

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

**DESARROLLO PARA EL PROCEDIMIENTO DEL USO DEL CARTÓN
CORRUGADO COMO MATERIAL DE EMPAQUE PARA VELAS
AROMÁTICAS EN PRESENTACIÓN DE PARAFINA**

Nancy Siboney Rivera Gularte
Asesorada por Inga. Carina Elizabeth Pacay Macz de Franco

Guatemala, marzo de 2004

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS* *Por su eterno amor y protección, por estar presente día con día, en cada etapa de mi vida; llenándome de bendiciones.*
- LA VIRGEN MARÍA* *Por que ha sido la guía en mi vida y modelo a seguir..*
- MIS PADRES* *Roberto Rivera Monroy y María Elena Gularte de Rivera, por su amor, esfuerzo y dedicación incondicionales; por ser unos padres ejemplares; con todo mi amor y respeto les agradezco.*
- MIS HERMANOS* *Alain Roberto y Aldo Fabián, por su paciencia, sinceridad y cariño, por su apoyo muchas gracias, los quiero mucho.*
- MI ESPOSO* *Rodolfo Velásquez por ser amigo y compañero en las buenas y las malas, por compartir su vida conmigo. Te amo mucho, gracias mi flaco.*
- MIS HIJOS* *Salvador Alexander y Andrés Roberto, mis dos luceros, porque son la razón de seguir adelante, por hacerme tan feliz y ser su madre. Los amo con toda mi alma.*
- MIS ABUELITOS* *Elena de Rivera y Carlos Rivera, por su cariño, que Dios los tenga a su lado.
Federico Gularte por su amor y enseñanzas. Siempre está en mis recuerdos.
Delfina de Gularte gracias por sus consejos sabios y su amor incondicional. Te quiero abuelita.*
- MIS TÍOS Y PRIMOS* *Gloria, Otto, Andrea, Otto René, Regina, Federico, Alex y Mónica. Por estar siempre presentes, por su amor y apoyo incondicional. Gracias por ser mi familia.*
- MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS* *Por brindarme su amistad en especial a Vanessa, Cindy y Vivi.*

Cada uno ha dejado huella en mí, esto es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS A:

INGENIERA CARINA ELIZABETH PACAY DE FRANCO

Por su asesoría para realizar con todo éxito este trabajo, muchas gracias por su dedicación y tiempo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar para lograr mi meta de ser una profesional, para servir a mi país y ser una mujer de bien.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VI
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
1. DEFINICIONES GENERALES	1
1.1 Historia del cartón corrugado	1
1.2 Definición y clasificación del cartón corrugado	3
1.2.1 Clasificación del cartón corrugado	5
1.2.1.1 Flauta A	5
1.2.1.2 Flauta B	6
1.2.1.3 Flauta C	7
1.2.1.4 Flauta E	7
1.3 ¿Qué es un empaque?	11
1.3.1 Definición	12
1.3.2 Aplicación del empaque	12
1.4 Tipos de empaque	13
1.4.1 Clasificación	13
1.4.2 Materiales	14
1.4.2.1 Papel y carton	14
1.4.2.1.1 Kraft no blanqueado	15
1.4.2.1.2 Papeles blanqueados	15
1.4.2.3 Plásticos	17
1.4.2.4 Metales	18

1.4.2.5	Vidrio	18
1.4.2.6	Madera y textiles	19
1.4.3	Manejo	19
1.5	Empaque de embalaje	20
1.6	Definición de empaque de embalaje	20
1.7	Importancia del empaque de embalaje	21
1.8	Diseño del empaque de embalaje	23
1.8.1	Factores generales y específicos a considerar en el diseño del empaque de embalaje.	23
1.8.1.1	Factores generales	23
1.8.1.2	Factores específicos	24
1.8.1.2.1	Requerimientos del producto	24
1.8.1.2.2	Requerimientos en el proceso de empaque	25
1.8.1.2.3	Requerimientos en el transporte	26
1.8.1.2.4	Requerimientos en la distribución	26
1.9	Materiales utilizados en el embalaje	27
1.9.1	¿Qué es paletizar?	28
2	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	31
2.1	Análisis del proceso en el departamento de empaque	31
2.2	Descripción del corrugado que se utiliza actualmente para empacar velas de parafina	34
2.2.1	Especificaciones	35
2.2.2	Aplicaciones	35
2.2.3	Finalidad	36
2.2.4	Manejo del corrugado	36
2.3	Problema actual del empaque	37
2.3.1	Problemática interna y externa	37
2.4	Descripción del proceso actual	40

3	DISEÑO DEL CORRUGADO	51
3.1	Factores que influyen en el diseño de una caja	51
3.1.1	Material de la vela	55
3.1.2	Cantidad de velas	56
3.1.3	Especificaciones del cliente	56
3.1.4	Destino final	57
3.2	Diseño del corrugado según la cantidad de velas a empacar	57
3.3	Número de cajas a estibar	57
4	DESARROLLO TÉCNICO DE EMPAQUE	59
4.1	Requerimientos específicos del cliente	59
4.1.1	Divisiones internas en una caja de cartón	60
4.1.2	Láminas <i>pads</i>	60
4.1.3	Las particiones o divisiones internas	60
4.2	Alternativas para el producto empacado	63
4.3	Pruebas que debe pasar el corrugado	63
4.4	Material de las velas	65
4.5	Características de las velas de parafina	66
4.6	Cantidad de velas	66
5	IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	69
5.1	Cantidad correcta de velas	69
5.2	Funcionalidad del corrugado escogido	70
5.3	Aprobación del cliente	71
5.4	Evaluación del corrugado a utilizar	71
5.4.1	Prueba piloto del corrugado	73
5.5	Análisis de resultados	74

5.6 Beneficios (ventajas/desventajas)	74
5.7 Propuestas de soluciones a corto y mediano plazo	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

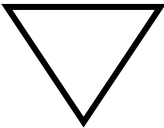
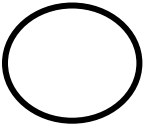
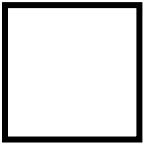
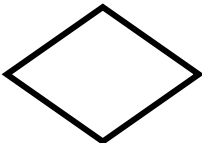
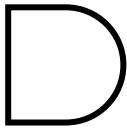
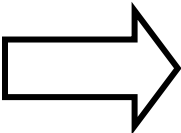

FIGURAS

1	Flauta “A”	6
2	Flauta “B”	6
3	Flauta “C”	7
4	Flauta “E”	8
5	Vista de las paredes del cartón corrugado	11
6	Secuencia de carga de un palet	29
7	Diagrama causa-efecto	38
8	Diagrama de Pareto	39
9	Etiqueta de fondo o <i>bottom pad</i> genérico	42
10	Etiqueta de fondo o <i>bottom pad</i> específico	42
11	Diagrama de flujo del proceso actual	44
12	Diagrama de recorrido actual	49
13	Datos importantes de las cajas corrugadas	53
14	Características básicas de una caja	54
15	Patrón del paletizado	58
16	Secuencia de tiraje o <i>drop test</i> de una caja	65

TABLAS

I	Información sobre la flauta A	6
II	Información sobre la flauta B	6
III	Información sobre la flauta C	7
IV	Información sobre la flauta E	8
V	Resistencia del cartón corrugado	9
VI	Comparación de resistencia y combinación para cartón flauta C	10
VII	Datos a considerar para desarrollar un empaque	62
VIII	Costo del corrugado propuesto y materiales a utilizar	72
IX	Ventajas y desventajas del corrugado desarrollado	74

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Almacenamiento
	Operación
	Inspección
	Decisión
	Demora
	Transporte
	Conector

GLOSARIO

- Button pad*** Etiqueta autoadhesiva de forma circular (o de la forma de la base de la vela) que se pega en la parte inferior de la vela, esta contiene información importante de seguridad, del fabricante de la vela, de la tienda que la distribuye, etc.
- Código de barras** Es una serie de líneas (barras) que en la parte inferior tienen distintos números; que al ser leídos con un aparato lector, despliegan importante información referente al producto.
- Drop test*** Esta es una prueba que se le realiza a todos los corrugados utilizados para las velas, ésta determina si la caja es capaz de proteger el producto del mal trato que se le pueda dar. La prueba trata de dejar caer la caja de una altura predeterminada, en varios puntos y luego examinar las velas para ver cualquier daño.
- Embalar o flejar** Cubierta de nylon y amarre con cincho plástico que se les hace a las tarimas para que éstas no se desplomen al ser trasladadas.
- Flautas** Son las dimensiones de longitud y altura de cada uno de los canales que forma el papel médium, determina en cada caso las cualidades para resistir compresión o golpes, según sus características.

<i>Front label</i>	Etiqueta autoadhesiva que se coloca en la parte frontal de la vela, la cual identifica el nombre de la vela y su fragancia.
<i>Inner</i>	Es una caja de cartón corrugado de menor dimensión que el <i>master</i> , se coloca dentro del <i>master</i> y sirve para dar una mayor protección a las velas y además es utilizada como unidad de distribución al momento de llegar al lugar de destino.
<i>Liners</i>	Son dos papeles de fibra natural de madera que se pegan por medio de un adhesivo de almidón.
<i>Master</i>	Es la caja de cartón corrugado que contiene, y protege las velas, puede ser de diferentes grosores y tamaños, dependiendo de la necesidad del producto que contenga.
<i>Medium</i>	Es el tercer papel que se adhiere a los <i>liners</i> , también de fibra natural de madera, tiene una forma acanalada o bien ondulada en su superficie.
<i>Pabulo</i>	Usualmente se le llama mecha; es la parte de la vela a la cual se le prende fuego.
<i>Pads</i>	Son pedazos de cartón que se colocan al fondo y arriba de las cajas para evitar que las velas sufran golpes en sus extremos superior o inferior.

Paletizar	Consiste en agrupar sobre una superficie plana (<i>pallet</i> o tarima) una cantidad de productos, cajas o cualquier tipo de unidad de despacho. La finalidad es conformar una unidad de manejo que pueda ser fácilmente transportada y almacenada (unidad de carga eficiente). También se le llama entarimar o empolinar.
Particiones	Son pequeños pedazos de cartón, que al intercalarlas dentro de la caja forman una serie de divisiones, las cuales ayudan a que las velas se sostengan mejor dentro de la caja y no se muevan con facilidad.
<i>Pillars</i>	Son velas aromáticas en forma de pilar, existen de diferentes tamaños, tanto el diámetro como la altura se describen en pulgadas.
RCT Prueba de anillo	Prueba que se le realiza al papel para determinar su resistencia a la compresión vertical por unidad de longitud. (RCT = <i>Ring Crush Test</i>).
Regla 41	Esta regla norma la resistencia que deberá tener una caja y la forma en que deberá ser físicamente construida la misma, según la clasificación que la regla proporciona para diferentes tipos de cartón. Además, establece las pruebas y la forma en que deben realizarse éstas para comprobar la resistencia de una caja en sus distintas características físicas.

<i>Shipping test</i>	Esta prueba trata de mandar la caja o bien un <i>pallet</i> completo a algún destino lejos, y luego que llegue a su destino final examinar la (s) caja(s) y determinar si hubieron pérdidas o no. Prueba de ruteo.
<i>Splicers</i>	Empalmes, son herramientas que facilitan una operación, como por ejemplo el cambio de rollo de papel de un equipo.
SSCC Código serial de contenedores embarcados	Se le llama también placa de identificación. Es un único número serial con el cual se identifica cada unidad o caja corrugada, que se embarca. SSCC (<i>Serial Shipping Container Code</i>).
<i>Top disk</i>	Es una pieza circular de PVC, la cual se coloca al momento del empaque de la vela, en la parte superior de la misma, con el fin de evitar golpes en la parafina y el pabilo.

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de graduación consiste en determinar los procedimientos necesarios para desarrollar un empaque que junto a otros materiales, sea funcional y económico.

Para obtener los resultados deseados en la caja corrugada para velas de parafina, se realizaron varias comparaciones y pruebas que fueron de mucha utilidad para el desarrollo de una caja de mayor durabilidad y funcionalidad.

La metodología utilizada para alcanzar dichos resultados es básicamente a prueba y error, ya que se desarrollan varios tipos de corrugados realizándoles las pruebas respectivas para determinar si son aceptables o no, y si cumplen con las necesidades de protección y presentación de las velas aromáticas de parafina.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que es el corrugado con paredes más anchas, junto con la utilización de material de esponja; la mejor opción a tomarse para que protejan un producto tan delicado de manejar. Este empaque es presentable, durable, funcional y seguro, características necesarias cuando se tiene mucho manejo de producto.

OBJETIVOS

General

- Desarrollar e implementar los procedimientos para el uso del cartón y otros materiales para el empaque de velas aromáticas de parafina.

Específicos

1. Establecer las especificaciones generales con las que debe cumplir un corrugado
2. Aportar un documento que pueda servir como fuente de consultas y resolución de dudas de toda aquella persona interesada en el tema del cartón corrugado para velas de parafina.
3. Establecer un empaque de calidad y con el menor desperdicio.
4. Implementar un empaque que llene los requerimientos tanto de protección como de mercadeo.
5. Presentar los métodos a utilizar en el desarrollo de un nuevo procedimiento de empaque en velas aromáticas de parafina.

INTRODUCCIÓN

El empaque de cartón corrugado para velas aromáticas es importante debido a que existen diferentes formas en que se pueden empacar las velas de parafina, no solamente se trata de introducir un producto en una caja de cartón, de agregar funcionalidad y presentación al corrugado.

El empaque debe ser considerado como una de las secuencias importantes en la producción de bienes para el consumo masivo. No solamente se trata de proveer un recubrimiento al producto, sino de contar con un empaque que también sea durable y atractivo para el consumidor.

El cartón corrugado es un empaque de embalaje, que ha sido utilizado básicamente como protección de bienes de consumo, que se ofertan al consumidor en grandes centros de distribución. Sin embargo, en un mercado tan cambiante y orientado a la atención personalizada en el servicio, amenazado por la competencia internacional, muchos productos y sus insumos han cambiado para poder ser más agresivos y competitivos en el mercado. El cartón corrugado no ha sido la excepción y en los últimos años se ha visto sujeto a cambios radicales que han permitido con este material, desarrollar empaques que además de proteger al producto en sus traslados, cumplen con una función de presentación y mercadeo que se adecuan a las actuales condiciones de distribución.

Este trabajo será de mucha utilidad al estudiante universitario o al profesional que esté interesado en conocer el amplio campo del empaque, ya que se tiene la idea errónea que solamente se debe utilizar una caja de cartón e introducirle una cierta cantidad del producto, sin preocuparse por todo lo que pueda traer esto. Se debe estudiar el número ideal de producto dentro de una caja, el material posible a utilizar para protegerlo, el manejo y temperaturas al que será expuesto, número de cajas a estibar, además de muchos otros detalles, ya que al no considerar todos estos datos, el empaque que se utilice será un fracaso, dando como resultado daños cuantiosos y costos innecesarios.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

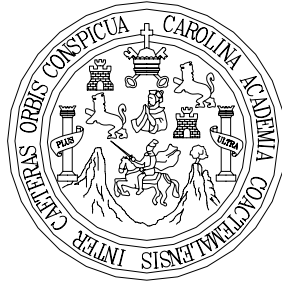
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DESARROLLO PARA EL PROCEDIMIENTO DEL USO DEL CARTÓN
CORRUGADO COMO MATERIAL DE EMPAQUE PARA VELAS
AROMÁTICAS EN PRESENTACIÓN DE PARAFINA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha 22 enero de 2003

Nancy Siboney Rivera Gularte

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO PARA EL PROCEDIMIENTO DEL USO DEL CARTÓN
CORRUGADO COMO MATERIAL DE EMPAQUE PARA VELAS AROMÁTICAS
EN PRESENTACIÓN DE PARAFINA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

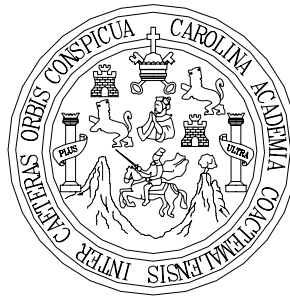
NANCY SIBONEY RIVERA GUIARTE

ASESORADA POR ING. CARINA ELIZABETH PACAY DE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2004

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	Lic. 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. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortez Urioste
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo García Roque
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

1. DEFINICIONES GENERALES

1.1 Historia del cartón corrugado

En Francia, en 1837, surge la primera línea férrea utilizada como medio de transporte de carga y con ella la necesidad de poder empacar de una manera adecuada algunos de los productos que se transportaban. Los sacos de kenaf que eran utilizados desde el siglo pasado para empacar los granos básicos, se adaptaron convenientemente para el transporte en las bodegas de los trenes, pero existían productos con diferentes consistencias, los cuales requerían un empaque que los contuviera y a la vez los protegiera. En 1865, en Estados Unidos aparece un sistema de empaque que consistía en una lámina plana y una acanalada, ambas de papel, adheridas una sobre la otra. Este empaque además de ser flexible, absorbía los golpes que pudiera recibir el mismo, esto por el amortiguamiento que ofrecía la lámina acanalada de papel; este empaque se utilizaba para empacar sombreros de copa, los cuales eran distribuidos por todo el país.

Al parecer el origen del papel ondulado se relaciona con los sistemas empleados en lavandería, ya que en los mismos se extrae agua mediante sistemas de presión. Sistema similar que se utiliza para ondular el cartón, que consiste en aplicarle cierta cantidad de vapor, para moldearlo en cilindros especiales.

Entre los primeros usos del papel ondulado puede citarse el de 1856; la aplicación en sombreros para dama.

En el año 1871, el norteamericano Albert Jones, es el inventor del corrugado al colocar dos láminas planas de cartón y una acanalada en el medio de las mismas, con lo que se logró una mayor rigidez. El cartón corrugado cobra gran auge a principio de siglo XX durante la Revolución Industrial, se empieza a utilizar para contener productos livianos como lo son galletas y cereales en polvo. Pronto por sus buenos resultados, la caja de cartón fue utilizada en embarques y compañías de transporte terrestre. La caja de cartón corrugado probó ser un contenedor de embarque seguro, liviano, de bajo costo y muy versátil.

En 1874 Oliver Long patentó el concepto de agregar un papel de fibra natural o liner a uno de los lados del papel corrugado y así evitar que la ondulación perdiera su forma. Posteriormente se agrega un papel (*liner*) más dando lugar a una serie de desarrollos que permitieron llegar en 1894 a las cajas de cartón. Wells Fargo uno de los principales transportistas de carga de la época desarrolló una serie de pruebas que permitieran validar el uso del cartón corrugado en sus ferrocarriles. Las cajas funcionaron a satisfacción con un peso y costo menor que las de madera.

De la misma forma que Wells Fargo desarrolló pruebas, otros transportistas fueron igualmente cautelosos, este proceso derivó en reglas severas para el uso del cartón corrugado ya que algunos magnates del ferrocarril previeron la reducción de su venta de madera para las cajas de madera. Finalmente en 1914 estas reglas son calificadas como discriminatorias por la Comisión de Comercio Interestatal, lo que permitió un desarrollo explosivo de la industria del corrugado en los años siguientes.

El uso de cajas de cartón fue creciendo paralelamente con la industria, y cuando surgieron cambios como las refrigeradoras en lugar de las hieleras y los televisores en vez del radio; los fabricantes de cartón corrugado ofrecieron nuevos diseños para el empaque de los nuevos productos.

El uso del cartón fue tan diverso que pronto se utilizó para contener alimentos frescos, enlatados, farmacéuticos, químicos, etc. y se adecuó en todos los casos a las necesidades específicas de empaque y transporte de cada producto. Se crearon variedad de formas, así como recubrimientos que dieran mejor presentación y resistencia en procesos específicos, como por ejemplo , la parafina que se utiliza en productos perecederos y que necesitan de mucha humedad.

1.2 Definición y clasificación del cartón corrugado

El cartón es un material de empaque de embalaje que se forma de la adhesión de tres papeles especiales producidos en fibra natural de madera, a través de un adhesivo de almidón de maíz. Dos de los papeles se conservan en forma plana laminar y son llamados *liners*, y un tercero que se adhiere entre los dos *liners* y posee un forma acanalada en su superficie es llamado *medium*.

La forma física del cartón corrugado permite a este ser un material de gran resistencia a cargas de tensión y compresión, basado en la combinación de dos formas arquitectónicas: el arco y la columna. El arco permite la absorción de impactos en alguna de sus superficies que son amortiguados por los espacios vacíos que se forman entre cada una de las caras y el papel acanalado, las cuales funcionan como bolsas de aire que absorben los golpes.

La columna, que es el arco pero en sentido transversal, presenta la característica especial de resistir cargas de compresión sobre las paredes del mismo, ya que por su forma se constituyen en una pared reforzada por la columna central, que es el papel acanalado.

Las mayores aplicaciones del cartón corrugado como empaque de embalaje se presentan en productos que por sus características necesitan una protección contra condiciones de la atmósfera en que se almacena y se transportan; y que a la vez deben ser contenidos y embalados en unidades adecuadas en un contenedor que permita transportarlos fácilmente y con la correcta protección.

El cartón corrugado en forma de caja es el contenedor más utilizado para el embalaje de productos de consumo masivo. Por su naturaleza de material reciclable no contaminante, por sus características físicas de resistencia, y por su versatilidad para construir empaques que se adecuan a las características y presentaciones de los productos, el cartón corrugado hoy es uno de los materiales más utilizados en el embalaje de producto.

Hace aproximadamente 100 años se desarrolló el proceso kraft para extraer pulpa de la madera. Esta fibra superior en resistencia a las anteriores fue empleada rápidamente por los corrugadores.

Mejoras en el proceso de fabricación de papel permitieron ampliar el rango de gramajes y calibres disponibles. También se desarrollaron aditivos químicos para mejorar la resistencia a la humedad y la estiba.

Las corrugadoras han incrementado sus velocidades de conversión, *splicers* o empalmes son utilizados para realizar cambios en los rollos de papel sin necesidad de detener el equipo.

1.2.1 Clasificación del cartón corrugado

La clasificación del cartón corrugado está definida por la capacidad de resistir cargas de compresión y de absorber golpes sobre su superficie, sin permitir que el producto se dañe. Está determinada por las características físicas de la formación del corrugado, es decir, se diferencian por las medidas que tienen entre cada uno de los arcos.

Las dimensiones de longitud y altura de cada uno de los canales que forman el papel medium, determinan en cada caso las cualidades para resistir compresión o golpes, según sus características.

Estas especificaciones para el acanalado, en conjunto, son llamadas flautas, y según sea el caso, existen diferentes tipos de flautas, cada una con una especialidad diferente.

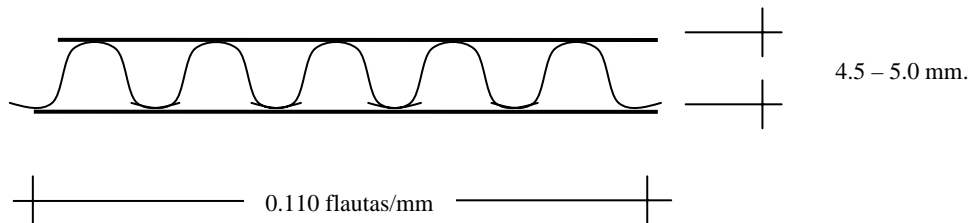
1.2.1.1 Flauta A

El arco que describe el papel acanalado en esta flauta es el mayor de todos en altura y longitud. Esta flauta ofrece una buena resistencia a la compresión por las características de su arco, pero no así a la absorción a los golpes, pues la altura del arco permite que éste sea fácil de vencer por la presión que pueda ejercerse sobre él.

Tabla I. Información sobre la flauta A

Núm. de flautas x metro lineal	110 – 120
Altura de la flauta (milímetros)	4.5 – 5.0
Longitud aprox. de la flauta (milímetros)	8.3 – 9.0

Figura 1. Flauta A



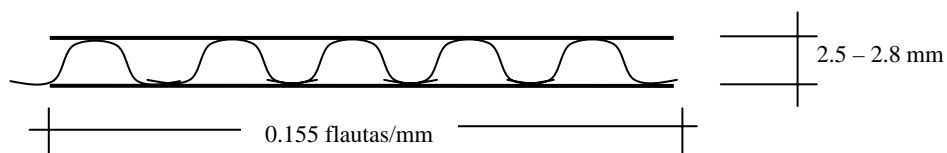
1.2.1.2 Flauta B

Al contrario de la anterior, la flauta B describe un arco bastante bajo y corto de longitud; esta característica le da resistencia especialmente para absorber golpes o presión sobre la cresta o punta de los canales, sin que pierdan éstas su estructura, sin embargo, por ser cortas y bajas no ofrecen mucha resistencia a las fuerzas de compresión.

Tabla II. Información sobre la flauta B

Núm. de flautas x metro lineal	155 - 165
Altura de la flauta (milímetros)	2.5 - 2.8
Longitud aprox. de la flauta (milímetros)	6.0 - 6.4

Figura 2. Flauta B



1.2.1.3 Flauta C

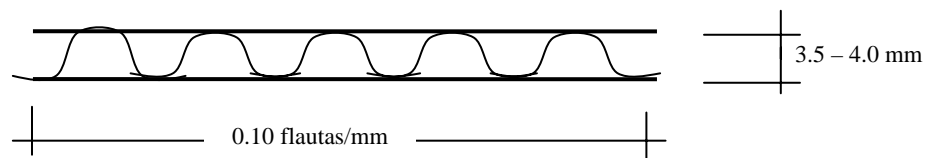
El intermedio entre la flauta A y B, lo constituye la flauta C, con un arco regular en altura y longitud ofrece buena resistencia a fuerzas de compresión y absorbe aceptablemente los golpes en su superficie.

Comercialmente la flauta C es la más utilizada, pues sus características la hacen muy versátil, sin ser específica para usos determinados.

Tabla III. Información sobre la flauta C

Núm. de flautas x metro lineal	125 – 135
Altura de la flauta (milímetros)	3.5 – 4.0
Longitud aprox. de la flauta (milímetros)	7.5 – 8.0

Figura 3. Flauta “C”



1.2.1.4 Flauta E

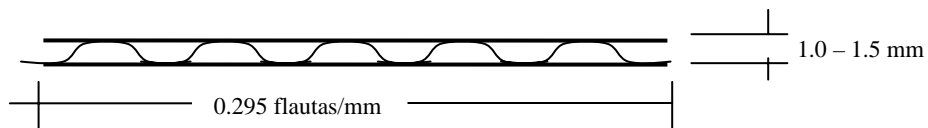
También llamado micro corrugado, es una línea especial del cartón con un arco muy pequeño, que ofrece menor resistencia a la compresión que todas las otras flautas, pero es excelente para conservar su estructura que resiste cargas sobre sus pequeñas flautas. Tiene aplicación especial en cajas que requieren formas estéticas pero que no

contienen un peso muy grande. Su presentación es mucho menos rústica que el cartón de otras flautas.

Tabla IV. Información sobre la flauta E

Núm. de flautas x metro lineal	280 – 300
Altura de la flauta (milímetros)	1.0 – 1.5
Longitud aprox. de la flauta (milímetros)	3.3 – 3.6

Figura 4. Flauta “E”



Cada una de las flautas tienen aplicaciones específicas, sin embargo la flauta C puede considerarse como la flauta estándar para aplicaciones comerciales; la elaboración de cada una dependerá de la orientación del productor.

La otra parte del cartón corrugado son los *liners*. Estos son producidos de fibra virgen de madera y pulpa de papel reciclado y constituyen las superficies de la pared del cartón corrugado. Como es normal, cuanto más gruesa sea esa superficie, mayor será su capacidad resistiva para cualquier esfuerzo.

La resistencia en los papeles *liners* se mide por su capacidad para soportar golpes sin estallarse o romperse y para soportar cargas sin vencerse o doblarse. La clasificación

de estos papeles se da según su grosor o más bien su peso por área, y cuanto mayor sea el mismo, mayor será su capacidad resistiva para cualquier esfuerzo.

Los papeles *liners* se denominan por una letra y un número: la letra se antepone al número y designa el tipo y la configuración del papel, por ejemplo, una “K” significa que el papel es de color y configuración kraft. El número significa el peso por área del papel llamado gramaje o calibre del mismo; es esta clasificación la que define su resistencia.

Tabla V. Resistencia del cartón corrugado

Tipo de liner	Peso por área	Resistencia a la explosión *	Resistencia a la compresión +
K 26	26 lb/1000 pies ²	62.5 lb	42 lb/plg
K 38	38 lb/1000 pies ²	87.5 lb	72 lb/ plg
K 42	42 lb/1000 pies ²	100.0 lb	78 lb/ plg
K 69	69 lb/1000 pies ²	137.5 lb	141 lb/ plg
K 90	90 lb/1000 pies ²	175.0 lb	158 lb/ plg

* Esta resistencia mide la fuerza mínima de presión que debe ejercerse sobre el papel para estallar.

+ Resistencia experimental en prueba RCT.

En conjunto, la estructura del arco que describe el papel *medium* y el grosor de los papeles *liners* que forman, dan una resistencia específica al cartón.

Para garantizar a los consumidores de cartón corrugado que están recibiendo su producto acorde a las necesidades de embalaje y que responde al precio que estén pagando por el mismo, existe la llamada regla 41. Esta regla norma la resistencia que deberá tener una caja y la forma en que deberá ser físicamente construida según la clasificación que la misma regla proporciona para diferentes tipos de cartón. Además, establece las pruebas y la forma en que deben realizarse estas para comprobar la resistencia de una caja en sus distintas características físicas.

La siguiente es una tabla que ilustra los diferentes tests existentes en el mercado y la combinación de papeles que debe de formar a cada uno de ellos según la Regla 41.

Tabla VI. Comparación de resistencia y combinaciones para cartón de flauta c

Test	Resistencia a la explosión	Combinación de papeles
125	120 – 130 lb/plg ²	Primera capa: <i>liner</i> K26 en medio: C26 Segunda capa: <i>liner</i> K26
175	170 – 180 lb/plg ²	Primera capa: <i>liner</i> K38 en medio: C26 Segunda capa: <i>liner</i> K38
200	195 – 205 lb/plg ²	Primera capa: <i>liner</i> K42 en medio: C26 Segunda capa: <i>liner</i> K42
275	270 – 280 lb/plg ²	Primera capa: <i>liner</i> K69 en medio: C26 Segunda capa: <i>liner</i> K69
350	345 – 355 lb/plg ²	Primera capa: <i>liner</i> K90 en medio: C26 Segunda capa: <i>liner</i> K90

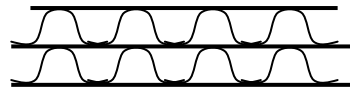
En el caso de que se combinaran dos tipos de cartón con la misma combinación de papeles, pero con distinto tipo de flauta; la variación a la resistencia a la explosión no variaría mucho, pero su resistencia a la compresión sí, y lo haría considerablemente.

Otro tipo de cartón que también es utilizado en el mercado es el cartón de paredes múltiples; pues bien el cartón de una pared o cartón sencillo está formado por un papel llamado *liner*, un papel acanalado llamado *medium*, y otro *liner*; cuando existe otro papel acanalado y otro papel plano adheridos a la combinación anterior, se le llama cartón de doble pared. Puede haber cartones hasta de triple pared.

Figura 5. Vista de las paredes del cartón corrugado



Corrugado simple



Corrugado doble pared

1.3 ¿Qué es un empaque?

El empaque es una de las secuencias más importantes en la producción de los artículos que son destinados a mercados de consumo o industriales competitivos. No sólo consiste en el hecho de proveer a un producto de un recubrimiento necesario para salir al mercado, sino que es un sistema que puede llegar a ser determinante en el éxito que alcance el bien producido.

El empaque es una fuerte herramienta para el mercadeo de un producto, al poder agregarle colores, formas y grosores se convierte en la principal estrategia para llamar la atención del consumidor y cumplir con las funciones de contener, proteger, dispensar, identificar, atraer y vender.

La efectividad del empaque principia con el entendimiento de los requerimientos del producto y del mercado y termina con los resultados de las ventas obtenidas.

1.3.1 Definición

El empaque es la parte de un producto que contiene y protege el mismo, a la vez que representa un atractivo visual que lo identifica o diferencia de otros y representa un control en la cantidad que se desea comercializar.

1.3.2 Aplicación del empaque

La aplicación más importante del empaque es la de contener un producto no olvidando su función principal, la protección del mismo. Las funciones principales con las que un empaque debe de cumplir son

- a) Proteger: Todo empaque debe ser capaz de proteger de cualquier daño común que pueda sufrir un producto desde su fabricación hasta que es consumido. Los productos pueden sufrir daños en su almacenamiento, transporte o incluso después de haber sido utilizados parcialmente, por lo que el empaque debe mantenerlo en buen estado, no importando en qué parte del proceso esté.
- b) Contener: El empaque de un producto desarrolla una función básica al contener las cantidades ofrecidas al consumidor de un producto que antes de empacarse se encuentra a granel.
- c) Identificar: En el empaque muchas veces se escriben datos importantes tanto para el productor como para el consumidor; convirtiéndose en un medio de comunicación muy importante.

Los datos que se pueden encontrar en los empaques son códigos de barras (que contiene precio, estilo, y otros datos), forma de uso, tipo de manejo, etc.

- a) Dispensar: El empaque brinda al consumidor el medio necesario para utilizar un producto en el momento en que lo desee y en las cantidades requeridas, y es posible también en algunos casos almacenar el remanente del mismo, en su empaque original.

- b) Atraer: Un empaque bien diseñado puede ser el atractivo para el consumidor. Debe estar claramente impreso, en colores, y que identifique claramente al producto diferenciándolo de otros.

- c) Mercadeo: Las funciones de identificar, comunicar, atraer y proteger; son básicas en el mercadeo de un producto, por lo que resulta ser una función derivada al cumplir con las anteriores.

1.4 Tipos de empaque

1.4.1 Clasificación

Generalmente los empaques se clasifican en dos tipos básicos

- a) El de protección: el principal objetivo del empaque protector es suministrar protección, control de cantidad o de tamaño de la unidad y proporcionar un medio apropiado de contener el material durante el traslado o su almacenamiento. El empaque protector debería consumirse o emplearse de nuevo.

- b) El decorativo: es aquel que se requiere para proporcionar atracción de venta.

En algunos casos estas dos clasificaciones llegan a ser inseparables ya que la mayoría de empaques decorativos deben tener alguna cualidad protectora y algunos empaques protectores deben generar ventas.

Otras de las clasificaciones que son importantes mencionar se basan en las características físicas del material que forma el mismo; existen los siguientes tipos:

- a) Empaques rígidos: formados de cualquiera de los siguientes materiales: vidrio, madera, metal, plástico, pvc, cartón, cartón chip.
- b) Empaques flexibles: polipropileno, polietileno, bolsas de papel multicapas y de una sola capa, plástico termoencogible, cartoncillo.

1.4.2 Materiales

1.4.2.1 Papel y cartón

En la actualidad todavía los materiales que más prevalecen en el campo del empaque son el papel y el cartón, ya sea por sí solos, juntos o combinados con otros materiales de empaque. En cualquier producto son muchos los tipos de papel y cartón que se encuentran.

A continuación se presentan los tipos básicos de papel y cartón para empaque y sus características

1.4.2.1.1 Papel kraft no blanqueado (puro)

Papel ordinario de color café, hecho de maderas coníferas. El papel kraft ordinario es el más económico y resistente de los papeles, esto se debe al bajo costo de su materia prima y de los métodos eficientes de producción en masa que existen. Su resistencia a la tensión y el desgarre está relacionada con las fibras largas de las maderas coníferas y su propiedad de pegarse unas con otras después de que se forma el papel, su rigidez o flexibilidad dependerá del grosor. Con un buen acabado su superficie resulta apta para imprimirla.

Hay cuatro usos principales para el papel kraft: sacos de papel y bolsas de tiendero, sacos para empaque, papel para envoltorios y papeles engomados y asfálticos.

1.4.2.1.2 Papeles blanqueados

Este tipo de papeles se caracterizan por su apariencia clara y blanca necesarias para impresiones de alta calidad. Están hechos de pulpa de maderas suaves de fibras largas y de pulpa de maderas duras de fibras cortas, la primera le proporciona resistencia y la segunda la suavidad. Los usos finales a los que se destinan estos papeles son muy diversos, pero se pueden clasificar en dos categorías: aquellos que son principalmente funcionales y los que son funcionales y promocionales. Los papeles funcionales incluyen laminados y envoltorios internos, las demandas de impresión de éstos son simples, requieren trabajo en un solo color para información de identificación.

Generalmente son papeles gruesos y pueden tener un alto grado de impermeabilidad y resistencia a la humedad. Los papeles promocionales además de cumplir una misión funcional, permiten ser impresos de una forma excelente. La mayoría están revestidos o supercalandriados para proporcionar una buena recepción a la tinta en su superficie.

A continuación se nombran algunos de los papeles más utilizados en el mercado

- a) **Papel pouch:** este papel se utiliza para hacer bolsas, a partir de rollos. Es un papel kraft resistente, plegable, opaco, generalmente blanqueado, especialmente refinado, con un alto grado de plasticidad y supercalandriado al igual que el papel glasé, su superficie permite muy bien la impresión.

- b) **Papel glasé:** es un papel supercalandriado con una superficie muy tersa, alta densidad y transparencia, aunque puede opacarse, translucirse o colorearse agregando aditivos a la pulpa refinada durante el proceso que sufre obtiene un alto grado de hidratación, con el fin de aumentar su resistencia a la grasa, manteca y aceite. Además de ser resistente a la grasa, se puede proveer de una barrera contra la humedad, vapor y agua, encerándolo, laminándolo o revistiéndolo. Debido a su alta densidad no permite el traspaso de aromas y olores, por lo que se utiliza mucho para empacar alimentos, como sopas deshidratadas, gelatinas en polvo, papalinas y otros.

- c) **Papel pergamino:** este tipo de papel se manufactura sumergiendo papel no resinoso en una solución concentrada de ácido sulfúrico, pasándolo por una operación de lavado, neutralización y dejándolo secar. El resultado es un material translúcido, denso, libre de fibras sueltas, estéril, resistente a la humedad y a la grasa; se utiliza para mantequilla, vegetales húmedos, carnes, etc.

- d) **Papel *tissue*:** el uso principal es como envoltorio interior. Puede tener una superficie áspera o tersa, su grado de opacidad o transparencia se puede variar y la formación de sus fibras se puede abrir (papel absorbente, poroso) o cerrar (no absorbente). Este papel puede ser encerado o impregnado con resinas o químicos para impartirle resistencia a la humedad e inhibir corrosión y crecimiento de hongos y bacterias.

- e) **Cartón sin blanquear:** es el material que en volumen de toneladas es el que más se utiliza para empaacar. El mayor uso de este cartón es como: empaque corrugado para embarques, toneles de fibra, latas compuestas y cajillas de bebidas. Existen cuatro principales clases de papeles sin blanquear: cartón kraft liso, cartón de yute liso, cartón corrugado y cartón chip. Los revestimientos más comunes son el de polietileno contra la humedad, el de resinas de silicones para interiores de recipientes que van a contener productos pegajosos y el que se aplica después de la impresión para protegerla y darle una mejor apariencia. Cajas de cartón corrugado impregnadas con cera se utilizan para el empaque de productos congelados, el cartón liso se emplea en la fabricación de toneles livianos para aceites principalmente.

- f) **Cartón blanqueado:** representa un 40% del mercado de cajas de cartón. Se le prefiere por su blancura, apariencia y sus características sanitarias que lo hacen ideal para muchas mercancías modernas. El cartón blanco sólido está hecho de pulpas vírgenes.

1.4.2.1.3 Plásticos

Los plásticos han venido a convertirse en uno de los materiales más empleados en empaque, rivalizando con el papel, cartón, metales y vidrio en un creciente número de mercados. Hay una docena o más de resinas termoplásticas y tres termoestables que son las más importantes en empaque. El polietileno es el plástico que más se utiliza en empaque. Otros plásticos de importancia cada vez mayor en empaque son el polietileno, vinyl celulósicos, polipropileno, nylon y acrílicos.

1.4.2.1.4 Metales

Los recipientes metálicos surgieron por la necesidad de un empaque que pudiera preservar alimentos. Actualmente latas de acero inoxidable, aluminio y fibras metálicas se utilizan para envasar infinidad de productos no alimenticios, desde pinturas, barnices, aceites, químicos, hasta tabacos, drogas, cosméticos y otros artículos de uso personal.

1.4.2.1.5 Vidrio

Los recipientes de vidrio, especialmente botellas, abarcan un amplio sector del mercado de empaques rígidos. Si el empaque necesita llenar los siguientes requisitos debe considerarse el vidrio

- a) **Visibilidad:** el producto tiene buena apariencia, necesita identificación instantánea, comprobación de la calidad y cantidad.
- b) **Ser inerte:** si el producto lo demanda, especialmente productos alimenticios, farmacéuticos, y drogas.
- c) **Resistencia, rigidez y vida en anaqueles:** si el producto va a permanecer mucho tiempo en estanterías o anaqueles, el vidrio puede ser la solución.
- d) **Vuelta a usar:** si el producto no se va a consumir de una sola vez existen tipos modernos de cierre que hacen abrir y vuelta a cerrar, factible y fácil.
- e) **Personalidad:** si el producto debe de tener individualidad, hay una gran cantidad de moldes y tallas disponibles.

- f) Economía: el vidrio es el más barato de los contenedores rígidos, debido al bajo costo de su materia prima.

1.4.2.1.6 Madera y textiles

Se utiliza más que todo para productos finos por la excelente presentación que presta.

1.4.3 Manejo

El empaque para manejo y embarque está destinado a cumplir las siguientes funciones:

- Protección del contenido a condiciones creadas: golpes, vibración y otras condiciones resultantes del modo de transportarlo, manejarlo y almacenarlo.
- Preservación del contenido, condiciones naturales, humedad, luz solar, temperatura, polvo y atmósfera corrosiva.
- Unificar el contenido para ser manejado, embarcado y almacenado eficientemente.
- Agregarle movilidad al contenido, el empaque mismo tiene un diseño que permite su fácil movimiento y ordenamiento al transportarlo y manejarlo en el período de distribución.
- Empaque y desempaque fácil y rápido, además de ser seguro contra sustracciones no deseadas.
- Proveer fácil identificación del contenido.
- Llenar las condiciones anteriores al menor costo.

Contenedores corrugados, cajas de madera, jabs y *pallets*, barriles de acero y fibra, toneles y costales, bolsas de gran resistencia, cajas de aluminio y plásticas, y una gran variedad de materiales de relleno, están a disposición de los productores.

1.5 Empaque de embalaje

Es el que proporciona protección al producto, lo contiene y lo hace manipulable en este proceso.

El empaque de embalaje es una de las secuencias más importantes en la producción de los artículos que son destinados a mercados de consumo o industriales competitivos.

Se debe considerar como una operación clave en el proceso de fabricación, pues de la calidad y versatilidad de éste, depende el estado en el que el producto será entregado al cliente final.

1.6 Definición del empaque de embalaje

Es la secuencia que sigue la comercialización de un producto, que se ocupa principalmente en el manipuleo desde el momento en que éstos se producen hasta que se entregan al consumidor o usuario final.

Un empaque de embalaje debe cumplir con las siguientes funciones

- Unitarizar o contener: generalmente el empaque de embalaje contiene más de una unidad de la presentación que se ha elegido llevar al consumidor. La unidad de embalaje se escoge de acuerdo con los costos, manejo en transporte y en la distribución, la forma en que se debe diseñar un empaque de embalaje tanto en forma, como en número de unidades que contiene material que se va a utilizar.

- Proteger: el empaque de embalaje debe proteger el producto que recubre, para no perder la inversión que se ha hecho en el mismo.
- Identificar: por lo general el empaque de embalaje lleva alguna identificación del producto, tanto unidades, contenidos y presentaciones, así como también las recomendaciones que se deben seguir para el manejo.

Las funciones de dispensar, atraer, mercadear, que también son parte de las funciones del empaque, en el caso de los embalajes no son básicas y por lo tanto no llegan al consumidor final. Sin embargo, el poder utilizar el empaque de embalaje como dispensador que atrae y mercadea, tiene una especial importancia en la reducción de costos y la innovación en el ciclo de un producto, y en muchos casos llega a ser una muy conveniente opción.

1.7 Importancia del empaque de embalaje

Se le da una importancia especial a este tema, ya que el empaque de embalaje garantiza que el producto llegará a su destino en óptimas condiciones, las mismas condiciones que tenía al momento de haber sido producido en la fábrica. El empaque de embalaje debe evitar que el producto sufra algún cambio drástico y que ocasione su pérdida total o rechazo por parte del cliente, ocasionando así costos innecesarios al productor.

Entre los costos asociados al embalaje por ineficiencias se destacan

- Costos de daños al producto debido a fallas del empaque por ser inadecuado, o por no existir.

- Costos de flete y almacenamiento por no optimizar espacio disponible, al no contar con el diseño idóneo para el empaque de embalaje.
- Costos de ineficiencias en las operaciones de manejo y movimiento mecánico, al no contar con un adecuado diseño de empaque.
- Costos de ineficiencias en la línea de producción por un mal diseño de envasado o empaque.
- Oportunidad de mercadeo perdido por no contar con sistema adecuado de empaque que permita dispensar con facilidad el producto o que no sea atractivo para el mayorista o distribuidor por razones de espacio y manipuleo.

Por otro lado, es bueno también mencionar los costos propios de inversión en los que se incurre, por un mal empaque de embalaje:

- Costo de la mano de obra para el empaque del producto.
- Costo del material de empaque para el embalaje.
- Costo de flete, seguro y manipuleo.

En general, cuanto mayor es el costo de inversión, más aumenta el nivel de protección del producto, por lo que se disminuyen los costos por pérdidas, daños e ineficiencias. La localización de un punto óptimo del costo total mínimo, es dificultosa por la imprecisión de las evaluaciones de pérdidas y daños, de costos de reposición, la imagen de la empresa, costos de oportunidad, etc. y por la propia evaluación del embalaje. Este punto límite entre altos costos de empaques y bajos costos de empaques es el objetivo de la ingeniería de empaque.

1.8 Diseño del empaque de embalaje

1.8.1.1.1 Factores generales y específicos a considerar en el diseño del empaque de embalaje

1.8.1.1 Factores generales

Todo empaque para cumplir con la finalidad de proteger el producto, debe tener en consideración los siguientes factores de riesgo

- Roturas debido al manejo brusco, golpes, choques, presiones, vibraciones, etc., y otros factores que se pueden dar a la hora de manejarlo, transportarlo y almacenarlo.

- Que sufra de contaminación debido al polvo, productos químicos, humedad, gases, atmósfera corrosiva, condiciones naturales o algún otro elemento tóxico perjudicial.

- Inestabilidad química de los productos, debido a la acción del tiempo, luz solar, aire u otros factores tanto físicos como químicos o temperaturas extremas y humedad.

- Absorción de olores y sabores ajenos al producto.

- Identificación incorrecta del producto, como consecuencia de deterioro de las etiquetas, expuestas al ambiente externo.

1.8.1.2 Factores específicos

Los requerimientos, en el empaque, son esenciales e importantes a la hora de diseñarlo. A través de conocer las características, propiedades, cambios físicos o químicos, etc. que pueda sufrir un producto se inicia la tarea de diseñar el empaque que mejor se adapta a sus demandas.

Se deben de conocer las respuestas a las preguntas básicas sobre el producto, esto hace un historial con el cual se deben trabajar todos los involucrados en el diseño. Por supuesto el proveedor del empaque puede hacer sus observaciones y sugerencias para la utilización de sus productos.

A continuación los factores a considerarse para evaluar los requerimientos de empaque de un producto

1.8.1.2.1 Requerimientos del producto

Son las características propias del producto

- Características físicas del producto: fragilidad, resistencia a impactos y cargas, ductilidad, tamaño, peso, volumen, resistencia al calor y a la humedad.
- Características químicas: posibilidad de reaccionar en ambientes químicos, si es o no perecedero, se afecta por altas o bajas temperaturas, capacidad de absorber la humedad o cualquier otra característica del ambiente.
- Condición al momento de embalaje: es o no un producto terminado, se empacará el mismo antes de armarse; es posible empacar más de una unidad para embalaje, cuantas unidades necesitan embalsarse, requiere algún ambiente especial para su transporte y almacenamiento, como bajas temperaturas, etc.

1.8.1.2.2 Requerimientos en el proceso de empaque

Para determinar los requerimientos del empaque, de acuerdo con el proceso de embalaje, es necesario responder a las siguientes preguntas

- ¿Cuáles deben ser las dimensiones y forma del empaque para poder conducirse y operarse dentro de la línea de llenado?

- ¿Cuáles son los materiales adecuados y sus condiciones para poder ser manipulado el producto?

- ¿Es fácil y práctico el llenado del empaque de embalaje, según las características tanto del empaque como del producto?

- ¿Requerirá el producto de algún empaque o envoltorio adicional y existe la posibilidad de ser sustituido por material que incluya el empaque de embalaje?

- ¿Es posible eliminar, por medio de un adecuado diseño, el uso de algunas piezas como lo son particiones, láminas, flejes, o cualquier otro que implique la operación manual de los operarios, con el fin de que sea totalmente automatizada la operación?

- ¿Es necesario la identificación del embalaje, si lo es, puede ser el fabricante el que lo etiquete?

1.8.1.2.3 Requerimientos en el transporte

Las condiciones de transporte al que el embalaje será expuesto es muy importante al momento de su diseño; por lo que la persona a cargo del diseño de un empaque debe tener respuestas a las siguientes preguntas

- ¿Es de su conocimiento las condiciones climáticas (frío, humedad, calor, etc.) a las que estarán expuestos tanto el producto como su empaque durante su transporte?
- ¿Es importante que el empaque cuente con una característica en especial si el tiempo en el que el producto será transportado es prolongado?
- ¿Requieren dimensiones específicas en el medio de transporte?
- ¿Es necesario que el empaque cumpla con ciertas reglas específicas para el medio de transporte que se utiliza?
- ¿Se puede utilizar el mismo empaque de embalaje para el transporte de exportación como para la distribución en el mercado local?

1.8.1.2.4 Requerimientos en la distribución

Algunas de las preguntas a realizarse en este caso son las siguientes

- ¿Es necesario estandarizar las unidades que deberán contenerse, para facilitar tanto el despacho, como la recepción del mismo?

- ¿Es necesario contar con unidad de despacho (*inners*) y aparte unidad de transporte (*master*)?
- ¿Requiere que el empaque cumpla con otras funciones como el de dispensar?
- ¿Es posible poder estandarizar los empaques para los diferentes productos hechos por el mismo productor?

1.9 Materiales utilizados en el embalaje

La selección de los materiales de embalaje en su fase de desarrollo es una función integrada de las propiedades físicas del producto, el proceso de embalaje, las limitaciones del proceso y el costo y la disponibilidad de los materiales mismos.

Se debe recordar que todo empaque debe de cumplir las funciones de envolver y proteger el producto, por lo que el material debe reunir varias características como lo son resistir altas y bajas temperaturas, proteger de la humedad o del sol, etc. , y que además tenga un costo razonable, sea presentable y de fácil obtención.

En el mercado existen gran variedad de empaques de embalaje, los más comunes son:

- la madera: tablas, plywood, comprimida, contraperchada, etc.
- los plásticos: en sus diferentes tipos
- los metales: cobre, acero, aluminio, etc.
- el papel: con diferentes calibres
- el cartón
- el vidrio
- los textiles

Cada uno de ellos, en diferentes presentaciones (bolsas, cajas, sacos, etc.) unifican, contienen y protegen el producto; utilizando el material ideal según el producto que se empaque.

1.9.1 ¿Qué es paletizar?

La paletización consiste en agrupar sobre una superficie plana (*pallet* o tarima) una cantidad de productos, cajas o cualquier tipo de unidad de despacho. La finalidad es conformar una unidad de manejo que pueda ser fácilmente transportada y almacenada (unidad de carga eficiente).

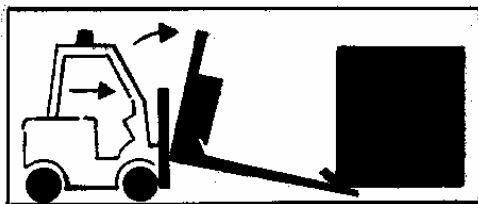
Se requiere de un *pallet* estándar capaz de ser intercambiado entre los diferentes socios comerciales que intervienen en una cadena de distribución.

La madera con la que se deben construir los *pallets* debe ser proveniente de cualquiera de las coníferas originarias de bosques cultivados, que cumplan con la característica de tener una densidad entre 0.35 y 0.40 gr/cm³. Las dimensiones de un *pallet* o tarima de madera son: largo 1200mm (± 3mm), ancho 1000mm (± 3 mm), altura 145mm (± 7mm).

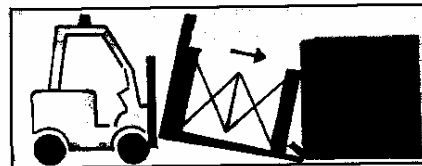
Para que los *pallets* sean intercambiables se requiere que sean de madera, no reversibles, de cuatro entradas y no perimetrales, con el fin de que todos los sectores involucrados cuenten con un *pallet* estándar. El peso que debe resistir un *pallet* es como mínimo 1000 kg. para lo cual se deben elaborar pruebas con un báscula debidamente calibrada.

En cuanto a la carga a paletizar (mercadería colocada en *pallet* para su transporte), ésta no debe tener espacios entre las cajas para que la carga no se derrumbe, así mismo las unidades no detallistas (unidades de distribución o cajas), deben ser previamente diseñadas para que encajen con las dimensiones estándares del *pallet*.

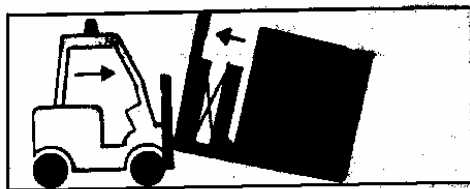
Figura 6. Secuencia de carga de un polín o pallet



1. Las "uñas" o masas del montacargas penetran debajo de la lámina.



2. Se extiende la plataforma de empuje, el doblez de la lámina penetrará en el canal especial del montacargas.



3. Se hala la carga en forma cuidadosa.



4. Con la carga en las "uñas", se inclina la misma 3/4" sobre el piso.

Fuente: Sigma. *Manual del cartón corrugado*. Pág. 154

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En Guatemala existen pocas maquiladoras de velas, y las existentes se dedican a la producción de velas para la exportación de las mismas. La empresa maquiladora de velas en la que se hace el presente estudio es una de ellas, ya que su mayor mercado se encuentra en el extranjero (Estados Unidos y Europa), estos mercados son exigentes tanto en calidad como en puntualidad.

El empaque del producto es una parte importante en el proceso de este tipo de producto, debiendo tomar en consideración muchos aspectos, tanto de la vela como de la forma en que se enviará hacia el extranjero. En este tipo de producto, tiene mucho que ver la opinión del cliente, ya que el cliente muchas veces por medio de sus manuales y reglamentos, especifican con detalle cantidad, presentación, características de impresión del empaque y hasta forma de colocación de los *masters* en los *pallets*, entre otras cosas.

2.1 Análisis del proceso en el departamento de empaque

El departamento de desarrollo técnico de empaque, como su nombre lo indica, es el encargado del diseño, desarrollo, prueba y mejora del empaque utilizado para contener las velas, en sus diferentes tamaños, formas y texturas. Este departamento está conformado por el Gerente, el Jefe y los asistentes. El departamento tiene mucha relación con los otros departamentos, como lo son los departamentos de compras, planificación, laboratorio y producción. Cada uno de ellos depende en cierto momento de información actualizada que el otro tenga.

El departamento de empaque comienza su participación desde el momento en que se ingresa el pedido del cliente al sistema, en donde se determinan datos importantes como: nombre que llevará la línea de esa vela en específico, los colores que se utilizarán en las velas, tamaño y forma para las velas, cantidad total de velas a producirse, su distribución dentro del corrugado, si es venta a detalle o en tienda para la determinación de utilizar *inner* y/o *master*, etc.) El ingeniero de empaque culmina su participación al momento en que las velas son paletizadas y embaladas para su transporte. Durante el desarrollo del proyecto se determinan las características específicas de la vela, forma de empaque, color y tamaño de etiquetas en las velas, utilización de otros materiales para la presentación de la vela, etc. Todo esto se logra a través de una comunicación directa con el cliente. Algunas veces no se cuenta con el apoyo e información total del cliente, y esto hace que se tengan retrasos en el desarrollo del proyecto y por consiguiente atrasos en producción. La persona que tiene a su cargo el desarrollo del empaque de un producto nuevo tiene una gran responsabilidad, trabaja contra el tiempo, trata de utilizar los recursos que se tengan en la planta o bien desarrolla nuevas formas o materiales con los proveedores. Se puede decir que cada vela tiene su personalidad que la diferencia de todas las demás.

Pasos que se siguen para el desarrollo de un corrugado

- Ingreso de orden de compra al sistema (total de la producción, tamaño de velas, nombre de la línea, venta en locales comerciales o a detalle que quiere decir entrega en la puerta de su casa).
- Información por parte del cliente (etiquetas, textos, cantidad corrugado, tipo y colores de letra, etc.).

- Realización de formatos de especificaciones para creación de códigos de los materiales a utilizar para la vela en específico (*bottom pad*, banda termoencogible, etc.).
- Ingreso de los códigos al sistema en red que es utilizado por los departamentos involucrados en el proceso (compras, producción y empaque).
- Diseño del corrugado (determinar grosor, tamaño, colores, etc).
- Realización del formato de especificaciones para creación de los códigos del corrugado.
- Muestra de corrugado (dummy) para la aprobación por parte del departamento de empaque y del cliente.
- Realización de las pruebas en el departamento de empaque.
- Realización del procedimiento estandar de operación(SOP sus siglas en inglés).
- Realización del empaque de estándares (vela empacada con las características definidas por el cliente), para que sirvan de guía para el personal de producción.
- Impresión del estandar de la etiqueta para el corrugado.

2.2 Descripción del corrugado que se utiliza actualmente para empacar velas de parafina.

Actualmente se utiliza cartón corrugado kraft con espesor de calibre 200 de doble pared, con particiones con espesor de calibre 200 simples, las cuales forman espacios cuadrados que separan una vela de otra para evitar que se golpeen, además se utilizan láminas *pads* con espesor de calibre 200 simple (en la parte superior e inferior) de la caja, éstas también tienen la función de proteger las velas de golpes que producen abolladuras en la parte inferior y superior. Las velas son empacadas individualmente como cualquier otra vela pilar, con su manga termoencogible, disco protector (*top disk*), y etiquetas (*labels*).

Actualmente se tienen reclamos de parte de los clientes, respecto a que muchas de las velas llegan a sus destinos con grandes golpes (deformando la vela), y en algunos casos hasta rotas; esto no debe suceder, el costo de estos incidentes llega a ser bastante alto; pues estas velas deben ser reemplazadas parcial o totalmente, o en muchos casos ya no son canceladas por el cliente.

Las velas que llegan a su destino con lastimaduras dan como resultado una pérdida para la empresa candelera, pues se ha invertido en personal, desarrollo del corrugado, tiempo, producción, etc. Es difícil tener control sobre este problema pues estos incidentes son resultado del mal manejo por parte de las compañías de transporte y distribución de productos, al tener mucha demanda no ponen importancia a todas las advertencias y anotaciones que se puedan presentar en cada uno de los corrugados que contienen las velas, exponiéndolas a sobre peso, golpes, temperaturas extremas, etc.

La empresa de velas invierte mucho dinero en el transporte de su producto por este tipo de problema, enviando velas, vía aérea exclusivamente, esto eleva considerablemente los costos.

2.2.1 Especificaciones

En esta maquila de velas aromáticas se trabaja sobre los pedidos que hagan los clientes con cierta anticipación (3 a 4 semanas). El departamento de empaque tiene relación directa con el cliente, ya que el cliente muchas veces es el que determina la cantidad de velas dentro del corrugado, información a imprimir en las etiquetas, la colocación y cantidad de cajas en el *pallet*, etc.

Cada vela tiene diferente tipo de corrugado según sea su material, tamaño, forma, transporte, distribución, e indicaciones específicas del cliente.

Por supuesto que si no existe mayor variabilidad en estos puntos, se puede utilizar el mismo corrugado para empaquetar las velas de varios clientes, con algunos cambios en las impresiones de las etiquetas, haciendo de una caja corrugada una herramienta muy versátil.

2.2.2 Aplicaciones

Como se ha dicho que el corrugado no solamente cumple con la función de proteger el producto, sino muchas veces es una forma muy eficaz e ingeniosa de poder venderlo; también puede proporcionar toda la información que sea necesaria para saber qué clase de producto contiene, qué cantidad, el nombre, color, etc.

El empaque de las velas aromáticas no es la excepción, todos los corrugados cuentan con impresiones claras con la información general y etiquetas de cada cliente con la información que les interesa a cada uno de ellos.

El cartón corrugado es utilizado para empaquetar todas las velas aromáticas que se producen en esta maquila, tales como los pilares, jarras, esferas, y muchos otros tipos y tamaños de velas. Según se requiera, se utilizan *masters* o bien *masters e inners* para empaquetar a las velas; los *inners* son cajas de menor dimensión que se colocan dentro de los *masters* y que garantizan una mayor protección de las velas, sin embargo, muchas veces los *inners* son la unidad de venta al consumidor.

2.2.3 Finalidad

Con un producto tan delicado como lo son las velas aromáticas se debe tener el cuidado de escoger el mejor empaque posible. Para que las velas lleguen intactas sin ningún tipo de cambio tanto interno como externo, se les debe proteger de cambios climáticos, golpes y roces entre ellas mismas, se deben tener en cuenta todos estos detalles además de no olvidarse de que el corrugado debe ser funcional, presentable y contar con la información necesaria. No se debe olvidar también que se debe de considerar el costo del empaque de las velas, éste no debe ser muy elevado, ya que es una pérdida para la empresa productora de velas.

2.2.4 Manejo del corrugado

Es importante conocer en detalle cual será el manejo que se le dará a las velas ya en su empaque final. Por ejemplo, si se utilizará transporte terrestre o aéreo, los cambios climáticos a los que estarán expuestos dependiendo el país de destino mal manejo al ser transportadas.

Todo corrugado de las velas lleva impresiones ya establecidas como lo son las flechas acompañadas por la palabra *up* (hacia arriba) que indican la posición correcta de colocar las cajas, la frase frágil que advierte que se debe de manejar con cuidado, y la frase *made in Guatemala*.

Como se mencionó anteriormente, muchas veces los *inners* son la unidad de venta al llegar a su país de destino, pero a pesar de eso, aún son almacenadas y luego transportadas al consumidor final; por lo que muchas veces la caja *inner* debe ser tan fuerte como el *master* que lo contenía para prevenir los daños en las velas.

2.3 Problemática actual del empaque

2.3.1 Interna y externa

En la actualidad muchas de las velas empaçadas no van del todo seguras pues tal vez ha habido un fallo en el diseño del corrugado o puede darse el caso que se estén utilizando corrugados obsoletos o los más comunes los cuales no cumplen con las necesidades específicas de esas velas en especial, todo esto con el fin de reducir costos, pero no se toma en cuenta que es mucho mayor la pérdida al momento en que el cliente rechaza lotes completos de producto porque está dañado.

Muchos de los problemas que se tienen es por falta de información por parte del cliente, de cómo quiere que el producto se empaque, es decir se carece de los datos para poder realizar un diseño del corrugado correcto que sea funcional y llene las expectativas del cliente, datos como distribución, presentación (*2 pack, 3 packs*), y si existen *inners* el tipo de manejo que se le dará.

Otro problema es que los clientes no dan la información de los tipos de materiales que quieren en las cajas de presentación, hasta a última hora, haciendo que la búsqueda de materiales sea dificultosa y se producen retrasos en las pruebas a los corrugados y en producción.

A continuación se presenta un diagrama de causa – efecto o de pescado para poder conocer los problemas que se consideran son los más importantes en el departamento técnico de empaque de la empresa de velas. Éstos pueden depender de muchos factores y pueden ser causas muy sencillas pero que son suficientes para detener el proceso de desarrollar el corrugado correcto para un tipo de vela.

Figura 7. Diagrama causa-efecto departamento técnico de empaque

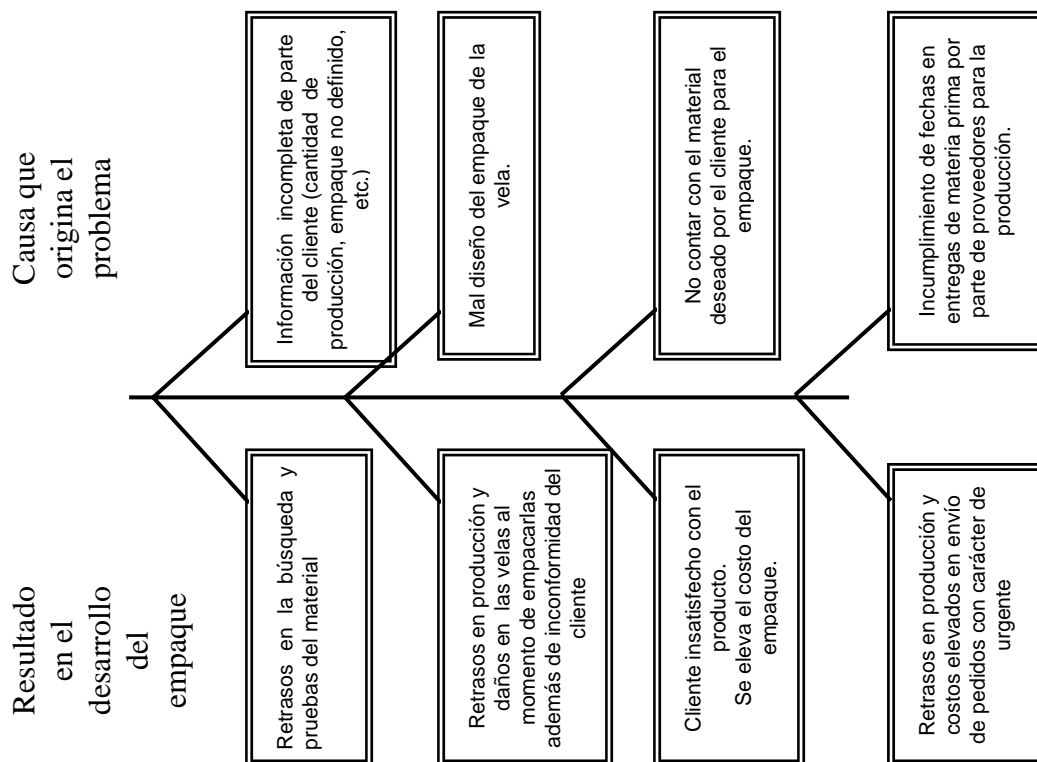
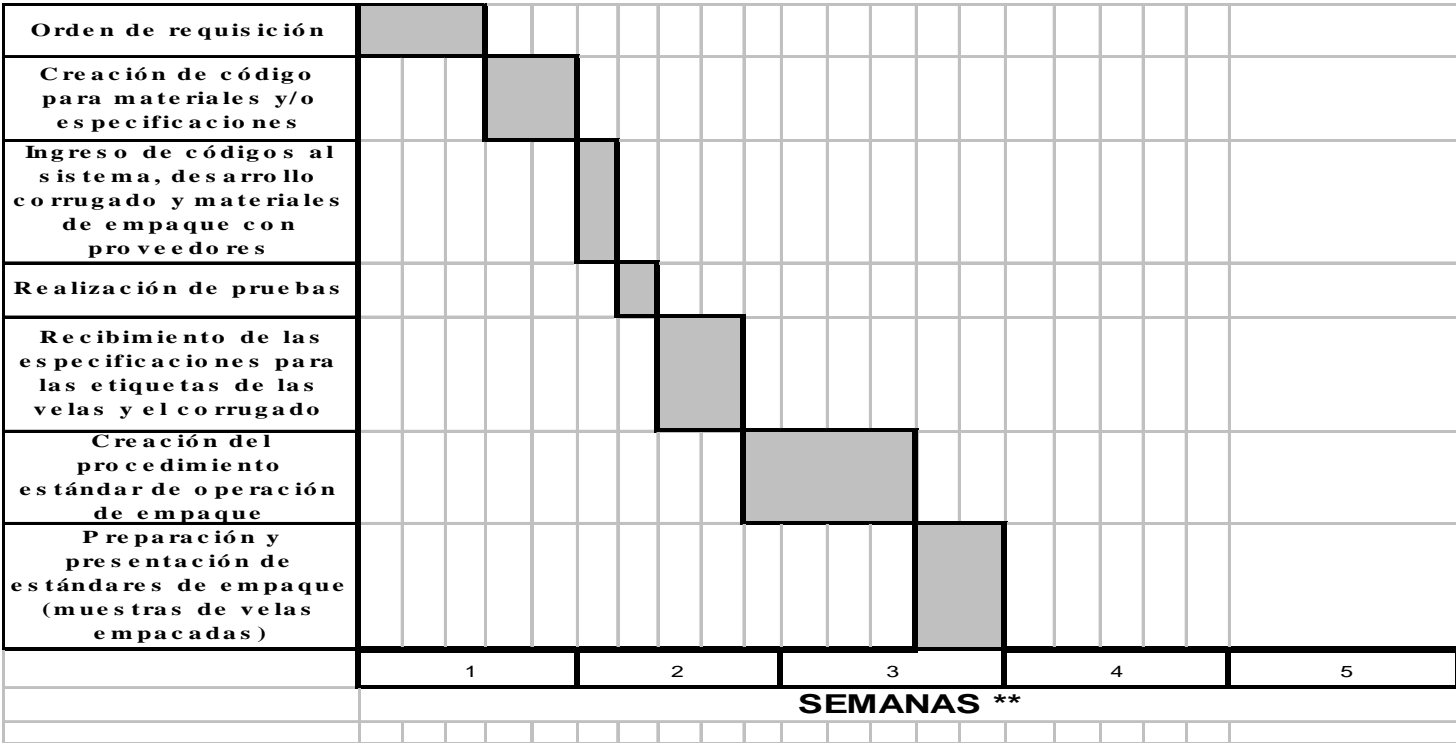


Figura 8. Diagrama de parето desarrollo del empaque corrugado para velas
pillars de parafina



** El tiempo de desarrollo de empaque de una vela puede variar según la forma de la vela, tamaño, fórmula, y especificaciones del cliente.

2.4 Descripción del proceso actual

El proceso para empacar una vela es prácticamente el mismo para todas las velas de una misma forma y tamaño, aunque tengan diferente color y aroma. Por ejemplo, las velas *pillars* o pilares que son las de interés. A toda línea o tipo de vela se le realizan pruebas mucho antes de que esta sea producida. En el laboratorio se realizan las pruebas de quemado, migración de fragancia, color, aroma, etc., además producción realiza una corrida como prueba piloto para determinar si existen problemas para la producción de la misma, aquí se determinan los temas importantes como lo son tamaño y cantidades de los moldes, secado de la parafina y corte que se realice a la vela.

Para la vela pillar o de pilar los materiales básicos utilizados para su empaque individual son

- Disco de polipropileno (*top disk*), protector de la parte superior de la vela.
- Banda termoencogible, protege las paredes de la vela de rayones o golpes leves.
- Calcomanía o *sticker* redondo de ½ pulgada, para evitar que se lastime el pabito de la vela.
- *Bottom pad* o calcomanía inferior, éste contiene toda la información necesaria, nombre de la vela, código, tamaño, color, información de prevención, lugar de producción, y cuanta más información le quiera colocar el cliente, siempre y cuando sea posible escribirla pues existe escasez de espacio. La información de prevención o *warnings* es la más importante de todas, pues su objetivo es dar a conocer la forma en que el producto debe manejarse para prevenir accidentes. La etiqueta inferior de la vela no debe eliminarse previo a usarse.

Existen dos tipos de calcomanía inferior o *bottom pad*: el genérico que es el que contiene toda la información sobre avisos importantes generales y solamente se le imprime el número de lote. El otro tipo de pad que existe es el específico el cual además de llevar el texto de aviso importante lleva otros datos adicionales tales como código de barras, nombre de la vela, precio y número de lote. Estos calcomanías o *pads* se puede utilizar para cualquier vela lo que cambia es el tamaño y el pegamento si es común o laminar.

- *Front label* o etiqueta frontal, describe el nombre dado a la vela en específico, su función principal es la de presentación.

Pasos a seguir para la elaboración del estándar (empaquete de vela)

- Pedir estándares (velas) al personal de pruebas piloto o al laboratorio
- Contar con todo el material necesario o bien requerirlo a bodega de materia prima
- Colocar la calcomanía inferior o *bottom pad* a la vela (genérico o específico)

Colocar disco protector (*top disk*)

- Colocar la banda termoencogible
- Termoencoger la banda termoencogible con una pistola de aire caliente o en el horno de la planta
- Colocar la calcomanía o *sticker* redondo en pabito

- Colocar la etiqueta frontal o *front label* (si lo especifica el cliente)
- Realización del estándar de etiqueta determinando el tipo y tamaño de letra.

Figura 9. Calcomanía inferior o *bottom pad* genérico

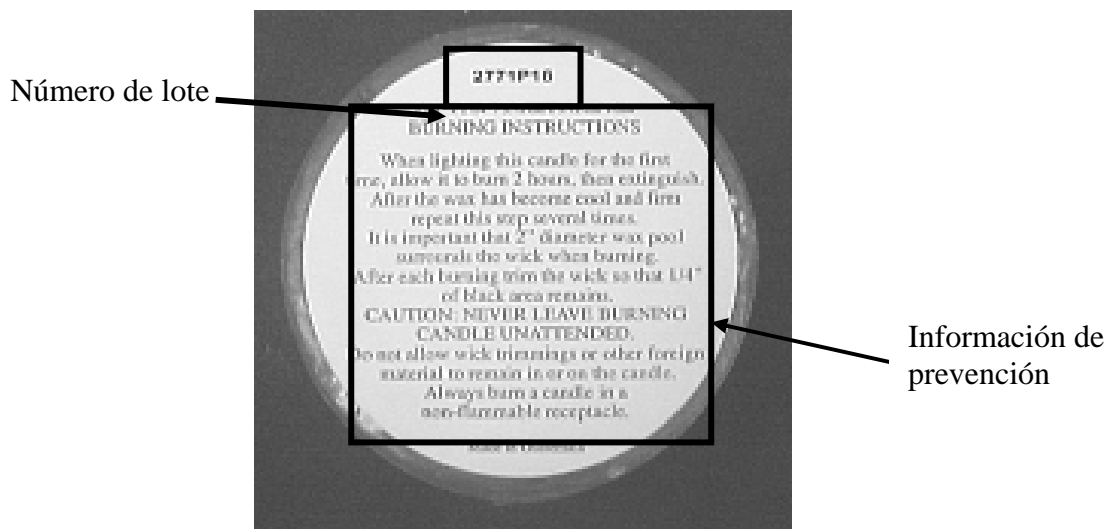
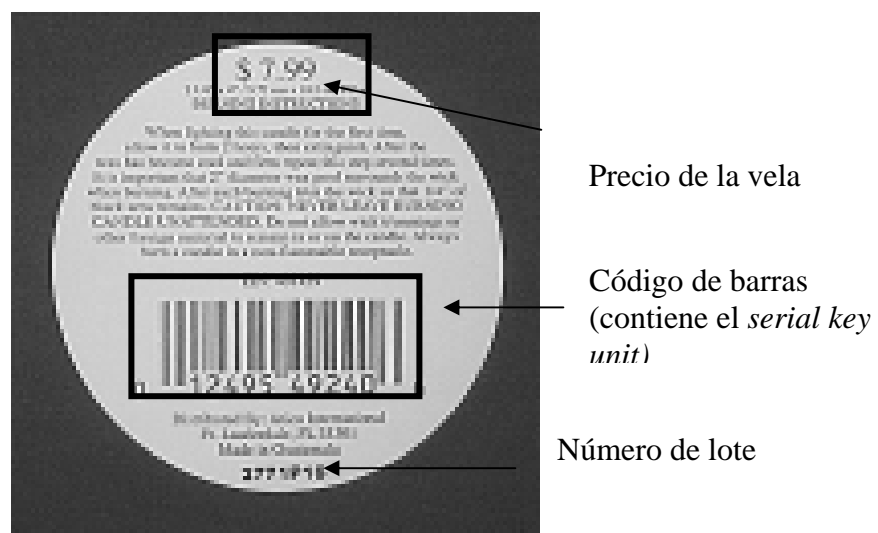


Figura 10. Calcomanía inferior o *bottom pad* específico



Actualmente los *pillars* o pilares de 3"x 3" se empaacan en una caja corrugada *master* de espesor de calibre 200 de doble pared, dentro del *master* se colocan 4 cajas *inners* conteniendo 6 velas cada una, haciendo un total de 24 velas. El *inner* es de espesor de calibre 125 simple, se utilizan láminas *pads* con espesor de calibre 125 simple, las cajas tanto *master* como *inner* se sellan con cinta adhesiva de 2 pulgadas. Las velas llevan el empaque normal (banda termoencogible, *bottom pad*, *front label*, *top disk*, y calcomanía protectora de pabulo), y no cuentan con ninguna protección extra.

Las dimensiones de los corrugados (largo, ancho y alto) que actualmente son utilizadas para los *pillars* de parafina tamaño 3"x3" son: *master* 317.5mm x 234.95mm x 165.1mm; con espesor de calibre 200; *inner* 158.75mm x 234.95 x 82.55mm; con espesor de calibre 125.

Estas dimensiones son las internas de las cajas, que son las que se utilizan para desarrollar un empaque en cartón corrugado.

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso actual. 1/5

Método: Actual

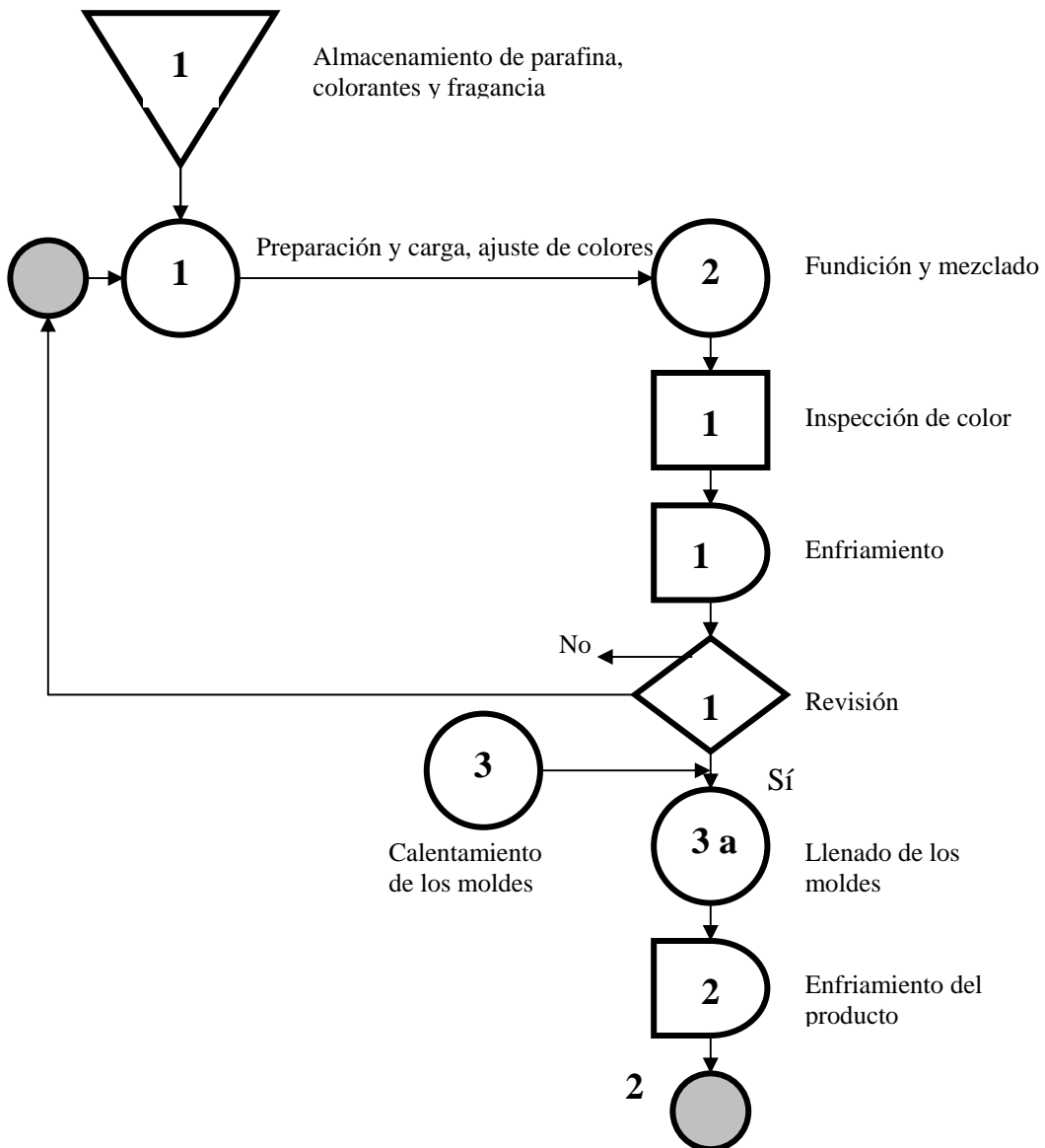
Proceso: fabricación de candela

Inicio : bodega de materia prima

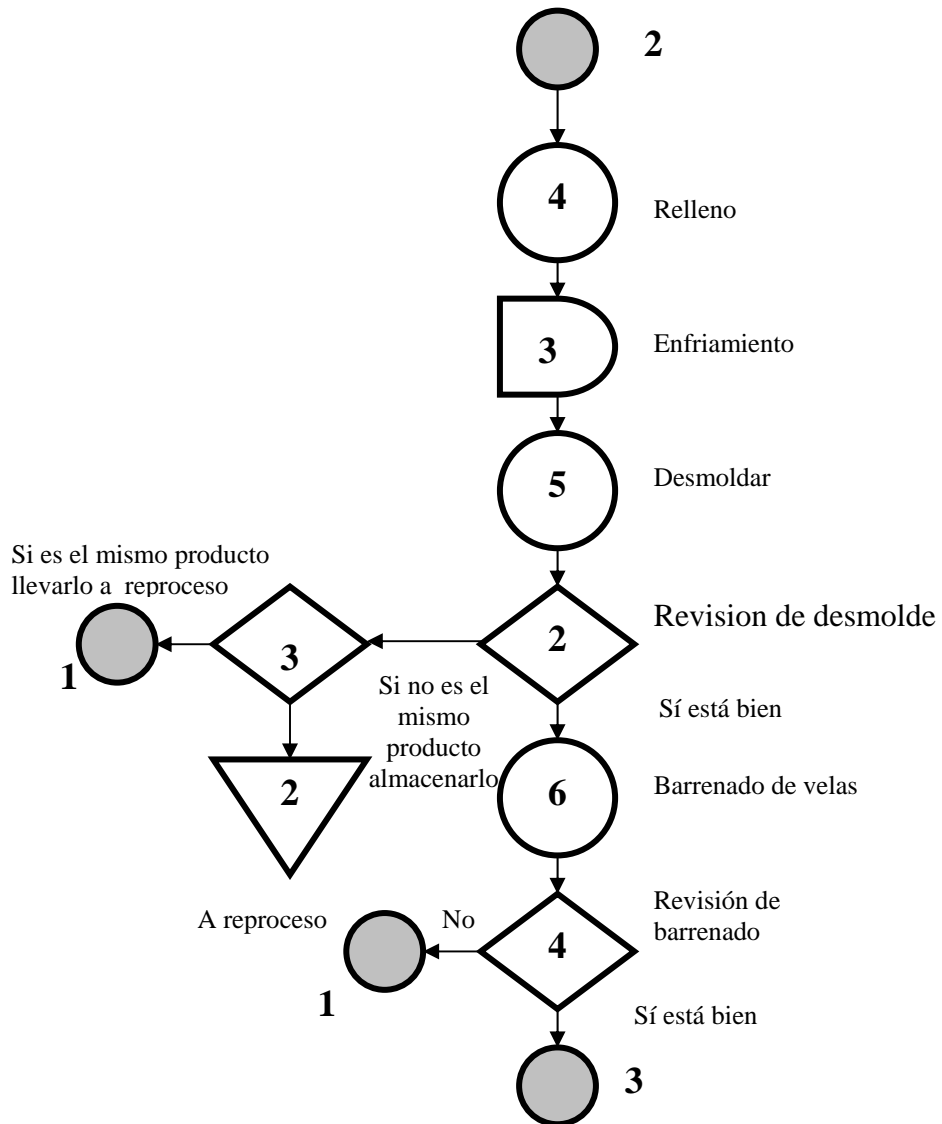
Final: bodega de producto terminado

Fecha: 22-6-02

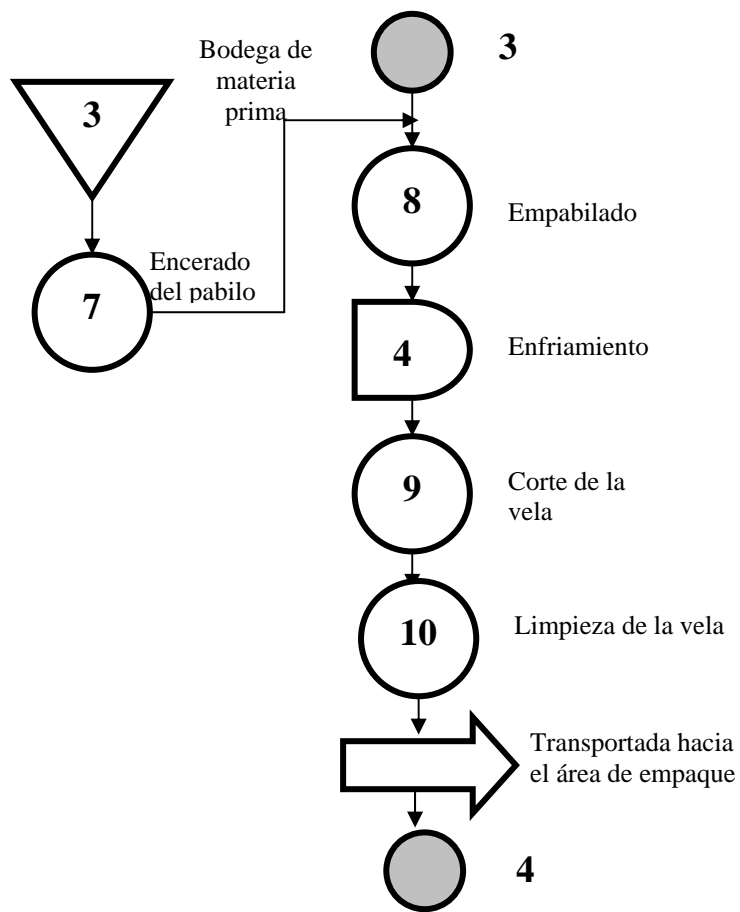
Número de hoja: 1 de 5



Continuación 2/5

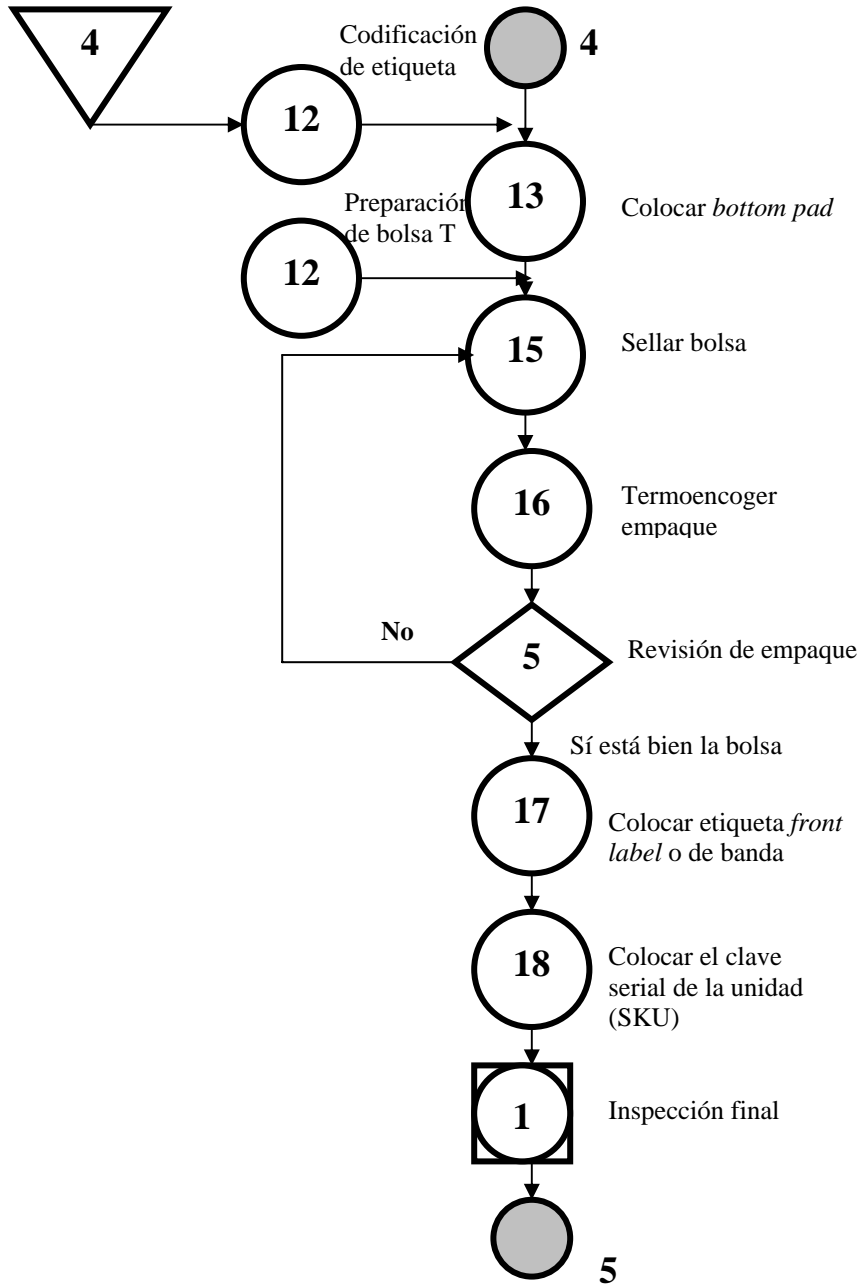


Continuación 3/5



Continuación 4/5

Bodega de
enfriamiento



Continuación 5/5

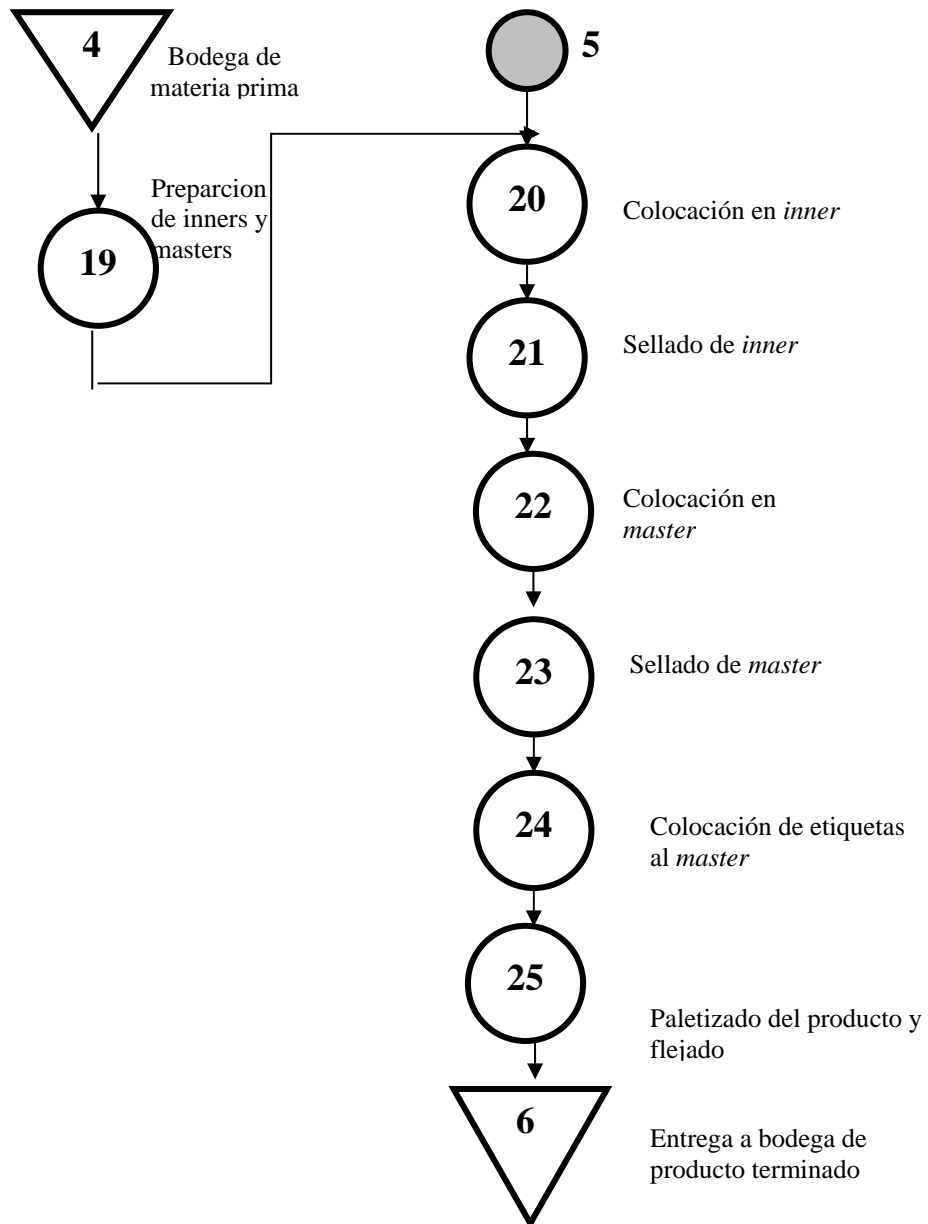
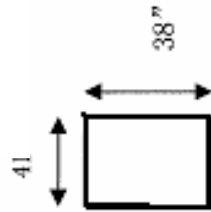


Figura 11. Diagrama del recorrido actual área de llenado

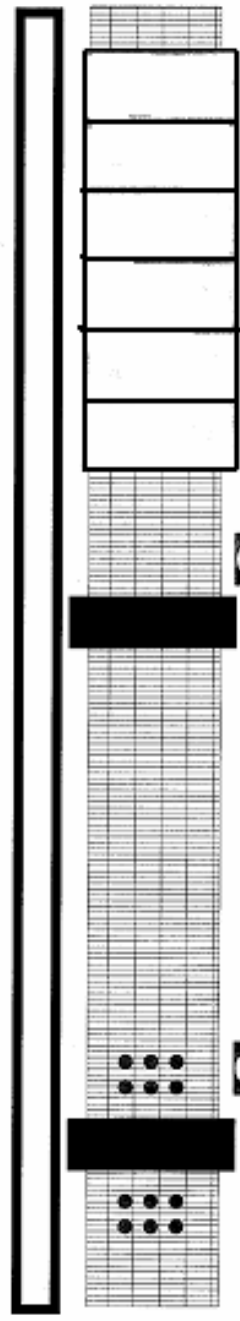
3X3 PARAFINA

Cajón donde se almacenan las candelas



6

Banda Transportadora



2

MARMITA
3 y 4

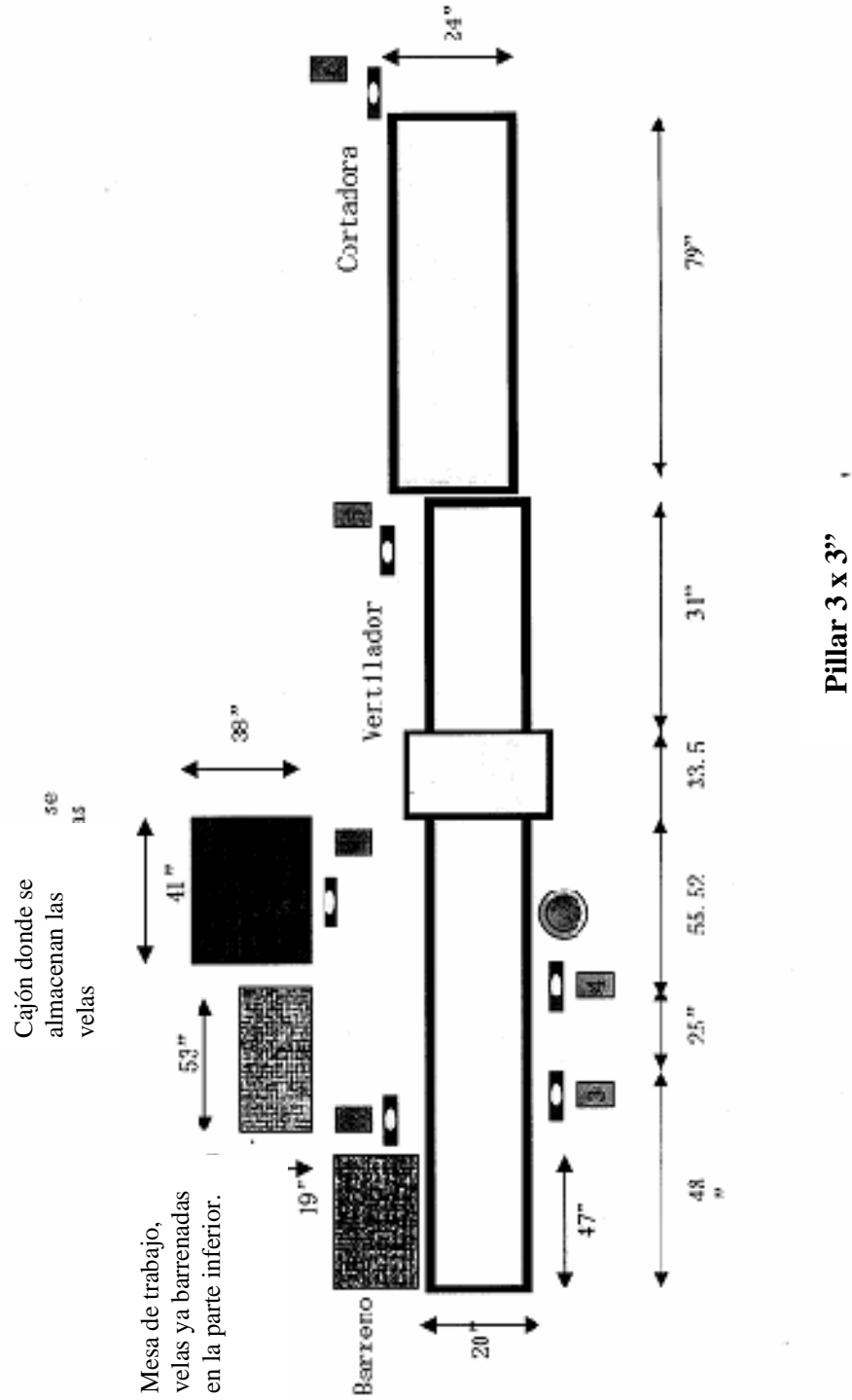
ventilador

5



Pillar 3 x 3'

Figura 12. Diagrama del recorrido actual área de maquinado



3. DISEÑO DE UNA CAJA DE CARTÓN SEGÚN ESPECÍFICACIONES Y TIPO DE VELA QUE SE INTRODUCEN

3.1 Factores que influyen en el diseño de una caja

La meta de un diseñador consiste en encontrar la combinación más económica tanto de materiales como de diseño que cumplan con una tarea específica.

El producto, la manera en la cual será empacado, la distribución, el medio ambiente en el cual será almacenado, desempacado y utilizado son los factores que deben ser considerados para lograr la meta de diseño.

Para diseñar el empaque que contendrá a las velas, se deben considerar varios factores importantes, tales como material de la vela, tamaño de la vela, presentación de la vela, temperaturas a las que estará expuesta, manejo que se le dará a las cajas, si será vendida en detalle o al por mayor, forma de apilar las cajas, etc. Toda esta información es importante conocerla con detalle ya que de esto depende que el producto llegue en buen estado a su destino, cualquier error o fallo en el empaque se notará al introducir las velas o al transportar el producto ya que pueden terminar en que el espacio no es suficiente para el tipo de vela y que a la hora de transportarlas se dañen y se tenga una pérdida ya sea parcial o total del producto.

Muchas veces el cliente participa activamente en el diseño del empaque para la vela que desee que se produzca, ya sea en el color, tipo de impresiones (tipo de letra), uso de algún material en especial para envolver o recubrir (diferentes papeles, esponjas, etc); a pesar de que la opinión y participación del cliente es importante, no se debe permitir que un empaque no llene los requisitos de protección al producto por dar gusto a un cliente, siempre hay limitantes en el empaque tanto en materiales, como en grosores del mismo.

Las dimensiones internas de una caja son fundamentales para que ésta se ajuste perfectamente y adecuadamente al producto. Es por esta razón que el fabricante se basa siempre en las medidas internas de la caja. Al mismo tiempo, las dimensiones externas deben de ser tomadas en cuenta para una apropiada forma de paletizado y distribución.

Las dimensiones pueden ser manejadas tanto en sistema métrico como en pulgadas (Sistema inglés)

Las medidas siempre son dadas en la siguiente secuencia: largo (length), ancho (width) y altura o fondo (depth o height).

El largo es siempre la mayor de ambas medidas de la cara de una caja. El ancho es la menor de ambas dimensiones y el fondo es la distancia perpendicular al largo y ancho de la caja.

Figura 13. Datos importantes de las cajas corrugadas

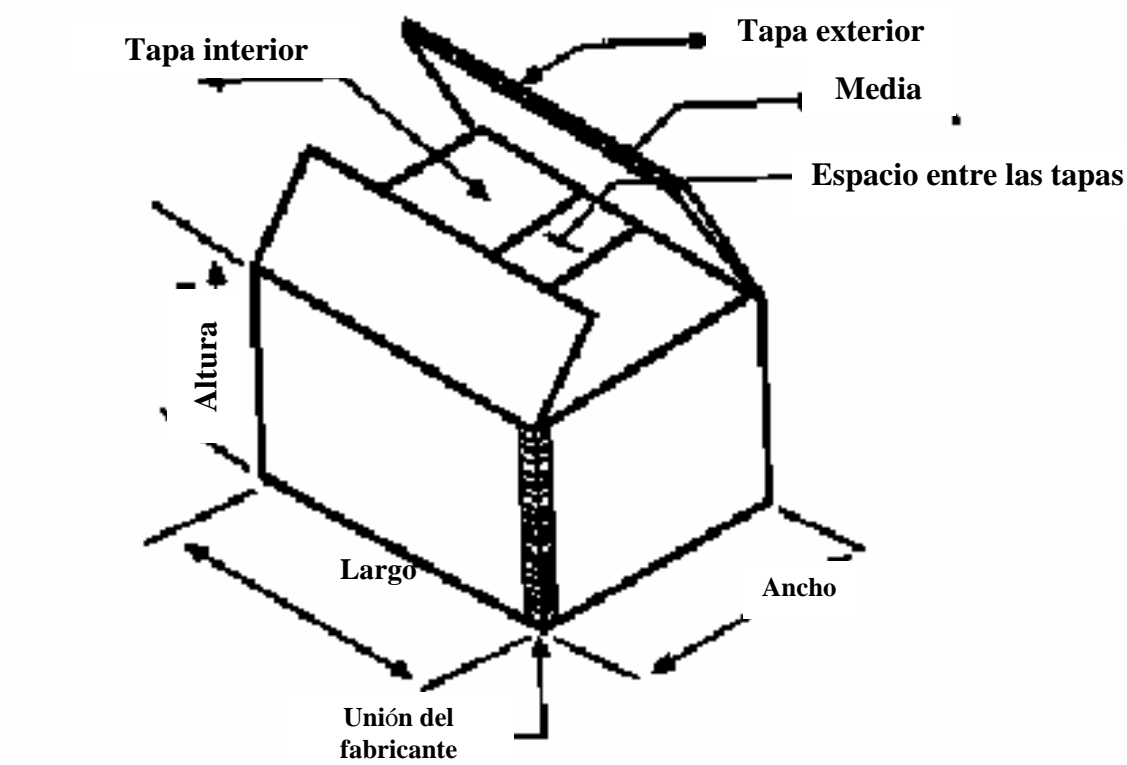
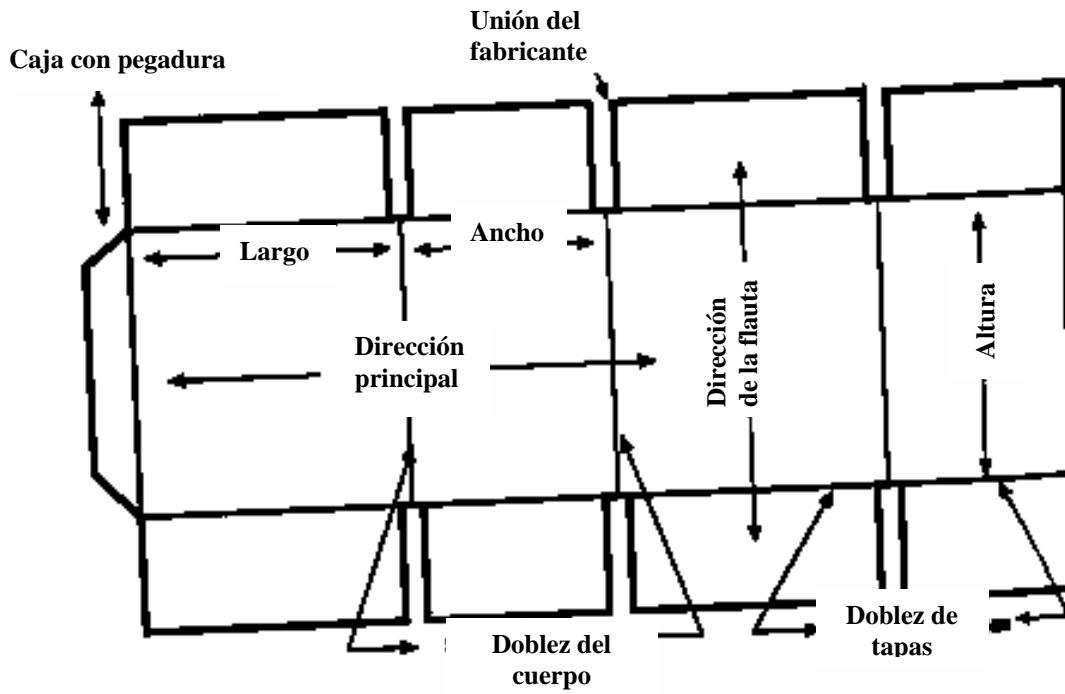


Figura 14. Características básicas de una caja



Para las particiones y láminas la primera de ambas dimensiones dadas tiene la mayor resistencia al estibado, la cual es paralela al sentido de las flautas del corrugado.

3.1.1 Material de la vela

La parafina es una materia sólida, blanca, inodora e insípida, mezcla de hidrocarburos parafínicos, son básicamente sólidos a temperatura ambiente pero cuando se le aplica calor suficiente se vuelven líquidos. Una vela de parafina está formada por una mezcla de una o varias parafinas, aditivos y fragancias. La parafina se puede clasificar:

- a) Por su estructura: corte estrecho parafinas con punto de fusión muy similares entre 58 - 60, 60 - 62 °C. Corte ancho: son parafinas que poseen puntos de fusión más amplios.
- b) Por su punto de fusión: bajo derretimiento o *low melt*: 58 – 60 °C. alto derretimiento o *high melt*: 70 °C
- c) Por su origen: Animal: estas tienen más de 2000 años, es secretada por las abejas usada para la construcción de sus colmenas. Su punto de fusión es de 64 °C, es usado en áreas con contacto con alimentos, cosméticos y candelas.

Vegetal: candelilla recolectada en arbustos desde México hasta Texas, es una cera con punto de fusión de 70 °C, usada en cosméticos, goma de mascar, recubrimiento de frutas, etc. Carnauba: recolectada de árboles de palma en Brasil su punto de fusión es de 82 – 86 °C. Usado para ceras para pulir, tintas, dulces, cosméticos. Mineral: ceras de petróleo: ésta se obtiene del aceite crudo del petróleo, están la parafina, y la macrocristalina. Sintético: polietileno: derivado de la polimerización del etileno. Cera fisher tropisch: cera de polimetileno obtenida de la síntesis fisher – tropisch, tienen un punto de fusión de 45 – 106 °C. Ceras de hidrocarburos modificados: microcristalina, polietileno, polimetileno, que pueden ser químicamente modificados.

3.1.2 Cantidad de velas

Como se mencionó anteriormente, algunas veces el número de velas a contenerse en una caja es determinado o pedido por el cliente y otras veces el departamento técnico de empaque es el que debe dar la cantidad de velas a empacar. El número de velas a empacar depende mucho del tamaño (altura y grosor) y el peso de las mismas; se debe de procurar aprovechar el mayor espacio posible pero sin sobrepasarse al diseñar una caja exageradamente grande. Se debe considerar su tamaño para que al momento de introducirlas no queden muy juntas o apretadas y lleguen a lastimarse una vela con otra; el peso también es un dato muy importante ya que se debe considerar el peso de todas las velas junto con el del corrugado que las contendrá, el cual tiene un peso aproximado de 0.8 kg.

3.1.3 Especificaciones del cliente

Existen clientes que ya tienen ciertas especificaciones respecto a lo que se refiere el empaque de las velas, es decir ellos ya tienen reglas establecidas para este tipo de productos; por ejemplo, el tamaño de la caja es de determinadas dimensiones para que se adecue a cabalidad a sus necesidades específicas ya sea de sus bodegas o transportes. El cliente también llega a determinar si necesita que se utilice un segundo corrugado llamado *inner* que como se ha dicho anteriormente se coloca dentro de la caja *master* para proporcionar mayor protección. Además de esto el cliente también puede llegar a determinar la posición de las velas y si es necesario el empacar varias velas de diferentes tamaños en un solo corrugado, esto muchas veces se da pues ellos venden por catálogo o por venta en televisión y ofrecen en una sola presentación (caja corrugada) varios tamaños y hasta colores de velas.

3.1.4 Destino final

El destino a donde se envían las velas ya empacadas lo determina el cliente, algunas veces los corrugados conteniendo las velas van directamente a los almacenes o centros comerciales, en donde se exhiben y venden por pieza y muchas otras veces se transportan y se almacenan en grandes bodegas en el extranjero para después ser transportadas a pequeñas tiendas o directamente al domicilio del consumidor final.

3.2 Diseño del corrugado según la cantidad de velas a empacar

Como se ha mencionado anteriormente tanto el diseño como la cantidad de velas dependen un dato del otro, la verdad es que se pueden realizar miles de tipos de cajas con diferentes dimensiones y número de velas del mismo tamaño, pero lo que se procura al diseñar un corrugado es que éste no sea muy grande, ni pesado, que lo haga difícil de trasladar. También hay que tomar en cuenta el espacio tanto al estibarlo en un *pallet* como a la hora de almacenarlo en una bodega, se debe de aprovechar el mayor espacio posible, ya que cualquier desperdicio en espacio o exceso de material siempre se transforma en un costo innecesario y muchas veces inevitable. Otro detalle que no se debe dejar a un lado es el costo que tiene el cartón corrugado.

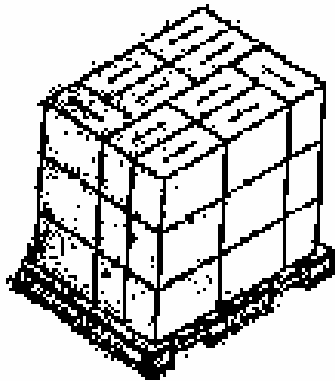
3.3 Número de cajas a estibar

El número de las cajas que se estiban en el paletizado muchas veces lo determina el cliente en una forma específica, dando el número exacto de cajas que requieren por *pallet* y hasta en ciertos casos la colocación de las cajas, esto es por conveniencia de los clientes, muchas veces por el transporte utilizado para llevar el producto al consumidor o bien por el tamaño de bodegas con las que cuentan para almacenar las cajas de velas en el país de destino.

Ésta información también se coloca en cada uno de los corrugados, en la parte superior en una de sus pestañas para evitar cualquier confusión en el momento que las cajas conteniendo el producto deban ser paletizadas,. Lo que se imprime es el dibujo del *pallet* en la forma que debe ir colocadas las cajas para armar el *pallet*. Además, se escriben los datos siguientes: cuántas capas lleva el *pallet*, cuántas cajas se colocan por capa, y cuántas cajas se colocan en el *pallet* en total y la cantidad de *pallet* que se pueden colocar uno sobre otro.

Figura 15. Patrón de paletizado

Dibujo de la posición de las cajas en el pallet



ESTIBA MÁXIMA	10	CAJAS POR CAPA
	3	CAPAS POR PALLET
	30	CAJAS POR PALLET
	2	2 PALLETS

Datos sobre el paletizado:

1. Cajas por capa
2. Capas por *pallet*
3. Cajas por *pallet*
4. Cantidad de *pallets* que se pueden estibar uno sobre otro

4. DESARROLLO TÉCNICO DEL EMPAQUE

4.1 Requerimientos específicos del cliente

Muchas veces los clientes requieren de ciertas características muy particulares que deben llevar el empaque de sus velas, estos requerimientos les sirven a ellos para controles internos de sus bodegas o centros de distribución.

Estos requerimientos pueden ser códigos de barras específicas de su uso interno, etiquetas de colores llamativos, impresiones extras en el corrugado, etiquetas con textos o palabras, colocación de las etiquetas en lugares específicos, sellado del corrugado no convencional, tipo de letra con que se deben imprimir las *labels* o etiquetas, etc. estos y muchos otros detalles más sobre el corrugado son dados por el cliente, siendo muy estrictos en este aspecto. La etiqueta cuenta con la información más importante tanto para el cliente como para el fabricante y se divide en 3 secciones

- a) Nombre de la compañía, logo (símbolo o dibujo) o cualquier otra información.
- b) Toda la información de la unidad y producto en forma legible para el ser humano.
- c) El código de barras EAU/UCC-128 y su interpretación. El código de barras contienen el SSCC (código serial de contenedores embarcados o *Serial Shipping Container Code*) que debe tener por lo menos 32mm de altura, como estándar recomendado.

Cuando se introduce en un corrugado, un producto tan delicado como lo son las velas se debe tener especial cuidado en el tamaño de la caja y la distribución a utilizar para las mismas.

4.1.1 Divisiones internas en una caja de cartón

Liners, tubos, separadores, particiones o cualquier división interna puede fabricarse en una variedad infinita para separar los productos en el interior de la caja., para unitarizar la carga y así prevenir el movimiento interno. Pueden ser simples, rectangulares, sisados, cortados, sisados y cortados o troquelados.

4.1.2 Láminas pads

Son rectángulos planos de cartón corrugado o fibra sólida. Pueden utilizarse para llenar el espacio de las aletas internas de una caja regular. Para cubrir por completo la parte superior o inferior de una caja, o para separar pisos de producto. También se emplean verticalmente para separar productos o agregar resistencia a las cajas colocadas en el *pallet*.

4.1.3 Las particiones o divisiones internas

Proveen un nicho separado para cada pieza dentro de la caja. Generalmente se utilizan en productos de vidrio u otros artículos frágiles. También pueden fabricarse piezas sisadas y cortadas las que pueden construir diseños interiores de muchas formas al adherirse una cantidad múltiple de piezas en el interior.

Divisiones internas de empaque se utilizan para proteger a los productos internos, unificando la carga. Puede lograrse una suspensión de los artículos en la caja la que mantienen al producto sin tocar las paredes del contenedor, evitando así cualquier golpe. Si estas piezas cubren la totalidad de la altura de la caja también proporcionan una mayor resistencia a la estiba.

Debido a la forma estas piezas internas del embalaje generalmente son troqueladas. Son utilizadas para sujetar piezas desde el fondo de la caja o para sellar el producto en la parte superior de la misma. Generalmente la caja externa es común, sin embargo la creatividad del diseño convierte prácticamente en únicos estos diseños fáciles de empacar y seguros para la distribución.

Tabla VII. Datos importantes a considerar para desarrollar un empaque

Producto	Protección requerida Peso Dimensión Configuración Orientación Auto-soporte Repelencia a la humedad
Ambiente de empaque	Método de erección de la caja Método de empaque Método de sellamiento Humedad Temperatura
Almacenaje	Cargas de estibado Guías de estibado Tiempo de la carga abajo del estibado Humedad Temperatura Información de embodegado requerido como código de inventario Uso de las tarimas Uso de las áreas de acomodo
Transportación	Humedad Clasificación de carga requerida Tipo de manejo del material Cantidad de maltrato en la distribución Modo de transportación Unificación de los envases Tamaño del envío Instrucciones de manejo requeridas Utilización del espacio en el portador
Consumidor final	Información requerida Gráficos requeridos Capacidad de exhibición Caracteres convenientes Tamaño del envase

4.2 Alternativas para el producto empacado

Para las velas en estudio, las cuales son *pillars* o pilares de 3 pulgadas de alto por 3 pulgadas de ancho, se utilizan muchas distribuciones, pero la más común es la que en un *master* se colocan 24 *pillars*, consta de dos pisos 12 velas en la parte de arriba y 12 en la parte de abajo, éstas se separan por particiones las cuales pueden ser particiones largas o cortas según el tamaño del corrugado. Además, para proteger a las velas de los golpes en la parte tanto inferior como superior, se le coloca otro pedazo de corrugado con las dimensiones de largo y ancho de la caja, estas partes reciben el nombre de láminas *pads*. Tanto las particiones como las láminas *pads* pueden tener diferentes test (grosor) dependiendo del nivel de protección que se desee. Se pueden llegar a realizar combinaciones de materiales para llegar a la meta de proteger de todo golpe a las velas ya empacadas, la utilización de *bubble wrap*, espuma líquida, diferentes tipos de papel, etc., pero muchos de estos materiales son muy difíciles de manejar en planta y su costo es elevado.

4.3 Pruebas que debe pasar el corrugado

Como en todo producto es importante comprobar la calidad y durabilidad del material. Las cajas de cartón corrugado no son la excepción, éstas deben pasar por una serie de pruebas para ver si verdaderamente es el empaque ideal para el tipo de vela que se está empacando. Existe un método o prueba que se le realiza a la caja de cartón corrugada llamada *drop test* o prueba de tiraje. El método consiste en dejar caer la caja corrugada conteniendo las velas desde una altura y posición específica para cada caja, según sea su peso con su contenido, esto con el fin de simular el mal trato que pueda llegar a sufrir la caja durante su transporte.

Esta prueba es específica para determinar si el corrugado que ha sido elegido cumple con el fin de proteger su contenido a pesar de los múltiples golpes. La prueba lo que trata de determinar unicamente es si el corrugado resiste el posible maltrato al cual la caja podría estar expuesta al ser transportada hacia su destino final.

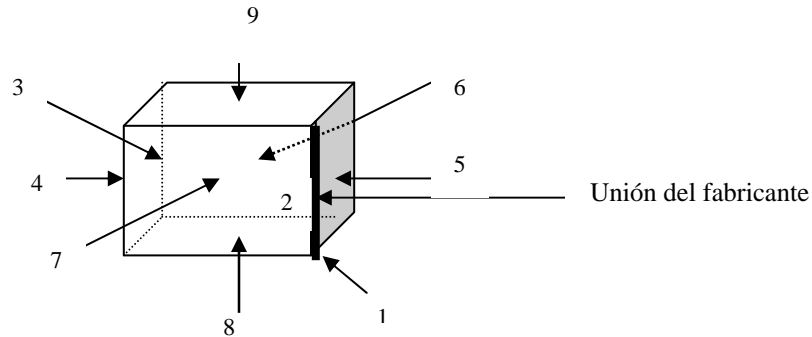
Esta prueba consta de varios pasos los cuales dan el orden en que se debe realizar la prueba, estos se deben llevar a cabo siguiendo la numeracion de forma ascendente (1 al 9) para que sea confiable la prueba. Siempre al iniciar la prueba se debe pesar la caja para determinar el peso en kilogramos y verificar en la tabla del metodo de tiraje, la altura a la cual se deberá dejar caer la misma.

Al introducir las velas (del tamaño y cantidad correctas) y sellar la caja (cinta adhesiva de 2 pulg.), tanto en la parte superior como la inferior, los pasos a seguir son los siguientes

- Enumerar con un bolígrafo los lados en los que se debe impactar la caja, basándose en la información del método. (9 pasos)
- Pesar la caja de cartón corrugado en kilogramos
- Buscar en la tabla de rangos de pesos la altura a la cual se debe dejar caer el corrugado
- Dejar caer la caja en cada uno de los lados marcados, a la altura requerida. (deben hacerse todas las caídas de corrido, aun cuando la caja o el producto presenten daños considerables).
- Abrir la caja con cuidado para observar si existe algún daño en las velas.

- Si existe daño en las velas de cualquier tipo, se debe observar en qué parte de la caja se produjo más daño y rediseñar el corrugado
- Si no hay daño de las velas, el corrugado ha pasado la prueba y es aprobado.

Figura 16. Secuencia de tiraje o *drop test* de una caja



4.4 Material de las velas

Con anterioridad se mencionó que el material utilizado para la elaboración de las velas es la parafina (que no es más que petróleo refinado) Existen muchos tipos pero los más utilizados son: parafina animal, parafina vegetal, parafina mineral/fósil, parafina derivada del petróleo y parafina sintética.

Es importante para el diseñador del empaque, conocer el material del cual esté hecha la vela, pues existen velas que son mucho más delicadas que otras a la hora de ser empacadas.

4.5 Características de las velas de parafina

Las características principales de las velas de parafina derivada del petróleo son : en primer lugar están hechas de tres tipos de parafinas, para formar una base, estas parafinas son de alto punto de fusión, de bajo punto de fusión y una micro parafina, cada una de éstas tiene diferente viscosidad y diferente densidad, al mezclar las tres se consigue una base parafínica para agregar aditivos como: inhibidor UV, colorantes, fragancias y en algunos casos aceites y glicerina para dar algún efecto especial.

El grosor del pabilo de estas candelas debe ser proporcional al diámetro de la candela y en algunos casos pueden llevar dos o tres pabilos colocados equidistantes entre sí, para lograr un quemado uniforme y sin derrames exagerados de parafina.

Todos estos detalles deben de conocerse para desarrollar el empaque y que este sea el ideal para ese tipo de vela en específico.

Se debe saber también que las velas tienen vencimiento, y que pueden cambiar físicamente dependiendo de las condiciones de almacenamiento, temperatura, manejo, sufriendo migración de fragancia.

4.6 Cantidad de velas

Algunas de las veces, el cliente no tiene un número específico de velas que debe llevar el corrugado, por lo que se colocan un número de velas X en algún corrugado que ya ha sido desarrollado y aprobado anteriormente, y al que se le realizan pequeños cambios, (textos, etiquetas); si es lo contrario, que el cliente tiene un número específico de velas que desea en un corrugado, éste se debe desarrollar específicamente para esta vela.

Para el caso de la velas de tamaño de 3 x 3 pulgadas, las cuales son las estudiadas, existen varias distribuciones (más comunes) en cajas de corrugado: 12 velas/caja, y de 24 velas/caja. Algunas de estas distribuciones suelen además colocarse dentro de otra caja de cartón (*inner*), para mayor protección.

5. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1 Cantidad correcta de velas

Para poder determinar un número ideal de velas en una caja corrugada se debe tomar en cuenta el tamaño y peso de la vela, el material de la vela, grosor del corrugado, peso que tendrá el corrugado ya con el producto dentro, dimensiones del corrugado, la forma de apilamiento, tamaño de contenedor, etc. Se debe procurar que la caja de corrugado sea de un tamaño fácil de manejar, no muy pesada y que tenga en sus caras el espacio suficiente para la impresión de la información importante que debe llevar.

En el caso de las velas de parafina, en forma de pilar, de tamaño 3x3 pulgadas las cuales son las que se analizan en este documento; como la mejor opción se considera la siguiente propuesta de distribución dentro de la caja corrugada

Distribución: 6 velas/*inner*, 4 *inner*/*master*, o sea un total de 24 velas/caja.

Las dimensiones sugeridas para este corrugado son: 241.3mm x 167.8mm x 330.2mm e *inner* 165.1mm x 241.3mm x 83.9mm.

El *master* será del mismo grosor del que actualmente se utiliza de 200, y el *inner* deberá de ser de grosor 200 para que protega más a las velas de caídas y golpes.

El incremento en el costo del *inner* de grosor 175 en relación del grosor 125 es poco (décimas de centavos de dólar), y vale la pena invertir más dinero en el empaque que tener reclamos de velas dañadas y clientes insatisfechos.

Además de esto se considera forrar cada una de las velas con esponja de $\frac{3}{4}$ pulgada de espesor, 7.62 centímetros de altura y 23.5 centímetros de largo, para proteger aún más las velas. La esponja se coloca de manera de envolver la vela, sin dejar partes sobrantes. La esponja se puede sostener con pedazos de cinta adhesiva de 2" de ancho y 9 centímetros de largo aproximadamente.

El corrugado se coloca en la parte superior e inferior, las láminas *pads*, tal como se hace actualmente; para garantizar una mejor protección.

5.2 Funcionalidad del corrugado escogido

- Inner de mayor grosor: Al utilizar inners más gruesos, que los del anterior empaque, se esta garantizando la protección del producto, en este caso velas de parafina, al momento de ser transportadas a su destino. Además los inners pueden ser utilizados como corrugado a la hora de realizar ventas a detalle y se garantizaran que son tan resistentes como los mismos masters.
- Esponja cubriendo las velas de parafina: Aun con la medida anterior se piensa que la vela podría dañarse si fuera un caso extremo, es por ello que también se hizo la propuesta de forrar o cubrir las velas con material de esponja, esto hará que la vela no tenga juego dentro de las particiones del corrugado protegiéndola de cualquier golpe por una caída o por roce con la misma partición u otras velas.

La nueva distribución y el uso de pedazos de esponja en el corrugado escogido, garantiza aún más que las velas serán entregadas sin ningún cambio físico de roces, golpes o mayugaduras provocadas por el mal manejo del corrugado.

5.3 Aprobación del cliente

El tipo de corrugado escogido es enviado al cliente para su aprobación (pueden ser muestras físicas o bien fotografías), el cliente es el que decide y opina respecto a la presentación del mismo. En este caso el cliente se vió muy complacido con los resultados obtenidos, pues le agradó la idea que las velas tengan más protección y así lleguen intactas a su destino final.

Hay que recordar que es muy importante que el cliente proporcione las especificaciones de empaque con varios días de anticipación para que así si por alguna razón se debe realizar algún cambio éste sea realizado rápidamente y el diseño del corrugado esté listo para la producción. Se deben tener bien claras las especificaciones que se tengan para realizar el corrugado pues el proceso de desarrollo y prueba del corrugado con el proveedor es un poco lento y si existiera algún cambio (medidas, grosor, etc) el proyecto se atrasará unos días más.

Además, a cada corrugado que se desarrolla se le debe realizar la prueba de caídas o *drop test* (anteriormente mencionado), para garantizar la resistencia del corrugado.

5.4 Evaluación del corrugado a utilizar

Para poder tener una muestra física de lo sugerido se le pidió al proveedor de corrugado que realizara una muestra de caja con las especificaciones sugeridas (aumento de grosor) y se comprobó que el costo tiene un incremento mínimo.

Para la obtención del material de esponja, existen varios proveedores de este material que pueden llenar los requisitos en los temas del grosor de la esponja y en la cantidad necesaria para la producción.

Tabla VIII. Costo del corrugado propuesto y materiales a utilizar

		Costo (\$) aproximado por caja *	
		actual	nuevo
Master	Cartón de grosor 200	0.41	0.42
Inner	Cartón de grosor 125	0.10	
	Cartón de grosor 175		0.12
Precio de material nuevo			
		Costo (\$) aproximado	
Plancha 39.37 x 78.7" **	Esponja ¾"	1.72	
Rollo 2 pulg.	Rollo de cinta adhesiva transparente	1.91	

* Precios que demuestran que no existe variación significativa en el precio del corrugado

*De la plancha de esponja se pueden cortar alrededor de 100 cuadros con las medidas para envolver la vela, el costo del rollo de cinta adhesiva prácticamente está cubierto pues es el mismo que se utiliza para cerrar las cajas de cartón en la planta.

5.4.1 Prueba piloto del corrugado

Al corrugado propuesto se le realizó la prueba de caídas (*drop test*), en este caso el peso del corrugado conteniendo las velas es de 12 kilos, por lo que las caídas fueron a 30 pulgadas de altura. Los resultados obtenidos fueron positivos; pues al verificar si existían daños en las velas se constató que no se presentaba ninguno, pues el corrugado había hecho su trabajo de absorber los golpes recibidos protegiendo su contenido.

Además de lo anterior se le realizó una prueba de envío o *shipping test*, esta no es más que enviar una caja o un *pallet* completo de producto, hacia un destino lejos, y luego regresarlo; puede ser enviado vía aérea, marítima o bien terrestre. Esto se hace para tener resultados reales, pues la caja o *pallet* tendrán el maltrato real de las empresas transportistas.

En este caso se mandó solamente una caja, al momento de recibir la caja de vuelta se analizó el estado en que estaba el corrugado y su contenido. Se observó daño en la caja (deformada) pero al abrirla y descubrir las velas se observó que no existía daño alguno en las velas, estaban intactas. Este resultado garantiza que la utilización de la pieza de esponja envolviendo las velas de parafina es bueno y que protege a la vela de los golpes que pueda sufrir en su transporte.

5.5 Análisis de resultados

Después del *drop test*, *shipping test*, y la aprobación del cliente se analizaron y se evaluaron los resultados obtenidos.

Drop test, *shipping test* y opinión del cliente fueron aprobados.

Por los resultados positivos obtenidos los departamentos de empaque, producción y compras, acordaron la aprobación de la utilización de un pedazo de esponja, de forma rectangular, para forrar las velas de parafina tamaño 3” x 3” en el área de producción, al momento de empaquetar las velas en su caja de producción.

Tabla IX. Ventajas y desventajas del corrugado desarrollado

VENTAJAS	DESVANTAJAS
Mayor protección al producto	Incremento del costo de empaque
Clientes satisfechos	Aumento de operaciones en planta
No devoluciones por parte del cliente	Mal colocación de la esponja por parte del operador
El corrugado garantiza absorción de golpes	Se debe contar con un área específica en bodega para este tipo de material
Versatilidad del empaque	

5.6 Propuestas de soluciones a corto y mediano plazo

Se deben analizar en qué tipos de velas se tiene mayor número de devoluciones y reclamos por producto golpeado y/ o en mal estado; al tener esta información se deberán analizar los corrugados para determinar si en verdad cumplen con la misión de proteger el producto o deben ser rediseñados.

Es importante saber que se pueden utilizar otros materiales dentro del corrugado para la protección del producto estos materiales pueden ser: varios tipos de esponjas (en hojas, en líquido), plásticos con burbujas de aire (*bubble wrap*), etc.

CONCLUSIONES

1. Al incrementar el grosor de los inners e implementar el uso de esponja para envolver las velas, se obtuvo un corrugado de más durabilidad y confiabilidad, dando como resultado menor cantidad de velas golpeadas, evitando así los desperdicios e inconformidad del cliente.
2. El corrugado que se ha desarrollado, llena los requerimientos tanto del productor como del cliente, siendo un empaque que protege y se utiliza para mercadear, pues al contar con cajas *inners* resistentes, se pueden utilizar como unidad de venta a detalle.
3. Para poder desarrollar un empaque corrugado de calidad, se deben realizar pruebas a las cajas, para comprobar la durabilidad, por ejemplo el espesor del corrugado.
4. Al utilizar un corrugado de mayor grosor y una pieza de esponja para el empaque de las velas se garantizó la protección del producto sin haber incrementado considerablemente el costo del empaque.
5. La colocación de un pedazo de esponja alrededor de cada una de las velas es una nueva operación y como tal debe ser observada para evitar retrasos, mala operación o hasta daño de las velas desde su introducción en el empaque corrugado.

6. La utilización de otros materiales tales como papel, esponja o plásticos, son de gran ayuda para proporcionar más protección a las velas de parafina que estén contenidas en una caja corrugada.

RECOMENDACIONES

1. El tamaño sugerido de la esponja para envolver cada una de las velas es de $\frac{3}{4}$ " (1.905 cm) de espesor, 3" (7.62 cm) de altura y 9.25" (23.5 cm) de largo, esto con un ± 0.01 cm de variabilidad.
2. Almacenar la esponja en un espacio apropiado en donde no este en contacto con agua, aceite u otro material líquido que la esponja pueda absorber con facilidad. Además, no se debe exponer a compresiones para evitar que esta se deforme y no cumpla con su fin al momento de envolver la vela.
3. No apretar mucho la esponja en la vela pues al ejercer mucha presión se puede marcar o incluso lastimar la vela, haciendo que sufra daño permanente.
4. Enfocarse en el buen diseño de un corrugado y no en los pocos centavos que se pueden ahorrar al utilizar un corrugado de menor calidad que no garantice la protección de las velas, pues en el futuro se tienen resultados de pérdidas de dinero por daños y reclamos de velas golpeadas que muchas veces se trata de lotes completos haciendo que sea una pérdida cuantiosa.

5. Colocar la cinta adhesiva en la esponja, sin que haya sido tocada repetidamente del lado del pegamento, pues esto ocasionara que no se adhiera adecuadamente sobre la esponja y no cumpla con el fin de mantenerla firme sobre la vela. Se deberá tener un dispositivo especial para la cinta adhesiva. El tamaño de cinta adhesiva recomendable es de $28 \text{ cm} \pm 0.1 \text{ cm}$.

-

BIBLIOGRAFÍA

- 1) HODSON, William K. **Manual del ingeniero industrial**. 4a. edición. México: McGraw Hill, Tomo II, 1996. p.675
- 2) LIU, David J. (traducción). **Kanban / Just in time at Toyota**. Productivity press. quinta edición, EEUU 1996.p.115
- 3) LÓPEZ, José Guillermo. Implantación de un nuevo método de empaque termoencogible en una industria maquiladora de velas de parafina. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2000. p.85
- 4) SIGMA. **Manual del cartón corrugado**. (1era edición. Guatemala. 1996). P.158
- 5) TAMAYAC, Mario Enrique. El empaque de cartón corrugado como una nueva técnica de presentación mercadológica. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1997. p.79