	28	28.5	28.375	28.2187	0.5000
5		27.875	27.875	28.3125	28.25	28.25	28.5	28.1770	0.6250
6		28.4375	28.4375	28.625	28.5625	28.1875	28.25	28.4166	0.4375
7		28	28.1875	28.125	28.3125	28.125	28.3125	28.1770	0.3125
8		28.125	27.625	28	28.1875	28.5	28.375	28.1354	0.8750
9		28.375	28.6875	28.25	28.5	28.3125	28.3125	28.4062	0.4375
10		27.5	27.625	27.75	28.3125	28.3125	28.3125	27.9687	0.8125
Totales								282.312	6
Promedios								28.2312	0.6000

Pesos Netos en libras, los pesos de material de empaque ya han sido descontados.

Con la ayuda de esta tabla, se procede a la construcción de los gráficos de control.

### 3.5.1 Gráficos de control

Estos gráficos de control nos ayudarán a determinar si existen o no causas atribuibles de variación, que afecte el proceso y pesado de margarina en la presentación de 28 libras, así como su correcto control en cuanto a la calidad de producto se refiere.

Es importante mantener el control simultáneo sobre la media y la variabilidad del proceso en los rangos, para monitorear cambios que no cumplan con los límites de control, de esa manera identificar los efectos para así trabajar en las causas.

#### 3.5.1.1 Gráficos X y R

De acuerdo a la tabla XXI que se encuentra en los anexos, se obtienen los datos  $A_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $B_3$  y  $B_4$ , para el número de observaciones de la muestra de  $n = 6$ , tenemos:

$$A_2 = 0.483$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.004$$

$$B_3 = 0.03$$

$$B_4 = 1.97$$

El cálculo de los límites para el gráfico de medias, serían:

Línea central

$$LCC = X \text{ (promedio)} = 28.2312 \text{ lbs.}$$

Límite superior de control

$$\begin{aligned} LSC &= X + A_2 * R = 28.2312 \text{ lbs.} + 0.483 (0.6) \\ &= 28.521 \text{ lbs.} \end{aligned}$$

Límite inferior de control

$$\begin{aligned} LIC &= X - A_2 * R = 28.2312 \text{ lbs.} - 0.483(0.6) \\ &= 27.8414 \text{ lbs.} \end{aligned}$$

Figura 8. gráfico de medias para el peso de cajas de margarina



El cálculo para el gráfico de rangos sería entonces:

Línea Superior

$$LCC = \text{Promedio de Rangos} = 0.600 \text{ lbs.}$$

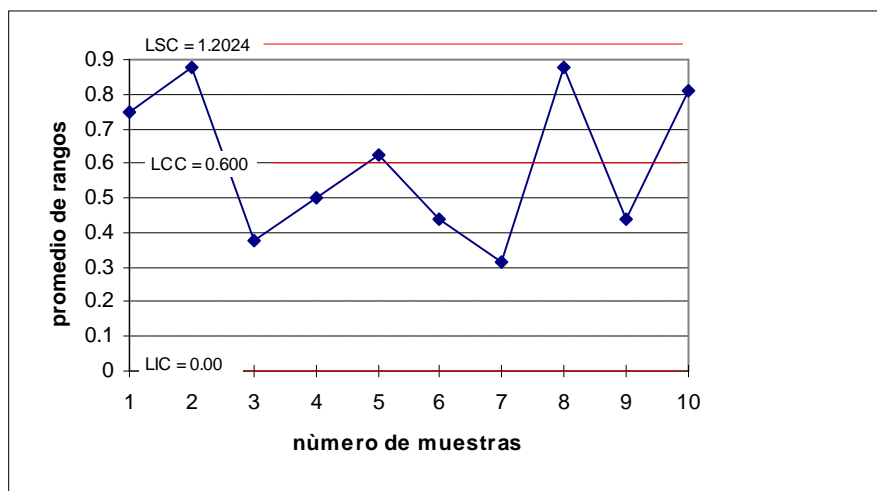
Límite Superior de control

$$LSC = D_4 * R = 2.004 ( 0.600 ) = 1.2024 \text{ lbs.}$$

Límite inferior de control

$$LIC = D_3 * R = 0.0 ( 0.600 ) = 0.00 \text{ lbs.}$$

Figura 9. gráfico de rangos en el peso de cajas de margarina



De acuerdo a los gráficos, se puede observar que se encuentran bajo control.



Es importante aclarar que el hecho de que los gráficos de control de un proceso estén dentro de los límites no significa que el proceso en sí, sea eficiente, esto se debe a que no existen parámetros con los que se pueda comparar.

Para establecer si el proceso que estamos analizando cumple con las especificaciones del producto, se debe calcular una relación de capacidad del proceso, es decir, establecer el grado en que la variabilidad de los pesos del producto está fuera de los límites de especificación, para que de ser así, se pueda calcular el porcentaje del producto que está siendo empacado fuera de especificación y poder cuantificar los costos por pérdidas a este fenómeno.

### 3.5.1.2 Índice de Capacidad del Proceso (RCP)

El análisis de capacidad del proceso es parte fundamental en el programa general de mejoramiento de calidad y contiene características como:

- a) Especificar requisitos para el funcionamiento de nuevos equipos.
- b) Elegir entre diferentes proveedores.
- c) Ayudar a diseñadores o realizadores de producto a seleccionar o modificar el proceso.

- d) Predecir cuán bien cumple el proceso las tolerancias.
- e) Planear la sucesión de los procesos de producción cuando existe un efecto interactivo de los procesos sobre las tolerancias.
- f) Reducir la variabilidad en un proceso de manufactura.
- g) Ayudar a establecer un intervalo entre muestreo y controles de proceso.

Para calcular el RCP se utiliza las siguientes fórmulas:

$$RCP = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma}, \text{ cuando existen dos límites de especificación.}$$

$$RCP = \frac{LSE - X}{3 \sigma}, \text{ cuando existe límite de especificación superior.}$$

$$RCP = \frac{X - LIE}{6 \sigma}, \text{ cuando existe límite de especificación inferior.}$$

$$\sigma = R / d_2$$

$$LE = (\text{peso del producto} + \text{material de empaque}) \pm \text{tolerancia}$$

donde:

LSE: límite superior de especificación

LIE: límite inferior de especificación

LE: límite de especificación

$\sigma$ : desviación estándar

X: promedio de medias

El peso del producto es de 28 libras neto mas 0.68 libras del peso del material de empaque con especificaciones de  $\pm 0.50 \%$ , siendo entonces los límites:

$$LE = ( 28 + 0.68 ) \pm 0.140$$

$$LSE = 28.68 + 0.140 = 28.82 \text{ lbs.}$$

$$LIE = 28.68 - 0.140 = 28.54 \text{ lbs.}$$

Para dos límites de especificación:

$$RCP = \frac{28.82 \text{ lbs} - 28.54 \text{ lbs.}}{6 ( 0.6 / 2.53 \text{ lbs.})} = 0.1968$$

- Si  $RCP > 1$  indica que el proceso actual es capaz de cumplir con especificaciones.
- Si  $RCP < 1$  indica que el proceso actual no es capaz de cumplir con las especificaciones.

De acuerdo al resultado obtenido de  $0.1968 < 1$ , el proceso de dosificado de margarina para uso industrial actual, no es capaz de cumplir con las especificaciones. Debido a lo anterior, se evaluará el porcentaje del producto que se empaca y que no cumple con dichas especificaciones, el cálculo se realizará al encontrar los puntos críticos de la curva normal, relacionando los límites de especificación contra la gran media muestral.

$$Z_1 = \frac{LIE - \bar{X}}{\sigma} \quad , \quad Z_2 = \frac{LSE - \bar{X}}{\sigma}$$

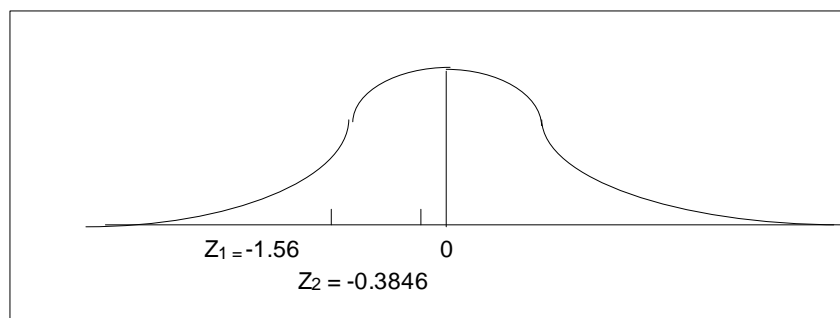
Entonces:

$$Z_1 = \frac{28.54 - 28.9112}{0.2371} = -1.5655$$

$$Z_2 = \frac{28.82 - 28.9112}{0.2371} = -0.3846$$

De la tabla de la curva normal (ver anexos XX) se suman las áreas teniendo como resultado:  $Z_1 + Z_2 = 0.4413 + 0.1498 = 0.5911$

Figura 10. Ubicación de Z crítico en la curva normal



Lo que quiere decir que el proceso de envasado en cuanto a la variable de peso, no presenta causa alguna de variación atribuible a factores externos, sino más bien, la variación detectada mediante el gráfico de control de medias y de rangos es debida a la variabilidad propia de cualquier proceso, por causas relativas al mismo método de envasado.

El aspecto que debe considerarse de suma importancia, es el hecho de que los cálculos nos proveen datos que demuestran que el proceso no está cumpliendo con las especificaciones de los pesos para esta presentación, factor que podría repetirse para las demás presentaciones, pues el coeficiente de relación de capacidad del proceso es menor que uno.

Ahora, corresponde encontrar el error entre la media muestral y el límite central de especificación, de:

$$\text{error} = \bar{X} - LCE$$

$$\text{error} = 28.9112 \text{ lbs} - 28.68 \text{ lbs (incluye peso de material de empaque)}$$

error = 0.2312, esto es la cantidad de producto que se dosifica de más por cada producto de margarina industrial.

De acuerdo a ello, es necesaria la recomendación elaborada en la sección 3.4, entonces, es necesario además, implementar este tipo de análisis de control de calidad de peso, durante la elaboración o fabricación de productos diversos, de esta manera monitorear y aplicar correcciones si es necesario, evitar un incremento en el costo de producción y una reducción del mismo, para lograr maximizar los recursos o materia prima que conlleva a la mejora de la eficiencia.

### 3.6 **Higiene en la empresa de alimentos**

La higiene es fundamental en cualquier empresa, principalmente si ésta trata con productos alimenticios.

El propósito de implementar un conjunto de procedimientos, condiciones y controles que garantizan una higiene en la planta o departamento que conlleva a minimizar los riesgos de contaminación de productos, contribuye a tener una mejor calidad y seguridad de un producto altamente confiable.

Asímismo, permite a quienes intervienen en los procesos, tener seguridad de una salud libre de contaminación, y permite mejorar el rendimiento del operario en su respectiva estación, así como aminora el ausentismo por enfermedad o bajo rendimiento por estado de salud defectuoso.

El fundamento de cualquier sistema de control y garantía de calidad minimiza riesgos de contaminación física, química o microbiológica de los productos y contribuye al logro de mayores eficiencias.

### 3.6.1 **Buenas prácticas de manufactura**

Para lograrlo, es necesario involucrar a todo el personal, tanto administrativo como de producción, ésto no es mas que una serie de pasos llevados netamente en práctica, y que trae beneficios tanto para el patrono como para los mismos trabajadores.

#### 3.6.1.1 **Manos**

Las manos y especialmente las uñas esconden gérmenes, bacterias y virus que causan enfermedades y la descomposición de los alimentos. Estos gérmenes pueden transmitirse a los productos de margarina que en la etapa de formulación tiene contacto directo de ingredientes, aunque existe una etapa de pasteurización, esta se da en un inicio y después se accionan bombas y destapan tanques que contienen producto que alimenta al equipo, sin permitir así mantener un correcto control.

Los trabajadores o empleados pueden dejar millones de gérmenes en cada cosa que tocan, los trabajadores sanos pueden tocar las mismas cosas y contagiarse con esos gérmenes, los cuales pueden además, contagiar los productos, también se puede dar el caso de heridas o enfermedades en la piel.

Generalmente todo lo que se toca contiene gérmenes que no se pueden ver mas que por un microscopio. A continuación se desglosa los casos típicos:

- a. Cuando se va al baño.
- b. Cuando se frotan las manos con delantales, toallas y trapos sucios.
- c. Cuando se toca la cara, nariz, oídos, boca o el cabello.
- d. En el caso del material de empaque como el corrugado también puede contribuir a ello.
- e. Al manipular puertas y demás equipo de trabajo.
- f. Con las joyas o relojes también hay que poner énfasis, debido a que almacenan sudor.



Entonces, hay que hacer una cultura de calidad en la que es necesario restringirse de:

- quitarse las joyas como: anillos, brazaletes, relojes y cadenas.
- enjabonarse bien las manos y muñecas después de ir al baño, principalmente al ingresar al departamento, antes de ingresar a la línea de producción.
- aparte de lavarse con jabón, usar un cepillo para frotarse las uñas y nudillos de los dedos.
- para ello hay que utilizar toallas desechables o bien aire caliente y jabón que sea efectivo.

#### 3.6.1.2 Cabello

El cabello es otro aspecto a tomar en cuenta, se debe de mantener limpio y libre de cualquier enfermedad, en este caso se debe de exigir:

- limpieza, lavarlo a diario.
- visita periódica al médico.

De preferencia utilizar cabello corto que no cubra las orejas, pero no es algo a lo que se pueda obligar, ni garantiza tampoco que la persona que tiene cabello corto es higiénica, por ello son fundamentales los dos aspectos descritos anteriormente.

Aquí también incluye, en el caso de los hombres, tener higiene en el rostro, es decir, rasurarse diariamente.

### 3.6.1.3 **Cuerpo en general**

Para ello, es necesario que el personal se bañe a diario, que mantenga una higiene idónea, principalmente antes de estar en su estación de trabajo. También es necesario que la ropa este limpia, porque de nada sirve bañarse y ponerse la misma ropa sucia.

Para lograr esto, es necesario que el trabajador cumpla con los requisitos mínimos, pero así mismo, la empresa debe proporcionarle los insumos necesarios, principalmente el departamento de margarina contar con un lavamanos en el interior del departamento, mismo que también debe tener un generador de aire caliente. Es necesario que se trabaje conjuntamente con el médico de la empresa para una visita periódica del personal de producción.

Los insumos que tendría que brindarse son:

- guantes.
- mascarillas.
- cofias.
- batas o uniformes sin botones, con cierre o bien algún sistema que garantice la higiene.

El costo de ellos es, según la tabla siguiente:

Tabla VIII. Costo al año por operario, de insumos

<i>variable</i>	<i>costo unitario</i>	<i>al mes</i>	<i>al año</i>
Cofia	Q 3.80	Q 0.95	Q 11.40
par guantes	Q 5.60	Q 22.40	Q 268.80
mascarilla	Q 3.75	Q. 22.50	Q 270.00
uniforme	Q 105.40	-----	Q 316.20

Con un total de Q 866.40 por persona al año y al saber que son veinte las personas de la línea de producción de envasado de margarina industrial, el costo asciende a Q 17,328.00 al año, lo cual da un costo mensual de Q 1,444.00.

Al comparar ésto con: rechazo de producción por contaminaciones, por productos que no pasen análisis bacteriológico y por consiguiente no cumpla con requisitos de calidad, costo de oportunidad por ser un producto no vendido, costo de producción por ser producto defectuoso que tiene que ir a reproceso de planta, costo de almacenaje y tiempo empleado, seguramente sería mayor que la inversión.

### 3.6.2 **Equipo utilizado por personal en línea**

Por ser un área altamente riesgosa de contaminación debido a que existe humedad en formulación y por características propias del equipo que necesita de un sistema de refrigeración, éste contribuye a que el mismo sea vulnerable. Razón por la que tiene énfasis a este aspecto.

Los utensilios que utilizan los formuladores como cuchillas, espátulas, medidores y cubetas para elaborar una mezcla adecuada de ingredientes en la fase tanto grasa como acuosa descrita en el capítulo 2, así como las mesas de trabajo, máquina de sellado, máquina de codificado, válvulas, *palets* y tarimas en la línea de producción, deben de ser constantemente inspeccionados e higienizados.

Esto se requiere antes de empezar una jornada laboral, en los cambios de turno de producción.

El sistema es sencillo, en el momento de preparación del equipo cada persona deberá involucrarse en ello, inclusive limpiar el área y equipo antes de entregar a otro turno. Si se planifica bien y se integra a todo el personal, no consumirá mucho tiempo, únicamente media hora o menos según sea el caso, que de todas maneras la emplean en preparación de líneas, así es que no se perderá tiempo, sino que se aprovechará el mismo. Para lograr ello y verificar el procedimiento, es necesario que el supervisor asuma la responsabilidad eficazmente.

Se puede, en el caso de los formuladores utilizar una estantería de parrillas y colocar sus utensilios, estantería que ya existe y que alberga documentos, mantenerlos en el área de formulación y constantemente pasarles agua caliente, que es accesible, para evitar humedad y acumulación de agua, se podría colocar justo arriba de la parrilla de drenaje. Por lo que no se incrementaría un costo, sino se aprovecharía mejor los recursos.

#### **4.4.1 Línea de llenado**

Para poder iniciar y controlar el proceso de limpieza, en la línea de llenado y por ende en el departamento de margarina, es indispensable poner énfasis en lo siguiente:

- a. Preparar adecuadamente la asignación de tareas al personal.

- b. Contar con los insumos necesarios como lo es un jabón desinfectante y sanitizante.
- c. Hacer una inspección visual y física de las condiciones del área de envasado de margarina.
- d. Verificar los resultados.

Por ser el departamento vulnerable a bacterias por humedad y manipulación, es necesario fumigar y lavar bien los equipos una vez por semana.

La limpieza y orden del área es necesaria también que se haga y se cumpla durante el proceso de producción, aparte de preparar el equipo de manera cotidiana. A continuación se desglosa una serie de actividades, descritas en una forma secuencial de pasos a seguir, incluyendo la fumigación.

Tabla IX. Consumo semanal de productos de limpieza.

<i>Producto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo Q</i>
Jabón detergente	jabón en polvo o desinfectante	2 bolsas de 30 lbs. c/u	275.00
Jabón líquido	jabón antibacteriano para manos	7 bolsas de 800 ml. c/u	320.00
Jabón especial alcalino	Desinfectante	2 galones de 3625 ml. c/u.	308.00
Formaldehído	producto químico.	¼ de galón, 906 ml.	22.00

Tabla X. Actividades y descripción de higiene en la línea de llenado.

<i>No</i>	<i>Actividad</i>	<i>Descripción</i>
1	Ordenar el área	Ordenar y estibar tanto el corrugado, material de empaque y demás utensilios.
2	Reciclo con agua caliente	Reciclar o poner a circular agua caliente a una temperatura de 45° Celsius por un espacio de veinte minutos en todo el equipo desde el tanque alimentador al equipo.
3	Agregar agua con el químico sanitizador alcalino que remueva grasa.	Se le agrega al agua que circula en el equipo y tubería, se hace por un espacio de diez minutos.
4	Desmontaje de tubería y equipo de envasado	Se procede a desmontar toda la tubería y se le hace una exhaustiva limpieza individual, extrayendo residuos de producto, esto se hace además a todo el equipo como por ejemplo cuchillas y válvulas.
5	Montaje de equipo y tuberías	Se procede a montar y ajustar el equipo de envasado de margarina industrial.
6	Circular nuevamente agua caliente	Se comprueba el correcto armado y eliminado de fugas, la temperatura del agua oscila entre 30° y 40° Celsius.
7	Limpieza y lavado de equipo de sellado.	Se desmontan las partes eléctricas o bien se cubren, se desinfectan con alcohol.
8	fumigación.	Cuando se fumiga, únicamente es necesario hacer los dos primeros pasos, posteriormente se fumiga y se hace el resto de pasos ya descritos. Esto se hace gracias a un compuesto químico que elabora el Depto. de control de Calidad, cuya base es formaldehído.

El consumo de productos por semana se desglosa en la tabla IX. El costo totaliza de Q 925.00 en productos de limpieza y sanitización, que es necesario para mejorar la calidad de los procesos, contribuyendo a mejores eficiencias y un mayor aprovechamiento de recursos.

### 3.7 Diagramas de proceso mejorados para mejorar eficiencia

Figura 11. Diagrama hombre - máquina

DIAGRAMA HOMBRE ó MÁQUINA					
Departamento <u>Margarina</u>					
Fecha: julio 20 2003 Analista: Oscar Sapón			Operación: Llenado de Margarina Industrial presentación bulk Método: mejorado		
<i>actividad</i>	<i>t (seg)</i>	<i>llenadora 1</i>	<i>t (seg)</i>	<i>llenadora 2</i>	<i>t (seg)</i>
retirar caja llena	2	Dosificado	5.8	t. muerto	
alcanzar caja vacía	2.1				
colocar caja vacía	1.7				
retirar caja llena	2	t. muerto		dosificado	5.8
alcanzar caja vacía	2.1				
colocar caja vacía	1.7				
La línea continua representa el tiempo de trabajo, tiempo muerto no existe, el tiempo por ciclo es de 11.6 segundos.					

Resumen:

<i>tiempos</i>	<i>seg</i>
Tiempo muerto del operario por ciclo	0
Tiempo de trabajo del operario por ciclo	5.8
Tiempo muerto por llenadora por ciclo	0
Tiempo de ciclo	11.6
Tiempo de llenado de una caja	5.8



Figura 12. Diagrama de iluminación

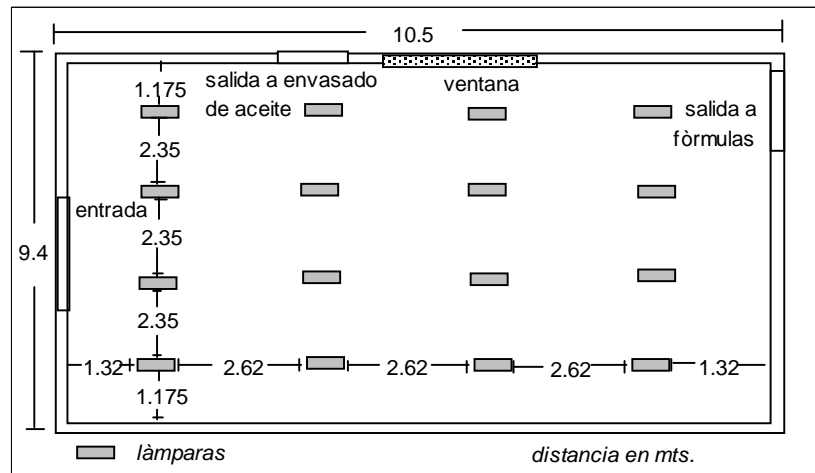


Figura 13. Diagrama distribución de maquinaria

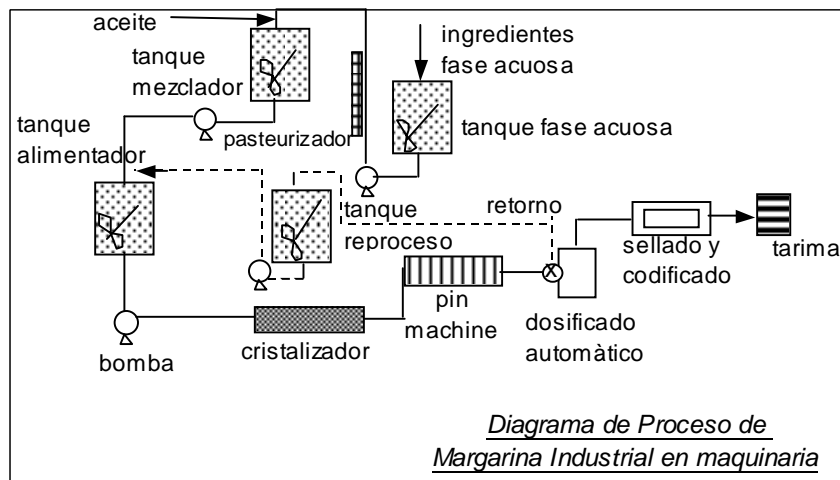


Figura 14. Diagrama de operación de proceso

**DIAGRAMA OPERACIÓN DE PROCESO**

EMPRESA: Industria de Grasas y alimentos.      MÉTODO: Mejorado.  
 DEPARTAMENTO: Margarina      FECHA: 25 agosto de 2003  
 PRODUCTO: Margarina Industrial      INICIA: Bodega de Materia Prima  
 PRESENTACIÓN: 28 libras      FINALIZA: Bodega de P. T.  
 ANALISTA: Oscar Sapón      HOJA: 1 de 1

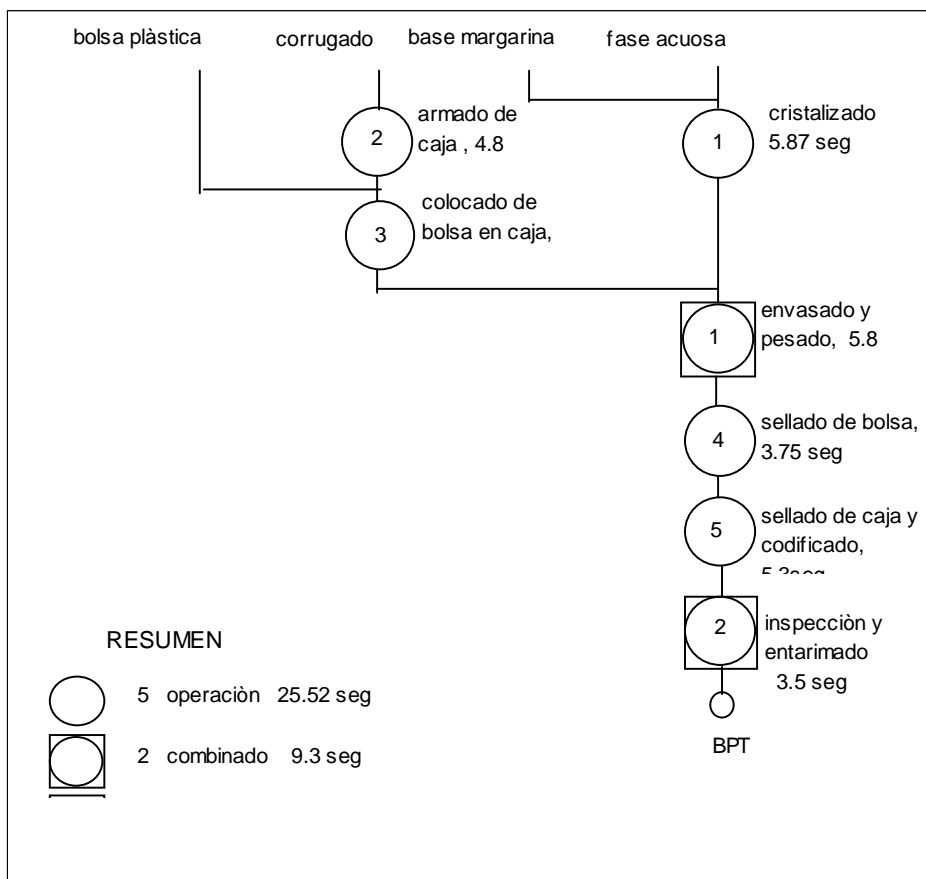
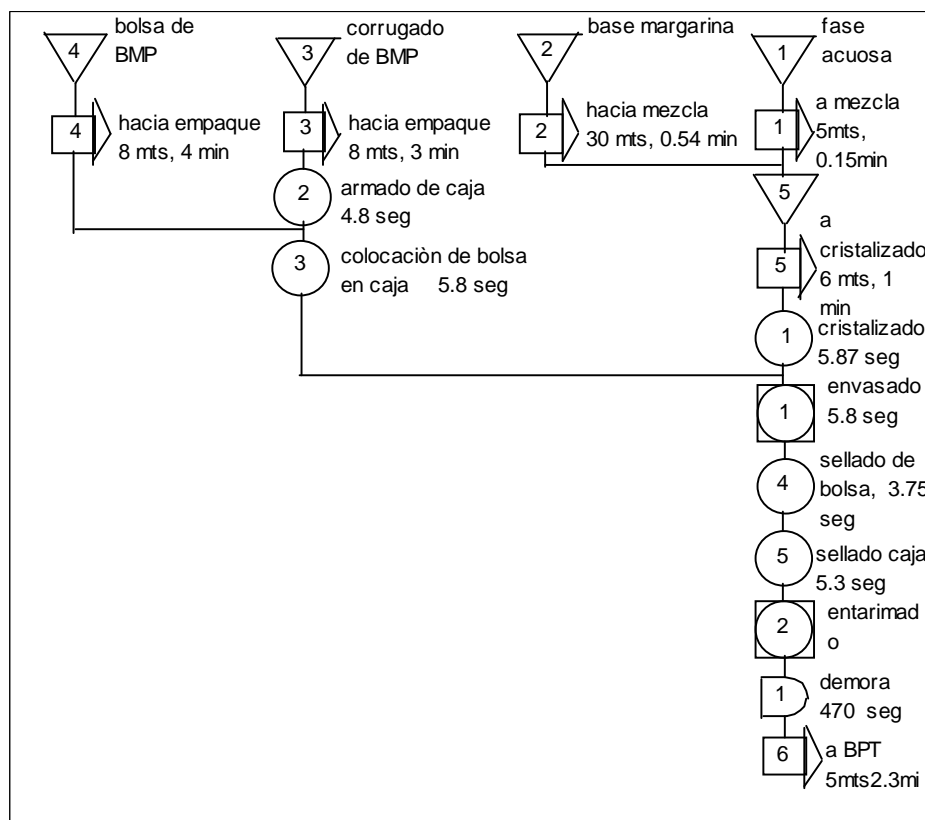


Figura 15. Diagrama de flujo

DIAGRAMA DE FLUJO

EMPRESA: Industria de Grasas y alimentos.      MÉTODO: Mejorado.  
 DEPARTAMENTO: Margarina      FECHA: 25 agosto de 2003  
 PRODUCTO: Margarina Industrial      INICIA: Bodega de Materia Prima  
 PRESENTACIÓN: 28 libras      FINALIZA: Bodega de P. T.  
 ANALISTA: Oscar Sapón      HOJA: 1 de 1



Resumen:

○	5 operación	25.52 seg	
◻	2 combinada	9.3 seg	
▢	6 transporte	660 seg	62
⌒	1 demora	470 seg	
▽	5 almacenaje	410 seg	
	<b>TOTAL</b>	<b>1,554.82 seg</b>	



**PDF**  
Complete

*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## 4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

### 4.1 Capacitación del personal

La capacitación consiste en un adiestramiento corto, del nuevo equipo a utilizar y la manera de cómo este puede ser un factor que determine el bienestar tanto de la empresa como del trabajador mismo.

Es importante para ello, tocar otros aspectos en los que se ponga de manifiesto aspectos tanto personales y por consecuencia laborales otorgando así una secuencia y un enlace integrado de recursos humanos con equipo, para que el beneficio sea para todos los involucrados.

La inducción en cuanto al equipo es sencilla y básica, únicamente consiste en informar de la finalidad del mismo y la manera como debe ser operado, así como el plan de mantenimiento que eso conllevará. Esto tendrá una duración no mayor de dos días, en el que se definirá los parámetros de operación y las medidas correctivas y preventivas que se tendrán durante el proceso en caso se susciten alteraciones.

En caso de seguir con las exigencias de calidad, para que todo el proyecto y en sí para que el departamento labore de manera óptima, es fundamentalmente necesario programar una capacitación periódica y constante a los trabajadores que se involucran en la supervisión, en la elaboración, en el almacenaje, en el transporte, en el mantenimiento de equipos, y en toda área de la empresa.

- **Descripción.** La capacitación incluiría tres ejes centrales: fortalecimiento afectivo tanto personal como comunitario; manipulación sanitaria de alimentos, causas de descomposición y técnicas para evitarlos; la importancia de la integración de recurso humano y la identificación con su puesto de trabajo.
- **Objetivos.** Mantener un autoestima alto y brindar herramientas de como lograrlo, en el que se esté consciente de las dificultades personales, familiares, laborales y de sociedad pero con una energía canalizada para el crecimiento personal y comunitario. Descripción de cómo puede contaminarse un alimento, descripción de las causas de descomposición de los alimentos, consecuencias que genera, así como las técnicas para evitarlos, enseñar a manipular alimentos, a observar procedimientos sanitarios para la manipulación, almacenamiento y transporte de dichos alimentos. Mantener una integración óptima, con un excelente rendimiento laboral en el que la generación de beneficios abarque a todos los involucrados de manera indirecta o directa.

- **Duración.** Será como mínimo nueve sesiones, con duración de tres horas por sesión, distribuidas en el año, según sea el caso o la planificación, haciéndolo con talleres de vida en el que los participantes afloren el poder analítico.
- **Instructor.** Será aquella persona técnica de la especialidad y que tenga experiencia de este tipo, esto puede lograrse con la ayuda de instituciones dedicadas al servicio entre las que se cuenta INTECAP, Cámara de Comercio, Cámara de la Industria, Universidades, etc. .

Además de programar otras actividades de capacitación técnica - tecnológica, como por ejemplo Internet, máquinas - herramientas, etc..

#### 4.2 Iluminación y ventilación

Para la instalación de la iluminación, únicamente se requieren los servicios de un electricista y su respectivo ayudante, esta se realizará durante 7 días, comprendiendo dos etapas que son la de solicitud de materiales accesorios y la instalación del mismo, realizándose mediante la contratación por instalación, trabajando en jornada diurna especial, equivalente a nueve horas por día de lunes a jueves y ocho horas el día viernes.

En la primera etapa:

1. Solicitud de materiales y accesorios (1 día)
2. Entrega, preparación y revisión de equipo (1 día)

Segunda etapa:

3. instalación de cajas y tendido eléctrico (2 día)
4. instalación de lámparas (2 días)
5. instalación de fusible y Prueba (1 día)

Para entenderse mejor dichas actividades, se muestra mediante el gráfico del diagrama de Gantt.

Figura 16. Diagrama de Gantt para el montaje de Iluminación

No.	Actividad	tiempo							
		días	1	2	3	4	5	6	7
1	solicitud de materiales y accesorios	1							
2	entrega, revisión y preparación	1							
3	Instalación de cajas y tendido eléctrico	2							
4	Instalación de lámparas	2							
5	Instalación de fusible y prueba	1							

En cuanto a la instalación de la ventilación, únicamente se necesitará de un electricista y un ayudante que proporcionará la empresa que oferta el equipo, es necesario tener disponible el área para ubicar dicho equipo, por lo mismo, se necesitará los servicios de un maestro de obra.



El tiempo que consumirá dicho montaje será únicamente de tres días, el primero es para solicitud del equipo, el segundo para la preparación del área y recepción del equipo, y finalmente el tercero será para la instalación y prueba.

#### 4.3 **Planificación de montaje de equipo destinado a conmutar y pesar producto**

La planificación del equipo consta básicamente de cuatro etapas principales, en las cuales se desglosan las actividades específicas y cuya jornada laboral será regida por contrato de trabajo en la instalación y puesta en marcha del equipo en doce días, mas la etapa previa de solicitud de materiales, equipo y accesorios lo que hace un total de diecinueve días distribuidos en las siguientes etapas.

Para la realización de este montaje, se requieren los servicios de mano de obra técnica que comprende: un mecánico, un electricista, tres ayudantes, maestro de obras, un ingeniero para la instalación de PLC y supervisión del proyecto.

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Solicitud, entrega y preparación       | (7 días) |
| 1.1 solicitud de los materiales e insumos | (1 día)  |
| 1.2 entrega de equipo y accesorios        | (6 días) |

- 2. instalación de equipo (4 días)
  - 2.1 construcción de base para panel de control (1 días)
  - 2.2 instalación de panel de control (2 días)
  - 2.3 instalación de válvulas y PLC (1 día)
  
- 3. instalación y programación del sistema (4 días)
  - 3.1 instalación eléctrica del panel de control (1 días)
  - 3.2 instalación eléctrica de todo el sistema (1 días)
  - 3.3 programación PLC y todo el sistema (2 días)
  
- 4. Pruebas (4 días)
  - 4.1 pruebas de señal y operación (1 días)
  - 4.2 fijación de parámetros de operación (3 días)

Para tener mayor claridad nos podemos referir al siguiente figura

Figura 17. Diagrama de Gantt de las etapas del montaje del equipo conmutar y pesar

No	Actividad	( t ) días	Días																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	solicitud de materiales, equipo e insumos	1	█																		
2	Entrega de equipo y acces.	6	█	█	█	█	█	█													
3	construcción de base panel	1							█												
4	instalación de panel control	2							█	█											
5	instalación de válvulas	1									█										
6	inst. Eléctrica de panel	1										█									
7	inst. de todo el sistema	1											█								
8	programación de PLC	2												█	█						
9	prueba de señal y operación	1																█			
10	Fijación de parámetros	3																	█	█	█

#### 4.4 Inversión

La inversión de este proyecto en los aspectos técnicos de equipo es distribuída de la siguiente manera:

Mejoramiento de líneas de alimentación	Q 8,109.85	\$ 993.85
Iluminación	Q 4,352.11	\$ 533.35
Ventilación	Q 4,096.00	\$ 501.96
Sistema de semi automatización	Q 283,000.00	\$ 34,681.37

Es importante que se tome en cuenta que en cada uno de los anteriores estudios, incluye el costo de mano de obra que se refleja en su respectivo análisis. En el caso de las buenas prácticas de manufactura y de mantenimiento, sería un total de Q 21,028.00 más el mantenimiento de unidades y servicio de maquinaria de Q 3,000.00 totaliza una inversión al año de Q 24,028.00 equivalente a \$ 2,944.60.

Estas opciones en conjunto, de acuerdo al estudio, incrementan el aumento de eficiencia en la línea de llenado de margarina de grasa vegetal para uso industrial, lo que beneficia además a las otras líneas de llenado, debido a que presenta mejorías para el departamento en general. Dicha eficiencia en la línea refleja un aumento del 30.25% reduciendo los costos de producción.

#### 4.5 Análisis económico

Los logros del proyecto, son precisamente en la optimización de tiempo y dosificado exacto de producto en su peso, además de mejorar las características propias del producto empacado y de las condiciones de trabajo.

Este proyecto es medible en el costo de oportunidad que se tiene de producto por ineficiencia en el proceso de llenado, reflejado en la sección 3.4, lo que permite una nueva tolerancia o exactitud de 0.0408% comparado con el sistema actual de 0.5%, en la que además se logra un ahorro significativo de producción debido a que actualmente se dosifica en promedio 0.79 libras de manteca de más por producto.

Tabla XI. Pérdida de producto en libras con el dosificado actual.

Factor	al mes		al año
exceso en el dosificado	6400		76800
tiempo no productivo en dos turnos en hrs. sin tomar en cuenta refacción y almuerzo.	5.15 /día	134.07	2024.88
producto no empacado	294580		3534960

los datos fueron extraídos del capítulo dos y en la descripción del análisis propuesto semi-automático de llenado, aparte se tomó 26 días de trabajo efectivo durante el mes.

En total tenemos una pérdida de producto al mes de 6400 lbs a un costo de Q 3.80 la libra de margarina, tenemos entonces Q 24,320.00 / mes y al año de Q 291,840.00 (\$ 35,764.70) por mal dosificado.

Tenemos un costo de oportunidad por no empacarse producto por libra de margarina de Q 0.0763, al año según tabla anterior sería entonces de Q 269,717.45 (\$ 33,053.60).

#### 4.5.1 Valor presente neto

Este, simplemente es el valor del proyecto representado en cantidades monetarias el día de hoy, y es el equivalente a todos los ingresos y egresos, presentes y futuros proyectados.

El criterio a utilizar para una decisión es:

VPN < 0 indica que el proyecto no es atractivo económico

VPN = 0 indica que el proyecto es indiferente.

VPN > indica que el proyecto es conveniente.

Para lograr ésto, la fórmula a utilizar es:

$$\text{Factor} = 1 / (1 + i)^n,$$

donde:  $i$  = interés o de oportunidad que se utilizará para actualizar,  
esa tasa es de 12.5 según tasa activa de financiera Guadalupeana.

$n$  = período en años,

multiplicando el factor por los ingresos netos, que son la diferencia de los ingresos y egresos durante el año analizado, ésto será para tres años.

Tabla XII. Análisis de VPN en Q

Año	inversión inicial	Mantto. Y operación	Ingresos por costo oportunidad	Ingresos por mal dosificado	ingresos netos	factor de valor futuro $i = 12,5\%$	VPN
0	-299,558	0	0	0	- 299,558	0	-299,558
1		- 24,028.00	269,717.45	291,840.00	537,529.45	0.888888	477,804
2		- 25,528.00	269,717.45	291,840.00	536,029.45	0.790123	423,529
3		- 27,028.00	269,717.45	291,840.00	534,529.45	0.702332	375,417
total Q							<b>977,192.51</b>

El valor de Q 977,192.51 indica que el proyecto es conveniente, debido a que los ingresos y egresos que se realizarán en tres años, muestra una diferencia favorable.

#### 4.5.2 Relación beneficio costo

Es el resultante de la relación entre el beneficio y el costo en valores presentes o actualizados a una tasa de interés  $i$ , en un período de  $n$  años. El criterio es el siguiente:

$B/C > 1$  indica la conveniencia del proyecto.

$B/C = 1$  indica que el proyecto es indiferente.

$B/C < 1$  indica que el proyecto no es aconsejable.

Tabla XIII. Análisis beneficio - costo

Año	Costo	beneficio	factor $i = 12,5$	VAN costo	VAN beneficio
0	- 299,558.00			-299,558.00	
1	- 24,028.00	561,557.45	0.888888	21,358.00	499,157.18
2	- 25,528.00	561,557.45	0.790123	20,170.26	444,939.93
3	- 27,028.00	561,557.45	0.702332	18,982.63	394,399.76
Total				360,068.90	1338,496.87

$$\text{relación } B/C = 1338,496.87 / 360,068.90 = 3.72$$

Debido a que la relación es mayor que uno, el proyecto es factible llevarlo a cabo, generando Q 3.72 de beneficio por cada Q 1.00 de costos.

#### 4.5.3 **Recuperación de la inversión**

Para saber en cuánto tiempo la inversión será cubierta, se verifica el análisis de beneficios en el primer año, mediante la relación siguiente:

$$\text{Recuperación de la inversión} = \frac{\text{monto de la inversión}}{\text{beneficios en el primer año}}$$

entonces:  $R I = Q 299,558.00 / Q 561,557.45 = 0.5334$  años

$$0.5334 \text{ años} \cong 6.40 \text{ meses} \cong 7 \text{ meses.}$$

Lo que refleja que dicha inversión se recuperará en un lapso de siete meses. Este podría ser otro criterio de peso para la toma de decisión.

#### 4.6 **Cumplimiento de especificaciones**

El cumplimiento de las especificaciones requeridas para y durante el proceso, son fundamentales ya que de ello depende la calidad de producto que se tenga, lo cual un grado de competitividad en el mercado. Esas especificaciones deben de tenerse y exigirse según sea el caso.

#### 4.6.1 De proveedores

En el caso del material de empaque y otros insumos, como por ejemplo tinta para codificar corrugado, cinta de sellado, desinfectantes, ingredientes para la formulación, etc. , se debe exigir certificados de calidad en el que se garantice que en efecto es una empresa seria, que distribuye o fabrica productos de alta calidad y rendimiento. Por otra parte, las inspecciones y pruebas son recomendadas de manera periódica, verificando las características requeridas.

En relación a la materia prima, el aceite de palma procesado en la misma empresa, es necesario que se le dé seguimiento al proceso sobre la calidad del mismo, apoyándose en los resultados de análisis de laboratorio y el consentimiento del Ingeniero de Calidad, mediante las hojas de procedimiento estándar y reportes de laboratorio como se muestra en la figura 18, que se realiza de manera cotidiana, por producto.

De no cumplir con las especificaciones, se toma como producto rechazado y necesita ser reprocesado, debido a que las variaciones en la materia prima, provoca variaciones en los parámetros de calidad del proceso de cristalización, que repercute no sólo en la baja eficiencia sino que también en la baja calidad del mismo.



Figura 18. Resultado de desarrollo de producto

RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
<i>Control De Calidad</i>		
Producto:	<u>Base Margarina H</u>	Fecha: <u>05 sep. 2003</u>
Descripción: <u>Aceite de grasas vegetales refinada, blanqueada y desodorizada.</u>		
DATOS FÍSICOQUÍMICOS		
<i>Variable</i>	<i>Especificación</i>	<i>Resultado</i>
Color (máx.)	4.0 (Iovibond)	3.9
Peróxido (meq/kg) máx.	0.1 - 0.8	0.4
Acidez (máx..)	0.05	0.05
Punto de Fusión de Wesley (°C)	39.4 - 40.2	39.8
Índice de Yodo	52.0 - 56.0	53
% DE CONTENIDO DE GRASA SÓLIDA (NMR)		
% de sólidos a 10.0 °C	70.0 - 80.0	75
% de sólidos a 21.1 °C	39.0 - 44.0	41.6
% de sólidos a 26.7 °C	24.0 - 28.0	24.3
% de sólidos a 33.3 °C	10.0 - 13.0	10.8
% de sólidos a 40.6 °C	--	
Observaciones: El producto se encuentra dentro de las especificaciones requeridas, por lo que se encuentra listo para ser envasado.		
Nombre y Firma Analista		Firma de Autorización Ingeniero de Calidad

#### 4.6.2 De línea

En línea, es donde se hace necesario mantener parámetros establecidos para que las especificaciones del producto sean satisfactorias, dichas especificaciones deben realizarse mediante monitoreos de operación de equipo y manipulación de producto.

Los puntos donde requiere inspección es en: la alimentación de producto al tanque cristizador, parámetros de operación de equipo, parámetros fisicoquímicos del producto y características del producto terminado.

La figura 19 muestra la verificación a realizar durante el proceso para estandarizar los puntos críticos de control en línea del envasado de margarina para uso industrial.

Figura 19. Hoja de procedimiento estándar de operación en línea

PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE OPERACIÓN LÍNEA DE MARGARINA INDUSTRIAL <i>Departamento de Margarina</i>							
Tuno	Presentación	Fecha	Número de hoja				
Equipo	parámetros	supervisión					
<b>a. línea</b>	Tiempo sup.						
Tanque alimentador	35 - 50 (°C)						
Temp. entrada	40 - 50 (°C)						
Temp. Amoníaco	0 - -30 (°C)						
frecuencia Bomba	25 ó 60 (Hz)						
<b>b. Pin Machine</b>							
Temp. salida	8 ó 18 (°C)						
Temp. Agua	30 - 45 (°C)						
<b>Tem.</b>	23 - 45 (°C)						
<b>Resting Tube</b>							
<b>c. parámetros fisicoquímicos</b>							
color (visual)	característico						
Olor	característico						
Sabor	característico						
Impurezas	negativas						
peso del producto	establecido						
Sal	correcto						

Continuación							
<b>d. producto terminado</b>							
traslape corrugado	correcto						
código producción	correcto						
fecha vencimiento	correcto						
estibas máxima	5						
cantidad de producción							
desperdicios (cajas)							
reproceso (cajas)							
observaciones:							
Inspector	Operador	Supervisor	Ingeniero turno				

Para la verificación de pesos y hacer el correspondiente estudio del gráfico de control de medias y de rangos, es fundamental apoyarse en la hoja descrita en la figura 20, el registro dependerá de la presentación o peso del producto terminado restando el material de empaque.

Figura 20. Hoja de registro de pesos

HOJA DE REGISTRO DE PESOS									
<u>Departamento de Margarita</u>									
Producto: _____.					Presentación: _____.				
Unidad de medida: <u>libras</u> _____.					Límites de especificación: $\pm 0.05\%$ .				
Analista: _____.					Método. <u>Mejorado</u> .				
Cantidad de muestras		Tamaño de muestras			Medias Rangos				
		1	2	3	4	5	6	X	R
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Totales							Medias		
Promedios							Rango		

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

#### 4.6.3 De almacenamiento

En este aspecto, se velará otro punto crítico de control como se hace referencia desde la línea de llenado descrito anteriormente en éste capítulo, específicamente en la Hoja de procedimiento estándar de operación, en el que se tiene como variable la estiba máxima de cinco unidades o producto de altura, de sus dimensiones dependerá el número de unidades por fila.

También se debe de trabajar de manera conjunta con almacén de producto terminado, para que se tenga el cuidado en la manipulación del producto cuando es recibida, almacenada y despachada.

Por otro lado, la temperatura recomendada por Ciencia y Tecnología de Alimentos Gerstenberg, Dinamarca, es la descrita en la tabla XIV.

Tabla XIV. Condiciones de almacenaje para margarinas

<i>Producto</i>	<i>temp. °C</i>	<i>período mínimo para liberación</i>
margarina en tabla	5 - 10	24 horas
margarina bajo en grasa para untar	5 - 10	todo el tiempo
margarina bajo en grasa para otros usos	5 - 10	todo el tiempo
margarina industrial	25 - 27	24 horas
margarina vegetal panadería y repostería	12 - 16	2 - 4 días
margarina grasa animal panadería y repostería	18 - 20	2 - 4 días

Food and Science Technology  
 Gerstenberg, DINAMARCA

#### 4.7 Desperdicio

El desperdicio será tratado de la misma manera, es decir, fundiendo el producto que esté defectuoso por peso o por características de calidad de empaque, cuyo contenido se encuentre fuera de especificaciones.



Puede ser reprocesado al fundir la margarina tratada en el tanque correspondiente de reproceso, con el sistema propuesto esto mermará, pero es fundamental el control de los puntos críticos de línea para que el éxito sea a tal grado de no aparecer.

Cuando por razones diversas, el producto o materia prima lista para formular y posteriormente empacar, no cumple especificaciones, ésta puede ser trasladada a refinerías mediante una línea directa de los tanques de envasado de margarina hacia el tanque de reprocesos, para su posterior tratado, y que posteriormente se convierte en materia prima de otras industrias, como por ejemplo jabones.

La manera de manejar datos referente a ello, es mediante la utilización de las Hojas estándar de operación y las Hojas de análisis de laboratorio, así como un buen inventario de producto en tanques.

## 5. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

### 5.1 Hojas de procedimiento de operación

Para llevar un excelente control de los puntos críticos durante el proceso de envasado, es preciso tener orden y claridad en cuanto a las operaciones que aportan un alto valor de calidad, esto se logra mediante las hojas de procedimientos estándar de operación, hojas de recolección de datos, y hojas de verificación descritas en el capítulo anterior.

Estas hojas están diseñadas para ser interpretadas de forma sencilla y clara, debido a que el tiempo que se necesita para llenarlas debe de ser lo más mínimo posible pero conservando la veracidad y validez necesaria. Lo ideal es que el operario de maquinaria o supervisor de calidad inspeccionen y coloque un cheque correspondiente a la variable en análisis.

La interpretación de dicha hojas debe de ser muy objetiva y tratando de eliminar una interpretación errónea de lo que se pretende medir, aparte de tener un buen criterio y concepto de calidad requerido, para lograr esto, es necesario que el personal encargado y responsable del aseguramiento de calidad, reciba capacitación adecuada en la que promueva un grado de poder analítico y crítico referente a lo que se acepta y rechaza.

Una mala inducción o capacitación conllevaría a que se perjudique en vez de mejorar la calidad, con ello se arriesgaría a que los costos aumenten y los problemas sean mayores. También es necesario hacer énfasis en tomar medidas correctivas teniendo definido a quien hay que avocarse en caso de un crítico estado de calidad, para que el proceso finalmente se encarrile hacia la entrega de un producto fiable y que satisfaga los requerimientos buscados.

## 5.2 Análisis microbiológico por medio de laboratorio

Otra manera de darle seguimiento al proyecto, es mediante la ayuda del departamento de calidad, específicamente laboratorio, ya que con las herramientas disponibles tal y como se hace actualmente mediante el reporte de Microbiología para medir el grado de contaminación en la que se opera.

Esta hoja de reporte, lo que pretende es dar a conocer los límites de operación y con ello tomar medidas según sea el caso, para evitar que exista una proliferación microbiana en el departamento que ponga en riesgo la salud del consumidor y del personal que labora. Dicho reporte es mostrado en la figura 21.

La frecuencia del reporte es diario y dependerá del producto que se esté empacando. También es la misma hoja que se llevará a cabo para analizar el estado de los operarios.



Es también contemplar que el médico de la empresa juega un papel importante en este sentido, debido a que llevará el historial médico del personal y contribuirá en una buena salud laboral, que no surjan epidemias o contagios de cualquier índole.

Figura 21. Reporte de microbiología

<b>REPORTE DE MICROBIOLOGÍA</b> <b>LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD</b>							
Fecha : _____.				Hora: _____.			
Muestras de los Productos / presentación:							
PESO = M: máquina; O: operario				MUESTRAS			
Peso	código	R.T.B. UFC / G	coliformes medio sólido	Hongos	Fecha	Hora	fecha análisis
M 1	0758281	10	Neg ufc/ g	pend.	10.10.03	15.30	10.10.03
M 2	0858281	30	õ õ	õ õ	õ õ	15.45	õ õ
LÍMITES NORMALES DE ACEPTACIÓN							
Recuento total bacteriano < 300 colonias / g				Recuento de Hongos < 10 colonias / g			
Recuento de coliformes < 10 colonias / g				E. coli = negativo			
Observaciones:							
Supervisor				Laboratorista			

### 5.3 **Mantenimiento de las unidades**

Para maximizar el rendimiento de la maquinaria y demás unidades de trabajo, es necesario una política de mantenimiento funcional, ya que de esta dependerá el buen funcionamiento y correcto uso de estas unidades durante el proceso, logrando de esta manera hacer más eficiente el proceso.

Para tener un seguimiento integral del proyecto, es necesario ubicarse en lo siguiente:

#### 5.3.1 **Equipo de cristalización**

##### 5.3.1.1 **Mantenimiento preventivo mayor**

Según manual del fabricante, es necesario inspeccionar todo el conjunto, cuando menos dos veces por año, es decir, con un período de seis meses, en el que se revisarán principalmente las paredes de los cilindros cristalizadores verificando no tener grietas, inspeccionar ángulo de corte de cuchillas y paletas del eje cristalizador, revisar todos los cojinetes y estado de empaques, el filo de las cuchillas, émbolos de la bomba de alimentación, medir cilindrada y desgaste de paredes, así como también el reemplazo la verificación de los medidores de temperatura y presión.

### 5.3.1.2 **Mantenimiento preventivo menor**

Consiste básicamente en inspeccionar de manera visual, con ayuda de medidores de presión, temperatura y visores de nivel que contiene el equipo, siendo éstos los de nivel de refrigerante, nivel de aceite (en este caso cambiar cada dos meses, según el fabricante), presiones de aire comprimido y calidad del mismo, con una frecuencia de un mes.

También se tiene que inspeccionar posibles fugas o pérdidas de presión en tuberías. Esto se logra hacer conjuntamente con lo anterior en el momento en que el equipo se encuentra en la etapa de fumigación y limpieza que será programada cuando menos cuatro veces durante el mes, esto debido al riesgo de contaminación y porque el departamento trabaja las 24 horas.

### 5.3.2 **Sistema semi automático**

El mantenimiento del equipo es sencillo, simplemente es de inspeccionar los medidores de presión de aire, el flujo de energía eléctrica midiendo voltajes, amperajes y resistencias de acuerdo a especificaciones del fabricante, programándose una vez por mes.

Hacer una meticulosa limpieza del equipo, esto será necesario durante el período de limpieza del departamento, en cuanto al visor y demás componentes electrónicos, únicamente se tendrá que inspeccionar el flujo de energía eléctrica, por lo demás, la empresa ofertante proporcionará una guía de mantenimiento preventivo y correctivo.

En el caso de la balanza electrónica, existe actualmente un contrato con una empresa privada, que verifica el estado y efectividad de lectura de las balanzas de la empresa, por lo que, se encargarían de calibrar dicho equipo con una período de una vez por mes, que es lo recomendado por el fabricante.

### **5.3.3 Equipo de iluminación y ventilación**

En el caso de la iluminación, la vida útil de las lámparas es de 12000 horas, lo que significa que en teoría se tendría que cambiar cada año, aunque siempre es bueno medir el flujo de energía del sistema, estado de alambres conductores, limpieza de balasto, así como también inspección visual de las lámparas en cuanto a su uso directo, inspección visual y pruebas de resistencia de energía en alambres conductores, fusibles, balastos, etc. A continuación se desglosa en la tabla XV unas fallas comunes y sus posibles soluciones.

En cuanto al sistema de ventilación, únicamente verificar el flujo de energía eléctrica proveniente de la fuente, la limpieza de sus componentes, inspección visual y pruebas de resistencia de energía en sus contactos, así demás componentes según recomendación del fabricante.

Tabla XV. Fallas comunes en el sistema de iluminación

<i>Efecto</i>	<i>posible causa</i>	<i>solución</i>
lámpara no enciende	<ul style="list-style-type: none"> <li>• contacto inadecuado.</li> <li>• energía nula</li> <li>• balasto en mal estado</li> <li>• lámpara defectuosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• revisar contactos y estado del mismo en la lámpara.</li> <li>• revisar flujo de energía en los cables conductores.</li> <li>• medir resistencia y amperaje de balasto</li> <li>• cambiar lámpara</li> </ul>
parpadeo de lámpara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• contacto inadecuado</li> <li>• circuito eléctrico en mal estado</li> <li>• flujo de energía defectuoso</li> <li>• balasto defectuoso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• revisar y limpiar contactos.</li> <li>• revisar resistencia en circuito.</li> <li>• revisar voltajes y amperajes del circuito, revisar fuente.</li> <li>• cambiar balasto</li> </ul>
reemplazo de lámpara continuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circuito eléctrico en mal estado</li> <li>• flujo de energía defectuoso</li> <li>• balasto defectuoso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• revisar resistencia en circuito.</li> <li>• revisar voltajes y amperajes del circuito, revisar fuente.</li> <li>• cambiar balasto</li> </ul>
alambres quemados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flujo de energía defectuoso</li> <li>• fusible inadecuado</li> <li>• calibre de alambre inadecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• revisar voltajes y amperajes del circuito.</li> <li>• revisar y cambiar</li> <li>• verificar calibre, ajustar y cambiar.</li> </ul>

Para que todo ello funcione de manera óptima, es necesario también, prever los altibajos de energía eléctrica, para ello es fundamental realizar un programa en el que se verifique y emplee recursos adicionales de electrificación en busca de la optimización de energía eléctrica.

#### 5.3.4 **Tanques de formulación, tuberías y bombas**

Aquí, es necesario hacer una inspección visual de las mismas, en el caso de los tanques, es fundamental hacer prueba de fugas de vapor, y estado de paredes, medición de flujo de energía en agitadores, inspección de cojinetes de los agitadores, limpieza del sistema.

También es necesario inspeccionar las bombas, revisar empaques, cojinetes y demás componentes, de acuerdo al fabricante, es necesario hacerlo dos veces por año, reemplazando las piezas desgastadas o en mal estado.

También es necesario cambiar los empaques de teflón de las tuberías, revisándolos en los momentos de limpieza, o sea cuando el departamento se encuentra en esa etapa.

#### 5.4 Programa de sanitización

La realización de este programa y su finalidad, dependerá de la planificación en conjunto con control de producción, debido a que por lo general, la política es siempre estar produciendo sin importar las condiciones en las que se opera, sin entender las consecuencias que acarrea.

Debido a las contaminaciones, productos retenidos o defectuosos que no cumplen con las normas de calidad, es necesario implementar un programa en el que se prevee éste tipo de situaciones. El programa es muy sencillo y consiste en la tabla siguiente:

Tabla XVI. Plan de limpieza y sanitización

<i>Frecuencia</i>	<i>Descripción</i>
Limpieza diaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● mantener el departamento limpio y con los equipos desinfectados.</li> <li>● mantener ordenado el departamento</li> <li>● cumplir con buenas prácticas de manufactura descritas en el capítulo 3.6</li> <li>● utilizar los insumos de limpieza necesarios.</li> </ul>
Limpieza semanal, en los fines de semana.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● comprende primero fumigar</li> <li>● después hacer los respectivos pasos de limpieza descritos en la tabla X.</li> </ul>

Para verificar la efectividad del mismo, es necesario apoyarse con el departamento de control de calidad, específicamente laboratorio, con ello se llevará un registro e inspecciones durante la semana, de la ausencia o presencia de hongos descrita en el capítulo 5.2.

Para medir esta variable, es necesario crear una pequeña hoja de inspección aplicable antes y después de la limpieza, la hoja es la siguiente:

Figura 22. Hoja de inspección de limpieza y orden

HOJA DE INSPECCIÓN de LIMPIEZA Y ORDEN					
<i>Departamento de Margarina</i>					
Fecha:                      Hora:		Inspector:			
/                      /		_____.			
Objetivo: inspeccionar los puntos críticos de control de limpieza y estado del área.		Metodología: chequear con una X según sea el caso, cada una de las variables.			
Variable	estado		Variable	estado	
	Aceptable	Rechazo		aceptable	rechazo
área de ingredientes			Tanques		
Utensilios			tuberías de tanque		
Bombas			Válvulas		
bomba triples			bomba duplex		
Cristalizador			Pin Rotor		
Panel de control			Resting Tube		
Perfector			máquina de Tacita		
Mangueras de aire			Mangueras de agua		
Balanza			tuberías de llenado		
Tubería de retorno			máquina de sellado		
Codificadora			Mesas de trabajo		
Extractores			Lámparas		
Benhill			Puertas		
Ventanas			Piso		
Bandas			Paredes		
Oficina			Bodega		
Observaciones:					
inspección: anterior _____ / posterior			Firmas:		
			Inspector                      Ing. Calidad		



## 5.5 Reporte de manejo y desperdicio de producto

Una manera de verificar la eficiencia y eficacia del proceso, es midiendo la cantidad de desperdicio generado, el reporte del mismo consiste básicamente en proporcionar la información sobre la cantidad de producto empacado, con relación a la cantidad de materia prima formulada, hacer un análisis respectivo y dar a conocer el desfase.

La frecuencia con la que se hace, depende de la planificación de producción y por consiguiente los distintos tipos de productos a empacar. La figura siguiente muestra una hoja de reporte de producción, producto formulado, empacado, así como también la cantidad de producto fuera de especificaciones y producto reprocesado, con el fin de determinar la causa y hacer las correcciones correspondientes.

Figura 23. Hoja de reporte de manejo y desperdicio

HOJA DE REPORTE DE MANEJO Y DESPERDICIO DE PRODUCTO							
<i>Departamento de <u>Margarina</u></i>							
Semana de ____ al ____ . Mes ____ Año ____ . línea: _____.							
Objetivo: Llevar un registro del manejo y desperdicio de producto para medir el porcentaje de frecuencia, en cantidades producidas Kg y producto fuera de especificación.							
Producto _____ Presentación _____ . Turno _____.							
Descripción	Lun.	Mar.	Mier.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.
Formulado							
Empacado							
Defectuoso							
Reproceso							



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

## CONCLUSIONES

1. Para una fábrica de margarina es importante tener instalaciones de cristalización con la máxima flexibilidad para poder procesar todo tipo de materia prima. Esto permite una mejor gestión económica de la producción, teniendo en cuenta la conocida fluctuación de los precios de aceites y grasas en el mercado mundial. La consistencia de la margarina (dureza / blandura) depende, en primer lugar, de la proporción de grasas cristalizadas y líquidas, y de la distribución de grasas líquidas dentro de la estructura tridimensional de la grasa cristalizada. Con las mejoras propuestas, se lograría una buena cristalización. El proceso actual difiere en cuanto a la variabilidad de temperatura que repercute en cristalización y por ende en su consistencia.
2. Las buenas prácticas de manufactura contribuyen a un ambiente de calidad en el que se tiene una absoluta confianza, teniendo una inversión de Q 17,328.00 al año, ésto comparando con rechazo de producción por productos que no cumplan con requisitos de calidad, costo de oportunidad por ser un producto no vendido, costo de producción por ser producto defectuoso, costo de almacenaje y tiempo empleado, seguramente sería mayor que la inversión, lo que conlleva a reducir probabilidades de contaminación.

3. Para llevar un excelente control de los puntos críticos durante el proceso de envasado, es preciso tener orden y claridad en cuanto a las operaciones que aportan un alto valor de calidad, esto se logra mediante las hojas de procedimientos estándar de operación, hojas de recolección de datos, y hojas de verificación que contribuyen a que el proceso sea más eficiente.
4. Para optimizar el proceso de producción, mejorando eficiencia manteniendo una calidad de producto alta, es necesario capacitar al personal que interviene de manera directa e indirecta en el proceso, en el manejo de equipo, empaque, producto y registros.
5. Para aumentar la productividad y satisfacción laboral del operario es necesario un ambiente de trabajo que posea condiciones laborales optimas, uno de esos factores es la iluminación, debido a que el ritmo de trabajo es alto y que la actual iluminación es deficiente se propone una iluminación artificial brinde un ambiente adecuado con 16 lámparas fluorescentes de 2 tubos de 40 Watts cada una, paralelo a ello la ventilación debe mejorarse debido a que en el estudio se observa que es un ambiente muy húmedo por lo que es necesario evacuar dicho factor.

6. El proceso de dosificado en el sistema actual, no es capaz de cumplir con las especificaciones. Con el sistema propuesto se reduce la pérdida de manera considerable, hasta llegar a tener únicamente 0.01 libras de dosificado de más, aumentando la eficiencia en mas del 100 % en el peso respecto al actual.
7. La inversión de este proyecto sería de Q 299,558.00, esto comparado con los excedentes de dosificado y de costo de oportunidad, que totaliza Q 561,557.45, y que refleja una recuperación de la inversión en un período no mayor de 7 meses, y genera un ahorro de Q 46,796.45 / mes por factores de peso y de velocidad en el llenado.
8. La propuesta planteada en este proyecto, aumenta de un 66.5% de eficiencia actual a un 96.75 % estimada, lo que refleja una notoriedad de eficiencia creciente en un 30.25 %.

## RECOMENDACIONES

1. Los estudios establecidos y los análisis correspondientes, así como los indicadores utilizados en el análisis económico son factores de peso para recomendar el proyecto propuesto, al hacerlo en el menor tiempo posible, aumentarían los ahorros y se involucraría a la empresa en post del desarrollo.
2. Incorporar rápidamente las nuevas tecnologías no sólo para alcanzar mejoras de eficiencia sino para innovar y crear ventajas competitivas. No basta con extraer valor y resultados económicos significativos de la implantación de soluciones tecnológicas ya realizadas o en curso. Es necesario también pensar en otras herramientas para mayor eficiencia, por ejemplo Internet, equipo y demás mejoras en estaciones de trabajo.
3. Para obtener un mejor rendimiento de trabajo, no basta con mejorar instalaciones, también hay que poner énfasis en el aspecto de salarios, que correspondan a la actividad que se desempeña, además de brindar un apoyo moral e incentivos personales, el incrementar eficiencia no significa eliminación de puestos de trabajo, sino encontrar dónde funciona mejor, los talentos y virtudes de cada persona.



*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

4. La aplicación de éste proyecto está sujeto a cambios monetarios con respecto al dólar producto de la inflación económica, por lo que es conveniente adecuar las proyecciones monetarias al tipo de cambio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. NIEBEL, Benjamín. **Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos**. México: Ediciones Alfa - Omega. 1990.
2. KOENIGSBERGER, Rodolfo. **Ingeniería Eléctrica 2**. Guatemala: s.d.e.
3. WALPOLE, Ronald. & Raymond Myers. **Probabilidad y Estadística**. 4ta. Edición. México: Editorial McGraw Hill. 1992.
4. SAMUELS, Sydney. **Preparación y evaluación de proyectos de infraestructura**. Guatemala: s.d.e.
5. **Manual de procesamiento de margarina en sistema Votator**. Cherry-Burrell Amca internacional.
6. **Manual de procesamiento y almacenaje margarina**. Gestenberg Engineering A/S. Dinamarca.
7. SPIEGEL, Murray. **Estadística**. 2da. ed. México: Editorial McGraw Hill. 1991.
8. ANDERSON, David & Swweeney, Dennis. **Estadística para administración y economía**. 7ma. ed. México: Internacional Thomson Editores. 1999.
9. SEVERS, W. & Degler, H. & Miles, J.. **Energía mediante vapor, aire o gas**. México: Editorial Reverté S. A..1992.
10. HENDRIX, M & Kellens, M. De Smet. **Nuevos desarrollos en fraccionamiento de aceite de palma**. Venezuela: AOCS Primer congreso latinoamericano. 1993.


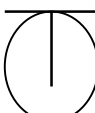
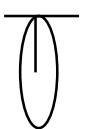


## ANEXOS

Tabla XVII. Reflectancia efectiva de cavidad de cielo (Pcc) y piso (Pcp) para reflectancias de 90, 80, 70 y 30 %. Para un Rcc o Rcp de 0 a 3

Reflectancia efectiva	90				80				70			50			
	% ref. Pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30
0		90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50
0.1		90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	49	49	48
0.2		89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47
0.3		89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	48	47	46
0.4		88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45
0.5		88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	47	46	44
0.6		88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43
0.7		88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42
0.8		87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	46	43	41
0.9		87	81	76	71	75	72	68	63	63	56	55	46	43	40
Rcp 1.0	Rcc	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	30
1.1		86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38
1.2		86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37
1.3		85	78	70	54	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36
1.4		85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35
1.5		85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34
1.6		85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33
1.7		84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32
1.8		84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32
1.9		84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31
2.0		83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30
2.1		83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29
2.2		83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29
2.3		83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28
2.4		82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27
2.5		82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27
2.6		82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26
2.7		82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26
2.8		81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25
2.9		81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25
3.0		81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24

Tabla XVIII. % Coeficientes de utilización para una distribución típica tipo A, B y C. Pcc de 80, 70 y 50

distribución Típica tipo de alumbrado	Pcc	80				70				50		
	Pp	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10
	Rca	Coeficientes de utilización, método cavidad zonal. Pcp = 20										
$\frac{0}{100}$   Tipo A 	1	86	84	82	79	84	81	79	77	77	75	74
	2	81	77	73	70	79	75	71	63	71	69	66
	3	76	40	66	62	74	69	65	61	66	63	60
	4	71	64	59	56	69	63	59	55	61	57	54
	5	67	59	54	50	65	58	53	49	56	52	49
	6	63	55	49	45	61	54	49	45	52	47	44
	7	59	50	45	41	57	49	44	41	48	43	40
	8	55	46	41	37	54	45	40	37	44	40	36
	9	51	43	37	34	50	42	37	33	41	36	33
	10	47	38	32	29	46	37	32	29	36	31	28
$\frac{0}{100}$   Tipo B 	1	73	70	68	66	71	68	67	65	66	64	63
	2	67	63	59	56	66	62	58	56	59	57	54
	3	62	57	52	49	61	56	52	48	54	50	47
	4	58	51	46	43	57	50	46	42	49	45	42
	5	53	46	41	37	52	45	40	37	44	40	36
	6	50	42	36	33	48	41	36	32	40	35	32
	7	46	38	32	29	45	37	32	29	36	32	28
	8	42	34	29	25	41	33	28	25	32	28	25
	9	39	31	25	22	38	30	25	22	29	25	22
	10	36	28	23	19	36	27	23	19	27	22	19
$\frac{0}{100}$   Tipo C 	1		98	96	95					92	91	90
	2		94	91	89					89	87	86
	3		90	87	85					87	85	83
	4		87	83	81					84	81	80
	5		83	80	77					81	78	76
	6		81	77	75					79	76	74
	7		78	74	72					76	73	71
	8		75	72	69					74	71	69
	9		73	69	67					72	68	66
	10		70	67	64					69	66	64

Pcc = porcentaje de reflectancia efectiva de cavidad de cielo.

Pp = porcentaje de reflectancia de paredes.

Rca = relación de cavidad de ambiente.

Tabla XIX. Factores de multiplicación para reflectancias de cavidad del piso del 20% , para 80, 70 y 50 de Pcc

Pcc	80				70				50		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10
1	1.09	1.08	1.07	1.07	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04
2	1.08	1.07	1.05	1.05	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03
3	1.07	1.05	1.04	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02
4	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01
5	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01
6	1.05	1.03	1.02	1.01	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01
7	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01
8	1.04	1.03	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01
9	1.04	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00
10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.03	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00

Tabla XX. Áreas bajo la curva normal de 0 a Z

Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.0000	0.004	0.008	0.012	0.016	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0754
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.091	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.148	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.17	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1955	0.195	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.219	0.2224
0.6	0.2258	0.2291	0.2324	0.2357	0.2384	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549
0.7	0.258	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.291	0.2939	0.2967	0.2996	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.334	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.377	0.379	0.381	0.383
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.398	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.437	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4716
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.475	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.483	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.485	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.489
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.492	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.494	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4959	0.4957	0.4959	0.496	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.497	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.498	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.499	0.499
3.1	0.4990	0.4990	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989	0.4989
3.6	0.4989	0.4989	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Tabla XXI. Factores utilizados en la construcción de diagramas de control

Número de observaciones de la muestra, n	Diagrama para los promedios				Diagrama para las desviaciones o factores para:										Diagrama para las amplitudes				
	factores para:				línea central					línea central					Factores para los límites de control				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	C <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	D <sub>1</sub>	1/d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	
2	2.12	1.88	2.66	0.8	0	3.27	0	2.21	1.13	0.89	0.85	0	3.69	0	3.27	0	3.27	0	3.27
3	1.73	1.02	1.95	0.89	0	2.57	0	2.28	1.69	0.59	0.89	0	4.36	0	4.36	0	4.36	0	4.36
4	1.5	0.73	1.63	0.92	0	2.27	0	2.09	2.06	0.49	0.88	0	4.7	0	4.7	0	4.7	0	4.7
5	1.34	0.58	1.43	0.94	0	2.09	0	1.96	2.33	0.43	0.86	0	4.92	0	4.92	0	4.92	0	4.92
6	1.23	0.48	1.29	0.95	0.03	1.97	0.03	1.87	2.53	0.39	0.85	0	5.08	0	5.08	0	5.08	0	5.08
7	1.13	0.42	1.18	0.96	0.12	1.88	0.11	1.81	2.7	0.37	0.83	0.21	5.2	0.08	5.2	0.08	5.2	0.08	5.2
8	1.06	0.37	1.1	0.97	0.19	1.82	0.18	1.75	2.85	0.35	0.82	0.39	5.31	0.14	5.31	0.14	5.31	0.14	5.31
9	1	0.34	1.03	0.97	0.24	1.76	0.23	1.71	2.97	0.34	0.81	0.55	5.39	0.18	5.39	0.18	5.39	0.18	5.39
10	0.95	0.31	0.98	0.97	0.28	1.72	0.28	1.67	3.08	0.32	0.8	0.69	5.47	0.22	5.47	0.22	5.47	0.22	5.47
11	0.91	0.29	0.93	0.98	0.32	1.68	0.31	1.64	3.17	0.32	0.79	0.81	5.53	0.26	5.53	0.26	5.53	0.26	5.53
12	0.87	0.27	0.89	0.98	0.35	1.65	0.35	1.61	3.26	0.31	0.78	0.92	5.59	0.28	5.59	0.28	5.59	0.28	5.59
13	0.83	0.25	0.85	0.98	0.38	1.62	0.37	1.59	3.34	0.3	0.77	1.03	5.65	0.31	5.65	0.31	5.65	0.31	5.65
14	0.8	0.24	0.82	0.98	0.41	1.59	0.4	1.56	3.41	0.29	0.76	1.12	5.69	0.33	5.69	0.33	5.69	0.33	5.69
15	0.78	0.22	0.79	0.98	0.43	1.57	0.42	1.54	3.47	0.29	0.76	1.21	5.74	0.35	5.74	0.35	5.74	0.35	5.74
16	0.75	0.21	0.76	0.98	0.45	1.55	0.44	1.53	3.53	0.28	0.75	1.29	5.78	0.36	5.78	0.36	5.78	0.36	5.78
17	0.73	0.2	0.74	0.98	0.47	1.53	0.45	1.51	3.59	0.28	0.74	1.36	5.82	0.38	5.82	0.38	5.82	0.38	5.82
18	0.71	0.19	0.72	0.98	0.48	1.52	0.48	1.5	3.64	0.27	0.74	1.43	5.85	0.39	5.85	0.39	5.85	0.39	5.85
19	0.69	0.19	0.7	0.98	0.5	1.5	0.49	1.48	3.69	0.27	0.73	1.49	5.89	0.4	5.89	0.4	5.89	0.4	5.89
20	0.67	0.18	0.68	0.98	0.51	1.49	0.5	1.47	3.74	0.27	0.73	1.55	5.92	0.41	5.92	0.41	5.92	0.41	5.92