



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

**SISTEMA DE CONTROL EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO**

Marco Aurelio Saenz Cardona
Asesorado por la Inga. Ana Marcela Ruano Barillas

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE CONTROL EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARCO AURELIO SAENZ CARDONA

ASESORADO POR LA INGA. ANA MARCELA RUANO BARILLAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Luis Antonio Valdeavellano
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADORA	Inga. Rossana Castillo Rodríguez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

SISTEMA DE CONTROL EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 abril de 2013.



Marco Aurelio Saenz Cardona

Guatemala, agosto 2013

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.


Ingeniero Urquizú.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora del estudiante:
Marco Aurelio Saenz Cardona, Carné No. 1998-11162, procedí a revisar el
Trabajo de Graduación, cuyo título es: **SISTEMA DE CONTROL EN EL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite
respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,


~~Inga Ana Marcela Ruano Barillas~~
ASESORA
Colegiado No. 8782

Ana Marcela Ruano Barillas
Ingeniera Industrial
Colegiado 8782

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA




FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.059.014

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado SISTEMA DE CONTROL EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO, presentado por el estudiante universitario Marco Aurelio Saenz Cardona, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424


Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2014.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.081.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO**, presentado por el estudiante universitario *Marco Aurelio Saenz Cardona*, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE CONTROL EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE EMPAQUES DE CARTÓN CORRUGADO**, presentado por el estudiante universitario: **Marco Aurelio Saenz Cardona** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, mayo de 2014



AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme culminar mi carrera con éxito.
Mi padre	Marco Antonio Saenz, por su ejemplo de vida y por enseñarme a ser una persona disciplinada y responsable.
Mi madre	Emilia de Saenz, por su esfuerzo, amor y generosidad a lo largo de mi vida y ser el pilar más importante de mi formación.
Mi hija	María Fernanda Saenz Marroquín, que es mi fuerza para seguir adelante.
María José Marroquín	Por su comprensión y apoyo incondicional.
Mis hermanos	Alfredo, Marvin, Carlos Saenz, por el apoyo y consejos sin límites que me han brindado durante toda mi vida.
Ing. Manuel López	Por su asesoría en el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Descripción de las actividades	1
1.2. Misión.....	3
1.3. Visión	4
1.4. Política de calidad.....	4
1.5. Productos	5
2. ANÁLISIS DEL PROCESO DE CORRUGADO.....	9
2.1. Diagnóstico	9
2.1.1. Análisis FODA de la organización	10
2.1.2. Descriptores y competencias por puesto en el área de la corrugadora	13
2.1.3. Diagnóstico de producción	15
2.1.3.1. Estadísticas de indicadores en el proceso.....	17
2.1.3.2. Diagrama de Pareto	19
2.1.3.3. Diagrama de Ishikawa.....	21
2.2. Proceso de elaboración de cartón corrugado.....	23

2.2.1.	Diagrama de operaciones	23
2.3.	Productos	26
2.4.	Localización industrial.....	27
2.5.	Distribución de planta	30
2.5.1.	Diagrama de planta	30
2.6.	Evaluación del estado de la maquinaria.....	31
2.6.1.	<i>Single facer</i>	32
2.6.2.	<i>Double backer</i>	34
2.6.3.	Precalentadores.....	35
2.6.4.	Preacondicionadores	36
2.6.5.	<i>Triplex</i>	36
2.6.6.	Guillotina.....	37
2.6.7.	<i>Down Stacker</i>	38
2.7.	Plan de mantenimiento en la maquinaria	39
2.8.	Desperdicio controlable y no controlable.....	39
2.9.	Materias primas utilizadas en el proceso	39
2.9.1.	Especificaciones de materias primas	42
2.9.2.	Pruebas de control de calidad de materias primas	43
3.	DISEÑO DEL PROCESO	45
3.1.	Estrategias del FODA	45
3.2.	Diagrama y procedimiento propuestos para la elaboración de cartón corrugado.....	50
3.3.	Plan de mantenimiento	53
3.4.	Controles para la medición del desperdicio.....	60
3.4.1.	Desperdicio controlable	60
3.4.1.1.	Desperdicio corrugado	60
3.4.1.2.	Desperdicio molino y pegas	61

	3.4.1.3.	Desperdicio impreso.....	61
	3.4.1.4.	Desperdicio acabados.....	61
	3.4.1.5.	Desperdicio exceso de refil	61
	3.4.1.6.	Desperdicio gemeleo.....	62
	3.4.1.7.	Desperdicio pelado.....	62
	3.4.1.8.	Cajas de segunda.....	62
	3.4.1.9.	Desperdicio debido al proceso de conversión	63
	3.4.2.	Desperdicio no controlable	63
	3.4.2.1.	Pagado	63
	3.4.2.2.	Automático.....	63
	3.4.2.3.	Transversal.....	64
3.5.		Gestión de indicadores	64
3.6.		Control de calidad	65
	3.6.1.	Equipo a utilizar	74
	3.6.1.1.	<i>Crush tester</i>	74
	3.6.1.2.	Micrómetro.....	76
	3.6.1.3.	Mullen tester	77
	3.6.1.4.	Compresión tester	78
	3.6.1.5.	Emerson ECT <i>holding</i>	79
	3.6.1.6.	Extractor de muestras circulares.....	80
	3.6.2.	Pruebas a realizar.....	81
	3.6.2.1.	<i>Flat crush</i> (resistencia de la compresión horizontal de la flauta)	82
	3.6.2.2.	ETC (resistencia de un cartón corrugado)	83
	3.6.2.3.	Pin adhesión (prueba de adherencia) ..	84
	3.6.2.4.	Calibre	86

3.6.2.5.	BCT (resistencia a la compresión estática).....	86
3.6.2.6.	<i>Mullen test</i> (resistencia de estallido de la flauta).....	87
3.6.3.	Control de calidad en el producto terminado	88
3.6.3.1.	Políticas y procedimientos	89
3.6.3.2.	Hojas de registro	90
3.6.3.3.	Plan de muestro	91
3.6.3.4.	Gráficos de control	92
3.7.	Análisis de costo/beneficio	98
3.8.	Innovación de equipos para mejorar la productividad de la máquina	100
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA Y MEJORA CONTINUA	103
4.1.	Elaboración de políticas y estrategias	103
4.1.1.	Políticas generales	103
4.1.2.	Políticas específicas	104
4.2.	Personas involucradas en la reducción del desperdicio	104
4.2.1.	Postura por parte de la Gerencia	105
4.2.2.	Capacitación del personal	106
4.2.2.1.	Talleres.....	108
4.2.3.	Reconocimientos	109
4.3.	Gestión de indicadores de resultado	110
4.4.	Pasos para la implementación.....	111
5.	MEDIO AMBIENTE.....	115
5.1.	Importancia del impacto ambiental.....	115
5.1.1.	Manejo del desperdicio en el proceso de corrugación	117

5.1.2.	Manejo del desperdicio en el proceso de conversión.....	117
5.1.2.1.	Impresión.....	117
5.1.2.2.	Troquelado	118
5.1.2.3.	Acabados.....	119
5.2.	Equipo involucrado en la reducción de desperdicio	119
CONCLUSIONES		121
RECOMENDACIONES.....		123
BIBLIOGRAFÍA.....		125
ANEXOS		127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la planta	2
2.	Organigrama de la empresa	3
3.	Caja color <i>kraft</i>	6
4.	Caja color blanco	6
5.	Base de pastel	7
6.	Certificado de calidad	16
7.	Tipos de curvaturas	17
8.	Diagrama de Pareto.....	21
9.	Diagrama de Ishikawa	22
10.	Diagrama de operaciones actual.....	24
11.	Diagrama de la planta.....	31
12.	<i>Single facer</i>	33
13.	Funcionamiento del <i>double backer</i>	35
14.	Guillotina	38
15.	Capas de cartón corrugado	41
16.	Supervisión de transporte de rollos de papel <i>kraft</i>	44
17.	Diagrama de operaciones de caja corrugada	51
18.	Verificación de la calidad de los hendidos.....	66
19.	Quebradizo en simple cara.....	67
20.	Cartón despegado bolsas	68
21.	Nido de abeja (<i>Wash- Boarding</i>)	69
22.	Cartón abarquillado normal cóncavo	71
23.	Cartón abarquillado inverso.....	72

24.	Cartón abarquillado en forma de “S”	73
25.	Medidor de humedad.....	74
26.	Máquina Crush Tester	75
27.	Micrómetro.....	76
28.	Medición del calibre del cartón	77
29.	Mullen Tester	78
30.	Compression Tester	79
31.	ECT <i>holding</i>	80
32.	Extractor de muestras circulares	81
33.	Hoja de registro de producto terminado	90
34.	Gráfico P de control en producto terminado.....	97
35.	Desperdicio de láminas mal impresas.....	118

TABLAS

I.	Estrategias FODA.....	13
II.	Comparativo 2010 -2011	18
III.	Análisis de desperdicio.....	19
IV.	Devoluciones	20
V.	Factores a analizar de las instalaciones	28
VI.	Resumen de factores de localización industrial	29
VII.	Peso de papel <i>liner</i> (<i>liner</i> más utilizados).....	43
VIII.	Frecuencia de mantenimiento de máquina troqueladora.....	55
IX.	Frecuencia de mantenimiento de impresora	56
X.	Frecuencia de mantenimiento corrugadora	56
XI.	Unidades defectuosas	96
XII.	Plan de capacitaciones.....	109

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Gramos
kg	Kilogramo
lb	Libra
LCC	Límite de control central
LCI	Límite de control inferior
LCS	Límite de control superior
mm	Milímetros
NCA	Nivel de la calidad aceptable
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

Almidón	Sustancia derivada del grano de maíz, que es utilizada como adhesivo en la fabricación de cartón corrugado.
BTC	Siglas en inglés para definir la prueba de resistencia a la compresión estática de una caja.
Calibre	Medida de espesor de la plancha.
<i>Double backer</i> (doble engomador)	Se llama así a la sección del corrugador donde se une el papel externo con la cara sencilla para formar un cartón corrugado.
ETC	Designación para la prueba de aplastamiento de canto, que es utilizada para determinar la resistencia de un cartón corrugado a la estiba.
<i>Flat crush</i> (compresión horizontal)	Prueba para verificar la resistencia a la compresión horizontal de la flauta.
Flauta	Formación del corrugado medio en forma de ondulaciones que dan al calibre o espesor al cartón corrugado.

Flexográfica	Sistema de impresión de alto relieve.
Papel <i>liner</i> (papel sencillo)	Papel que se utiliza en el exterior e interior de un cartón corrugado.
<i>Pin adhesion</i>	Prueba para comprobar la adherencia entre los papeles que conforman el cartón corrugado.
<i>Ring Crush</i>	Prueba de calidad para medir la fuerza de compresión del papel
Single face (cara sencilla)	Sección en el corrugador que forma la unión del corrugado medio con el papel <i>liner</i> interno.
Trim	Cortes laterales que se hacen al cartón corrugado para quitar el desperdicio de los extremos.
<i>Triplex</i>	Sección en el corrugador que es capaz de girar 120° y donde van ubicadas las cuchillas de corte y cizado para las diferentes medidas que se le programe.

RESUMEN

El empaque es un elemento integral del sistema que lleva productos al consumidor final. Existen diversos materiales para empacar productos, siendo el papel y cartón corrugado el número uno en embalaje, con un 34 % de la producción, porque es el único que cumple funciones tan distintas como: almacenamiento, entrega de producto, protección de luz, polvo y robo. El cartón corrugado está formado por un papel ondulado, reforzado externamente por dos capas de papel. Una caja de cartón debe poseer gran resistencia para que esta no colapse en el momento de estar transportando productos, la manera para asegurar que esto no suceda es teniendo un cuidadoso control de calidad en la fabricación de la misma.

Las materias primas usadas en la fabricación de cajas corrugadas son papel *kraft*, adhesivo para pegar los tres papeles mencionados y tinta flexográfica. Estas son las principales variables que se deben de controlar para lograr obtener una caja de buena calidad. Antes de diseñar el sistema de control de calidad se deben modificar algunas condiciones, bajo las cuales no se permite un adecuado proceso de producción.

El diseño del sistema de control en el proceso de fabricación está compuesto por tres subsistemas, que son control de calidad en la recepción de materias primas, control de calidad en el proceso de producción y control de calidad en la entrega del producto terminado. Estos tres subsistemas son de vital importancia pues uno contiene al otro y si alguno de ellos el sistema completo fallaría.

Existen diversas pruebas de control de calidad que se deben hacer al adhesivo del cartón corrugado. Estas pruebas deben monitorearse a través de un plan de muestreo de aceptación y graficar las variables de calidad en diagramas de control del proceso, para evaluar el comportamiento de las variables y poder tomar decisiones de presentarse una situación que de los límites de las especificaciones.

Al implementar el sistema de control de calidad debe enfocarse tanto al cliente como en los trabajadores quienes ponen en marcha el sistema de calidad y sin los cuales el esfuerzo de Gerencia sería en vano. Para implementar el sistema primero se debe hacer una planeación estratégica para definir lo que se desea alcanzar con el sistema de calidad y luego buscar los medios para alcanzar dichos objetivos. Al tener implementado el sistema de calidad se debe ubicar el sistema dentro de un ciclo repetitivo, el cual busca mejoras continuas al terminar cada ciclo.

OBJETIVOS

General

Diseño de un sistema de control en el proceso de fabricación de empaques de cartón corrugado en la empresa Empaques San Lucas.

Específicos

1. Evaluar la situación actual de todo el proceso de fabricación, analizando la planificación, control y elaboración de los productos para la identificación de fallas el proceso y posibilidades de mejora.
2. Realizar un análisis para determinar las competencias de los operarios, establecidas por cada puesto de trabajo, y evaluar las condiciones actuales de la maquinaria para determinar las condiciones de funcionamiento adecuadas.
3. Analizar si las materias primas cumplen con las especificaciones requeridas en el proceso.
4. Establecer las herramientas y controles para minimizar los defectos del producto terminado.
5. Determinar el impacto financiero de la propuesta de implementación a través de un análisis costo/beneficio.

6. Definir los medios necesarios que se deben establecer para implementar el sistema de control en el proceso de corrugado.

INTRODUCCIÓN

La empresa Empaques San Lucas es líder en la industria de empaques de cartón corrugado, en la actualidad el envoltorio es imprescindible para la conservación de los productos, es por eso que existen diversos tipos de empaques que responden a las necesidades de cada tipo de actividad. Dicha empresa cuenta con la tecnología adecuada para brindar soluciones de empaque de cualquier tipo, brindando a los clientes productos de la más alta calidad que les permitan conservar los productos para los consumidores finales.

Durante el proceso de elaboración de empaques de cartón corrugado, se van generando pérdidas de las cuales la gran mayoría son controlables ya que estas son conocidas como desperdicio, son ocasionadas por deficiencias durante la transformación de la materia prima hasta llegar al producto final.

Se hace necesario que se realice un estudio acerca de cuáles son las deficiencias, para luego realizar las correcciones que sean necesarias para solucionar la problemática.

Las necesidades de competir en el nuevo mercado globalizado, ha traído como consecuencia que dentro de la planta se implementen controles de calidad, para producir con eficiencia y calidad al mismo tiempo.

Logrando este objetivo se pueden disminuir costos por desperdicio, reproceso, reclamos y/o devoluciones, lo que se traducirá en material de empaque de calidad, el cual cumplirá las expectativas de los clientes.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Empaques San Lucas, S. A. inicia operaciones en 1999, contando con una corrugadora, dos impresoras y con 30 colaboradores. Sin embargo, durante estos años ha tenido un fuerte y exitoso crecimiento que ha provocado la ampliación de las instalaciones, la introducción de una nueva impresora y el llegar a un número de noventa colaboradores a inicios del 2003.

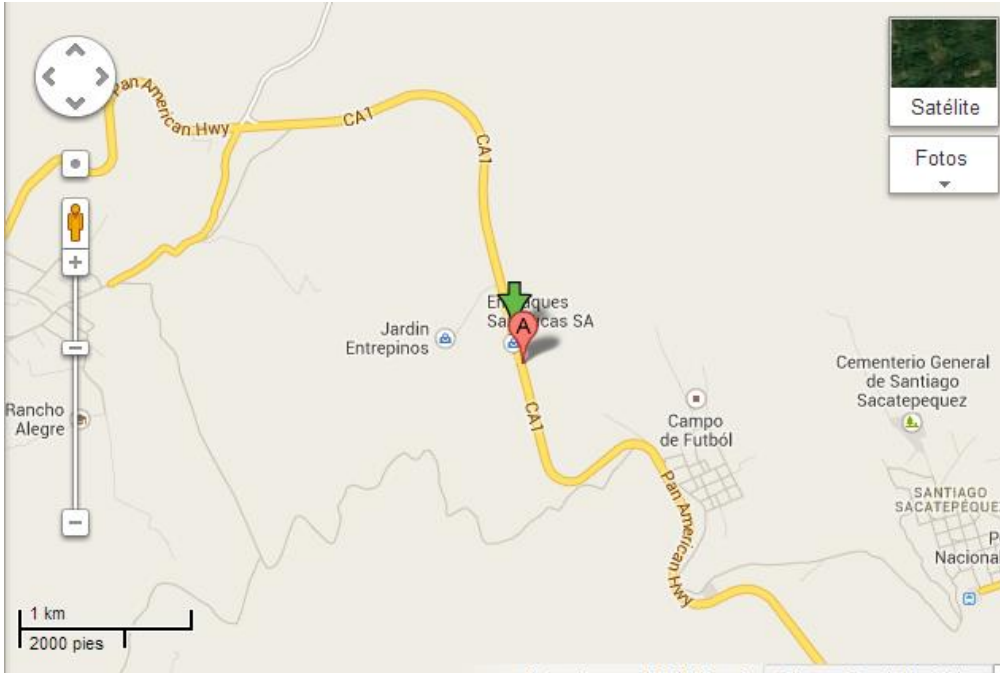
1.1. Descripción de las actividades

La empresa se dedica al diseño, fabricación y comercialización de cajas de cartón corrugado para:

- Carnes
- Vegetales
- Empaques secundarios
- Pizzas
- Zapatos
- Industria alimenticia

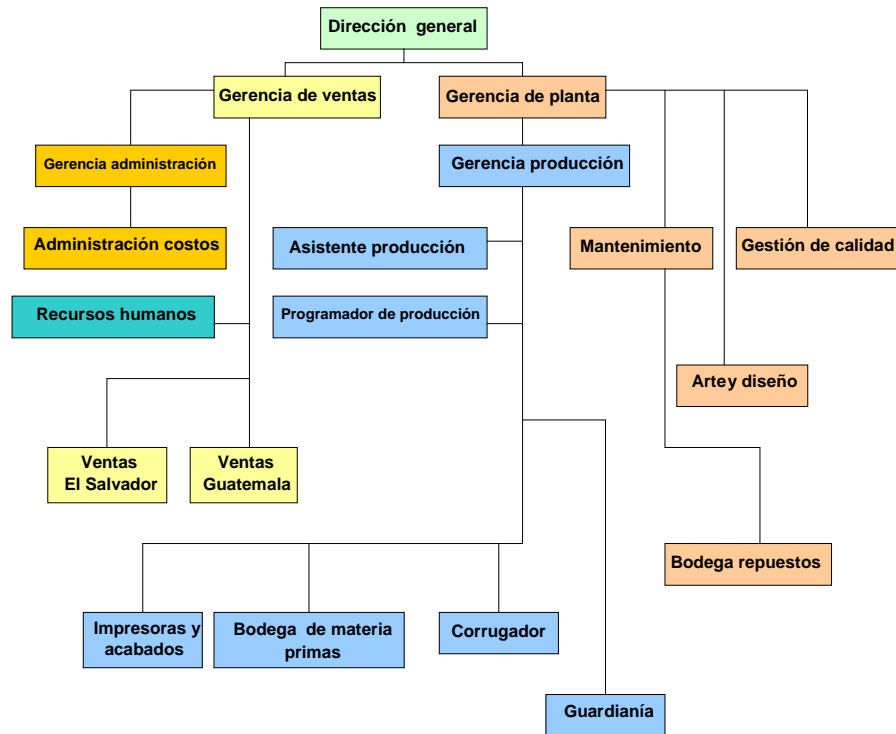
La empresa tiene una actitud responsable de servicio al cliente comprometido con la calidad, cantidad y tiempo de entrega oportuno; los cuales responden a las necesidades de los clientes, con una participación del 40 % de mercado nacional. La planta de producción se encuentra en el kilómetro 37,2 carretera Interamericana, en el departamento de Sacatepéquez.

Figura 1. **Ubicación de la planta**



Fuente: Google Earth. Consulta: noviembre de 2013.

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

1.2. Misión

Empaques San Lucas, S. A. se dedica a la fabricación y comercialización de empaques de cartones corrugados y similares en el triángulo norte de Centro América y el sur de México.

- Garantizar la satisfacción a los clientes mediante eficiencia en los procesos, entregas en tiempo, cantidad y calidad, con precios justos, a través de los sistemas de información integrados.

- Para ello cuenta con proveedores de materias primas y servicios confiables.
- Mantienen un clima y liderazgo satisfactorio y fomentan una cultura de mejora continua.

1.3. Visión

Crecer para lograr el liderazgo en el Triángulo Norte de C.A. y lograr reconocimiento en el sur de México.

- Integrar los sistemas de información necesarios para toma de decisiones oportunas.
- Atraer y retener gente talentosa que contribuya al crecimiento, innovación y mejora continua de la empresa.
- Identificar las nuevas oportunidades de mercado que nos permita un crecimiento en ventas.
- Implementar los más altos estándares de control ambiental nacionales e internacionales para lograr la menor huella ambiental posible.
- Garantizándonos de esta manera la permanencia por los próximos 50 años.

1.4. Política de calidad

En Empaques San Lucas, S. A. se comprometen a participar en la mejora continua del nivel de satisfacción de los clientes, a través de:

- Una actitud responsable de servicio al cliente.
- Calidades, cantidades y tiempos de entrega de productos que respondan a las necesidades del cliente.

- Un ambiente de respeto, desarrollo humano y alto grado de compromiso en lo que hacemos.
- Eficiencia en los procesos.
- Objetivos de la calidad:
 - Una actitud responsable para el logro de la satisfacción del Cliente.
 - Eficiencia en nuestros procesos.

1.5. Productos

La empresa ofrece a sus clientes diversos productos entre los cuales se están:

- Cajas de color *kraft* y blanco en diferentes medidas
- Cajas de diferente cantidad de paredes
- Particiones
- Bandejas
- Charolas
- Bases para pasteles

Figura 3. **Caja color *kraft***



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Figura 4. **Caja color blanco**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Figura 5. **Base de pastel**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

2. ANÁLISIS DEL PROCESO DE CORRUGADO

2.1. Diagnóstico

Se realizó un estudio de las fuentes de desperdicio generados en el proceso de producción de cajas de cartón. Las áreas identificadas son:

- Máquina corrugadora: al realizar el análisis de las fuentes de desperdicio generado en esta máquina, fue posible englobarlo en dos grupos, el desperdicio que es inevitable durante el proceso productivo y el que si puede ser evitado.
- Desperdicio inevitable: el desperdicio inevitable del proceso más importante es el *trim*. Este desperdicio corresponde a los bordes laterales que son recortados de la hoja continua, formada por los tres papeles antes que esta sea cortada transversalmente para formar la lámina. Este desperdicio tiene características de que es establecido previamente en conjunto con el plan de producción. Este depende de las dimensiones de la lámina especificando en la lista de corte, así como también del ancho de la bobina del papel utilizado para correr el pedido.

El siguiente tipo de merma se ha designado como desperdicio de guillotina, este es producido por el cuerpo de guillotinas ubicado antes del cuerpo *triplex*. Las guillotinas se accionan generalmente en el período de arranque de la máquina para cortar los metros iniciales de cartón que salen defectuosos (mal formados o con escaso adhesivo).

En la primera etapa del proceso, justo antes de alimentar la materia prima a la corrugadora, se produce el desperdicio denominado pelado o papel picado, que no es más que el generado al retirar las dos primeras capas de papel, que han servido de protección al papel interno. Estas capas retiradas presentan maltratos y manchas debido al transporte y manipulación dentro y fuera de la bodega.

Otro desperdicio es el proveniente de los tubos de cartón en donde es enrollado el papel para formar la bobina. Al terminar de alimentar la máquina con el papel, desenvolviendo casi toda la bobina, que un remanente de materia prima enrollada del core que no puede ser aprovechado por su escasa cantidad.

Por último, dentro de este grupo de desperdicio inevitable se encuentra uno denominado desperdicio del puente, este proviene de la sección del puente de la máquina corrugadora. Este desperdicio es un cartón semiformado del tipo single face, que inicialmente sale despegado y con una forma de la flauta no adecuada. Se genera durante la arrancada de la máquina, tanto al inicio del turno laboral como una parada por cambio o rotura del papel.

Desperdicio evitable: corresponde a las láminas de cartón que salen defectuosas de la máquina corrugadora, están divididas en láminas malas y el rechazo flexo

2.1.1. Análisis FODA de la organización

El análisis FODA es una herramienta analítica, útil para examinar la interacción entre las características particulares de una empresa y su entorno, con los datos que se poseen se analizan: Fortalezas, Oportunidades,

Debilidades y Amenazas. El análisis FODA descrito a continuación se obtuvo gracias a la observancia y consulta al personal administrativo, este se enfoca solo hacia los factores claves para el éxito de la empresa, resalta las fortalezas y debilidades diferenciales internas.

- Fortalezas
 - Es una de las empresas más grandes que producen productos de cartón corrugado.
 - Cuenta con instalaciones adecuadas para el desarrollo de la producción de materiales de cartón corrugado, estas a su vez poseen una buena ubicación por la cercanía de sus clientes.
 - Puede crecer físicamente ya que cuenta con espacio para ampliar sus instalaciones e instalar nueva maquinaria.
 - Solidez de conocer el mercado de cajas de cartón corrugado a nivel nacional e internacional, logrando dar a conocer a potenciales clientes sus productos.

- Oportunidades
 - Se han facilitado los trámites aduanales entre los países de la región centroamericana, así como aprobación del Tratado de Libre Comercio entre con Estados Unidos.
 - Las políticas migratorias de los Estados Unidos ha hecho que personas con buenos conocimientos tecnológicos retornen al país.
 - El crecimiento urbano ha provocado que potenciales clientes se ubiquen cerca de sus instalaciones.

- Se está promoviendo en el país el uso de biocombustibles, los cuales reducirían sus costos de producción.

- Debilidades
 - Fallas frecuentes en la maquinaria para la producción, con esto una gran cantidad de horas muertas.
 - Desbalanceo de las líneas de producción.
 - Alto porcentaje de desperdicios.

- Amenazas
 - Aparición de nuevos competidores.
 - Baja cultura de reciclaje en el país y con ello el deterioro del ambiente de dónde obtiene la materia prima.
 - Encarecimiento de los hidrocarburos, que incide en los costos globales.
 - Fluctuaciones en el sistema tributario nacional.

Tabla I. Estrategias FODA

	OPORTUNIDADES			AMENAZAS		
	Oportunidad de exportación sin muchos trámites aduaneros	Precio diferenciado en comparación a otras marcas	Interés de consumidores usos de cajas de cartón	Aparición de nuevos competidores	Poca cultura del reciclaje daña el ambiente donde se obtiene la materia prima	Impuestos nuevos por parte del Gobierno
FORTALEZAS						
Productos de primera calidad	Ofertar e ingresar a nuevos mercados con nuevas líneas de empaques corrugados			Llegar a ser el lider en exportaciones de cajas de cartón corrugado		
Instalaciones adecuadas para el desarrollo de la producción de cajas de cartón	Manejar una buena estrategia de precio para el sector industrial			Incursionar en el diseño de nuevos empaques de cartón corrugado		
Los clientes de la empresa son nacionales como extranjeros	Manejar estrategias de acceso a los mercados justos					
DEBILIDADES						
Desbalanceo en la línea de producción	Cambiar las máquinas por tecnología de punta			Implemenatar un sistema de logística inversa para reducir costos		
Poca atención al cliente	Contar con una sistema de atención al cliente las 24 horas, utilizar las redes sociales para tener mejor comunicación con los clientes			Evaluación del sistema de ventas y atención al cliente		
Publicidad	Contar con publicidad en medios escritos, revistas del sector industrial					

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Descriptores y competencias por puesto en el área de la corrugadora

Se determinó las competencias de cada puesto de trabajo en el área de la corrugadora las cuales son:

- Supervisor de calidad de materia prima: dentro de sus principales funciones se encuentran:

- Estar presente en la recepción de materia prima y hacer el muestreo de aceptación.
- Tabular datos y hacer los cálculos estadísticos.
- Tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote de materia prima.
- Hacer las recomendaciones necesarias al jefe de compras acerca de la calidad que ofrecen las materias primas.

- Supervisor de calidad en tren de corrugado: su tarea será exclusivamente realizar el control de calidad sobre las láminas de cartón corrugado que sale de este departamento, llevando para ello pruebas como:
 - Prueba de viscosidad (viscosidad cinemática medida se expresa generalmente en segundos de tiempo de flujo). y gelatinización (medida expresa en grados centígrados) en los tanques de goma y *double backer*, para lo cual se debe llevar la gráfica de control de medias del adhesivo.
 - Hacer los muestreos del cartón, teniendo la facultad de parar y corregir dicho proceso si fuese necesario. Tal paro y corrección podrá realizarse siempre y cuando las láminas de cartón se encuentren fuera de los límites de especificación.
 - Además de las pruebas debe llevar el dato de pesado y tabulado de desperdicio, esto para medir la cantidad de material con mala calidad.
 - Tomar la decisión de aceptar o rechazar una orden de producción.

- Hacer los cálculos estadísticos para poder hacer las gráficas de medias y rangos.
 - Presentar diariamente los resultados y recomendaciones necesarias para mejorar el proceso de producción.
- Supervisor de calidad de flexos: su tarea será exclusivamente realizar el control de calidad sobre las cajas de cartón corrugado que sale de este departamento, llevando para ello pruebas ya descritas tales como:
- Prueba de viscosidad y pH en la tinta.
 - Hacer los muestreos sobre las cajas de cartón y hasta que este se halla constatado de que la caja cumple con todos los requisitos en tonalidad, medidas, registro, etc. dará la autorización para que arranquen con la corrida de la orden.
 - Hacer los cálculos para determinare el gráfico p para evaluar la cantidad de disconformidades encontradas en las cajas de cartón.
 - Tomar la decisión de aceptar o rechazar una orden de producción.

2.1.3. Diagnóstico de producción

El cartón corrugado es un material utilizado fundamentalmente para la fabricación de envases y embalajes. Generalmente se compone de tres o cinco papeles siendo los dos exteriores lisos y el interior o los interiores ondulados, lo que confiere a la estructura una gran resistencia mecánica.

En la empresa se encuentran establecidos estándares de calidad, los cuales exigen que se realicen inspecciones para verificar si se están obteniendo productos de calidad, así como la elaboración de un certificado.

Figura 6. **Certificado de calidad**

CERTIFICADO DE CALIDAD		
MÁQUINA:	TURNO:	
OPERADOR:	FECHA:	
SUPERVISOR:	ORDEN:	
Seleccione SI ó NO	SI	NO
Medidas internas correctas +/- 2 mm		
Láminas sin golpes		
Láminas húmedas		
Láminas tostadas		

Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

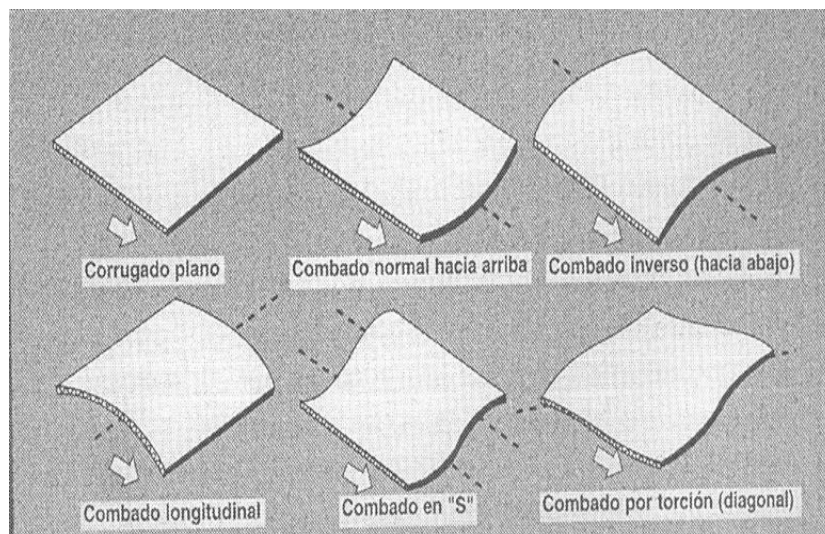
Dentro de las generalidades que se buscan en el proceso de producción existen factores como la temperatura, la humedad, el adhesivo, su aplicación y la velocidad, son factores que inciden en que se dé una calidad en la fabricación del cartón corrugado, e inciden en que se presente el curvado.

El buen corrugado no solo debe ser fuerte, flexible, elástico, liso y de calibre uniforme; también debe ser plano.

La naturaleza de sus componentes: el *liner*, el médium y el adhesivo, conspiran para deformar el cartón en uno de tantos tipos de curvado.

La más común de estas deformaciones es el curvado hacia arriba, cóncavo en el lado superior o en el lado del corrugado de pared sencilla con el eje paralelo a la dirección de la máquina.

Figura 7. Tipos de curvaturas



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

2.1.3.1. Estadísticas de indicadores en el proceso

Para conocer el porcentaje y el peso en kilogramos del desperdicio generado, se realizó un análisis de los datos del 2010 y 2011 los cuales fueron proporcionados por la Gerencia General de la planta. Ver tabla II y tabla III.

Tabla II. **Comparativo 2010 -2011**

MES	PERÍODO 2010		PERÍODO 2011	
	KILOGRAMOS	PORCENTAJE (%)	KILOGRAMOS	PORCENTAJE (%)
Mal corrugado	26 065,08	1,73	28 774,79	1,77
Molino y pegas	11 572,92	0,77	11 545,29	0,71
Mal impreso	15 537,54	1,03	15 117,14	0,93
Acabados	519,10	0,03	1 153,16	0,07
Exceso refil corrugado	14 843,70	0,98	17 335,69	1,07
Mal impreso	6 361,42	0,42	6 708,41	0,41
Pelado en corer	640,58	0,04	698,86	0,04
Desperdicio en particiones	0,00	0,00	0,00	0,00
Desperdicio en troquel	206,38	0,01	15,17	0,00
Refil transversal	202,38	0,01	326,66	0,02
Otros ajustes	2 016,26	0,13	2 334,37	0,014
TOTAL CONTROLABLE	77 965,14	5,17	84 009,54	5,16

Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Tabla III. **Análisis de desperdicio**

MES	PERÍODO 2011		
	KILOGRAMOS	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
)Mal impreso	28 774,79	34,25	34,25
Molino y pegas	17 335,69	20,64	54,89
Corrugado	15 117,14	17,99	72,88
Acabados	11 545,29	13,74	86,62
Exceso refil corrugado	6 708,41	7,99	94,61
Pelado en single y doble	2 334,37	2,78	97,39
Pelado en corer	1 153,16	1,37	98,76
Desperdicio en particiones	698,86	0,83	99,59
Desperdicio en troquel	326,66	0,39	99,98
Refil transversal	15,17	0,02	100
Otros ajustes	0,00	0,00	100
TOTAL CONTROLABLE	84 009,54	5,17	

Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

2.1.3.2. Diagrama de Pareto

Se recopilaron datos de un trimestre, los cuales fueron obtenidos de un reporte generado de la base de datos del sistema, donde se muestra cuantos eventos hubo por devoluciones de pedidos.

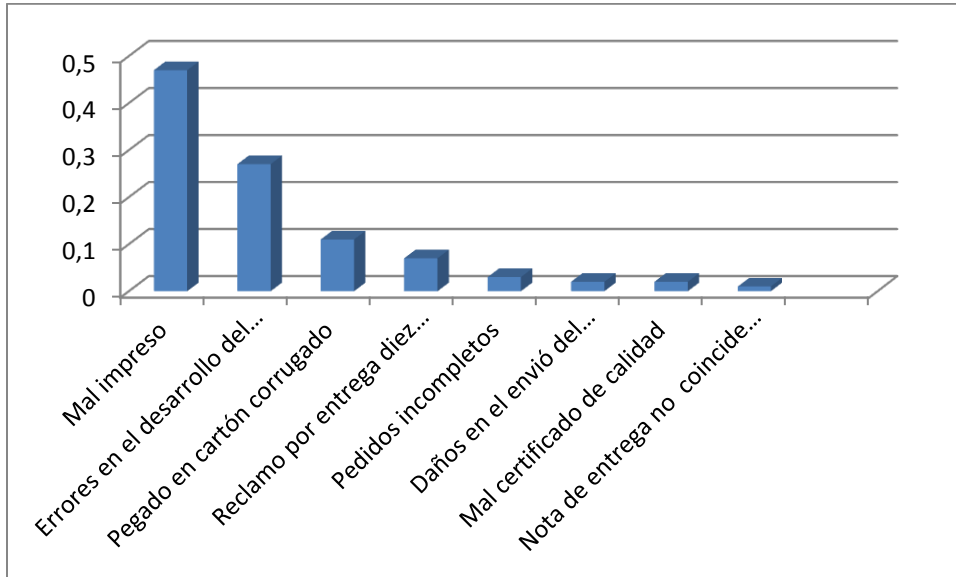
Tabla IV. **Devoluciones**

Trimestral			
Causas	Eventos	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
Mal impreso	1 700	0,47	0,47
Errores en el desarrollo del diseño	1 000	0,27	0,74
Pegado en cartón corrugado	400	0,11	0,85
Reclamo por entrega diez días después de la fecha	250	0,07	0,92
Pedidos incompletos	100	0,03	0,95
Daños en el envío del producto	60	0,02	0,97
Mal certificado de calidad	80	0,02	0,99
Nota de entrega no coincide con hoja de facturación	50	0,01	100
Total	3 640	100	

Fuente: elaboración propia.

Para conocer cuáles son los puntos fuertes que provocan devoluciones de pedidos se recurrió a hacer un análisis de Pareto, el cual presenta muestra los eventos que en un trimestre provocaron devoluciones, mostrando así cuál es la mayor causa de generación de quejas. En dicho análisis se hace uso de la regla 80 – 20 la cual indica cuales son los eventos poco vitales y los muchos triviales; es decir esta regla demuestra que el 80 % de los problemas están ocasionados por un 20 % de causas que los provocan.

Figura 8. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010.

2.1.3.3. **Diagrama de Ishikawa**

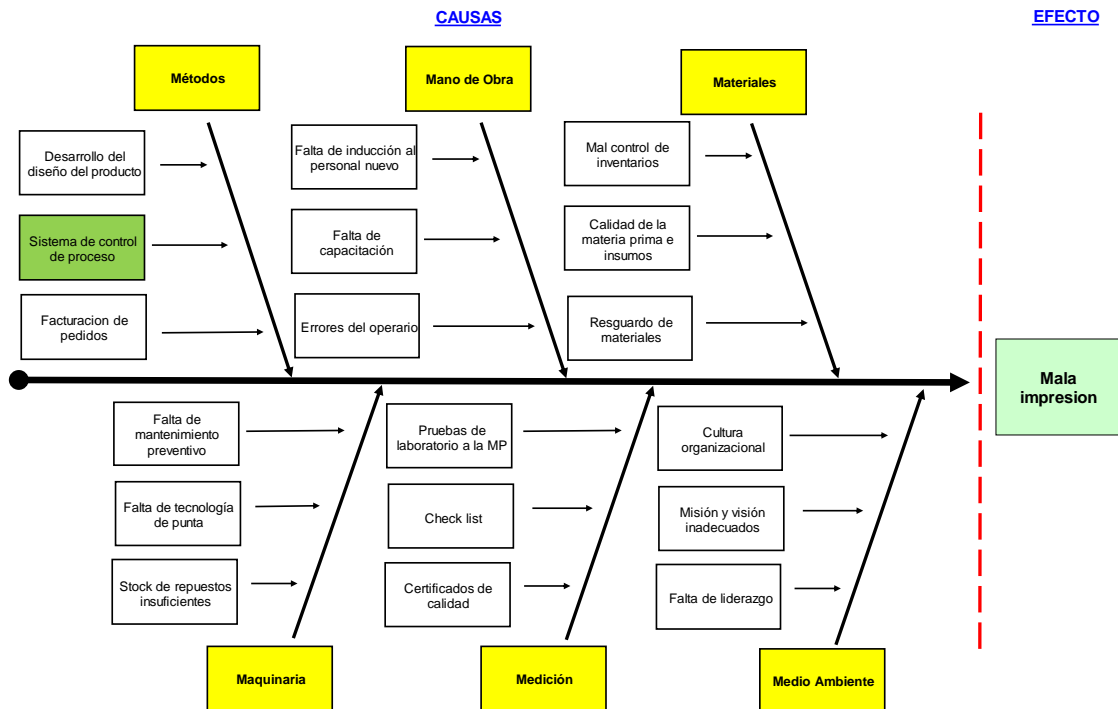
Para analizar el proceso de fabricación de empaques de cartón corrugado se determina que existe un problema en las devoluciones por parte de los clientes.

Para lo cual se hace un estudio por medio del diagrama de Ishikawa el cual identifica por medio de las 6 M el efecto y las causas del problema.

La causa raíz del estudio, es que no se cuentan con un sistema de control de proceso en la fabricación de cartón corrugado.

A continuación se describen las 6 M del estudio realizado identificando como el efecto y las causas.

Figura 9. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Excel 2010.

En el diagrama anterior se puede observar que no se cuenta con un sistema de control de proceso, lo cual sumado a los demás elementos identificados se traduce en una mala impresión de los productos. Esto da como consecuencia en el momento de entrega del pedido, que el cliente al revisarlo se da cuenta que existe una mala impresión en los mismo siendo esto un problema para el área de producción y de toda la planta.

2.2. Proceso de elaboración de cartón corrugado

El proceso de producción es la forma en la cual se transforman los insumos y factores necesarios para obtener un determinado producto.

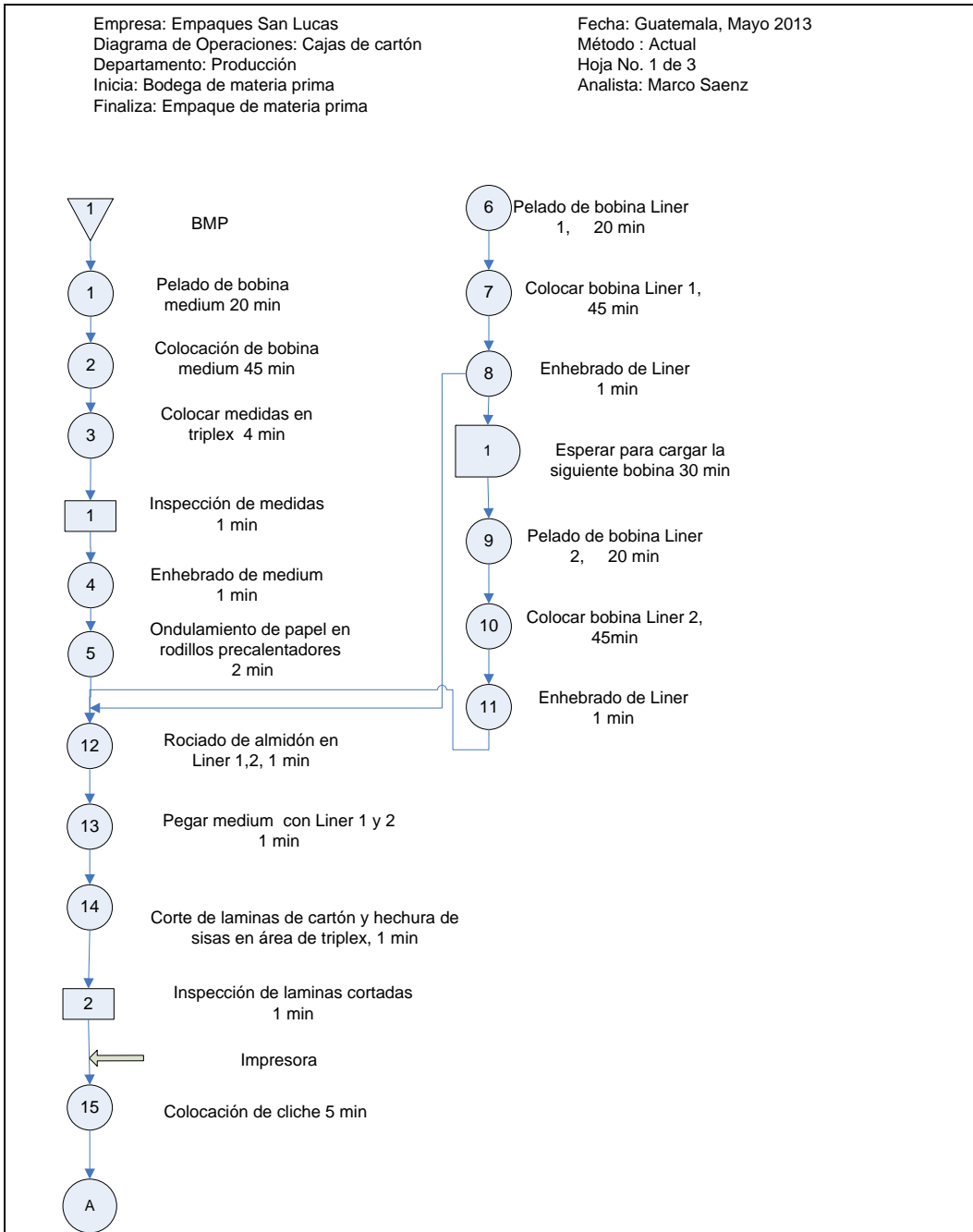
Los insumos son las materias primas. Los factores representan la fuerza física, humana y motriz que permite transformar a las materias primas en un producto terminado apto para el consumidor.

El proceso de producción en la empresa inicia en la corrugación, cuando se empiezan a transportar las bobinas del área de materia prima hacia la corrugadora, se colocan las bobinas en la corrugadora y se inicia el pegado de los *liners* externos y el *liner* interno. Ya unidos los *liners* se procede a la verificación de medidas y corte de láminas. Ya cortadas las láminas se transportan hacia el área de impresión, se colocan en el alimentador, se llega a colores y se imprimen, se verifica la impresión, al finalizar la verificación se procede a transportarlas al área de troqueles, se colocan en el alimentador y se procede a troquelar. Ya troquelada la lámina se procede a la inspección de las láminas, se empacan según requisitos del cliente y se procede a llevarlas a la bodega de producto terminado para ser entregadas a los clientes.

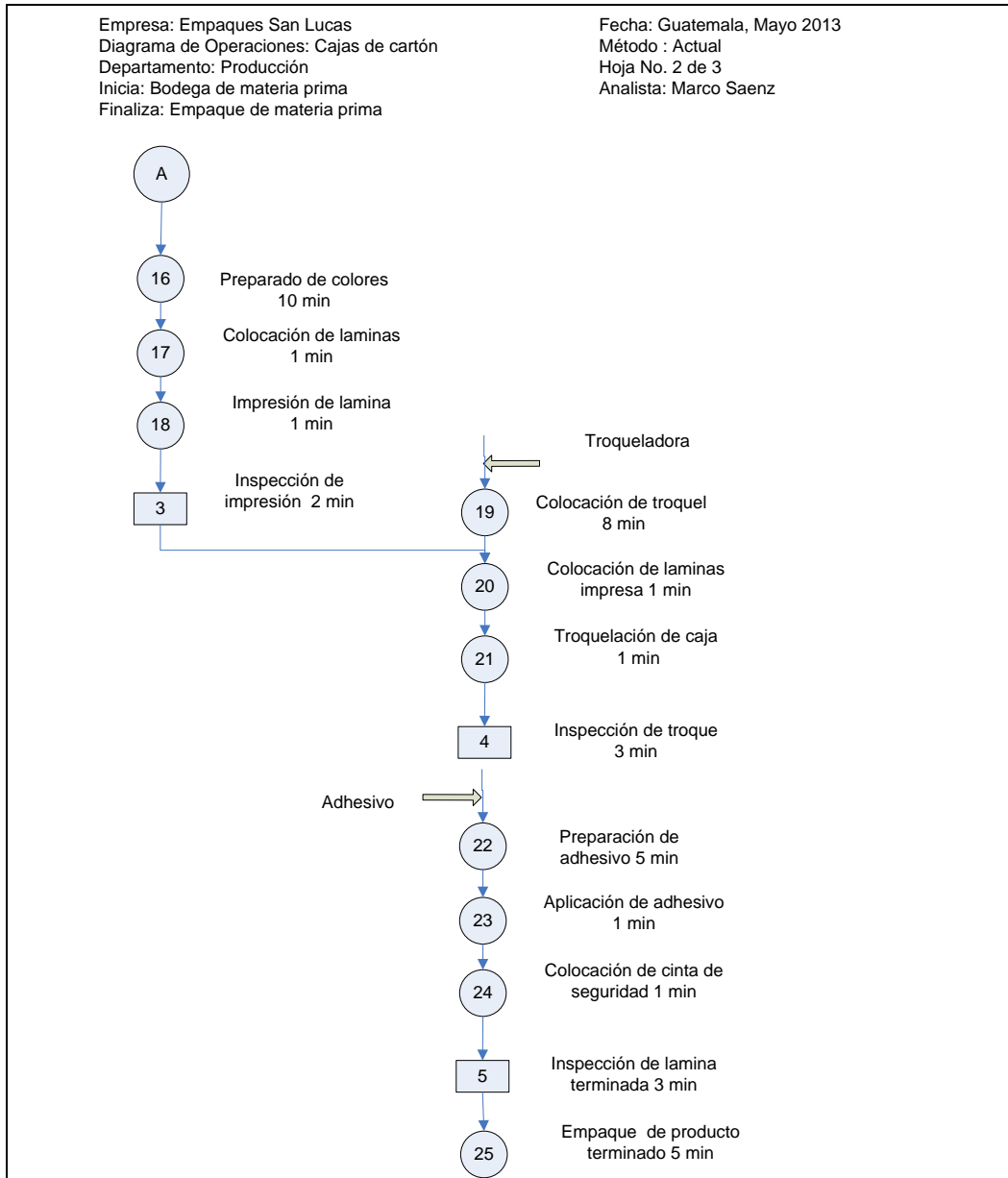
2.2.1. Diagrama de operaciones

A continuación se presenta el diagrama de operaciones del corrugado del cartón.



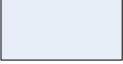

Figura 10. Diagrama de operaciones actual



Continuación de la figura 10.



Continuación de la figura 10.

Empresa: Empaques San Lucas Diagrama de Operaciones: Cajas de cartón Departamento: Producción Inicia: Bodega de materia prima Finaliza: Empaque de materia prima		Fecha: Guatemala, Mayo 2013 Método : Actual Hoja No. 3 de 3 Analista: Marco Saenz	
Símbolo	Nombre	Tiempo (minutos)	
	Bodega	----	
	Operación	251	
	Inspección	10	
	Demora	30	
	TOTAL	291	

Fuente: elaboración propia.

2.3. Productos

Las láminas de cartón corrugado constituye la materia prima para la producción de cajas y empaques, la empresa podría comercializar este producto a un fabricante de empaques que no posea equipo para corrugación. Las láminas básicamente están formadas por el ondulado, y por las cubiertas;

cuatro tipos de ondulado o flautas son manejadas en la industria de cartón corrugado las cuales son: A, B, C, y E; dicha clasificación depende de la cantidad de ondulaciones que tengan las láminas por pie, aunque puede haber una pequeña variación en la cantidad de flautas por pie; las láminas pueden ser:

- Flauta A: 33,5 flautas por pie
- Flauta B: 47 flautas por pie
- Flauta C: 38 flautas por pie
- Flauta E: 90 flautas por pie

2.4. Localización industrial

En esta sección se examinarán los factores que determinan el tipo de localización industrial que posee la empresa. Ver tabla V.

Tabla V. Factores a analizar de las instalaciones

Categoría	Estado ocupacional No. De trabajadores	Peso kg	Ruido y vibraciones Decibeles	Humo Unidades de Ringelmann	Olor	Polvo y suciedad m ³	Gases nocivos (partes por millón)	Incendio y explosión	Desechos sólidos	Transporte	Tránsito vehículos por hora	Integración arquitectónica urbana
I	1 – 4	500	0	0	Sin olor	0	0	Sin riesgo	Inocuos	Vial pick-up	5	A
II	5 – 9	1000	15	0	Sin olor	0	0	Sin riesgo	Orgánicos	Vial pick-up	5	A
III	10 – 19	2000	20	1	Leve no molesto	0.23	0	Riesgo poco probable	Minerales no metálicos	Vial camión liviano	10	A
IV	20 – 99	4000	35	1	No molesto	0.46	Concentración no tóxica	Riesgo controlable	Requieren tratamiento especial	Vial camino pesado	15	B
V	más 100	más de 4000	60	2	Molesto	0.69	Riesgo controlable	Requieren tratamiento especial	Activos químicos radioactivos	Vial camión pesado ferrovía	20	C
VI	más 100	más de 4000	80	más de 2	Muy molesto	más de 0.69	Riesgo no controlable	Requieren tratamiento especial		Vial camión pesado ferrovía	20	C

Fuente: elaboración propia.

A continuación se resumen los factores de la localización industrial, esto es para saber que categoría le corresponde a cada factor según el valor que este posea.

Tabla VI. **Resumen de factores de localización industrial**

Factor	Valor	Categoría
Estrato	Ocupacional 100 o más	V,VI
Peso maquinaria y materiales	4 000 kilogramos o más	V,VI
Niveles de ruido	80 o más	VI
Unidades de Ringelman	0	I
Olores exterior/interior	Ninguno/Leve	I,II/III
Polvo	0	I,II
Gases	No tóxicos	III,IV
Incendio y explosión	Controlable	III,IV,V
Desechos líquidos	Requiere tratamiento	IV,V,VI
Desechos sólidos	Minerales	III
Transporte	Plataforma	IV,V,VI
Vehículos por hora	5 máximo	I,II
Categoría de Edificio	Clase B	IV
Efectos	Neutros	I,II,III

Fuente: elaboración propia.

Según la clasificación internacional de las Naciones Unidas la empresa pertenece a la agrupación 27 (fabricación de papel y productos de papel), grupo

272 (fabricación de artículos de pulpa de madera, papel y cartón) y subgrupo 2721 (fábricas de cajas, envases de cartón y similares).

2.5. Distribución de planta

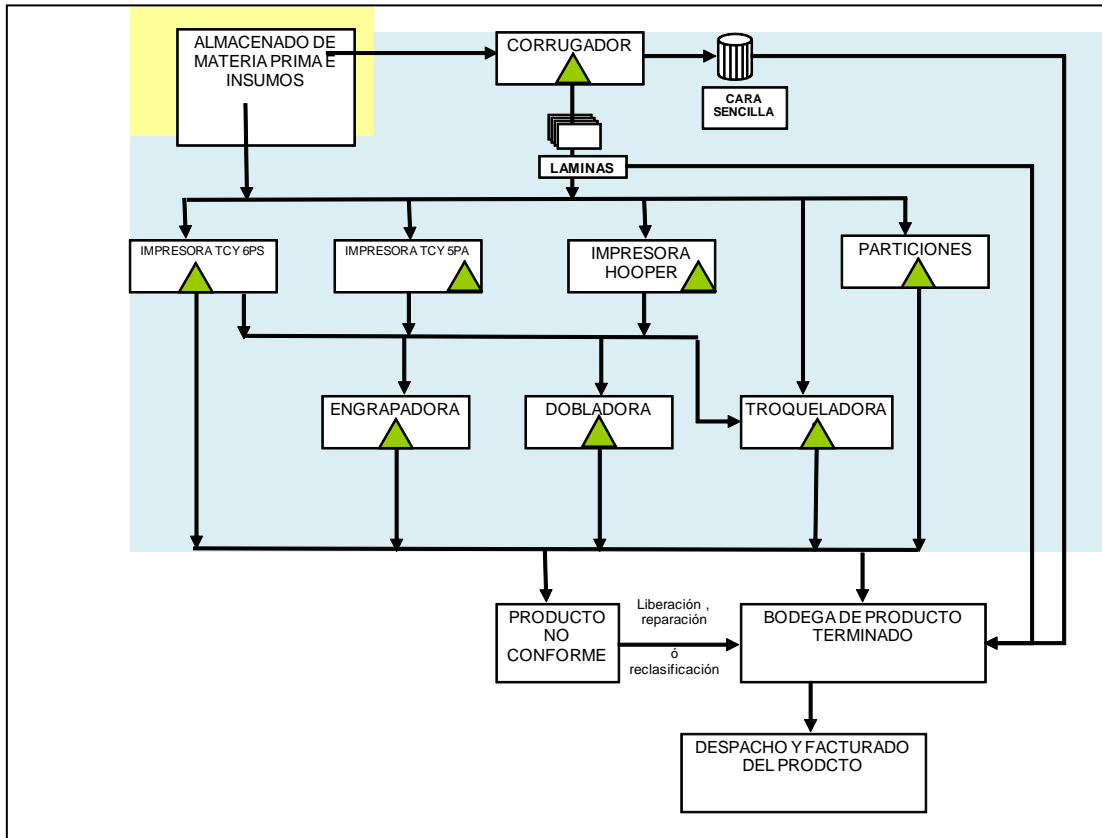
La planta de producción posee una distribución orientada hacia el producto, de tal manera que la organización del espacio en el cual se encuentran la maquinaria y materiales se emplea para crear el producto final, aunque existen muchos espacios que no son utilizados y otros que se encuentran saturados.

La distribución orientada al proceso es aquella en donde existe una producción intermitente, es decir los flujos de trabajo no están estandarizados, por ejemplo las maquilas, las imprentas y los talleres en general. La distribución orientada al producto es empleada en fábricas que realizan el mismo tipo de producto pero en cantidades diferentes en cada mes y finalmente la distribución fija se utiliza cuando los productos son muy pesados o bien no se les da movimiento durante un tiempo considerable, como por ejemplo la fabricación de maquinaria sofisticada como: robots, aviones, embarcaciones, etc.

2.5.1. Diagrama de planta

A continuación se muestra el diagrama de la planta de producción de la empresa en estudio, la cual posee una distribución diseñada orientándose al producto.

Figura 11. Diagrama de la planta



Fuente: elaboración propia.

2.6. Evaluación del estado de la maquinaria

La empresa cuenta actualmente con tres líneas de corrugación donde se procesa el papel para ser convertido en láminas de cartón corrugado. Las tres líneas de corrugación básicamente cumplen con las mismas funciones siendo en la actualidad la única diferencia el ancho del rollo de papel que se puede utilizar en una de las líneas de corrugación.

Una línea de corrugación está compuesta por diferentes máquinas para obtener como resultado una lámina de cartón corrugado.

2.6.1. *Single facer*

El *single facer* o cara sencilla es donde se forma el corrugado medio en unos rodillos en forma de piñones, aplicándole adhesivo a la punta de las flautas y pegándolo al papel *liner*. Los rodillos corrugadores con los que se cuenta son, en flauta C, B y E. Estos están fabricados de acero. El rodillo corrugador inferior es perfectamente cilíndrico y el superior tiene una corona para permitir una aplicación uniforme de la presión entre los dos rodillos a todo el ancho de la máquina.

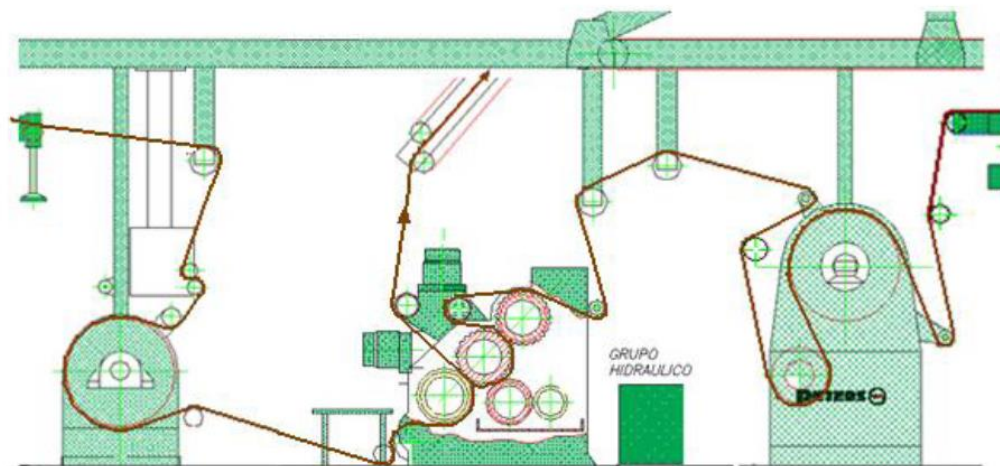
El sistema de carga de los rodillos superior y de presión está sostenido en la posición deseada por brazos sobre los cuales ellos están montados. Son cargados por presión neumática.

Para mantener el corrugado medio en las flautas del rodillo corrugador inferior cuando va este va desde el punto de formación de los rodillos corrugadores al rodillo se presión se utilizan los denominados dedos, que están hechos de bronce y son los suficientemente delgados para evitar dejar sin adhesivo una línea que afecte la resistencia del cartón. Los dedos pueden ser removidos de la máquina para ser reemplazados o ser ajustados.

El corrugado medio y el papel *liner* son desenrollados en los portarrollos, entrando de lados opuestos a la máquina de *single facer*. El corrugado medio pasa por una barra cuya función es abrir el papel para remover las arrugas del rollo, luego es humedecido y acondicionado por las duchas de vapor que existen en la línea de corrugación.

En el punto de engrane de los rodillos corrugadores, el corrugado medio recibe una neblina de aceite parafínico que previene que este se adhiera al rodillo corrugador inferior, cuando el rodillo corrugador superior somete al papel dentro de las flautas del rodillo inferior. Luego de la formación de la onda, el corrugado medio es sostenido contra el rodillo inferior por medio de los dedos en el *single facer* en algunos casos y en otros por medio de presión de aire. Aquí el corrugado medio adquiere el adhesivo del rodillo aplicador y se une al papel *liner* en el rodillo de presión, iniciando el pegado permanente de los dos papeles al gelatinizarse el adhesivo, tomando el nombre de cara sencilla. La temperatura de funcionamiento de los rodillos corrugadores debe ser entre 155 y 170 grados Celsius para el rodillo superior e inferior y para el rodillo de presión entre 165 y 180 grados Celsius.

Figura 12. **Single facer**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

2.6.2. Double backer

El doble *backer* o doble *facer* consta en términos generales de dos secciones, una sección de planchas calientes y otra sección fría de tracción.

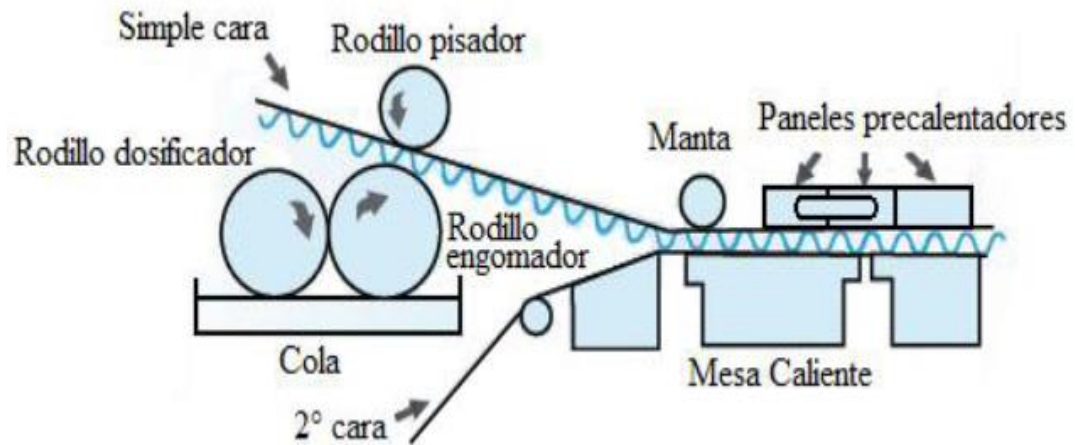
Su función es unir el papel *liner* con la cara sencilla aplicando una presión sobre ellos.

Las planchas son fabricadas en fundición con una parte interior hueca. Su función es transmitir calor al papel *liner* inferior para alcanzar la temperatura de gelatinización del adhesivo. Encima de las planchas están los denominados rodillos de presión cuya función es hacer más presión sobre la banda superior obligando de esta forma al papel *liner* inferior a recibir el calor emitido por la plancha.

Las bandas son muy importantes para el buen desarrollo del cartón corrugado, por tal motivo deben estar uniformes en su grosor y deben de correr a la misma velocidad la banda superior como la inferior. Estas bandas son las que transportan el material a través de la sección fría como caliente y están fabricadas de algodón.

El sistema de tensión de la banda superior se hace por medio de dos rodillos montados sobre brazos accionados mecánicamente por un sistema hidroneumático.

Figura 13. **Funcionamiento del *double backer***



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

2.6.3. **Precalentadores**

Para una operación normal una línea de corrugación tiene incorporados estos rodillos, cuya función es extraer la humedad que poseen los papeles y de esta forma sean más dúctiles en el momento de ser procesados los papeles.

La temperatura que debe oscilar para los precalentadores debe estar dentro del rango de los 175 a 180 grados Celsius. Los precalentadores del *liner* son giratorios y dependiendo del calibre del papel *liner* así es el arropamiento que se le da en la circunferencia del rodillo.

2.6.4. Preacondicionadores

Es similar en apariencia al precalentador y realiza la misma función que hace el precalentador para el liner en el otro lado del *single facer*. Es necesario para el papel medio porque este tiene grandes cantidades de textura necesarias para la plasticidad que hacen una buena formación de flauta. Un cambio de velocidad en la máquina del *single facer* es duplicado instantáneamente por el preacondicionador.

2.6.5. Triplex

En la estación de *triplex* llamada así comúnmente debido a que tiene la capacidad de aportar tres diferentes opciones de medidas en la estación en los tres ejes. La función básica del cortador – rayador es hacer cortes y marcas de doblez en forma longitudinal a medida que va saliendo del doble *backer*.

El diámetro de los ejes es de 6 pulgadas, son de acero rectificado, sobre ellos se colocan los cabezales de corte y doblez de acuerdo a la orden de planeamiento que se tenga. El efecto que presenta un eje torcido, son profundidades variables de penetración de las cuchillas de corte igualmente en las marcas de doblez. Los cabezales son soportes metálicos en los cuales se acomodan las cuchillas y los scores circulares, sujetos por tornillos quedando apretados firmemente a los ejes.

En esta estación también se encuentra la sección de *cut off* que funciona como una guillotina giratoria con operación continua, en el que las cuchillas se montan radialmente sobre cilindros giratorios que cuando se juntan producen el efecto de tijeras para hacer el corte de acuerdo al avance del cartón. El mando de estas cuchillas para determinar el largo del cartón a cortar se hace desde un

computador que indica las dimensiones de la lámina de cartón que se necesita, siendo accionado el mismo por el operador de *triplex*.

Cada unidad de tiene un par de rodillos alimentadores en el que el rodillo superior es contrabalanceado por pesas para no afectar el calibre del cartón, y gira arrastrado por él. Con el objetivo de mantener el cartón tensionado desde el cortador – rayador, el rodillo alimentador inferior debe mantener una sobre-velocidad del 5 %.

Luego de ser cortado las láminas de cartón continúan su camino y son transportadas por una banda colocada sobre el *take off* para recaer en el punto final donde son recogidas y estibas automáticamente de acuerdo a la cantidad programada con anterioridad en la altura que se necesita para estibar.

2.6.6. Guillotina

Las guillotinas son máquinas con las cuales se efectúan cortes en los extremos de los pliegos de cartón, el objetivo de este proceso es que los extremos de los pliegos queden perfectamente a escuadra y formen en sus esquinas un ángulo de 90 grados, lo que permite un mejor recorrido por la máquina impresora.

Figura 14. **Guillotina**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

2.6.7. *Down Stacker*

Es una plataforma de altura ajustable, con camino de rodillos integrado o transportador de cadena de plástico, recoger las fichas de tejas y desciende.

Una vez que se alcanza la altura de la pila se desea, la mesa elevadora desciende hasta el punto de cero inferior a la velocidad máxima. A continuación, la pila se aleja. Una vez que la pila se ha movido lejos, la mesa elevadora vuelve a su posición más alta y el proceso se repite.

2.7. Plan de mantenimiento en la maquinaria

El mantenimiento es todo proceso mediante el cual se da seguimiento a un mecanismo, operación o actividad, procurando mantener un régimen de trabajo adecuado para que su funcionamiento sea satisfactorio.

En la empresa en estudio, semanalmente se realizan reuniones con el personal de la planta para tratar temas concernientes a problemáticas que se presentan durante el desarrollo de las actividades de la empresa, este aspecto es positivo en relación al conocimiento de los problemas, pero no debe provocar que las personas que participan en las mismas, se pongan unas en contra de otras.

Es importante impulsar el trabajo en equipo y se debe evitar que se cree un espíritu de rivalidad entre los operarios; así pues que estas reuniones deben ayudar a aumentar las capacidades y destrezas del personal, compartiendo experiencias para mejorar el uso del equipo.

2.8. Desperdicio controlable y no controlable

El desperdicio controlable se genera por parte de la administración y la parte productiva de la empresa. El desperdicio no controlable se da por el mismo proceso de productivo para sacar el producto terminado.

2.9. Materias primas utilizadas en el proceso

Para la elaboración del cartón corrugado se utiliza como materia prima principal el papel, este depende del tipo de caja que solicite el cliente.

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.

- 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 estos son simples, requieren trabajo en un solo color para información de identificación.

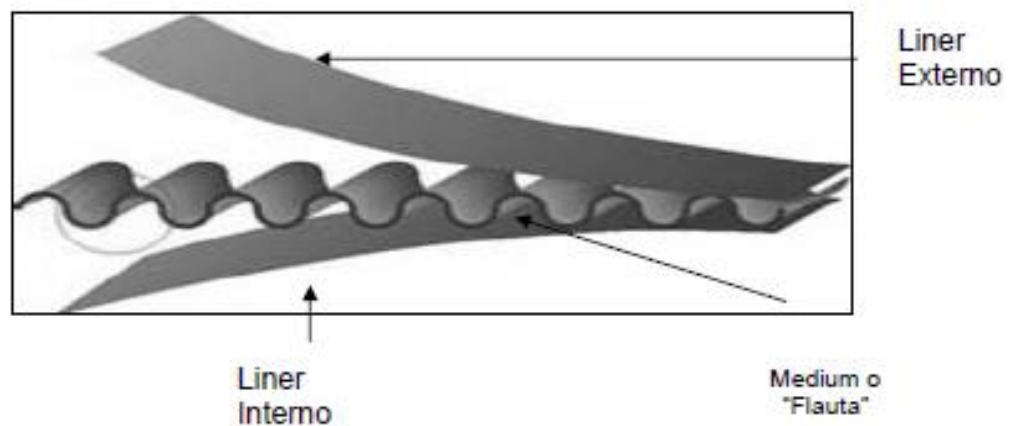
Generalmente son papeles gruesos y pueden tener un alto grado de impermeabilidad y resistencia a la humedad. Los papeles promocionales además de cumplir una misión funcional, permiten ser impresos de una forma excelente. La mayoría están revestidos o supercalandriados para proporcionar una buena recepción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

El cartón corrugado está formado por tres capas de papel, las dos capas externas se conocen como *liners* (interno y externo), y el médium que forma lo que se conoce como flauta como se observa en la figura 15.

El cartón corrugado pared sencilla se compone de dos caras planas o *liners* y un papel ondulado intermedio llamado corrugado medio adherido por medio del adhesivo. En el caso de doble pared se compone de tres *liners* y dos corrugados medios.

Los papeles pueden ser fabricados a partir de fibra virgen 100 %, fibra secundaria 100 %, mezclando fibra virgen con fibra secundaria:

Figura 15. **Capas de cartón corrugado**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Liner interno: se le conoce como *liner* interno al papel sobre el cual se pega la flauta o médium. La materia prima que se utiliza para su fabricación consiste en papel *kraft* con su color característico.

Flauta o médium: la denominación que las cajas llevan se basa en la flauta, esta indica la cantidad de ondulaciones que se hallan en un pie de lámina corrugada. Pueden existir flautas de 38 ondulaciones / pie, 32 ondulaciones / pie, 90 ondulaciones / pie.

Por otra parte, durante el proceso de formación del cartón corrugado se utilizan, a fin de unir los *liners* con el médium, diferentes tipos de cola de origen tanto mineral como vegetal. Hoy en día el tipo de adhesivo más utilizado es el almidón de maíz, que, aunque se trata de un insumo y no forma parte de la materia prima como tal, posee una gran importancia dentro del proceso de corrugado. Los adhesivos a base de almidón son usados en grandes cantidades en la industria por sus propiedades físicas únicas: moléculas que forman el almidón tiene una tendencia inusual a atraerse entre sí cuando alcanzan una determinada temperatura y se les extrae agua.

Debido a que los almidones son productos orgánicos que se pueden obtener de diversas fuentes (maíz, trigo, papa, arroz), sus características individuales van a depender de su origen.

2.9.1. Especificaciones de materias primas

En la fabricación de cartón corrugado el calibre juega una parte vital. El calibre se mide con un micrómetro, esto permite saber el espesor del papel que será utilizado en la producción del cartón corrugado. Además también se utiliza para medir la calibración que debe tener en las distintas partes de la máquina corrugadora. A continuación se presenta algunos de los calibres más utilizados tanto en *liners* como en el corrugado medio.

Tabla VII. **Peso de papel *liner* (*liner* más utilizados)**

Gramos/metro²	libra/pie²	Calibre (pulgadas)
126	26	0,008
146	30	0,009
161	33	0,009
185	38	0,010
205	42	0,012
220	45	0,013
230	47	0,014
280	57	0,015
300	61	0,015
312	64	0,017
337	68	0,019

Fuente: elaboración propia.

2.9.2. Pruebas de control de calidad de materias primas

Para la realización de las pruebas de control de calidad en materias primas se deben seguir los siguientes pasos:

- El encargado de bodega de materia prima revisa que en la descarga de los rollos de papel *kraft* estos no se golpeen, y si los mismos vienen dañados, no los debe aceptar, es decir ingresarlos al almacén.
- Hace el correcto uso de rotación de inventarios, utilizar el método primero dentro primero fuera

- Se realiza una supervisión constante hacia el montacargas y el montacarguista que transporta los rollos, con el fin de evitar que estos sufran golpes al ser transportados.

Figura 16. **Supervisión de transporte de rollos de papel *kraft***



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Si los rollos van con muchos golpes, el encargado de corrugadora no realiza la corrida con dichos rollos.

- En la medida de lo posible las láminas que no cumplen con los estándares de calidad, son utilizadas para realizar las pruebas de impresión en las convertidoras, con esto se lograra eliminar el desperdicio generado en las pruebas de impresión.
- Las láminas utilizadas en las pruebas de impresión y las que por sus defectos constituyan desperdicio, deben continuar siendo trituradas, embaladas y vendidas a la empresa que compra las pacas.

3. DISEÑO DEL PROCESO

Para el diseño del proceso se realiza un análisis FODA con el objetivo de definir las estrategias para el diseño del sistema de control en la fabricación de empaques de cartón corrugado. Está compuesto por tres subsistemas de control de calidad en la recepción de materias primas, control de calidad en el proceso de producción y control de calidad en la entrega del producto terminado. Estos tres subsistemas son de vital importancia pues uno contiene al otro y si alguno de ellos el sistema completo fallaría.

Existen diversas pruebas de control de calidad que se deben hacer al adhesivo, al cartón corrugado. Estas pruebas deben monitorearse a través de un plan de muestreo de aceptación y graficar las variables de calidad en diagramas de control del proceso para evaluar el comportamiento de las variables y poder tomar decisiones de presentarse una situación que de los límites de las especificaciones.

3.1. Estrategias del FODA

Para el diseño del sistema de control en el proceso de fabricación, es necesario definir las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, con el fin de tener las estrategias para el control de procesos.

- Fortalezas
 - La empresa tiene 14 años en el mercado, es por eso que tiene una cartera de clientes fieles debido a los productos y al servicio brindado de parte de la empresa hacia ellos.
 - Amplio conocimiento tanto del proceso productivo como de la cadena de abastos ya que por la cantidad de tiempo en el mercado se ha logrado realizar este tipo de relaciones.
 - Personal altamente calificado con muchos años de experiencia en el ramo de las cajas de cartón corrugado, además de fidelidad a la empresa debido al clima laboral que en ella se encuentra.
 - Rentabilidad de la empresa durante mucho tiempo en el mercado de las cajas de cartón, se ha demostrado ser una empresa competitiva en el mercado.
 - Reconocimiento de la calidad del producto por los clientes.

- Oportunidades
 - Crecimiento de la empresa, expandiéndose en el mercado internacional, actualmente se trabaja en el triángulo norte de Centro América y el sur de México.
 - Actualización de la maquinaria, lo cual garantizaría el crecimiento de la empresa y mejora en los tiempos de entrega de los productos para los clientes.
 - Mejora de los procesos productivos incorporando sistemas mejorados como lo son ISO, OSHAS lo cual garantiza un producto de calidad y un clima agradable de trabajo.

- Dar valor agregado a los productos mediante la utilización de materiales de primera calidad, además de mejorar los tiempos de entrega de los productos a los clientes.
- Debilidades
 - Falta de innovación de productos lo cual hace la empresa tradicionalista en el mercado y que aunque tenga clientes necesita diversificarse para expandir la empresa y ser más rentable.
 - No existe un departamento definido para los temas de calidad y seguridad e higiene industrial lo cual ha generado problemas como entrega de producto defectuoso al cliente y un clima organizacional hostil debido a que no existe un control de los accidentes que generan tanto las condiciones como las acciones inadecuadas en las aéreas de trabajo.
 - Alta resistencia al cambio, esto siempre ha sido un problema a la hora de montar cualquier tipo de proyecto nuevo dentro de la empresa. Juega un papel muy importante ya que se necesita el compromiso de toda la empresa para lograr los objetivos.
- Amenazas
 - Crecimiento descontrolado de la competencia, esto debió a que no existen barreras de entrada para los nuevos participantes.
 - La innovación de la competencia abarata los precios de los productos, además juntamente con la creación de nuevos productos lo cual cada día más vuelve la empresa vulnerable a quedarse sin clientes.

- Encarecimiento de las materias primas hace que cada vez la empresa busque la manera de sobrevivir debido a la competencia se tiene que abaratar precios pero los costos cada vez son mayores.

En la relación fortaleza y oportunidades, el apoyar las políticas y procedimientos en los procesos productivos y la mejora de los tiempos de entrega de los productos utilizando material de calidad parten como estrategias de ejecución en las cuales se visualizan las necesidades para el aprovechamiento de las oportunidades el cual hace más rentable y competitivos por medio de una base que son las fortalezas.

En la relación a las debilidades y oportunidades, se plantea como estrategia proponer las políticas y procedimientos aplicando las normas ISO, OSHA, en el Departamento de Producción, creando así un comité de calidad y mejorando los controles enfatizándonos en el desperdicio de materia prima y productos terminado.

- Fortalezas y oportunidad: estrategias
 - Apoyar las políticas y procedimientos en los procesos productivos que realiza la empresa.
 - Mejorar los tiempos de entrega de los productos utilizando materiales de calidad.
 - Mantener un mantenimiento preventivo de la maquinaria.

- Debilidades y oportunidades: estrategias
 - Proponer las normas ISO; OSHA que traerán el beneficio en los procesos de producción, para desarrollar un sistema de gestión de calidad y cumplir con las metas y objetivos trazados en los planes estratégicos, con el fin de desarrollar productos que satisfagan las expectativas de los clientes, y la captación de nuevos mercados.
 - Mejorar los controles y formatos de desperdicio de papel reciclado.

- Fortalezas y amenazas: estrategias
 - Proponer políticas y procedimientos dirigidos hacia los clientes y proveedores.
 - Capacitar constantemente a los empleados en seguridad e higiene ocupacional.

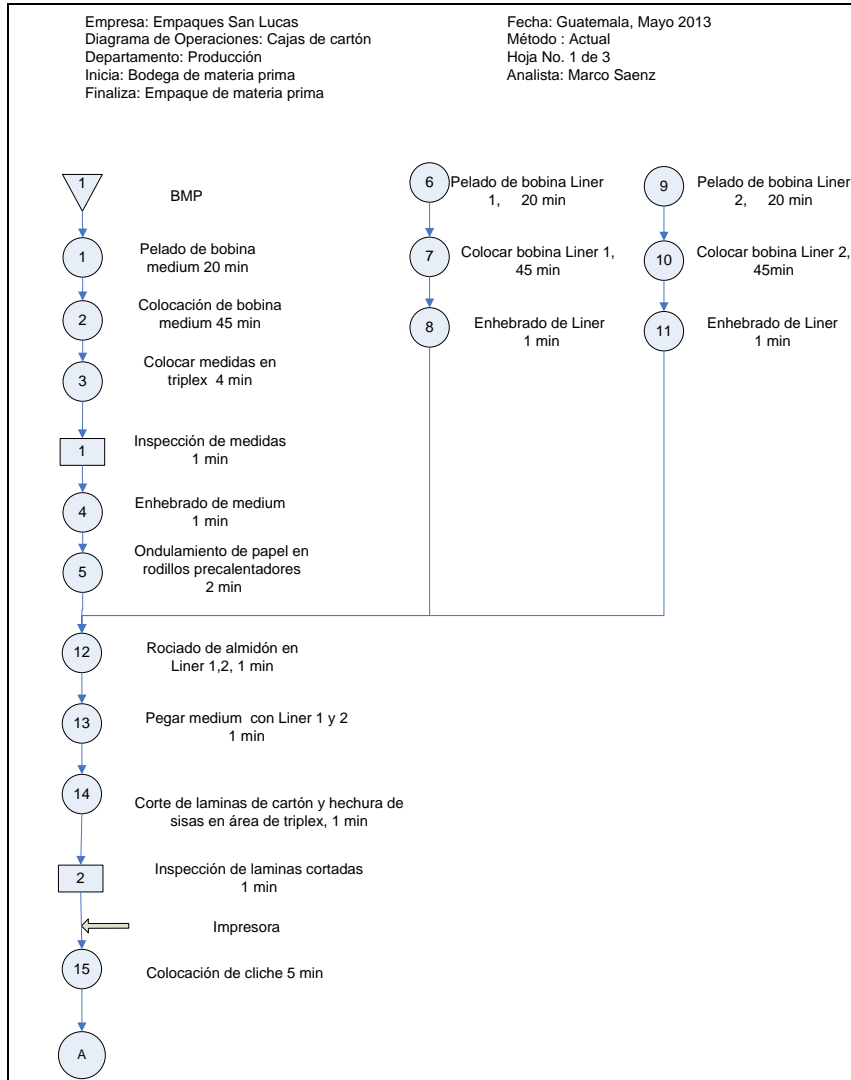
- Debilidades y amenazas: estrategias
 - Implementación de formatos de hojas de pedidos de producción y hojas de control de materia prima para ingresos y salidas de materiales.
 - Implementación de hojas de control para producto terminado.
 - Programa de reducción de desperdicios en el área de producción y área administrativa.

3.2. Diagrama y procedimiento propuestos para la elaboración de cartón corrugado

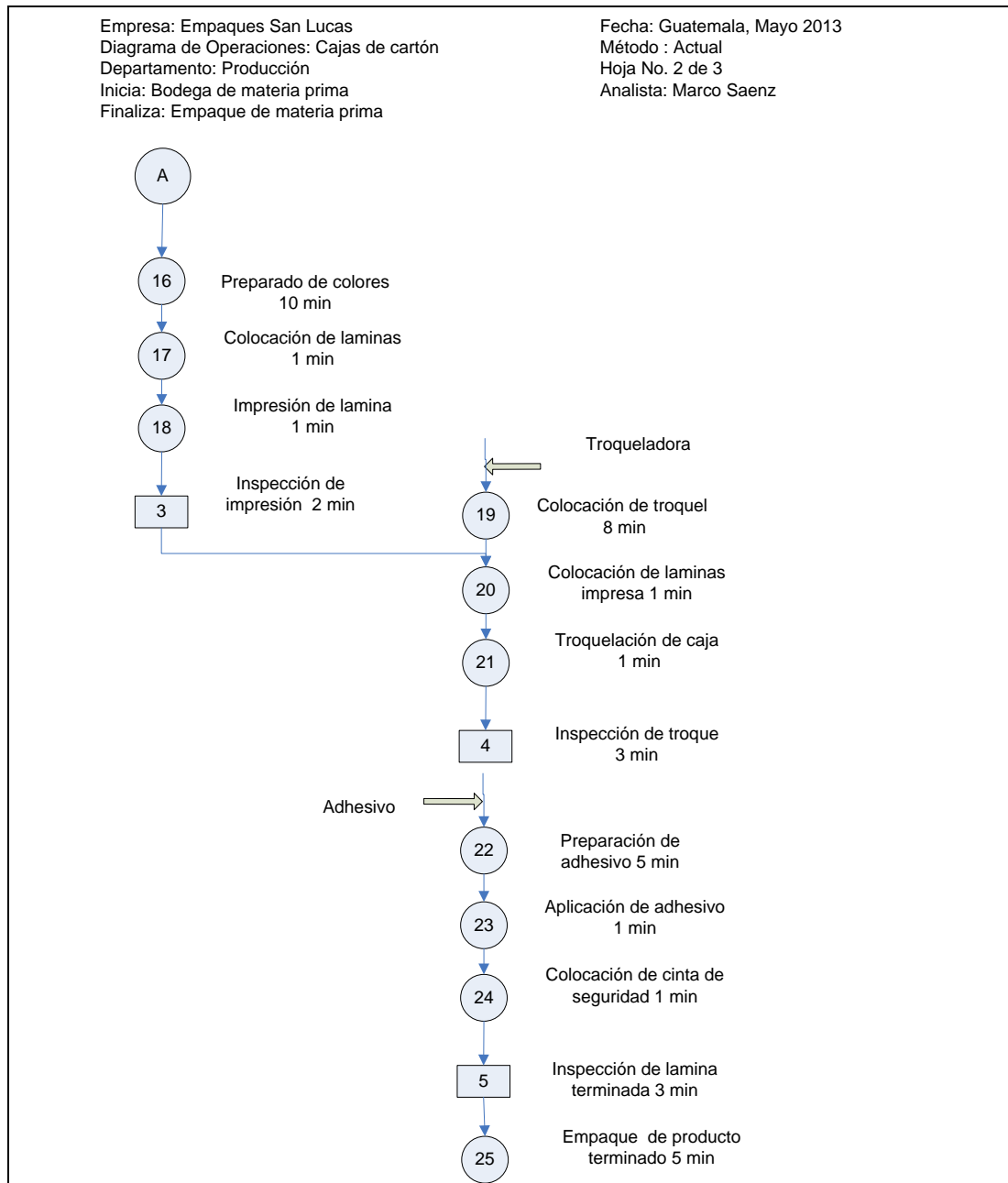
El proceso de producción en la empresa inicia en la corrugación, cuando se empiezan a transportar las bobinas del área de materia prima hacia la corrugadora, se colocan las bobinas en la corrugadora y se inicia el pegado de los *liners* externos y el *liner* interno. Ya unidos los *liners* se procede a la verificación de medidas y corte de láminas. Ya cortadas las láminas se transportan hacia el área de impresión, se colocan en el alimentador, se llega a colores y se imprimen, se verifica la impresión, al finalizar la verificación se procede a transportarlas al área de troqueles, se colocan en el alimentador y se procede a troquelar. Ya troquelada la lámina se procede a la inspección de las láminas, se empacan según requisitos del cliente y se procede a llevarlas a la bodega de producto terminado para ser entregadas a los clientes.

De forma más detallada el proceso de fabricación de las cajas de cartón corrugado.



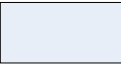
Figura 17. Diagrama de operaciones de caja corrugada



Continuación de la figura 16.



Continuación de la figura 16.

Empresa: Empaques San Lucas Diagrama de Operaciones: Cajas de cartón Departamento: Producción Inicia: Bodega de materia prima Finaliza: Empaque de materia prima		Fecha: Guatemala, Mayo 2013 Método : Actual Hoja No. 3 de 3 Analista: Marco Saenz
Símbolo	Nombre	Tiempo (minutos)
	Bodega	---
	Operación	251
	Inspección	10
	TOTAL	261

Fuente: elaboración propia.

3.3. Plan de mantenimiento

Se debe implementar un programa de mantenimiento productivo total (MPT), el cual es un sistema de mantenimiento del equipo que involucra tanto a empleados técnicos como de la Alta Gerencia y de producción.

La meta del MPT está dirigida en primer lugar a la gente, después a la calidad y finalmente a la productividad, de tal manera que se tiene:

- Cero sucesos dañinos
- Cero productos defectuosos
- Cero fallas de equipo

Los puntos antes mencionados engloban muchos conceptos que contribuyen a los logros de toda empresa, esto es, el tener cero sucesos dañinos indica que los empleados están trabajando bajo los procedimientos adecuados de trabajo, cero productos defectuosos que los procedimientos y estándares son los correctos y el tener cero fallas en equipo nos indica que se está proporcionando un buen mantenimiento preventivo y se da el uso adecuado a la maquinaria, esto es, que se encuentra trabajando en condiciones normales de operación.

Se deben realizar reuniones semanalmente, las cuales deben enfocar en formar a los operarios para que ellos mismos realicen mejoras a los equipos y por supuesto que sepan prevenir y solucionar fallas. No solo mantenimiento debe de contar con los manuales de operación de las máquinas, es necesario que jefe de producción, gerentes, cuente con una copia de dichos manuales, esto ayudará a implementar tres puntos específicos que ayudarán a la disminución de desperdicio los cuales se detallan a continuación:

- Limpieza e inspección diaria de los equipos, realizando pruebas de corridas con materiales que se consideran desperdicios.
- Ajustes, lubricación, solución de pequeñas fallas de forma diaria que los operarios deben realizar en los equipos, con el objetivo de disminuir la intervención del personal de mantenimiento.
- A cada área se le debe asignar un carretón en perfecto estado y numerado para depositar el desperdicio generado durante el turno, el cual debe pertenecer a una única máquina.

Tabla VIII. **Frecuencia de mantenimiento de máquina troqueladora**

TROQUELADORA SEMI-AUTOMÁTICA	
DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
Limpieza exterior	Diaria
Limpieza de superficies de la mesa troqueladora	Trimestral
Lubricación de engranajes	Trimestral
Lubricación de graseras de elevador	Mensual
Mantenimiento general de motor principal	Anual
Mantenimiento general	Anual
TROQUELADORA AUTOMÁTICA	
Limpieza y lubricación de guías	Quincenal
Revisar (goteo) y llenar depósitos de aceite	Quincenal
Lubricar engranajes motrices	Quincenal
Revisar tornillos	Mensual
Limpieza de freno	Trimestral
Limpieza de rodillo	Trimestral
Revisión de motor	Anual
Mantenimiento general	Anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Frecuencia de mantenimiento de impresora**

IMPRESORA A COLORES	
Lubricación de cojinete de rodillo alimentador	Quincenal
Lubricación de rodillo alimentador	Quincenal
Comprobar el nivel de aceite	Quincenal
Inspección de counter	Mensual
Limpieza de rodillo	Trimestral
Limpieza de freno	Trimestral
Revisión de motor	Trimestral
Inspección de depósito de color	Trimestral
Mantenimiento general	Anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Frecuencia de mantenimiento corrugadora**

CORRUGADORA	
Reempaquetar cojinete de rodos de el rodillo corrugador	Trimestral
Reempaquetar cojinetes axiales de rodillo	Trimestral
Revisar nivel de moto reductores	Semestral
Revisar nivel del reductor de la banda	Semestral
Revisar el nivel del reductor de la banda	Semestral
Revisar nivel de unidades de mantenimiento de aire	Semestral
Revisar fajas	Semestral
Revisar que el sistema de alineación de los cilindros corra libre	Semestral
Revisar todos los tornillos de las planchas en las mesas calientes	Semestral
Cambio de fajas a todos los motores que fuese necesario	Anual

Fuente: elaboración propia.

- Guillotina: antes de iniciar el mantenimiento preventivo, desconectar el equipo de la fuente de poder.
 - Mantenimiento diario: limpiar en la superficie (cubierta) de la guillotina el polvo que se acumula.

De igual forma la mesa de trabajo en donde se ubica el material para corte, ya que esta siempre debe permanecer limpia. Lubricar diariamente los siguientes componentes de la guillotina:

- El riel donde corre la prensa papel.
 - El eje donde se ubica el embrague, sobre todo el anillo que acciona el mismo.
 - El riel en donde corre el tope posterior.
 - La faja.
-
- Mantenimiento semanal: limpiar el polvo estancado en la grasa que acumula el riel donde corre el tope posterior. Desmontar la cuchilla cada trescientos cortes para afilarla. Conforme la cuchilla se desgasta debido a los cortes, pierde tamaño, por lo que es necesario colocarla a una altura adecuada para que al bajar a realizar el corte, esta no deje partes sin cortar. Además, verificar que la cuchilla forme un ángulo de 90° con el tope lateral, de lo contrario, ajustar la caída de la misma con los tornillos ubicados al frente del operador.
Cada mecanismo que tenga chumaceras y ejes, está provisto de aceiteras, con el objeto de introducir lubricante, por lo que la limpieza y lubricación de estos se realizará una vez por semana. A los lados del volante del prensa papel, se localizan dos tapaderas, que al abrirlas dejan al descubierto seis aceiteras, en las cuales deben llenarse de

aceite cada semana para lubricar las partes internas de la guillotina, como son las zapatas de nivelación.

Además, la guillotina está provista de siete graseras ubicadas estratégicamente para lubricar ciertos componentes como los engranajes y ejes de las poleas donde corren los cinchos. Las mismas deben ser revisadas cada semana y niveladas de acuerdo a la línea límite que ellas poseen.

- Mantenimiento mensual: revisar la faja que conecta el motor con el volante que acciona el brazo de corte. Esta debe ser libre de grietas y desgaste en sus lados.
Verificar que el guarda filo esté en buenas condiciones, de lo contrario cambiar el mismo.
- Mantenimiento semestral
 - Desmontar el embrague para efectuar en él limpieza.
 - Ajustar la tensión de los cinchos que mueven el tope posterior. Ajustar la prensa papel, en su corrimiento por los rieles, y el tensor que acciona la palanca de corte. Finalmente, revisar los resortes de la palanca de corte.
- Troquel: para el engrase central de la caja de engranajes y para los sitios previstos para el engrase con aceite, se debe emplear el mejor aceite espeso para máquinas, no se deben emplear aceites muy fluidos, ni grasas consistente porque no se prestan bien para el engrase.
- Mantenimiento diario: en el engrase central, para accionar el mismo se debe tirar fuertemente dos veces cada cuatro horas la maneta de bola encarnada; estando la máquina en marcha y en la dirección que indica la flecha hasta su posición final.

Se deben engrasar diariamente todos los orificios de engrase y engrasadores del eje de la bomba de martillo, y éstas deben llenarse de aceite mediante una bomba para aceite.

- Mantenimiento semanal: lubricar semanalmente, los ejes, levas, *bushing* de presión, guía de la escuadra, rieles y la caja principal para la lubricación de engranajes. Ha de volver a llenarse el depósito de aceite del engrase central.

Factores que influyen en las rutinas del mantenimiento: en todo mantenimiento están presentes factores que pueden hacer variar a rutina de mantenimiento preventivo. Estos factores pueden ser internos y externos, pero si no son tomados en cuenta pueden afectar el buen funcionamiento de la maquinaria. Dentro de los factores internos están:

- Adecuada herramienta y equipo de trabajo.
- Calidad y disponibilidad de los repuestos.
- Experiencia del operario.
- Tipo de maquinaria.
- Estado actual de la maquinaria.

Factores externos serán aquellos que están fuera del alcance de la empresa. Básicamente serán producto de las condiciones de trabajo en las que empleen las máquinas. Entre estos factores están:

- Tipo de trabajo
- Polvo
- Calidad del aceite y grasas, entre otros

3.4. Controles para la medición del desperdicio

El reporte diario de desperdicio está dividido en dos grandes bloques: desperdicio controlable y desperdicio no controlable. El desperdicio controlable lo componen los siguientes rubros: corrugado, molino y pegas, impreso, acabados, exceso de refil, gемеleo, pelado y cajas de segunda. Y el desperdicio no controlable está compuesto por: pagado, automático y pagado transversal. A continuación se definirá cada uno y se verá la manera de calcularlo.

3.4.1. Desperdicio controlable

Es el desperdicio en que la administración y la parte productiva de la fábrica pueden actuar para disminuirlo y aún eliminarlo. Dentro de esta clasificación están las capas malas de los rollos, láminas húmedas, combadas, cajas mal impresas, mal ranuradas, con mal cierre, etc.

3.4.1.1. Desperdicio corrugado

Son todas aquellas láminas que salen con problemas de la corrugadora y de las impresoras. Las láminas de la corrugadora deben de ser pesadas y reportadas diariamente por cada turno de producción (aquí se incluyen las láminas que van para particiones). Las láminas de las impresoras deben de ser reportadas por cada orden de producción, en el reporte diario de productividad de cada una de las impresoras y se calcula de acuerdo al número de láminas malas multiplicado por el peso de la lámina.

3.4.1.2. Desperdicio molino y pegas

Es todo aquel desperdicio de papel y de cartón en láminas, que se genera por problemas de bobinas defectuosas (ampollas, arrugas, humedad, etc.) y reventones en el corrugador por malas pegas de las bobinas del molino. Este desperdicio debe ser pesado y reportado diariamente por cada turno de producción.

3.4.1.3. Desperdicio impreso

Este desperdicio lo componen las cajas malas y con problemas, que salen de las impresoras. En el reporte diario de productividad deben de ser reportadas por cada orden de producción y se calcula multiplicando la cantidad de cajas malas por el peso de cada caja.

3.4.1.4. Desperdicio acabados

Son todas las cajas malas que salen de las dobladoras, la grapadora y la troqueladora plana y su cálculo se hace de igual forma como se calcula el desperdicio Impreso.

Se incluye desperdicio de particiones (cuando es material corrugado para esto).

3.4.1.5. Desperdicio exceso de refil

Es el desperdicio generado en todas las listas de corte que tienen un refil superior a 31 milímetros y se calcula de la siguiente forma:

Metros lineales* (refil programado- refil permitido) * kilogramo / metro²
de la ordende producción.

3.4.1.6. Desperdicio gomeleo

Es todo aquel desperdicio que se produce en la corrugadora, cuando se gomelean algunas ordenes de producción, y al igual que el desperdicio molino y pegas, este debe de ser pesado y reportado diariamente por cada turno de producción.

3.4.1.7. Desperdicio pelado

Es el desperdicio que se genera al inicio del proceso de corrugado y tiene que ver con todas las capas malas que se le quitan a las bobinas, al ser montadas a la máquina para ser procesadas. Este desperdicio también debe ser pesado y reportado diariamente por cada turno de producción.

3.4.1.8. Cajas de segunda

Son las cajas que por tener algún problema, son consideradas de segunda y salen de las impresoras, dobladoras, grapadora y troqueladora plana y su cálculo se hace multiplicando la cantidad de cajas malas por el peso de cada caja.

3.4.1.9. Desperdicio debido al proceso de conversión

Se registra el total de láminas defectuosas, se clasifican según el defecto que presenten, para determinar el tipo de láminas por defecto para el análisis de control según el pedido al que pertenece.

3.4.2. Desperdicio no controlable

Es generado por el mismo proceso productivo para sacar el producto terminado solicitado por el cliente, y el cual no se puede evitar.

3.4.2.1. Pagado

Es todo aquel desperdicio que se genera por ranuras y chapetón (aleta de cierre), en los módulos eslotadores de las impresoras y por todo el descartonado de los módulos troqueladores y de la troqueladora plana. Este desperdicio se calcula pesando una lámina antes de entrar a las impresoras o a la troqueladora plana y volviendo a pesar la misma lámina ya descartonada, para que por diferencia de peso, se determine el desperdicio pagado por cada orden de producción, dato que está registrado en el reporte diario de productividad.

3.4.2.2. Automático

Es el desperdicio que se genera por el refile permitido (31 milímetros), de las listas de corte o programaciones del corte *trim* y es calculado con la siguiente fórmula:

Metros lineales * refil permitido (31 mm) * kilogramo / metro² de la orden de producción.

3.4.2.3. Transversal

Es un desperdicio que está cobrado cuando se hace el cálculo del largo de la lámina, para absorber las variaciones de la guillotina y es de 6 milímetros, y se calcula de la siguiente forma: ancho de la lámina * 0,006 metros * kilogramo / metro² de cada orden de producción.

3.5. Gestión de indicadores

Los indicadores dominantes del funcionamiento Key Performance Indicador (KPI) es la medida cuantificable que se utilizará, convenidas de antemano y que refleja el logro de los objetivos, entre ellos, reducir la cantidad de cajas de cartón rechazado por el defecto, en un periodo de tiempo establecido.

En la actualidad la organización maneja un valor promedio de 3 % de productos no conformes, debido a la gran demanda del producto en estudio; se considera este índice como un valor alto.

En nuestro proceso se cuenta con una gran cantidad de variables que puede afectar la característica de calidad. A continuación se enumeran las principales variables presentes durante la fabricación de cajas de cartón que definen el nivel de desempeño actual, las cuales fueron seleccionadas del diagrama Causa y Efecto.

- Variables del proceso
 - Tipo de papel
 - Velocidad de la maquina
 - Viscosidad del almidón
 - Reventones de papel
 - Humedad del papel
 - Dimensiones de la plancha
 - Pegado quebradizo
 - Cartón abarquillado

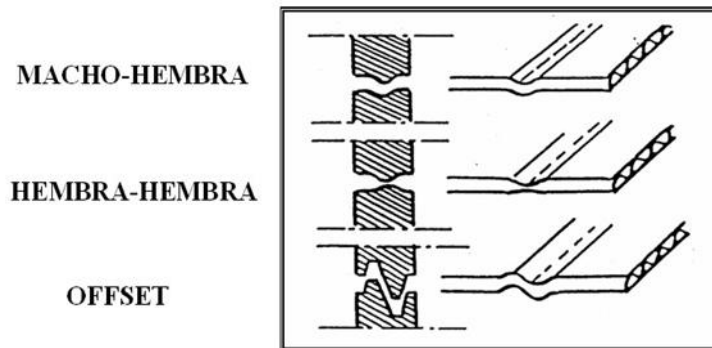
3.6. Control de calidad

El control de calidad tiene como objetivo proteger y contener el producto del cliente a través de todo el ciclo de distribución hasta llegar a su destino final, es el objetivo de todo empaque de cartón corrugado. No es para menos, lo que se busca ante todo es satisfacer cada vez más las necesidades de cada uno de los clientes.

Entre las consideraciones de peso para el mejoramiento de su productividad se deben de tomar las siguientes medidas:

- Control del proceso
 - Verificación de las dimensiones de la plancha: ancho de la plancha $\pm 1,5$ mm. Largo de plancha ± 3 mm.
 - Verificación de la calidad de los hendidos:
 - Verificar que la línea de doblado es recta
 - No se producen roturas en el papel

Figura 18. **Verificación de la calidad de los hendidos**

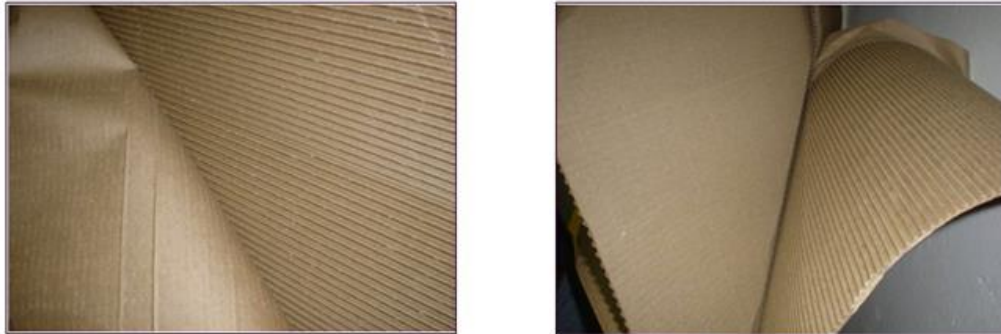


Se debe verificar la fuerza necesaria para el doblado

Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

- Pegado quebradizo en simple cara:
 - Falta de adhesivo: aumentar cantidad de adhesivo
 - *Medium* seco: aumentar humidificación
 - *Liner* muy caliente: disminuir calentamiento
 - Viscosidad cola baja: aumentar viscosidad
 - Exceso de bórax: ajustar fórmula
 - Exceso de sosa: ajustar fórmula

Figura 19. **Quebradizo en simple cara**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

- Pegado quebradizo en doble cara:
 - Falta de adhesivo: aumentar cantidad de adhesivo
 - Deslizamiento *SC- Liner*: verificar velocidades
 - *Liner* muy caliente: disminuir calentamiento
 - Viscosidad cola baja: aumentar viscosidad
 - Exceso de bórax: ajustar fórmula
 - Exceso de sosa: ajustar fórmula

- Pegado quebradizo en líneas blancas
 - Las líneas blancas son señales inequívocas de que el almidón no ha llegado a gelatinizar totalmente

- Pegado quebradizo en orillas despegadas en mesa caliente
 - Banda de humedad den bobina del *liner*
 - Borde de papel con menor gramaje en orilla
 - Falta de presión de la manta en bordes

- Falta de calor en mesa, placas sucias
- Insuficientes cantidad de sólidos en adhesivo
- Mala aplicación de almidón
- Cartón despegado: bolsas
 - En dirección de la máquina
 - Franja de humedad gramaje en *liner*
 - Tensión de bobina médium excesiva
 - Fallo de encolado
- Perpendicular a la máquina
 - Diferencia de tensión en médium
 - Bobina médium excéntrica
 - Rodillo prensa excéntrico
 - Bolsas diagonale
 - Tensión del *liner* variable
 - Bobina *liner* excéntrica

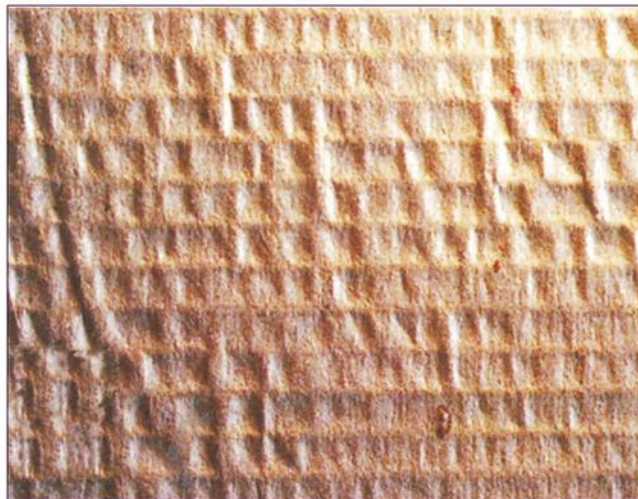
Figura 20. **Cartón despegado bolsas**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

- Nido de abeja (Wash- Boarding): la superficie del cartón se observa hundida entre las crestas de las ondas, como una tabla de lavar. Con rodillos dadores grabados el problema es menor.
 - Causas: normalmente causado por exceso de cola, que se escurre por los lados de las crestas. El *liner* es absorbido hacia el valle de la onda produciendo una deformación.
 - Papeles: sucede más con *liners* de mayor gramaje. Con *liners* pesados, en vez de *washboard* el cartón pierde calibre.
 - Cola: para evitar el problema, deberá minimizarse la cantidad de cola aplicada. Eventualmente esta acción deberá ser complementada por un aumento de sólidos, para evitar pérdidas de pegado. Un pequeño aumento de viscosidad también ayuda a evitar el escurrimiento lateral de la cola.

Figura 21. **Nido de abeja (*Wash- Boarding*)**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

- Cartón abarquillado normal cóncavo
 - Causas:
 - Exceso de humedad lado simple cara
 - Exceso de calor lado mesa caliente

 - Soluciones:
 - Aumentar velocidad
 - Aumentar calor a la simple cara en *triplex*
 - Aumentar calor papel cubierta en simple cara
 - Disminuir calor papel cubierta en *triplex*
 - Disminuir calor en mesa
 - Disminuir cola en simple cara
 - Bajar humectación en médium

Figura 22. **Cartón abarquillado normal cóncavo**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

- **Cartón abarquillado inverso**
 - **Causas:**
 - Exceso de humedad lado doble cara
 - Falta calor mesa caliente
 - **Soluciones:**
 - Aumentar calor papel cubierta doble cara
 - Disminuir calor a simple cara en el *triplex*
 - Aumentar calor en mesa
 - Disminuir calor papel cubierta en triplex
 - Disminuir calor en doble encoladora

- Aumentar cola en simple cara
- Aumentar humectación del médium
- Disminuir velocidad

Figura 23. **Cartón abarquillado inverso**

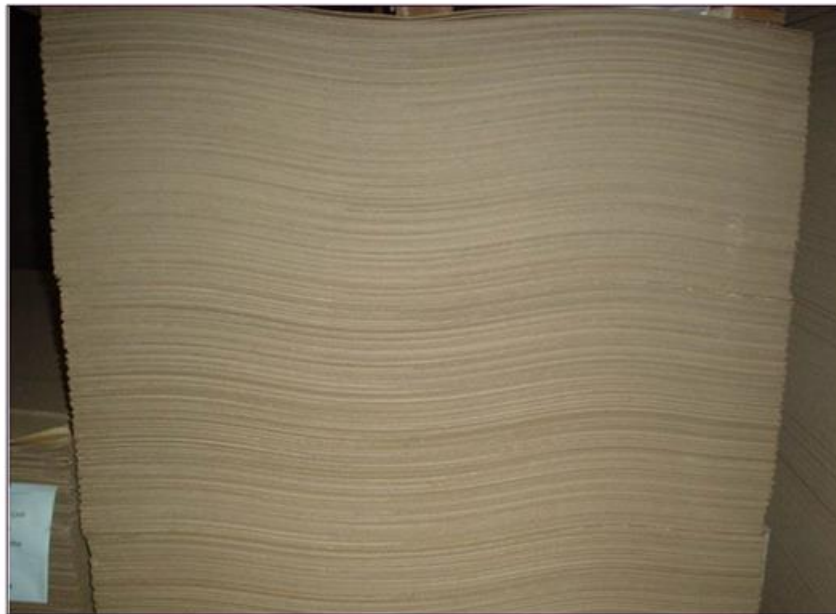


Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

- Cartón abarquillado en forma de “S”
 - Causas:
 - Banda de humedad en papel cubierta
 - Exceso de en calor mesa caliente
 - Películas de cola irregulares
 - Falta de paralelismo rodillo

- Soluciones:
 - Verificar humedad del papel, cambiar la bobina
 - Regular calor mesa
 - Verificar rasquetas de cola
 - Verificar paralelismo rodillo
 - Verificar curvas de vapor y funcionamiento de la mesa

Figura 24. **Cartón abarquillado en forma de “S”**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Figura 25. **Medidor de humedad**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

3.6.1. Equipo a utilizar

El equipo a utilizar en las pruebas de laboratorio es de bastante precisión y en su mayoría es equipo de última generación, este debe ser sometido a pruebas de calibración por lo menos una vez por año para asegurarnos que se está trabajando de acuerdo a las normas establecidas, que para este caso las normas que rigen la fabricación del cartón corrugado están dadas por TAPPI (Asociación Técnica para la Industria de Pulpa y Papel) siglas en inglés de los fabricantes de cartón corrugado.

3.6.1.1. *Crush tester*

La máquina de Crush Tester presenta la utilidad de realizar las siguientes pruebas:

- *Flat crush*
- *Edge crush test*
- *Pin adhesion*
- *Ring crush*
- *Crush tester*

Cada una de estas prueba se realiza de manera individual en esta máquina se debe programar para efectuarlas. Puede arrojar los valores de acuerdo a lo que se necesite. Proporciona además el promedio de los valores encontrados y el dato mayor y menor de los mismos en una prueba específica.

Figura 26. **Máquina Crush Tester**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

3.6.1.2. Micrómetro

El micrómetro con el que se dispone en el laboratorio de digital, aquí se estarán tomando las mediciones de los calibres que debe poseer el cartón corrugado en sus diferentes test de acuerdo a la combinación de papeles con la que esté constituido.

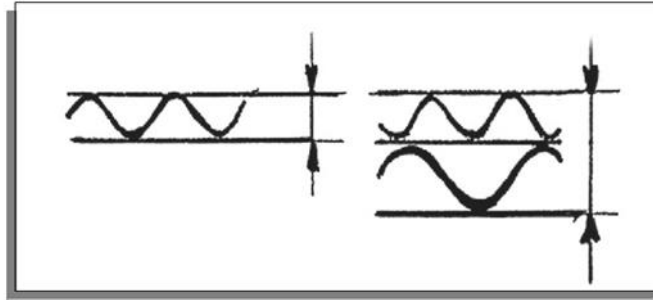
Además de este micrómetro digital que se encuentra en el laboratorio, cada uno de los inspectores de calidad debe portar para su uso en el cumplimiento de sus funciones. Esto es para dar una medida rápidamente en la misma máquina donde se está produciendo el material.

Figura 27. **Micrómetro**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

Figura 28. **Medición del calibre del cartón**



Cartón simple cara valor teórico - 0,3 mm
Cartón doble-doble valor teórico - 0,4 mm

Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

3.6.1.3. Mullen tester

El aparato de Mullen Tester sirve para realizar la prueba denominada estallido de la flauta. En la actualidad la misma ya no resulta de mayor importancia como cuando fue concebida. Sin embargo, los diferentes test para el cartón corrugado se continúan dando en base al resultado que aporta el Mullen Tester.

Figura 29. **Mullen Tester**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

3.6.1.4. Compresión tester

Esta máquina se utiliza para comprobar la resistencia al estibado de las cajas. Con esta se obtiene el máximo de libras a las que puede ser sometida una caja de cartón corrugado.

Al momento de realizar una prueba de compresión se desplaza la parte superior de la misma hacia abajo comprimiendo la caja que se está probando. El desplazamiento durante la prueba será de una pulgada y el esfuerzo inicial al que será sometida antes de empezar a realizarle fuerza es del 40 %. La capacidad máxima es de 5 000 libras.

Figura 30. **Compression Tester**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

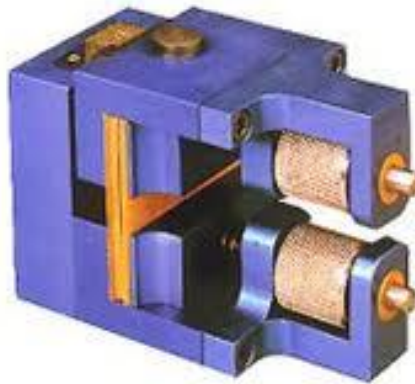
3.6.1.5. Emerson ECT *holding*

Este aparato se utiliza para sostener las muestras de la prueba de compresión de canto que se realiza. Este se utiliza en conjunto con la máquina de Crush Tester, ya que sirve únicamente para sostener la muestra de cartón corrugado de 2 pulgadas cuadradas que se utiliza para esta prueba.

Con anterioridad para realizar esta prueba en la máquina de Crush Tester se impregnaba de cera 1 centímetro por lado la muestra de 2 pulgadas cuadradas y era sostenida manualmente por dos pesos para que no se resbalara la muestra. Los valores eran poco confiables debido a que se le

puede aplicar mayor o menor cantidad de cera de la que se necesita para desarrollar la prueba.

Figura 31. **ECT *holding***



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

3.6.1.6. Extractor de muestras circulares

El extractor de muestras circulares es manual. Se utiliza como su nombre lo indica para extraer muestras circulares de 10 pulgadas cuadradas. Estas muestras son utilizadas en las pruebas de *Mullen*, *Flat crush*, y para realizar la prueba del calibre.

Figura 32. **Extractor de muestras circulares**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

3.6.2. Pruebas a realizar

Las pruebas de calidad más importantes para realizar al cartón corrugado están definidas por las normas TAPPI, nombre que por sus siglas en inglés, identifica a la Asociación Técnica para la Industria de Pulpa y Papel.

Para realizar estas pruebas es necesario que el laboratorio esté equipado para mantener una temperatura de 23 grados Celsius y una humedad relativa del 50 %. Para esto se hizo necesaria la adquisición de un equipo especial de extracción de humedad que está conectado al sistema de aire acondicionado que permite mantener la humedad relativa. Además de la construcción de una cámara de vacío formada por dos puertas para poder entrar al laboratorio,

logrando de esta manera evitar el contacto con el medio ambiente, pues no deben de permanecer abiertas las puertas simultáneamente.

3.6.2.1. *Flat crush* (resistencia de la comprensión horizontal de la flauta)

La prueba de *Flat crush* o de resistencia al aplastamiento horizontal de la flauta, evalúa la resistencia de la flauta en el cartón corrugado, a una fuerza aplicada perpendicularmente a la superficie de este.

El *Flat crush* se relaciona directamente con el corrugado medio y no tiene relación con el papel *liner*, esta prueba nos proporciona la idea de la calidad del papel medio o de si existió algún tipo de defecto en la formación de la flauta.

Es debido a esto que se debe tener sumo cuidado al seleccionar las muestras que se utilizarán para realizar esta prueba pues de esto depende que los resultados sean interpretados de la mejor manera posible.

Para esta prueba se utiliza una muestra circular de 10 pulgadas cuadradas que se extrae con el cortador de muestras circulares como hemos mencionado anteriormente. La realización de la prueba se lleva a cabo en la máquina de Crush Tester.

Procedimiento:

- Obtener una muestra por cada color del cartón corrugado
- Colocar una muestra en la máquina que realiza la prueba
- Graduar la máquina a una velocidad de 0,40 pulgadas/minutos
- Anotar el resultado en el reporte de calidad que corresponda

3.6.2.2. ETC (resistencia de un cartón corrugado)

Esta prueba se realiza con una muestra de cartón corrugado aplicándole una fuerza para aplastarla en la dirección paralela al sentido de las ondulaciones. Esta prueba sirve para tener una idea de cuál puede ser la resistencia a la compresión de una caja fabricada con ese mismo cartón.

En esta prueba se usa un dispositivo para sujetar la muestra y evitar que esta falle por flexión, es decir, que la muestra trate de doblarse antes de resistir la máxima carga que puede soportar.

Últimamente se ha cambiado la forma de realizar la prueba, ya que la mayoría de las veces tendía a fallar por flexión aunque se tuviera un dispositivo guía. En esta nueva prueba se utilizan dos bloques metálicos independientes que sirven de guía. Cuando la prueba alcanza cierta fuerza de compresión (15 libras), se retiran los bloques para que la prueba continúe normalmente hasta que la muestra falle.

El tamaño de la muestra es de 2 pulgadas de largo por 2 pulgadas de alto. Cuando se utiliza dispositivo guía en la prueba, las muestras no se impregnan de parafina, pero si se realiza la prueba sin el dispositivo ellas deben tener los bordes superior e inferior impregnados en ella. Para ello cada borde debe sumergirse en parafina hasta que alcance $\frac{1}{4}$ pulgada lo alto. Esto con el fin de darle rigidez a los bordes. Si la falla ocurre en las áreas que tienen parafina se debe descartar la prueba.

El Edge Crush Test (ECT) se puede predecir en forma aproximada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{ECT (libra/pulgada)} = [(\Sigma \text{R.C. L1} + \text{L2}) + \text{R.C. P.M.} * \text{F.T.}] / 6$$

Dónde:

R.C.L1 + L2 = Sumatoria de los *ring crush liners* que forman el cartón corrugado

R.C. P.M. = *Ring crush* del papel medio

F.T. = Factor de toma de la flauta

Procedimiento:

- Cortar 4 muestras
- Colocarla cada una en el sujetador de muestras
- Colocar el sujetador en la máquina para hacer la prueba
- Graduar la máquina a velocidad 0,40 pulgada/min
- Anotar el resultado en el reporte de calidad que corresponda

3.6.2.3. Pin adhesión (prueba de adherencia)

Esta prueba se realiza constantemente durante el proceso de corrugado, debido a que es muy importante conocer los valores de adhesión que se están logrando cuando se está produciendo el material.

La prueba mide la fuerza de la adhesión existente entre los papeles *liners* y el papel medio. Consiste en la separación de los elementos del cartón mediante la aplicación de una fuerza perpendicular al plano del papel utilizando un dispositivo de peines. Se evalúa la unión de un *liner* específico del cartón por lo que la fuerza se aplica solo sobre el *liner* a ser evaluado.

La muestra debe ser cartón sin impresión y de longitud 6 pulgadas con 2 pulgadas de ancho, para la prueba en los *liners* que involucre la flauta C, mientras que cuando sea para flauta “B” la longitud debe ser de 4 pulgadas por 1 ¼ pulgadas de ancho.

Los valores obtenidos en la máquina de *crush tester* estarán expresados en libras por los que habrá que dividir estos de la siguiente manera:

- Para la flauta “C” se divide el valor por 2
- Para la flauta “B” se divide el valor por 1,25

De esta manera el valor obtenido de esta prueba se debe expresar como Lbf/pie.

Los valores normales para cartones producidos deberán oscilar alrededor de los 60 ± 10 libra-fuerza/pie. Es importante mencionar que bajos valores en esta prueba no necesariamente signifique poca adherencia, pudiera ser poca consistencia en las fibras del papel. Por tal motivo es necesario llevar de la mano esta prueba con la de la aplicación de la línea de adhesivo que se ha mencionado con anterioridad.

Procedimiento:

- Cortar dos muestras por tipo de flauta
- Insertar los peines en el lugar que se desea hacer la prueba
- Graduar la máquina a velocidad 0,40 pulgada/min
- Anotar el resultado en el reporte de calidad que corresponda

3.6.2.4. Calibre

El calibre es una de las propiedades más importantes del cartón corrugado si no que la principal. El cartón corrugado de bajo calibre pierde todas sus propiedades de resistencia. Por esta razón debe ser controlado a la salida del corrugador y después del proceso de conversión a cajas de cartón corrugado. El calibre se debe medir con el micrómetro que existe en el laboratorio para el cartón corrugado y con el micrómetro de bolsillo o portátil que portan los supervisores de calidad en el momento de su conversión.

Es muy importante controlar el calibre que debe estar supuesto a perder el cartón corrugado al momento de convertirlo, este no debe de ir más allá de las 3 milésimas por cada color que se imprime cuando es flauta "C" y 5 milésimas para el cartón doble pared "BC".

El calibre se puede predecir de la siguiente manera: la sumatoria de los calibres de los papeles *liners* y medio + $0,9 * \text{altura de la flauta del corrugado}$.

Gran parte del calibre se pierde en el proceso de corrugación por eso se debe multiplicar por un factor del 90 % o sea que se espera una pérdida de al menos un 10% en el proceso de corrugación, esto debido a la presión y peso de los rodillos en la mesa de secado.

3.6.2.5. BCT (resistencia a la compresión estática)

El BCT o *box compression test* como se le denomina, se puede predecir de manera teórica en base al perímetro de la caja, al ECT y al calibre que posee. Este dato se debe tener como referencia para el resultado de la compresión que se le realiza a cada una de las órdenes de las cajas producidas, es una prueba

de compresión estática, y nos determinará la resistencia máxima a la que puede ser sometida la caja muestreada. Las cajas deben superar con éxito estas situaciones para cumplir con el objetivo para el cual fueron diseñadas. La fórmula de M'ckeey para cajas regulares flauta "C" es la siguiente:

$$BCT = 5,874 * ECT * \sqrt{(\text{calibre} * \text{perímetro})}$$

Procedimiento:

- Extraer 5 muestras durante el proceso de conversión
- Acondicionar por 1 hora
- Anotar el resultado en el reporte de calidad que corresponda.

3.6.2.6. *Mullen test* (resistencia de estallido de la flauta)

El *Mullen test* o resistencia al estallido del cartón corrugado se utiliza para definir los grados del cartón en las normas de transporte en Estados Unidos, sin importar el tipo de corrugado medio que se utilice. O sea aquí lo importante y el valor que se registra es la suma de la resistencia del estallido de los *liner*.

Procedimiento:

- Extraer muestras circulares igual a las utilizadas para la prueba de
- *Flat Crush*.
- Colocar la muestra para que el diafragma le realice presión.
- Anotar el resultado en el reporte de calidad que corresponda

3.6.3. Control de calidad en el producto terminado

Para que una caja de cartón corrugado pueda satisfacer las necesidades de los clientes, deben interrelacionarse correctamente un conjunto de variables. Parte de estas variables conforman lo que es el diseño del sistema de control de calidad, este sistema se compone de diferentes pruebas de laboratorio realizadas durante el proceso de producción. Las variables que conforman el sistema de control de calidad en el producto terminado tendrán relación con el control de calidad en la recepción de materia prima, es necesario que todos los materiales pasen por la inspección de entrada antes de ser entregados a su transformación.

Para hacer pedidos de materia prima se debe terminar con las políticas de comprar con proveedores tomando la calidad de los productos, precio, tiempo de entrega, garantías, respaldo de los proveedores. Lo importante es minimizar el costo total. En el momento de implantar el sistema de calidad se debe contar con un número reducido de proveedores con los que se haya creado una relación duradera, leal y confiable.

En la compra de los insumos, se deben generar una confianza y ayuda mutua entre el proveedor y el gerente de compras, pues es muy importante contar constantemente con una fuente confiable que ofrece productos que son respuesta a necesidades específicas, lo cual hace posible llevar a cabo contratos a largo plazo.

3.6.3.1. Políticas y procedimientos

Las variables de calidad a evaluar aquí serán el registro de impresión, el escuadre de la caja y el pegado de cierre. Dentro de las principales políticas para correr una orden de producción serán las siguientes:

- Toda orden de producción debe estar autorizada por el encargado de control conjuntamente con el supervisor del departamento.
- Para autorizar una orden de producción debe esta cumplir con estándares de calidad definidos en todas las pruebas ya descritas.
- Cuando el encargado de control de calidad ni el supervisor del departamento, estos deben asistir al jefe de producción antes de correr la producción.

El procedimiento para revisar una orden de producción será el siguiente:

- Por ser una producción intermitente no se puede estar revisando la orden de producción en el momento de hacer el alistamiento de máquina, esta debe revisarse con el suficiente tiempo para corregir los errores con tiempo.
- Entregar la orden al operador para que haga su alistamiento de máquina.
- Hacer las pruebas de calidad descritas con anterioridad, según en el departamento en que se encuentre.
- Decidir si aprobar la corrida de la orden de producción o posponerla.

3.6.3.2. Hojas de registro

Para hacer la revisión final de la caja se deberán registrar todos los datos en una hoja de registro. Los datos que se obtengan de esta hoja se utilizan posteriormente en los gráficos de control.

Figura 33. Hoja de registro de producto terminado

REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD					
Fecha	No. Orden	Producto	Operador:		Máquina
Aspectos para análisis					
1) Leer y Analizar, Información de la Orden de Trabajo		<input type="checkbox"/>			
2) Verificar Diseño		<input type="checkbox"/>			
3) Desprendimiento de liners o sin liners		<input type="checkbox"/>			
4) Verificar liners arrugados o pegados		<input type="checkbox"/>			
5) Verificar descuadre		<input type="checkbox"/>			
6) Verificar Código de Barras		<input type="checkbox"/>			
7) Exceso de pegamento		<input type="checkbox"/>			
8) Textos ilegibles		<input type="checkbox"/>			
9) Impresión picada		<input type="checkbox"/>			
INSPECCIÓN DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE IMPRESIÓN					
INSPECCIÓN A REALIZAR			Hora	Hora	Hora
1) Leer y Analizar, Información de la Orden de Trabajo					
2) Verificar Diseño					
3) Desprendimiento de liners o sin liners					
4) Verificar liners arrugados o pegados					
5) Verificar descuadre					
6) Verificar Código de Barras					
7) Exceso de pegamento					
8) Textos ilegibles					
9) Impresión picada					
COMENTARIOS:					
_____			_____		
Operario			Vo. Bo. Jefe de producción		

Fuente: elaboración propia.

3.6.3.3. Plan de muestreo

Para ser el diseño del plan de muestreo se tomará un muestreo de aceptación por atributos y se basa en las tablas militar estándar-105D, estos planes se deben realizar bajo una inspección normal y se debe definir el nivel de calidad aceptable (NCA) bajo políticas de la empresa pero se recomienda un 1 % para cuando hay problemas críticos, 2,5 % para defectos mayores y un 4 % para defectos menores.

- Plan piloto de muestreo de aceptación por atributos:
 - El muestreo de aceptación por atributos en el producto terminado evaluará factores cualitativos de calidad en las cajas. Se inspeccionará una orden de producción de 5 000 cajas con un NCA de 2,5 % y se debe determinar si aceptar o rechazar la orden de producción.
 - Con base en las tablas MIL-STD-105 D y bajo una inspección normal se determina que la letra código es L. Esta letra código le corresponde un tamaño de una muestra (n) de 200 cajas de las cuales se aceptan $c = 10$ como máximo de unidades defectuosas y un número mayor a 10 tendría como consecuencia el rechazo del lote completo. Los resultados obtenidos fueron de 8 cajas con descuadre por lo que se toma la decisión de aceptar la orden de producción.

3.6.3.4. Gráficos de control

El de control de calidad es en el producto terminado el cual contiene como componentes los gráficos de control por atributos. Más específicamente el tipo de gráfico por atributos será el gráficos p el cual muestra el total de no conformidades por el número total de unidades muestreadas.

El gráfico por atributos del producto terminado se realiza sobre los defectos que se encuentren al final de la producción y las variables de calidad a evaluar serán los registros de impresión, el escuadre de caja y por último el cierre de caja.

Para calcular los límites central, superior e inferior de los gráficos de control se deberán utilizar las ecuaciones aquí descritas. Se definió que los datos muestreados deberán estar dentro de dichos límites los cuales se entenderán de la siguiente manera:

Aquí todos los datos deberán estar dentro de los límites de control para poder decir que el proceso se encuentra bajo control. Y si algún dato se encuentra fuera de los mismos se deberá evaluar su razón y eliminar ese dato y volver hacer los cálculos.

Los atributos son cualidades de que no se pueden medir y cuando esto si es posible no se puede hacer en la producción por la velocidad de las máquinas. Para graficar las cualidades de calidad en el producto terminado se utilizarán el gráfico p .

Se inspeccionan 8 órdenes de producción de 1 000 cajas cada una, se inspeccionaron y se encontraron varios errores como lo son descuadre de la caja y mal pegue de la oreja de cierre.

Procedimiento para elaboración de gráfico p

- El primer paso del procedimiento consiste en definir para que se utilizará la gráfica de control. Una gráfica p puede servir para controlar la proporción de no conformidad de una sola característica de la calidad, un grupo de características de la calidad, solo una parte de ellas, un producto completo, o una cantidad determinada de productos. Lo anterior permitirá definir la jerarquía de uso, de manera que todas las inspecciones aplicables a una sola característica de la calidad proporcionen también datos de utilidad en otras gráficas p, en donde intervienen grupos de características, parte o productos.
- La gráfica p también sirve para controlar un desempeño de un operario, un centro laboral, un departamento, un turno, una planta, una empresa. El uso de la gráfica en estos casos permitirá comparar entre si unidades similares. También, permitirá evaluar el desempeño en cuanto a calidad de una unidad.
- Como hay una jerarquía de uso, los datos obtenidos para una gráfica también se pueden emplear para obtener una gráfica global.
- Calcular el tamaño del subgrupo y el método que se va a emplear, el tamaño del subgrupo dependerá la proporción de no conformidad. Si una parte tiene una proporción de no conformidad, p, de 0,001 y un tamaño de subgrupo, n, de 1 000, entonces el número promedio de no conformidad, np, será de uno por subgrupo. En este caso no se podrá obtener una buena gráfica, ya que una buena cantidad de valores, representados en la gráfica, sería cero.

- Por lo tanto, antes que se defina el tamaño del subgrupo habrá que efectuar algunas observaciones preliminares a fin de darse una idea aproximada de la proporción de no conformidad, así como evaluar la cantidad promedio de unidades no conformes mediante las que se podrá obtener una buena representación gráfica. Como punto de partida se sugiere utilizar un tamaño mínimo de subgrupo 50. Las auditorías son hechas por lo regular en un laboratorio, la inspección directamente en la línea de producción proporciona retroalimentación inmediata para acciones correctivas.
- Recopilar los datos suficientes, los datos pueden obtenerse de los registros históricos. La proporción de no conformidad de cada subgrupo se calcula mediante la fórmula $\bar{p} = \frac{np}{n}$.
- Calcular la línea central los límites de control de ensayo. La fórmula para calcular los límites de control de ensayo es la siguiente:

$$LCS = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCI = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

\bar{p} = proporción promedio de no conformidad

n = cantidad inspeccionada

- La proporción promedio de no conformidad, \bar{p} , es la línea central y se obtiene a partir de la fórmula $\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$. El cálculo del límite de control inferior si da un resultado menor que cero, que no es sino un resultado teórico, es imposible que una proporción de no conformidad sea menor

que cero, por lo tanto, el valor del límite de control inferior se cambia a cero.

- Definir las escalas del gráfico
 - El eje horizontal representa el número de la muestra en el orden en que ha sido tomada. El eje vertical representa los valores de la fracción de unidades no conformes p .
 - La escala de este eje irá desde cero hasta dos veces la fracción de unidades no conformes máxima.
- Representar en el gráfico la Línea Central y los Límites de Control
- Línea Central. Marcar en el eje vertical, correspondiente a las p , el valor de la fracción media de unidades no conformes p . A partir de este punto trazar una recta horizontal. Identificarla con LCC.
- Línea de Control Superior. Marcar en el eje vertical, correspondiente a las p , el valor de LCS. A partir de este punto trazar una recta horizontal discontinua (a trazos). Identificarla con LCS.
- Límite de Control Inferior. Marcar en el eje vertical, correspondiente a las p , el valor de LCI. A partir de este punto trazar una recta horizontal discontinua (a trazos). Identificarla con LCI.
- Usualmente la línea que representa el valor central p se dibuja de color azul y las líneas correspondientes a los límites de control de color rojo. Cuando LCI es cero, no se suele representar en el gráfico.
- Comprobación de los datos de construcción del Gráfico de Control p
- Se comprobará que todos los valores de la fracción de unidades no conformes de las muestras utilizadas para la construcción del gráfico correspondiente están dentro de sus Límites de Control.
 $LCI < p < LCS$
- Si esta condición no se cumple para alguna muestra, esta deberá ser desechada para el cálculo de los Límites de Control. Se repetirán todos

los cálculos realizados hasta el momento, sin tener en cuenta los valores de las muestras anteriormente señaladas.

Tabla XI. **Unidades defectuosas**

No. de orden	Unidades defectuosas	Fracción defectuosa
1	16	0,016
2	20	0,02
3	15	0,015
4	21	0,021
5	18	0,018
6	15	0,015
7	20	0,02
8	22	0,022

Fuente: elaboración propia.

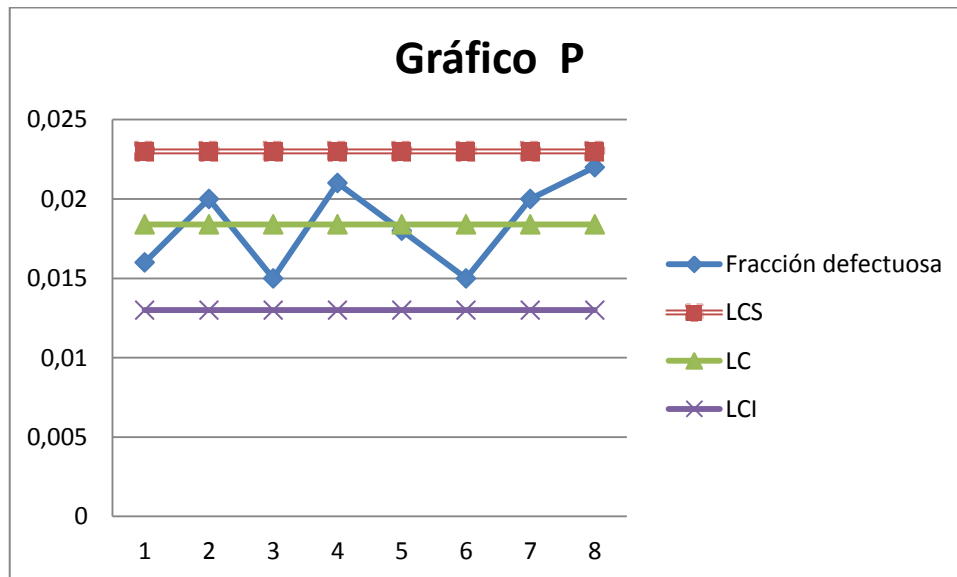
$$\bar{P} = \frac{147}{8000} = 0,0184$$

$$LCS = 0,0184 + 3\sqrt{0,0184(1 - 0,0184)/8000} = 0,023$$

$$Línea\ Central = 0,0184$$

$$LCI = 0,0184 - 3\sqrt{0,0184(1 - 0,0184)/8000} = 0,013$$

Figura 34. Gráfico P de control en producto terminado



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de resultados
 - Durante estas pruebas que se realizaron se tabularon varios datos los cuales deberían de estar dentro de un rango de aceptación para aprobar dicho lote de producción o de lo contrario rechazarlo.
 - Todo sistema estadístico de control de calidad debe poseer tres subsistemas que son control de calidad en la recepción de materia prima, control de calidad en el proceso de producción y control de calidad en la entrega de producto terminado.
 - Hacer pruebas de muestreo en la materia prima es muy importante sí se desea obtener una caja corrugada de primera calidad, debe comenzar con tener materia prima de buena calidad.

- Tener gráficos de control del proceso de producción es de gran importancia porque muestra visualmente el comportamiento de la operación, es decir, si se está de los límites de especificación.

3.7. Análisis de costo/beneficio

Se realizó una entrevista con el gerente general de la empresa para determinar el monto de la inversión inicial, determino que el monto inicial es de Q. 46 000. Para 5 años, para lo cual se realiza los siguientes cálculos:

Se realizó el análisis para determinar la viabilidad de la propuesta.

Ingresos: los ingresos esperados se toman del pronóstico de ingresos anuales el cual se determina por: Q. 221 000, dato proporcionado por la empresa.

Costos

Inversión Inicial = 46 000

Costos mensuales= 168 000

Tasa al 10 %

$$VPN = -46000 - 168000 \left[\frac{(1+0,10)^5 - 1}{0,10(1+0,10)^5} \right] + 221000 \left[\frac{(1+0,10)^5 - 1}{0,10(1+0,10)^5} \right] =$$

$$= 155089,74$$

Tasa al 20 %

$$VPN = -46000 - 168000 \left[\frac{(1+0,20)^5 - 1}{0,10(1+0,20)^5} \right] + 221000 \left[\frac{(1+0,20)^5 - 1}{0,10(1+0,20)^5} \right] =$$

$$= 112499,76$$

TIR

$$TIR = \left[\frac{(\text{tasa 1} - \text{tasa 2}) - (0 - VPN(-))}{(VPN +) - (VPN (-))} \right] + \text{tasa 2}$$

$$TIR = \left[\frac{(10 - 20) - (0 - 112499,76)}{(155089,74) - (112499,76)} \right] + 20$$

$$= 20,64\%$$

VPN

$$VPN = -46000 - 168000 \left[\frac{(1+0,2264)^5 - 1}{0,2264(1+0,2264)^5} \right]$$

$$+ 221000 \left[\frac{(1+0,2264)^5 - 1}{0,2264(1+0,2264)^5} \right] =$$

$$= 103711,98$$

El beneficio costo de la propuesta es de $221\ 000 / (46\ 000 + 168\ 000) = 1,03$, por lo cual es viable la propuesta.

3.8. Innovación de equipos para mejorar la productividad de la máquina

Para la mejora de equipos se debe de utilizar los siguientes:

- Soluciones de software: para las plantas de papel corrugado, se puede contar con software que den las opciones para el ordenamiento y control de las materias primas como papel, así como controles de toda la planta en planeación y producción. Entre las ventajas que brinda esta aplicación informática, de tercera generación, es que se puede ajustar a las necesidades de cada cliente y es participativo. Asimismo, tiene la particularidad de que no es necesario que se adquiera todo el sistema de una vez, sino por partes o módulos.
- Medidor de tensión: en el mercado existen nuevos medidores de tensión diseñados para probar la resistencia de materiales como papel, cartón, papel de seda, filme de empaque, adhesivos, cintas sensibles a la presión y una variedad de aplicaciones de baja tensión, hasta 1 330 N (136 kilogramos o 300 libras). Es un preciso instrumento de fuerza de tensión, adecuado para entornos de producción ásperos, aunque está diseñado para proporcionar mediciones de alta precisión para aplicaciones de investigación.

Tienen un tamaño reducido, algo más de 0,20 metros cuadrados (2,3 pies cuadrados) y tiene una gran pantalla en color de 5,7 pulgadas, interfaz intuitiva para el operador, control de software, impresora integrada y puerto serial para la recolección de datos.

- Rodillos corrugadores: existe una nueva tecnología en los rodillos corrugadores, que consiste en el calentamiento periférico, diferente a los otros, y el recubrimiento con carburo de tungsteno, que puede ser utilizado para minimicro de flauta f, que antes no se ofrecía.

El rodillo de presión elimina las vibraciones y la resonancia en la máquina. Entre las ventajas que brindan estos rodillos están: una mejoría por cuanto ahorra el consumo de energía, el mantenimiento disminuye y garantiza una mejor producción de cartón corrugado.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA Y MEJORA CONTINUA

Al implementar el sistema de control de calidad debe enfocarse tanto al cliente como en los trabajadores quienes ponen en marcha el sistema de calidad y sin los cuales el esfuerzo de gerencia sería por gusto. Para implementar el sistema primero se debe hacer una planeación estratégica para definir lo que se desea alcanzar con el sistema de calidad y luego buscar los medios para alcanzar dichos objetivos. Al tener implementado el sistema de calidad, se debe ubicar el sistema dentro de un ciclo repetitivo, el cual busca mejoras continuas al terminar cada ciclo.

4.1. Elaboración de políticas y estrategias

Toda nueva acción que tome la empresa debe contener una planificación a corto y largo plazo para lograr alcanzar eficientemente sus objetivos. Debe definir las políticas que se tomaran para el proceso de producción, para asegurar el control de calidad de los productos terminados, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes.

4.1.1. Políticas generales

Ser la empresa líder en el mercado de la fabricación de cajas comerciales de cartón corrugado valiéndose para eso de un sistema de control de calidad.

4.1.2. Políticas específicas

Las políticas que se deben de tomar en la empresa para la recepción de materia prima, muestreo son las siguientes:

- En la recepción de materia prima no preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino a aquél que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezca mejor calidad.
- Hacer los muestreos descritos del cartón si se encuentran en los límites de especificación, de lo contrario parar para corregir dicho proceso si fuese necesario.
- Revisar a que cada orden de producción esté aprobada por el supervisor y el control de calidad.
- La revisión de la caja consistirá en datos aspectos muy generales como lo son: resistencia del cartón, registro de impresión, tonalidad de colores, escuadre de la caja y la cantidad de cajas cabal de cada orden.
- Tener un programa de capacitación continua donde se dé a conocer a los participantes el proceso del sistema de calidad y las ventajas que conlleva tanto para ellos como para la empresa. Despejar cualquier temor o duda que puedan tener acerca del sistema de control de calidad en las cajas de cartón corrugado. Estimular para que sientan que el sistema de calidad les ayudará a minimizar los reclamos de clientes y eso minimizará las devoluciones.

4.2. Personas involucradas en la reducción del desperdicio

A continuación se presentan acciones a tomar con la finalidad de lograr reducir el desperdicio de cartón que se está generando en la empresa en estudio, es importante el involucramiento desde el nivel operativo hasta la alta

gerencia. En los siguientes apartados se describirá la forma en que debe involucrarse cada grupo para obtener las mejoras deseadas.

- Grupos involucrados en la propuesta:
 - Grupo administrativo: el cual debe dirigir y orientar al grupo operativo, programando las capacitaciones propuestas más adelante en el inciso 4.2.2.
 - Grupo operativo: el cual debe recibir las capacitaciones orientadas a la disminución del desperdicio y recibir los incentivos planeados por la gerencia, los cuales están propuestos más adelante en el inciso 4.2.3.

4.2.1. Postura por parte de la Gerencia

A continuación se presentan las herramientas administrativas que la alta gerencia debe implementar en la disminución de los desperdicios, esto es debido a que se debe iniciar a darle solución a la problemática, planeando la estrategia y luego ejecutando las acciones que lleven a obtener las mejoras deseadas. Una vez se inicie con una actividad orientada a la disminución del desperdicio, se le debe dar a esta el seguimiento necesario para que avance, no se estanque y desaparezca.

- Bodega de materia prima: se mantendrá la cantidad de rollos necesaria para la producción, eliminando la previsión del inventario de papel la cual consiste mantener en bodega las entregas de material que el proveedor haría en un mes, asumiendo que este no cumpla con las mismas. Esta acción ayudará también a que los rollos de papel no sufran deterioro debido al prolongado almacenamiento.

- Sugerencias creativas: escuchar opiniones de los operadores, no solo en las reuniones, sino establecer la política de puertas abiertas. Para mantener el anonimato de las personas del grupo que así lo deseen, se debe instalar un cajón que funcione como buzón de sugerencias internas.
- Sistema justo a tiempo: el departamento de planificación debe coordinar con el departamento de despachos cuantos días se están atrasando en las entregas, así con la disminución de los reprocesos el jefe de planificación podrá garantizar que no existirán más atrasos en la entrega de los pedidos.
- Mantenimiento productivo total: el gerente de producción juntamente con un mecánico mostrarán al líder de cada tripulación la forma de realizar reparaciones menores en las máquinas. El líder de la tripulación deberá a su vez transmitir los conocimientos adquiridos a los miembros del grupo, a fin de que cualquiera de ellos pueda en un futuro solucionar fallas menores.

4.2.2. Capacitación del personal

Las capacitaciones son métodos que proporcionan al personal de las empresas, los conocimientos básicos de técnicas adecuadas, herramientas y los medios a utilizar, para que logren un desempeño eficiente en sus labores y amplíen los conocimientos que poseen.

Las capacitaciones que se le brindarían a la fuerza laboral dentro de la empresa, serían parte de los métodos que se utilizan para el crecimiento y la motivación del personal.

- Acciones que se van a tomar: en dos pasos sencillos se mantendrá al personal capacitado para afrontar la problemática actual así como futuros problemas que se pueden presentar. En primer lugar se requiere que la empresa pueda reconocer las necesidades de capacitación en un momento dado y en segundo lugar, implementar un plan de capacitaciones que ayuden a disminuir los desperdicios.

Necesidades de capacitación: la empresa al enfrentarse con una nueva problemática atribuible al desempeño de sus trabajadores debe inmediatamente debe capacitarlos a fin de frenar los efectos que el problema pueda generar.

Para implementar una capacitación efectiva se deben establecer inicialmente las necesidades de capacitación realizando dos pasos básicos, los cuales son:

- Análisis de las tareas, para determinar si la capacitación será proporcionada por especialistas de la empresa o por terceros.
- Una evaluación del desempeño, ayudará a identificar las la deficiencias a las cuales la capacitación ira enfocada.

En diferentes áreas se pueden aplicar las capacitaciones, así las necesidades de capacitación abarcan niveles profesionales hasta niveles operativos. En general dependiendo en el área donde se genere una problemática existen variables utilizadas para la determinación de necesidades de capacitación, las cuales son:

- Evaluación de desempeño

- Observación
- Cuestionarios
- Solicitud de supervisores y gerentes
- Entrevistas con supervisores y gerentes
- Reuniones ínter departamentales
- Examen de empleados
- Modificación de trabajo
- Entrevista de salida
- Análisis de cargos

4.2.2.1. Talleres

En los talleres y capacitaciones de personal deben llevarse a cabo algunas veces en forma de conferencias, donde se le manifiesta al personal la forma de solucionar problemas, el trato al material, la importancia de respetar las especificaciones del producto, brindándoles conocimientos de almacenaje y sus responsabilidades, de una forma rápida, directa, concisa, haciéndoles ver cómo influyen sus acciones con la calidad y los cumplimientos de producción en las diversas líneas. A continuación se describen los talleres propuestos para la empresa.

Tabla XII. **Plan de capacitaciones**

Mantenimiento Productivo Total		
Duración: 8 horas	Dirigido: área de corrugadora	Impartido por: Gerencia de Producción
Mejores prácticas de manufactura		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento	Impartido por: INTECAP
Seguridad e Higiene Industrial		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
Sistema de sugerencias		
Duración: 4 horas	Dirigido: grupo operativo	Impartido por: Aseguramiento de la calidad
Delegación de autoridad y liderazgo		
Duración: 3 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: Gerencia General
Reducción de desperdicio		
Duración: 4 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: Gerencia de producción

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Reconocimientos

La motivación de los empleados es un factor clave en la disminución del desperdicio, un plan reconocimientos busca que los ahorros obtenidos en la eliminación de las pérdidas producto del desperdicio, se conviertan en un beneficio para el trabajador. Concientizar para alcanzar el cero desperdicio, el fomento del trabajo en equipo, sentir orgullo de pertenecer a la organización, la

conservación de los equipos, el mejor manejo de materiales, da como resultado el aumento de la productividad y competitividad de la empresa.

Para la realización de los reconocimientos se sugieren armar grupos de trabajo por cada área y llevar las siguientes acciones:

- Otorgar distintivos a los grupos que alcancen los mejores índices (por ejemplo dando gorras, pines o playeras a los miembros del grupo ganador).
- Recursos humanos debe dar a conocer el primer lugar de los grupos, colocando en un espacio público dentro de la empresa los nombres de los miembros del grupo denominado “grupo del mes”, este debe permanecer en dicha área un mes inmediato posterior de alcanzado el objetivo.
- Realizar algún tipo de agasajo con el grupo ganador, se puede realizar durante la celebración de cumpleaños del mes.

4.3. Gestión de indicadores de resultado

Para verificar que variable a medir tiene mayor grado de importancia, se debe de aplicar la Técnica de Grupo Nominal (TGN) a las variables del proceso de fabricación de cajas de cartón y se consulta con el grupo de operadores que asignen un valor de acuerdo a su importancia, después se combinan las jerarquizaciones de todos los miembros y se suman. La variable de número mayor será la más importante.

Evaluación individual de variables 1= Menos importante, 5= Más importante

4.4. Pasos para la implementación

Para la implementación se deben de seguir los siguientes puntos:

- Compras: la empresa debe asegurarse de que el producto adquirido cumple con los requisitos especificados por el cliente. El tipo y alcance del control aplicado al proveedor y al producto adquirido debe depender del impacto de dicho producto, en la posterior realización del producto final.
Asimismo, se debe evaluar y seleccionar los proveedores en función su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Deben establecerse los criterios para la selección, evaluación y re-evaluación. Deben mantenerse los registros de los resultados de las evaluaciones y de cualquier acción necesaria que se derive de las mismas.

- Proveedores
 - Son los que suministran productos con su propia especificación.
 - Selección de proveedores
 - Preselección: qué proveedores en el mercado local nos pueden brindar el producto que se necesita.
 - Auditoría del sistema
 - Reunión inicial. Con los ejecutivos de la empresa proveedora antes de iniciar la auditoría del sistema.
 - Realización de la auditoría. Esta se realiza para verificar que el sistema de calidad de la empresa proveedora, podrá garantizar los requisitos mínimos del producto requerido.
 - Reunión final. Con los ejecutivos de la empresa proveedora antes de leer el informe final.

- Informe de auditoría.
- Acciones correctivas y seguimiento.
- Homologación del producto. Proceso destinado a adquirir la certeza de que el proveedor está en capacidad de cumplir los requerimientos especificados, previniendo la aparición de posibles errores durante el suministro en serie.

Es fundamental la elaboración del oportuno procedimiento escrito.

- Evaluación de proveedores
 - Capacidad de cumplimiento tanto de las entregas en el tiempo establecido, como del cumplimiento de los requerimientos descritos en las especificaciones.
 - Criticidad del producto: qué tan complejo es el proceso de fabricación del producto y qué tan difícil es el cumplimiento mínimo de las especificaciones.
 - Resultados históricos de acuerdo al historial de cada proveedor, analizar los cumplimientos de las fechas de entrega y calidad del producto proveído conforme las especificaciones.
 - Evaluación del sistema de calidad: la evaluación del sistema de calidad del proveedor se realizará tomando en cuenta los porcentajes de calidad, de las auditorías realizadas a su producto o materia prima en el momento de recibirlas en la bodega de textiles.

- Clasificación de proveedores
 - Proveedor aprobado: cumple con los requerimientos mínimos.
 - Proveedor preferido: produce mejor calidad que la mínima.

- Proveedor certificado: aquel que en una investigación exhaustiva se encuentra que suministra material de tal calidad que no es necesario efectuar la pruebas de rutina para cada lote recibido.
- Gestión de compras
 - Cotización: buscar dentro de los proveedores seleccionados quién es el que puede proveer el producto al mejor precio, en el tiempo preciso.
 - Orden de compra La revisión y aprobación de la orden de compra se realiza para garantizar lo siguiente:
 - Descripción del producto ordenado.
 - Requerimientos de la especificación.
 - Estándares que se aplican
 - Cantidades y forma de despacho.
- Órdenes de compra: la realización de las órdenes de compra debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - Debe definir de forma completa y exacta al producto.
 - Firma del responsable de la última revisión antes de emitir el pedido.
 - Archivo
 - Lista de especificaciones de compra
 - Especificaciones referenciadas en la orden de compra, incluyendo:
 - Nombre y número de revisión.
 - Especificaciones al proveedor mediante acuse de recibo o adjuntando una fotocopia al pedido.
- Revisión del contrato: su propósito es asegurar que antes de empezar a trabajar se han establecido los requerimientos que se deben de cumplir.

Se debe indicar:

- Cómo y por quién debe ser revisadas las exigencias específicas del producto.
 - Cómo deben ser indicados los resultados sobre los documentos.
 - Cómo deben ser resueltas las exigencias conflictivas y las ambigüedades.
-
- Gestión del proceso: dentro del proceso de elaboración de cajas de cartón se deben cumplir con lo descrito en la sección 3.6 para el cumplimiento de la calidad del producto.

5. MEDIO AMBIENTE

5.1. Importancia del impacto ambiental

La importancia del impacto ambiental que causa la empresa en estudio, se prevé que esto no sucederá, puesto que se usan materias primas recicladas, el consumo de agua como de energía eléctrica se usa solamente la necesaria, sin llegar al uso excesivo de los recursos.

La zona donde está instalada no existe afectación, puesto que no existe vegetación en abundancia solo hay unos pequeños arbustos, ni habitan animales en peligro de extinción y por supuesto no se encuentra poblada por asentamientos humanos.

En la contaminación del agua, no existen problemas porque se reutiliza al máximo, y no se desecha a los mantos acuíferos cercanos.

La contaminación del suelo es controlada, debido a que los desperdicios de cartón son vendidos a los mismos proveedores de esta materia prima, el desperdicio que no se puede aprovechar se manda al basurero municipal, con esto se contribuye al aumento de la vida útil de los basureros y reduce el uso de madera virgen en general.

Con relación a la contaminación radiactiva, electromagnética y por residuos tóxicos y peligrosos, no se utiliza materias primas ni productos que generen dicha contaminación, ya que el papel es uno de los materiales no peligrosos con relación a otros existentes en la actualidad.

La contaminación sonora, se prevé debido a que el personal del área de producción cuenta con el uniforme y equipo de protección personal de acuerdo con sus funciones, para que no les afecte el ruido que generan las máquinas durante su funcionamiento.

La contaminación por olores, no se da debido a que el papel de desperdicio no produce olores, no existe tal contaminación, porque todo el tiempo se mantiene seco.

Las alteraciones del clima y de la calidad del aire, no hay debido a que no se emiten a la atmosfera elementos que pudieran perjudicar y el equipo de transporte que se utiliza tanto para las actividades de administración y ventas de los productos terminados emiten poca contaminación como lo hace cualquier vehículo de este tipo.

El riesgo de accidentes y siniestros (incendios, explosiones, escapes), se cuenta con instalaciones propias para entrada y salida de vehículos, un área para la descarga de todos los materiales, instalaciones eléctricas adecuadas, red contra incendios, mantenimiento de la maquinaria con que se cuenta, el resguardo del edificio cuidando muros, ventanas, techos, pisos.

No existe ninguna alteración o destrucción de elementos arqueológicos, históricos, pictóricos y culturales, presentes en el medio, puesto que en el lugar donde está instalada la planta no existen sitios de este tipo.

5.1.1. Manejo del desperdicio en el proceso de corrugación

El desperdicio en el proceso de corrugación se da por no existir un control escrito en el área, las fallas que se generan en las diferentes máquinas, y el manejo inadecuado de la materia prima.

Todo este desperdicio se recolecta en cada área de trabajo, seguidamente se clasifica para ser pasado al área de ventas a proveedores de materia prima.

5.1.2. Manejo del desperdicio en el proceso de conversión

En el proceso de conversión por su misma naturaleza generan desperdicio, aunque se debe mencionar que el desperdicio es procesado y también comercializado. El proceso de conversión llega a ser muy complejo, esto es debido al tipo de caja que se fabrique; de una manera simplificada el desperdicio de conversión puede subdividirse en:

- Desperdicio debido a impresión
- Desperdicio debido a troquelado
- Desperdicio debido a acabados

5.1.2.1. Impresión

El proceso de impresión es el primer proceso de conversión; deben haber carretones para depositar los desperdicios por área, si se tiene el problema que hay láminas provenientes del área de corrugadora que no deben ser impresas, ya que inevitablemente se convertirán en desperdicio.

Este problema se observa con mucha frecuencia y el supervisor de planta debe tomar acciones para que este desperdicio sea regresado a sus depósitos de desperdicio; el desperdicio que sí debe ser imputado al área de impresión debe ser el causado como se muestra en la figura 34 por láminas mal impresas o por errores que no provengan del área de corrugadora.

Figura 35. **Desperdicio de láminas mal impresas**



Fuente: empresa de empaques de cartón corrugado.

5.1.2.2. Troquelado

Algunas veces, dependiendo del producto que se desee, la máquina impresora imprime y troquea, pero en otras circunstancias estos procesos se hacen por separado, es decir por máquinas diferentes (*flexo-ward* y troqueladora). Cuando el proceso de impresión y troquelado se realizan por

separado, surge el problema mencionado anteriormente, el cual consiste en láminas provenientes del área de impresión que no deben ser troqueladas; ya sea que si se troquelen o no, el desperdicio es imputado al área de troquelado.

5.1.2.3. Acabados

Existen máquinas que imprimen, troquelan y realizan los demás acabados para luego pasar a bodega de producto terminado, estas máquinas son: martin, *flexo-folder* y *flexo-ward*, pero dependiendo del tipo de caja que se necesite, se necesitará del proceso de acabados para obtener el producto final.

Los acabados son los que se encargan de dar los toques finales a las cajas, algunos de estos son necesarios cuando se requiere algún tipo de caja que no es muy común a la que se conoce.

Para reducir la contaminación por desperdicios que se dan en: en el pegado de las cajas, el engrapado, procesos finales se deben de tomar las siguientes recomendaciones:

- Controlar el desperdicio por cada área de trabajo
- Mantener un programa de Mantenimiento Productivo Total
- Control de los productos en proceso

5.2. Equipo involucrado en la reducción de desperdicio

En cuanto a equipo, en primer lugar se hace necesario cuantificar el desperdicio a través de un peso, es decir que es imprescindible contar con una báscula de piso con una capacidad de 2 500 kilogramos; en segundo lugar se

necesita que las máquinas tengan un mantenimiento continuo, es decir a diario, luego de que mantenimiento las deje funcionando a un 100 %.

CONCLUSIONES

1. Al realizar una supervisión dentro de la planta de producción, se puede observar que la clasificación de defectos de producción, esta con el orden establecido para los diferentes procesos. Así que, los defectos se pueden presentar desde el mismo momento de descargar las bobinas de papel, hasta el momento de cargar el producto terminado en los contenedores de transporte hacia el cliente.
2. Dentro del proceso operativo es muy importante dejar claro, que uno de los filtros que mayor trabajo tiene, es el del Departamento de Calidad, puesto que este es el encargado de velar porque se produzca de la mejor manera, atendiendo los principios de calidad para el cliente, así como el necesario de producción para la empresa, por lo tanto, debe guardar el equilibrio entre lo que se necesita producir y cómo debe hacerse.
3. Las materias primas que se utilizan en el proceso de producción son las correctas por su calibre. Pero existe desperdicio en el proceso productivo debido a que las materias primas no se resguardan adecuadamente al estar en la intemperie afectando la calidad del cartón corrugado.
4. Para el control del producto terminado se hace la propuesta de utilizar equipo especial para determinar la calidad de las cajas de cartón, así como la propuesta de realizar diferentes pruebas de compresión, resistencia del cartón corrugado, compresión estática.

5. Se determinó que con la propuesta de un sistema de control para la producción de empaques de cartón corrugado, la empresa debe contar con equipos para mejorar la productividad, es necesario realizar una inversión inicial de Q 46 000. Según el análisis costo beneficio a una tasa de interés 20,64 % en un periodo de 5 años, se podrá recuperar la inversión y la propuesta es financieramente aceptable.

6. Para el control de los procesos de corrugado se hace la propuesta de un tener un programa de mantenimiento a las máquinas, pruebas de control de calidad en la recepción de materia prima y un adecuado control del desperdicio producido.

RECOMENDACIONES

1. Mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los niveles subalternos reconociendo el valor individual de las personas y promoviendo el trabajo en equipo. Además, es importante mantener informado e involucrado a todo el personal de los resultados obtenidos relacionados con el desperdicio, siendo indispensable su continuo entrenamiento, y participación en el proceso de mejoramiento escuchando sus ideas y necesidades, manteniendo el concepto de cliente interno y externo.
2. Es necesario que se mantenga los planes de mantenimiento eléctrico y mecánico, así se disminuirán las paradas por mantenimiento correctivo para no afectar la producción.
3. Se debe mantener una comunicación con los proveedores de materia prima y los trasportistas, de manera tal, de poder hacer los reclamos pertinentes si no se está conforme con las especificaciones de la materia prima.
4. Para el manejo del desperdicio en cada uno de las máquinas, se debe de colocar contenedores para que los operarios pueden depositar el papel y cartón sobrante.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLOOM, Gerald. *Cómo mejorar la calidad del cartón y aumentar la eficiencia operativa*. Costa Rica: Langston, 1994. 62 p.
2. BRANDENBURG, Richard; LEE, Julian. *Fundamentals of packing dynamics*. EEUU: McGraw-Hill, 1993. 46 p.
3. CLARKE, S. J. *Prueba de resistencia de los empaques corrugados*. México: L.A.B., 1994. 26 p.
4. JAIMES, Jorge. *Factores de productividad en troqueladoras rotativas*. Panamá: The Ward Company, 1994. 107 p.
5. HITOSHI, Kume. *Herramientas estadísticas para el mejoramiento de la Calidad*. Colombia: Norma, 1993. 167 p.
6. MARKSTROM, Haka. *Testing methods and instruments for corrugated board*. USA: L.A.B., 1988. 38 p.
7. MICHALEC, George W. *Fabrication Manual for Corrugated Box Plants*. New York, USA: 1989. Technical Association or The Pulp and Paper Industry. 47 p
8. RUIZ, Carlos. *Cómo evitar pérdida de compresión en un empaque de cartón corrugado*. Perú: Aranal, 1996. 22 p.

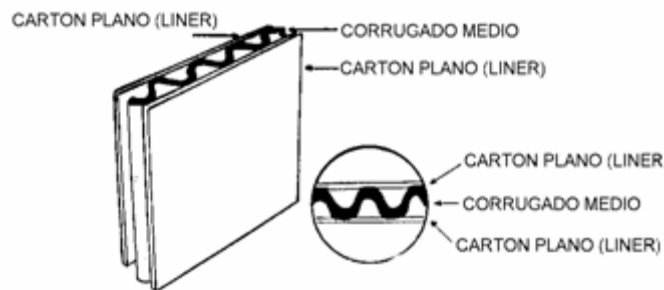
9. ZEEN, Carl H. *Manual de aseguramiento de calidad- fábricas de cajas*. México: Chiquita, 1997. 142 p.

ANEXOS

El cartón corrugado se compone de tres papeles:

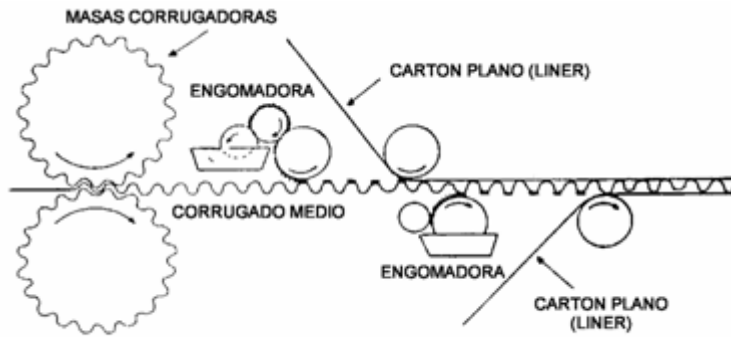
- Papel Liner Interno
- Papel Medium o Corrugado Medio
- Papel Liner Externo

La impresión del diseño gráfico del empaque se realiza en el Liner Externo.

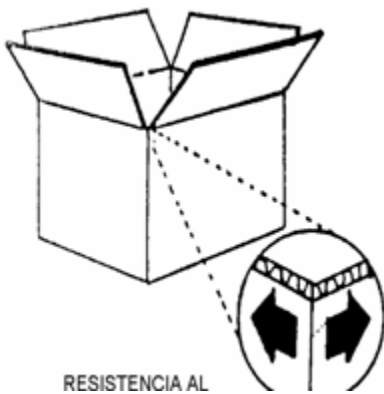


Para fabricar el Cartón Corrugado se realizan los siguientes procesos:

- Formación de la Onda del Corrugado Medio
- Se pega inmediatamente el Liner Interno al Corrugado Medio
- Pegado del Liner Externo al Corrugado simple
- Eliminación del exceso de humedad
- Marcado y Cortes a las láminas



Para obtener la mayor resistencia a la estiba, es necesario que se diseñe el empaque de Cartón Corrugado, de manera que las ondas del Corrugado Medio, se coloquen en sentido vertical al apilamiento del empaque. Esto logra que cada onda funcione como una columna.

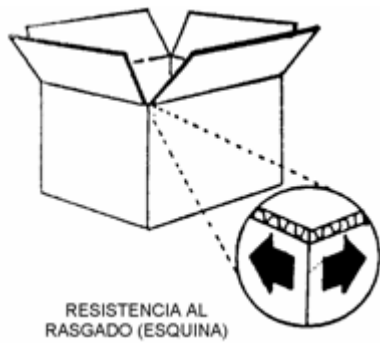


El Corrugado Medio forma con los papeles Liner's una cámara de aire que amortigua y aísla al producto protegiéndolo de daños, ocasionado por el manejo del empaque.



Estructuralmente, en las cuatro esquinas del empaque se concentra la mayor parte de la resistencia a la estiba.

Al mismo tiempo, estas zonas son susceptibles a rasgarse cuando se ven sometidas a exagerados esfuerzos de tensión.



Para poder obtener un empaque de calidad y que el diseño gráfico refleje una buena imagen del producto, es necesario que la superficie del cartón corrugado sea:

- Plana
- De color uniforme
- Resistente al Roce

