



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

**UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (*TAPPI*) PARA EL PROCESO
DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**

Juan Luis Ramírez Jiménez

Asesorado por la Inga. Ana Marcela Ruano Barillas

Guatemala, febrero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (TAPPI) PARA EL PROCESO
DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN LUIS RAMÍREZ JIMÉNEZ

ASESORADO POR LA INGA. ANA MARCELA RUANO BARILLAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (*TAPPI*) PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 24 de noviembre de 2014.

Juan Luis Ramírez Jiménez

Nueva Guatemala de la Asunción, 21 de mayo de 2015

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería, USAC

De manera atenta me dirijo a usted para informarle que el informe final del trabajo de graduación titulado: **“UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (TAPPI) PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA”**, expuesto por el estudiante Juan Luis Ramírez Jiménez (Carné 2010-20928) queda aprobado por mi persona, el cual asesoré en su proceso y desarrollo.

Agradeciendo la atención a la presente, le saluda respetuosamente,


Inga. Marcela Ruano Barillas
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8782

Marcela Ruano Barillas
ingeniera Industrial
Colegiado 8782



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (TAPPI) PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Luis Ramírez Jiménez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑADA A TODOS”

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Colegiado No. 4.317

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2015.

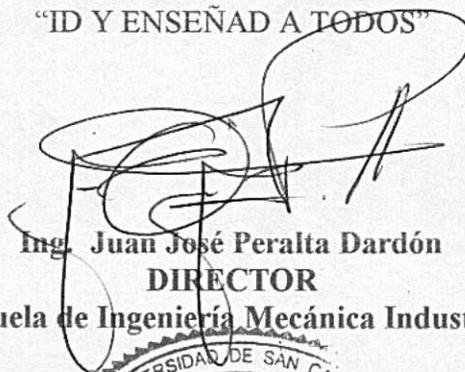
/mgp



REF.DIR.EMI.023.016

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 **UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (TAPPI) PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Luis Ramírez Jiménez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

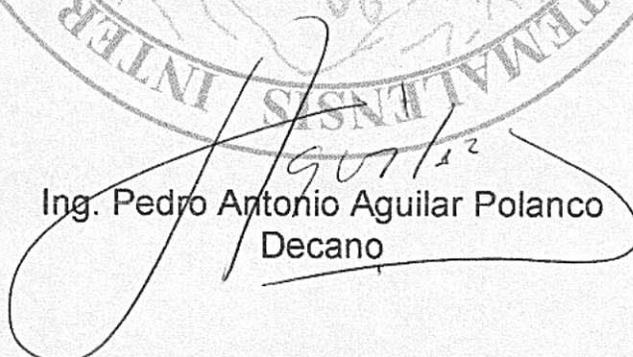


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.087-2016

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: **UTILIZACIÓN DE NORMAS DE PAPEL Y CARTÓN (TAPPI) PARA EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CAJAS PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA LITOGRAFICA**, presentado por el estudiante universitario: **Juan Luis Ramírez Jiménez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, febrero de 2016

/cc



AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por permitirme culminar mi carrera con éxito y acompañarme en mi vida y darme sabiduría ayer, hoy y siempre.
- Mi padre** Luis Alberto Ramírez Mejía, por su apoyo y amor incondicional y enseñarme ser un hombre de bien y responsable en cualquier situación que la vida me presente.
- Mi madre** Zoila Marina Jiménez Barrera de Ramírez, por su gran amor y apoyo incondicional, por sus sabios consejos, sus deseos tan maravillosos y estar a mi lado en todas las situaciones de mi vida.
- Mis hermanas** Marilú Ramírez, por ser un gran ejemplo y gran amor, y Tatiana Ramírez, por su gran amor.
- Mis sobrinos** Cristopher y Pablo Ávalos Ramírez, por la felicidad tan grande que dan en mi familia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	1
1.1. Descripción de las actividades	1
1.2. Misión	7
1.3. Visión.....	8
1.4. Política de calidad	9
1.5. Productos	10
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	15
2.1. Diagnóstico de la situación actual	15
2.2. Proceso de elaboración de cartón corrugado.....	16
2.2.1. Diagramas de procedimiento e instructivos de producción	17
2.3. Productos	21
2.4. Distribución de planta	21
2.4.1. Diagrama de la planta.....	22
2.4.2. Maquinaria utilizada en el proceso	24
2.5. Desperdicio controlable y no controlable	30
2.6. Materias primas utilizadas en el proceso.....	30

3.	DISEÑO DEL PROCESO	33
3.1.	Personal	33
3.1.1.	Descriptores del personal por puestos	33
3.2.	Diagrama propuesto para la elaboración de cajas plegadizas	34
3.3.	Innovación de equipos para mejorar la productividad de la máquina	37
3.4.	Plan de mantenimiento para la maquinaria	39
3.5.	Controles para la medición del desperdicio Norma TAPPI.....	40
3.5.1.	Desperdicio controlable	40
3.5.1.1.	Desperdicio corrugado	41
3.5.1.2.	Desperdicio molino y pegas	41
3.5.1.3.	Desperdicio impreso.....	41
3.5.1.4.	Desperdicio acabados.....	42
3.5.1.5.	Desperdicio exceso de <i>refill</i>	42
3.5.1.6.	Desperdicio gomeleo.....	42
3.5.1.7.	Desperdicio pelado.....	42
3.5.1.8.	Cajas de segunda	43
3.5.1.9.	Desperdicio debido al proceso de conversión.....	43
3.5.2.	Desperdicio no controlable	43
3.5.2.1.	Pagado	43
3.5.2.2.	Automático	44
3.5.2.3.	Transversal.....	44
3.6.	Control de calidad	44
3.6.1.	Pruebas a realizar	46
3.6.1.1.	<i>Flat crush</i> (resistencia de la comprensión horizontal de la flauta).....	46

3.6.1.2.	Compresión paralela a las flautas (ECT)	48
3.6.1.3.	Pin adhesión (prueba de adherencia) ..	50
3.6.1.4.	Calibre	51
3.6.2.	BCT (Resistencia a la compresión estática)	52
3.6.2.1.	Mullen test	53
3.6.3.	Control de calidad en el producto terminado	53
3.7.	Análisis financiero.....	54
3.7.1.	Análisis del valor presente neto	55
3.7.2.	Análisis del beneficio costo.....	56
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEJORA CONTINUA.....	57
4.1.	Elaboración de políticas y estrategias	57
4.1.1.	Políticas generales	57
4.1.2.	Políticas específicas	57
4.2.	Personas involucradas en la reducción del desperdicio	58
4.2.1.	Postura por parte de la Gerencia.....	58
4.2.2.	Capacitación de personal	58
4.2.3.	Reconocimientos	59
4.3.	Equipo involucrado en la reducción del desperdicio.....	60
4.4.	Propuesta de mejora para el área de producción y manejo de desperdicio	61
5.	MEJORA CONTINUA.....	69
5.1.	Elaboración de políticas.....	69
5.1.1.	Políticas generales	69
5.1.2.	Políticas específicas	71
5.2.	Personal involucrado en el control de la calidad.....	72
5.2.1.	Postura por parte de la gerencia.....	72

5.2.2.	Capacitación del personal	72
5.3.	Gestión de indicadores de resultado	73
5.3.1.	Indicadores de desperdicio.....	77
5.3.2.	Indicadores de producto no conforme	78
5.3.3.	Indicadores de producto rechazado	78
6.	MEDIO AMBIENTE	79
6.1.	Importancia del impacto ambiental.....	79
6.2.	Análisis del impacto ambiental de la empresa	79
6.3.	Problemática del desperdicio en el proceso de producción ...	80
6.4.	Equipo involucrado en la reducción de desperdicio	81
6.4.1.	Mantenimiento del equipo	81
6.5.	Medidas de mitigación.....	81
	CONCLUSIONES.....	83
	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional de la empresa	3
2.	Ubicación de la empresa.....	5
3.	Fotografía de prensa de 5 colores	6
4.	Troqueladora plana	7
5.	Liner externo	13
6.	Proceso de fabricación de la caja de cartón.....	13
7.	Ondas de corrugado.....	14
8.	Diagrama de operaciones actual.....	18
9.	Plano de instalaciones Gráficos Díaz-Paiz.....	23
10.	Single facer	25
11.	Funcionamiento del <i>double backer</i>	27
12.	Guillotina	29
13.	Capas de cartón corrugado.....	31
14.	Diagrama de operaciones actual.....	35
15.	Verificación de la calidad de los hendidos.....	45
16.	Resistencia a la compresión	48
17.	Compresión paralela a las flautas	50
18.	Prueba de adherencia	51
19.	BCT Resistencia a la compresión estática	52
20.	Mullen Tester	53
21.	Hoja de registro de producto terminado	61
22.	Gráfico P de control en producto terminado.....	67

TABLAS

I.	Ventajas y desventajas de una caja plegadiza	11
II.	Plan de capacitaciones	59
III.	Unidades defectuosas	66

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Gramos
kg	Kilogramo
lb	Libra
mm	Milímetros

GLOSARIO

Almidón	Sustancia derivada del grano de maíz, 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.
<i>Double backer</i> (doble engomador)	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, 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.
<i>Pin adhesion</i>	Comprobar la adherencia entre los papeles que conforman el cartón corrugado.

Ring crush

Prueba de calidad para medir la fuerza de compresión del papel

Trim

Cortes laterales que se hacen al cartón corrugado para quitar el desperdicio de los extremos.

Triplex

Sección en el corrugador, capaz de girar 120° y donde van ubicadas las cuchillas de corte y cizado para las diferentes medidas que se le programe.

RESUMEN

La empresa en estudio es líder en la industria de empaques de cartón y cajas plegadizas, 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 naturaleza, brindando a los clientes productos de la más alta calidad que le permita conservar los productos para el consumidor final.

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 o devoluciones, lo que se traducirá en material de empaque de calidad, el cual cumplirá las expectativas de los clientes.

Para la realización de esta investigación se abordará una propuesta de mejora que comprende la utilización de las Normas de papel y cartón *Tappi*, para la fabricación de cajas plegadizas.

OBJETIVOS

General

Determinar el uso de Normas de papel y cartón (*Tappi*) para el proceso de fabricación de cajas plegadizas en una empresa litografía.

Específicos

1. Evaluar los procesos de fabricación de los productos para la identificación de fallas, debilidades en el proceso y posibilidades de mejora.
2. Identificar las herramientas y controles aplicables para minimizar los defectos del producto terminado.
3. Definir las competencias necesarias para los operarios y evaluar que la maquinaria se encuentre con su mantenimiento correspondiente.
4. Definir la importancia de usar materias primas de primera calidad en la fabricación de cajas.
5. Analizar el costo/beneficio para determinar el impacto financiero de la propuesta de implementación.
6. Identificar los procesos responsables y los medios necesarios que se deben establecer para implementar el uso de normas en el proceso.

7. Diseñar el proceso de un sistema de control de calidad en la producción de cajas plegadizas.

INTRODUCCIÓN

La línea de investigación se centra en la administración de operaciones, dando énfasis en la administración de la calidad. Dado que durante la transformación de la materia prima en el proceso de fabricación de empaques se generan pérdidas, las cuales son ocasionadas por fallas en la maquinaria, errores de los operadores en el proceso de producción, selección de la materia prima, resguardo de la materia prima en bodega, hasta llegar al producto final. Por lo que es importante realizar un estudio acerca de cuáles son las deficiencias, para luego establecer las correcciones que sean necesarias para solucionar la problemática.

Asimismo presenta también, los procedimientos para la realización de cada una de las pruebas que se deben efectuar. De la misma manera describir los diferentes formatos de reportes, necesarios para llevar un control estadístico del proceso, para obtener la información necesaria y realizar reportes internos dirigidos a los diferentes departamentos involucrados en el proceso de producción. Así también la elaboración de los reportes de calidad solicitados por los clientes en un momento determinado.

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

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.1. Descripción de las actividades

Gráficos Díaz-Paiz fue fundado hace más de 50 años en la avenida Centroamérica, zona 1 de la ciudad capital, por don Humberto Díaz, siendo sus orígenes un pequeño taller tipográfico dedicado a facturas e invitaciones a menor escala, en cual se contaba con poco personal y recursos limitados en maquinaria y materia prima, pero con una filosofía por parte de su fundador de buscar siempre una calidad óptima de sus productos.

A finales de los años 60, respondiendo a las tendencias tecnológicas en impresión, el taller tipográfico amplía sus operaciones convirtiéndose en una industria litográfica.

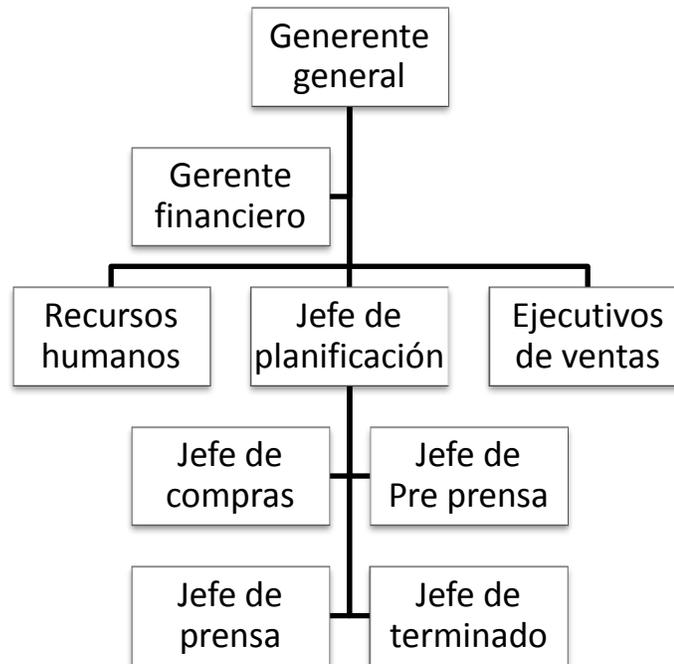
En la década de los ochenta se traslada a su ubicación actual en la zona 11 de la ciudad de Guatemala. Debido a la tendiente necesidad del mercado de producir productos de alta calidad y mayor elaboración como los empaques de tipo caja plegadiza y etiquetas para sectores tan rigurosos como la industria farmacéutica y cosmética.

Actualmente es una empresa reconocida a nivel local e internacional por su calidad, experiencia, tecnología y atención personalizada al cliente, que basa todos sus principios en la calidad total.

- Estructura organizacional de la empresa: se distribuye en Gerencia, personal administrativo, ejecutivos de venta, jefaturas de área, y nivel operativo. El tipo de estructura organizacional que se muestra en la figura 1 es funcional, la metodología fundamental de este tipo de organización radica en la toma de decisiones por especialización, es decir, que cada operación está sujeta a control con base a una orientación del proceso específico en sí.

Cada supervisor está especializado en su área, pero el proceso de toma de decisión está orientado a la persona más experimentada en cada situación.

Figura 1. **Estructura organizacional de la empresa**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

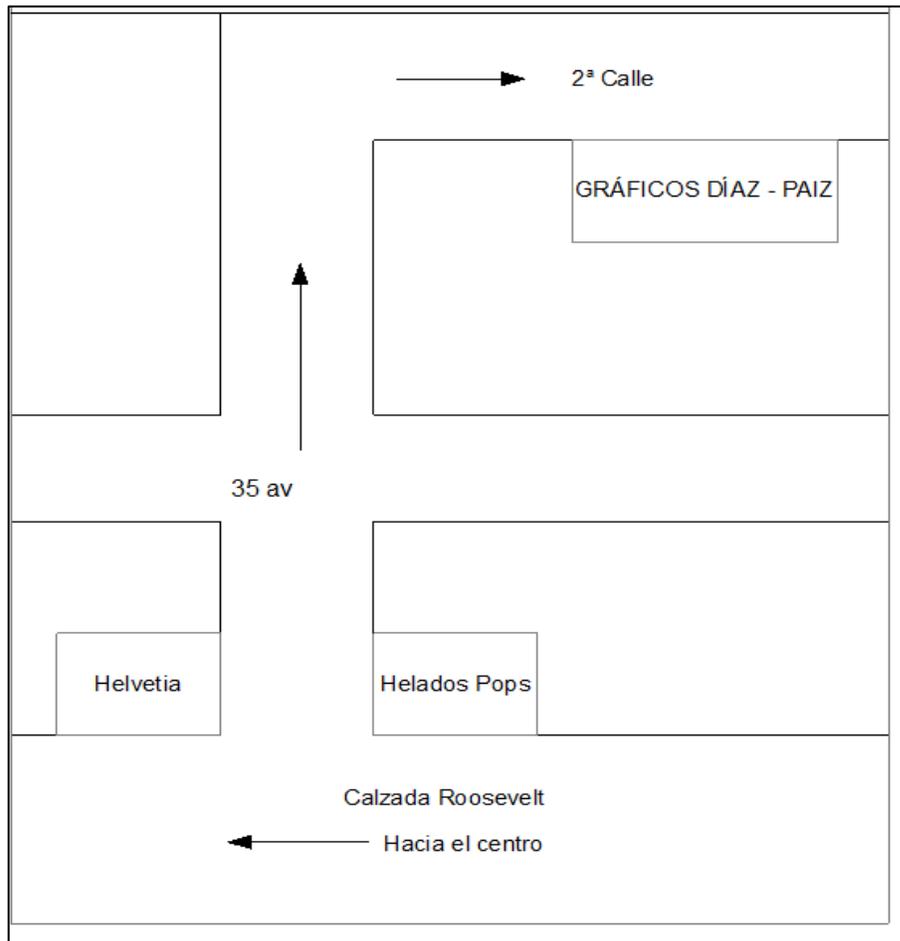
- Responsabilidades del personal
 - Gerencia: encargado de velar por el cumplimiento de las políticas y, objetivos generales de la corporación, así como la rentabilidad y ejecución de los planes estratégicos y operativos en los distintos departamentos. Es el responsable directo de los bienes y gastos de la empresa.
 - Administrativo: encargado de tomar decisiones financieras, planeación, toma de decisiones sobre inversiones y financiamiento a corto y largo plazo, además realizará el análisis de los pronósticos

financieros y preparará los planes y presupuestos financieros de la empresa.

- Jefatura de área: encargado de supervisar las tareas de los operadores y ayudantes a su cargo. Revisar pliegos y unidades procedentes de cada proceso, dando el visto bueno a los mismos. Asistir a los operadores en términos técnicos de impresión y troquelado. Verificar el cumplimiento de entrega de reportes de producción y velar por la veracidad de la misma. Así como coordinar el programa de mantenimiento de las máquinas y velar que se cumpla el plan de trabajo de la empresa para cumplir con los pedidos de los clientes.
- Operadores: encargados de realizar el trabajo asignado de manera eficaz, manteniendo los estándares exigidos para los diferentes procesos. Mantener ordenado su lugar de trabajo. Verificar la limpieza de la máquina siempre que concluya su turno. Llenar de forma ordenada y real su reporte de trabajo diario.
- Ayudantes: son los encargados de verificar que todos los elementos de impresión y troquelado estén en la estación de trabajo. Apilar el material en la máquina y auxiliar en las actividades de arreglo.

Gráficos Díaz–Paiz, se encuentra actualmente ubicado en la 2 calle 35-70 de la zona 11, colonia Toledo, ciudad de Guatemala, Guatemala.

Figura 2. **Ubicación de la empresa**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

- Especificaciones técnicas de maquinaria de impresión: son datos fijos establecidos por el fabricante, los cuales se encuentran en el manual de cada una de las mismas. A continuación se describen :
 - Prensa 5 colores
 - Velocidad teórica: 9 000 pliegos/hora
 - Pliego mínimo: 10,5 x 17”

- Pliego máximo: 20 x 29"
- Máximo calibre: 24

Figura 3. **Fotografía de prensa de 5 colores**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

- Troqueladora plana
 - Velocidad teórica: 7 000
 - Pliego mínimo: 9 x 12"
 - Pliego máximo: 22 x 32"
 - Máximo calibre: 40

Figura 4. Troqueladora plana



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

1.2. Misión

Es la razón de ser de la empresa, el motivo por el cual existe. Asimismo es la determinación de las funciones básicas que la empresa va a desempeñar en un entorno determinado para conseguir tal misión.

La misión se define: la necesidad a satisfacer, los clientes del segmento de mercado, productos y servicios a ofertar.

- Características de una misión: amplia, concreta, motivadora y posible.

- Elementos que complementan la misión: con la misión se conocerá el negocio al que se dedica la empresa en la actualidad, y hacia qué negocios o actividades puede encaminar su futuro, por lo tanto, también debe ir de la mano con la visión y los valores.
- Visión: es un elemento complementario de la misión que impulsa y dinamiza las acciones que se lleven a cabo en la empresa, ayudando a que el propósito estratégico se cumpla.
- Valores: en la misión también deben estar involucrados los valores y principios que tienen las empresas, para que todo aquel que tenga algo que ver con la organización (trabajadores, competidores, clientes, entre otros) conozca las características de la misma.

La misión de la empresa fue proporcionada por la Gerencia General: “Lograr la completa satisfacción de los clientes a través del mejoramiento continuo de la calidad de nuestro trabajo, productos y servicios”¹.

1.3. Visión

Se refiere a lo que la empresa quiere crear, la imagen futura de la organización. Es creada por la persona encargada de dirigir la empresa, y quien tiene que valorar e incluir en su análisis muchas de las aspiraciones de los agentes que componen la organización, tanto internos como externos.

Una vez que se tiene definida la visión de la empresa, todas las acciones se fijan en este punto y las decisiones y dudas se aclaran con mayor facilidad.

¹ Gráficos Díaz Paiz. *Stablecimiento y uso de instrumentos para la medición de parámetros de calidad, en la impresión offset.* p. 20.

Todo miembro que conozca bien la visión de la empresa, puede tomar decisiones acorde con esta.

La importancia de la visión radica en que es una fuente de inspiración para el negocio, representa la esencia que guía la iniciativa, de él se extraen fuerzas en los momentos difíciles y ayuda a trabajar por un motivo y en la misma dirección a todos los que se comprometen en el negocio.

La visión de la empresa fue proporcionada por parte de la Gerencia General: "Ser una empresa dedicada a la elaboración de productos de artes gráficas (volantes, libros, revistas, etiquetas, cajas, afiches, entre otros), que proporciona al cliente un producto de calidad que satisfaga sus necesidades y contribuye con el desarrollo del país"².

1.4. Política de calidad

En la empresa 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 se hace.
- Eficiencia en los procesos.
- Objetivos de la calidad:
 - Una actitud responsable para el logro de la satisfacción del cliente.
 - Eficiencia en los procesos.

² Gráficos Díaz Paiz. *Stablecimiento y uso de instrumentos para la medición de parámetros de calidad, en la impresión offset*. p. 20.

1.5. Productos

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

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

El cartón es una variante del papel, se compone de varias capas de este, las cuales, superpuestas y combinadas le dan su rigidez característica. Se considera papel hasta 65 gr/m^2 , de 66 gr/m^2 , en adelante se considera como cartón.

Cajas plegadizas: tienen un uso bastante extendido y son utilizadas como envase primario del producto o bien como un envase secundario, contenedor de envases primarios. Se utiliza para empacar diferentes productos como:

- Alimentos: cereales, pizzas, chocolates, pasteles, entre otros
- Refrigeración y congelación
- Empaques para artículos de uso personal
- Medicinas
- Licores
- Empaques para cosméticos

- Puntos a considerar se describen a continuación.
 - Calibre: este se determina en puntos (1 punto equivale a 0,001 pulgadas) según el peso del producto a envasar.
 - Hilo. en una caja, la resistencia estará determinada en gran medida por la dirección del hilo del cartón.

Tabla I. **Ventajas y desventajas de una caja plegadiza**

<u>Ventajas:</u>	<u>Desventajas:</u>
a) Son de bajo costo, relativo a otros tipos de empaque. b) Se almacenan fácilmente debido a que pueden ser dobladas, ocupando un mínimo de espacio. c) Pueden lograrse excelentes impresiones, lo que mejora la presentación del producto, pues además, dan muy buena apariencia en el anaquel	a) Las cajas plegadizas no tienen la misma resistencia si son comparadas con cajas corrugadas o contenedores de otro tipo de material. b) La resistencia de una caja plegadiza está limitada por el proceso de manufactura, el cual no puede fabricar cartones más gruesos de 0,040", esto no permite envasar productos que excedan a 1,5 kg. c) Dimensiones. según el tamaño del pliego final de la máquina impresora

Fuente: Ventajas y desventajas de una caja plegadiza. www.bna.com. Consulta: septiembre de 2014.

Fabricación de una caja plegadiza: una vez definidas las dimensiones y es desarrollado el diseño para la impresión y el corte de una plegadiza, se procede a imprimir la hoja de cartón, la cual posteriormente es troquelada. El proceso de troquelado o corte se realiza por medio de unas cuchillas con la forma de la plegadiza extendida, colocadas en una base de madera calada, que es posteriormente instalada en un equipo que funciona como una prensa, troquelando.

Existen básicamente tres tipos de cuchillas, también llamadas plecas. Las plecas de corte que tienen la función de definir la forma de la plegadiza, las plecas de dobles, que como su nombre lo indica, facilitan el doble de la caja y las plecas de punteado que ayudan al desprendimiento de ciertas partes de la plegadiza. Cuando las cajas ya han sido impresas, cortadas y separadas, se procede a doblarlas, engomarlas, contarlas y acomodarlas en su envase máster dentro de una línea de producción que varía en características del equipo según el diseño de la caja o envase.

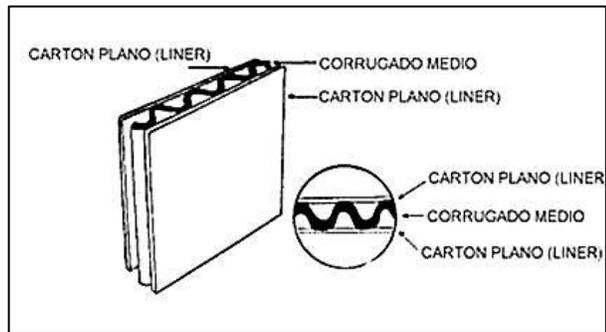
Diseño estructural: su función es crear el envase que reúna los satisfactores a las necesidades del cliente, así como las que nacen del producto que va a contener, tomando en consideración el estilo de caja, materia prima, tipo de cierre, acabado, uso final, entre otros. Para desarrollar la muestra, el diseñador deberá contar con toda la información necesaria sobre el producto que contendrá la caja plegadiza, tal como: peso, enfoque de mercado, necesidades de protección, entre otros. Dentro del diseño estructural existe un orden de denominación de dimensiones, que invariablemente y sin importar el tipo de caja será así: frente, fondo y altura, o bien, largo, ancho y profundidad. Cumpliendo con todo lo anterior, podrá elaborarse la muestra correspondiente que será completada por el diseño gráfico.

El cartón 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.

Figura 5. **Liner externo**

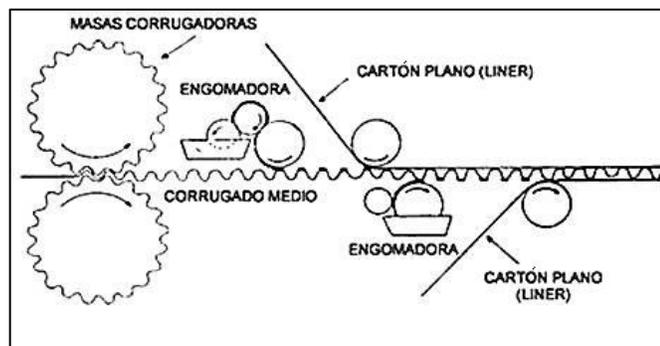


Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

Para fabricar el cartón 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

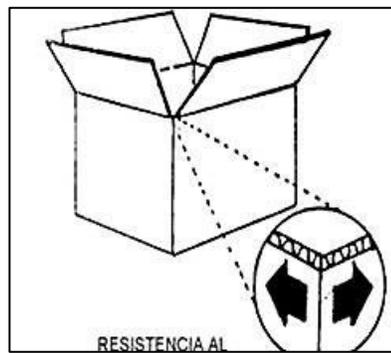
Figura 6. **Proceso de fabricación de la caja de cartón**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

Para obtener la mayor resistencia a la estiba, es necesario que se diseñe el empaque de cartón, 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.

Figura 7. **Ondas de corrugado**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Se realizó un estudio de las fuentes de desperdicio generados en el proceso de producción de cajas plegadizas. 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 proceso más importante es el *trim*. 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. Depende de las dimensiones de la lámina especificando en la lista de corte, 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, queda un remanente de materia prima enrollada del *core* que no puede ser aprovechado por su escasa cantidad.

Por último, dentro de este grupo se encuentra uno denominado desperdicio del puente, este proviene de la sección del puente de la máquina corrugadora. 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

2.2. 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.

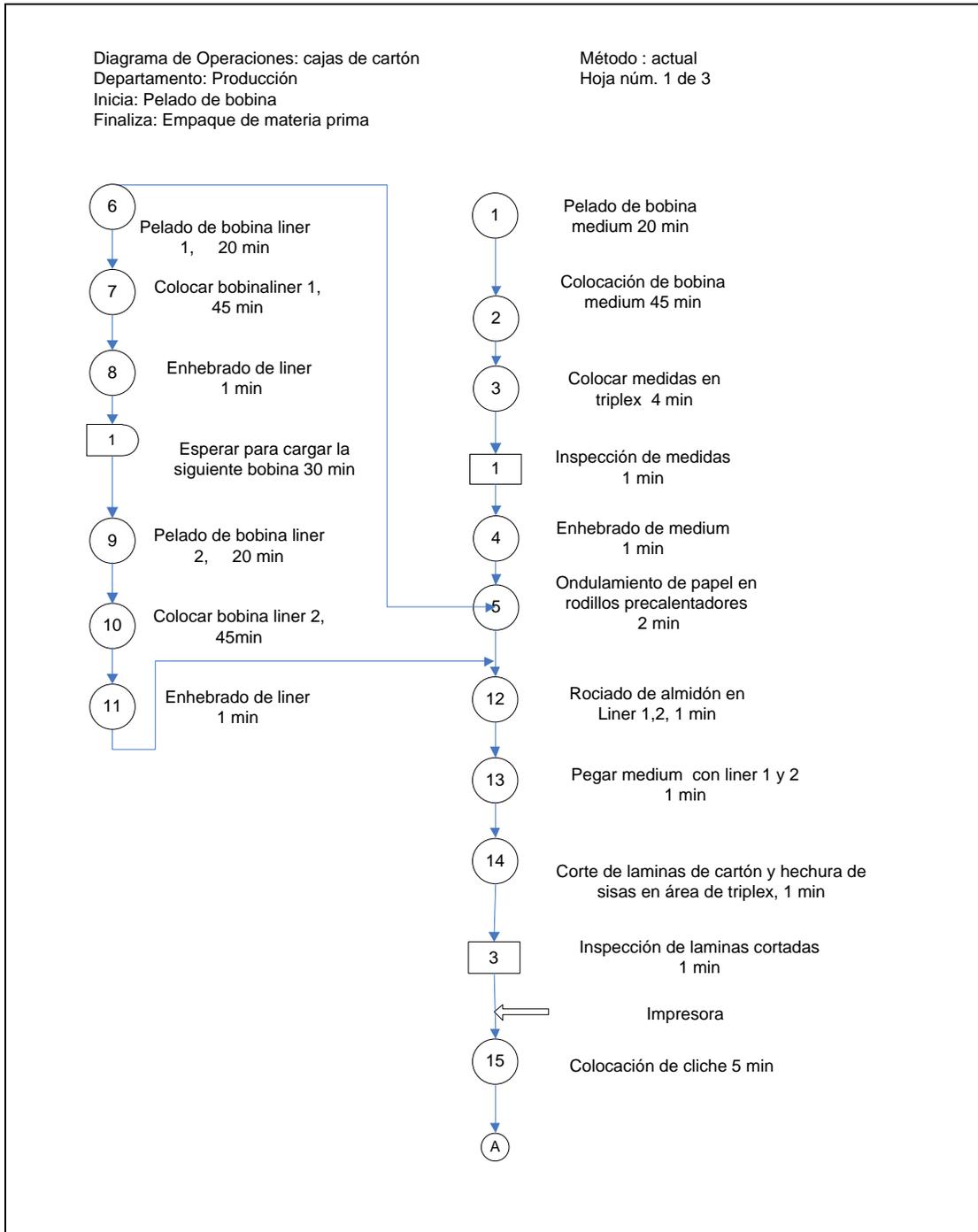
Los insumos son las materias primas. Los factores representan la fuerza física, humana y motriz que permite transformar a las materias primas en un producto terminado apto para el consumidor.

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. Una vez 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 su inspección, se empacan según requisitos del cliente y se procede a llevarlas a la bodega de producto terminado para ser entregadas a los clientes.

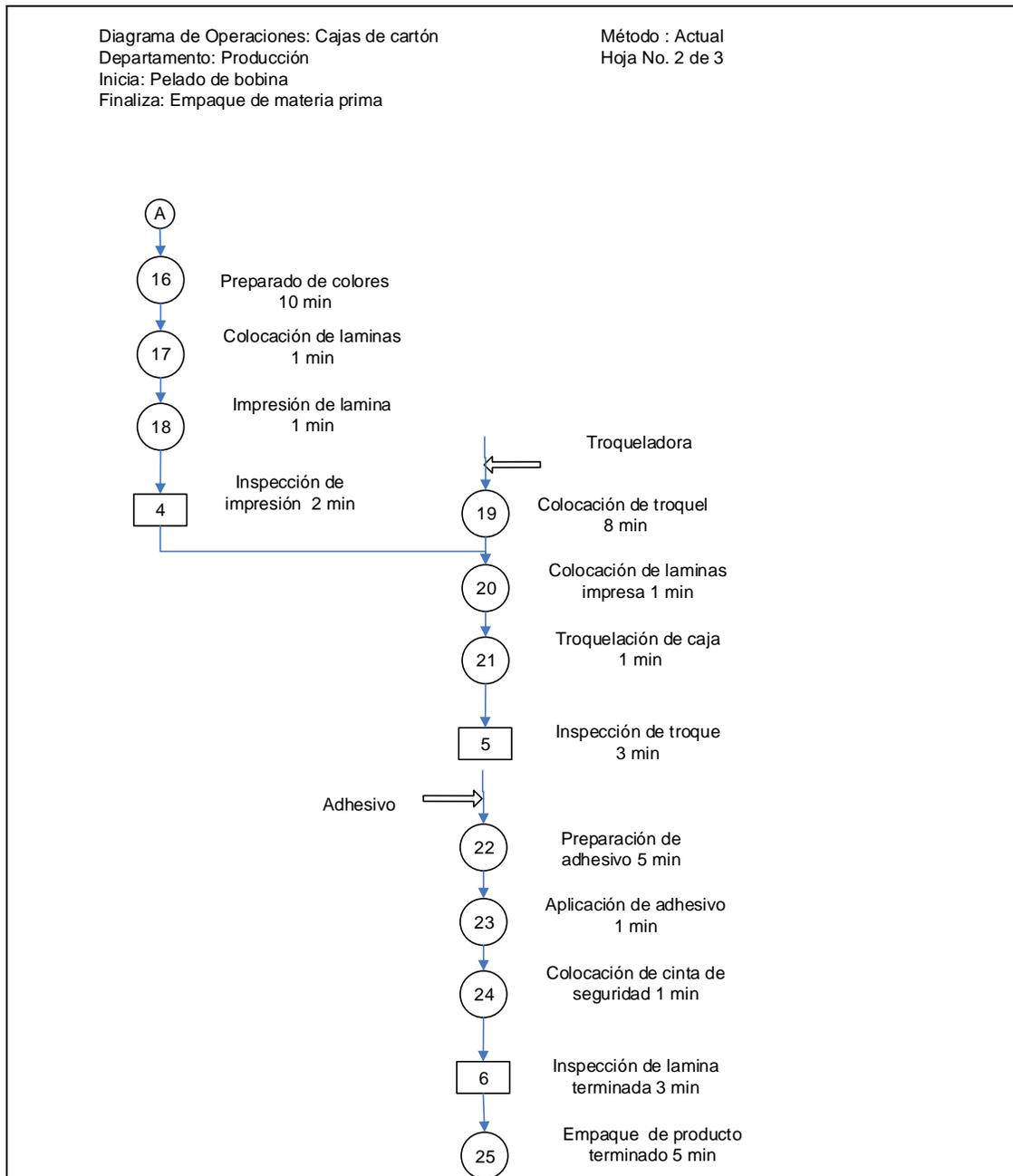
2.2.1. Diagramas de procedimiento e instructivos de producción

A continuación, en la figura 8 se presenta el diagrama de operaciones del corrugado del cartón.

Figura 8. Diagrama de operaciones actual



Continuación de la figura 8.



Continuación de la figura 8.

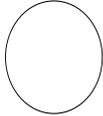
Símbolo	Nombre	Tiempo (minutos)
	Operación	251
	Inspección	39
	Retraso	1
	TOTAL	291

Diagrama de Operaciones: Cajas de cartón
Departamento: Producción
Inicia: Pelado de bobina
Finaliza: Empaque de materia prima

Método : Actual
Hoja No. 3 de 3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

2.3. Productos

La lámina 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, los 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:

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

2.4. 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.

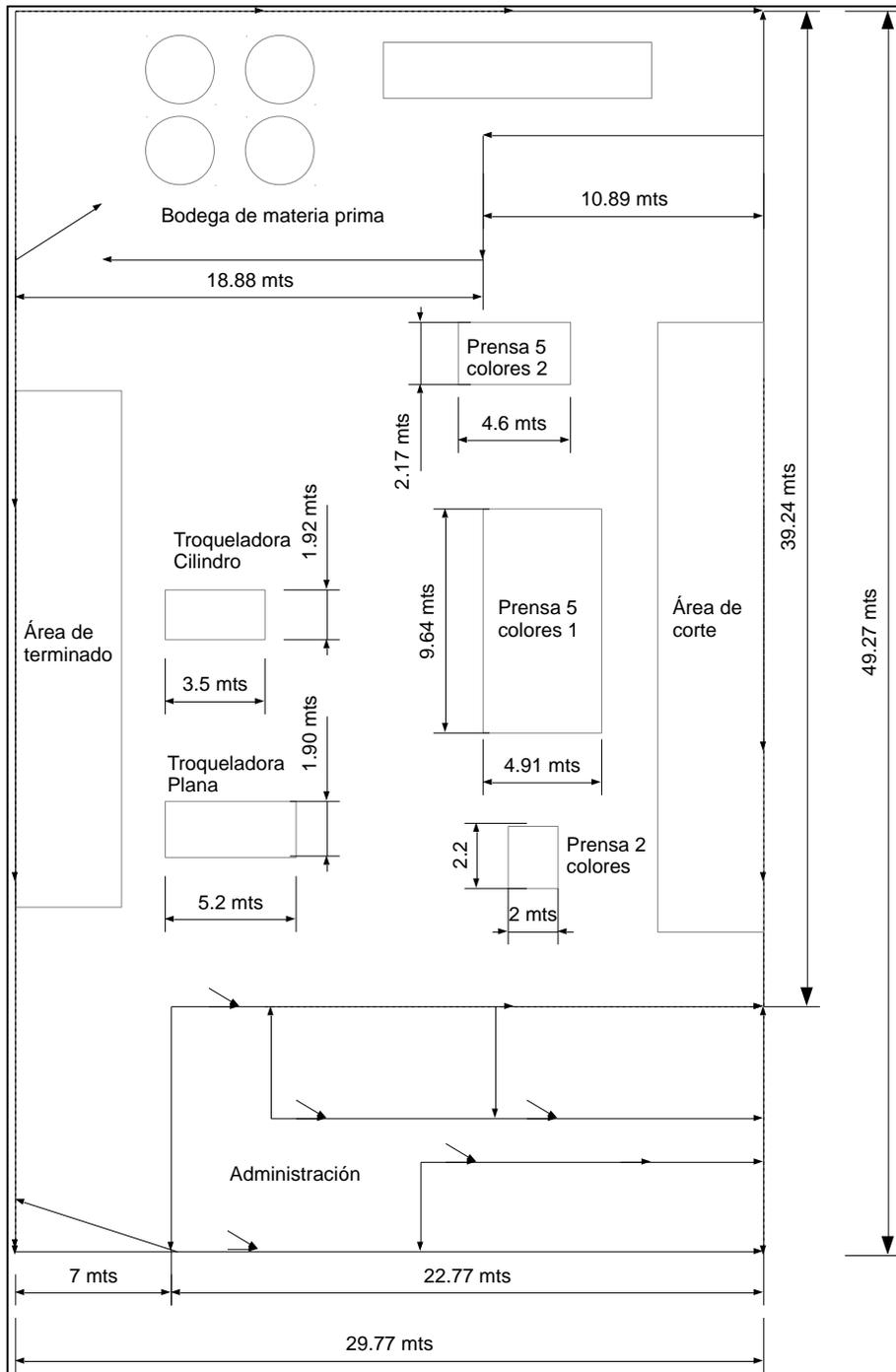
La distribución orientada al proceso es aquella en donde existe una producción intermitente, es decir, los flujos de trabajo no están estandarizados, por ejemplo, las maquilas, las imprentas y los talleres en general. La distribución orientada al producto es empleada en fábricas que realizan el

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, por ejemplo, la fabricación de maquinaria sofisticada como: robots, aviones, embarcaciones, entre otros.

2.4.1. Diagrama de la planta

A continuación, en la figura 9 se muestra el diagrama de la planta de producción de la empresa en estudio, la cual posee una distribución diseñada, orientándose al producto.

Figura 9. Plano de instalaciones Gráficos Díaz-Paiz



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

2.4.2. Maquinaria utilizada en el proceso

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

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.

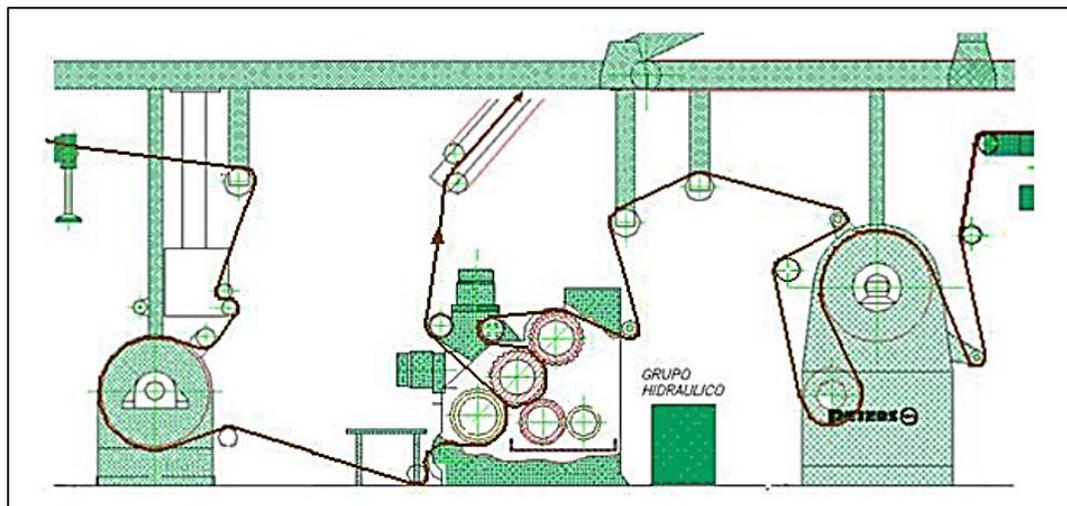
El sistema de carga de los rodillos superior y de presión está sostenido en la posición deseada por brazos sobre los cuales ellos están montados. Son cargados por presión neumática.

Para mantener el corrugado medio en las flautas del rodillo corrugador inferior, cuando va desde el punto de formación de los rodillos corrugadores al rodillo de 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 10. **Single facer**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

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

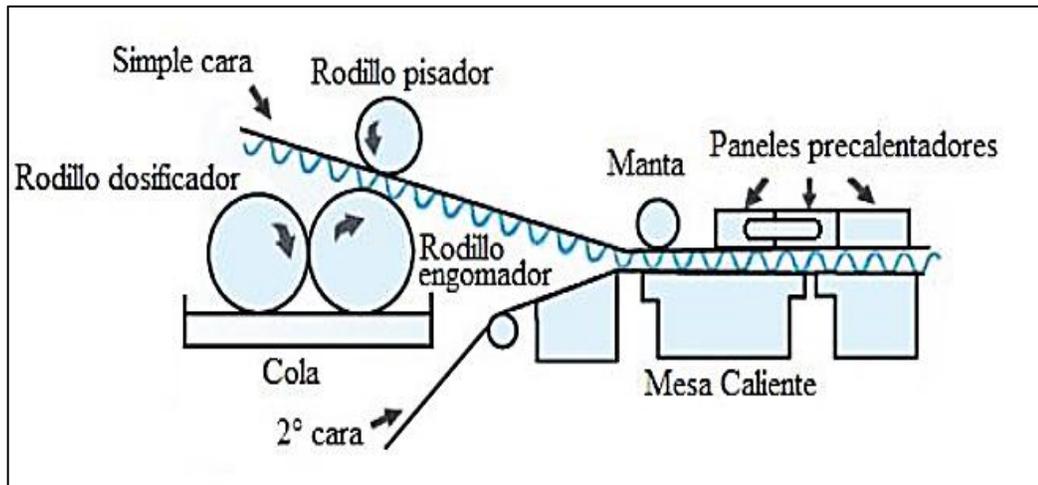
Su función es unir el papel *liner* con la cara sencilla aplicando una presión sobre ellos.

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 11. **Funcionamiento del *double backer***



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

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 manera sean más dúctiles en el momento de ser procesados.

La temperatura de 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.

- 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.

- *Triplex*: en la estación 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, es una serie de 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 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, el rodillo alimentador inferior debe mantener una sobre-velocidad del 5 %.

Luego de ser cortadas 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 estibadas automáticamente, de acuerdo a la cantidad programada con anterioridad, en la altura que se necesita para estibar.

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, lo que permite un mejor recorrido por la máquina impresora.

Figura 12. **Guillotina**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

2.5. Desperdicio controlable y no controlable

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

2.6. Materias primas utilizadas en el proceso

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

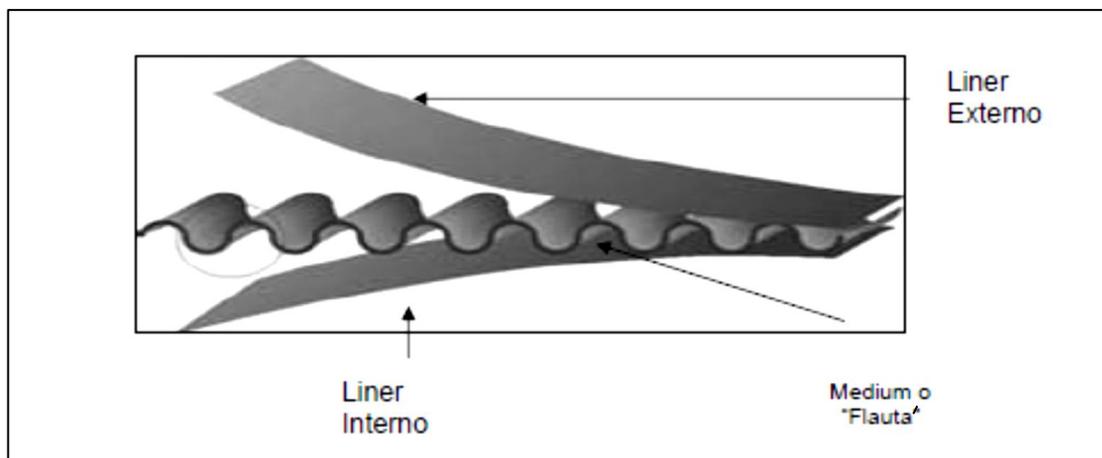
- Papel *kraft* no blanqueado (puro): papel ordinario de color café, hecho de maderas coníferas. El papel *kraft* ordinario es el más económico y resistente de los papeles, esto se debe al bajo costo de su materia prima y de los métodos eficientes de producción en masa que existen. Su resistencia a la 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 necesaria 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

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

Figura 13. **Capas de cartón corrugado**



Fuente: Gráficos Díaz-Paiz.

- Liner interno: 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. Actualmente, 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.

3. DISEÑO DEL PROCESO

3.1. Personal

A continuación se presentan los descriptores de los puestos de la empresa en estudio, con la finalidad de tener un diseño del proceso de producción.

3.1.1. Descriptores del personal por puestos

Las responsabilidades de los puestos de la estructura se detallan a continuación:

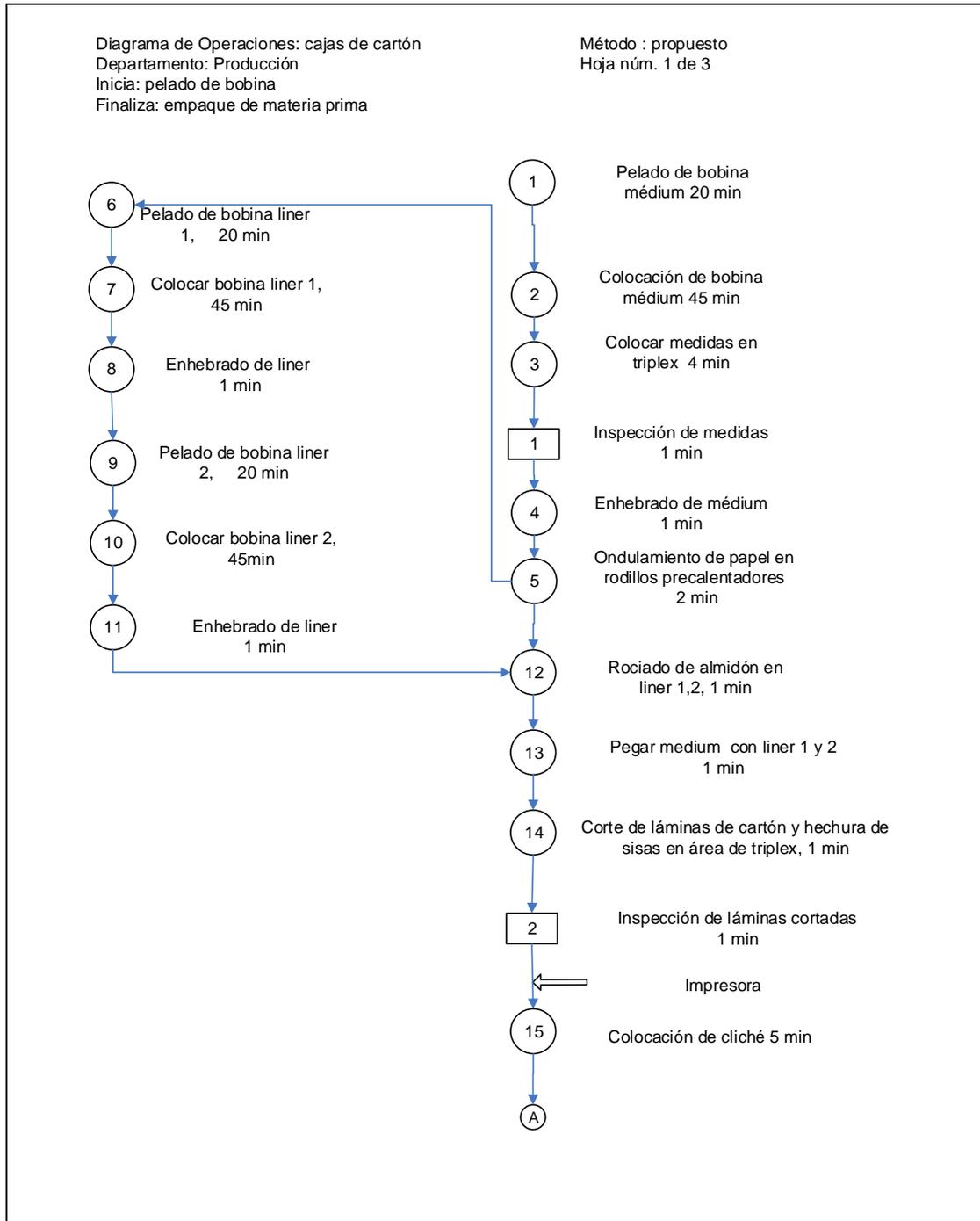
- Gerente general: responsable de velar por el cumplimiento de las políticas y objetivos generales de la corporación, así como la rentabilidad y ejecución de los planes estratégicos y operativos en los distintos departamentos. Es el responsable directo de los bienes y gastos de la empresa.
- Gerente administrativo: es quien toma decisiones financieras, planeación, inversiones y financiamiento a corto y largo plazo, además realizará el análisis de los pronósticos financieros y preparará los planes y presupuestos financieros de la empresa.
- Gerente de Ventas: responsable de supervisar y controlar a los vendedores; realizar el control de la gestión de los vendedores, encargado de la formación del personal del departamento, elaborar informes cuantitativos y cualitativos con respecto a las ventas.

- Gerente de Producción: planifica, organiza, dirige y controla el desarrollo de las actividades de producción de los diferentes productos que realiza la corporación, garantizando la calidad, eficiencia y eficacia de trabajo, buscando el cumplimiento de los objetivos de la corporación.
- Coordinador del sistema de gestión de calidad: brinda soporte al gerente general en la gestión del sistema de administración de calidad, para que el mismo se mantenga debidamente establecido, documentado e implementado, asegurando su mejora continua de acuerdo a la política y objetivos de calidad.
- Coordinador de compras: encargado de realizar la compra de materiales e insumos con la mejor calidad y a costos menores, para asegurar la continuidad operativa, cumpliendo con las normas de la empresa, llevando para el efecto, registro de toda la información necesaria para un adecuado control de compras.

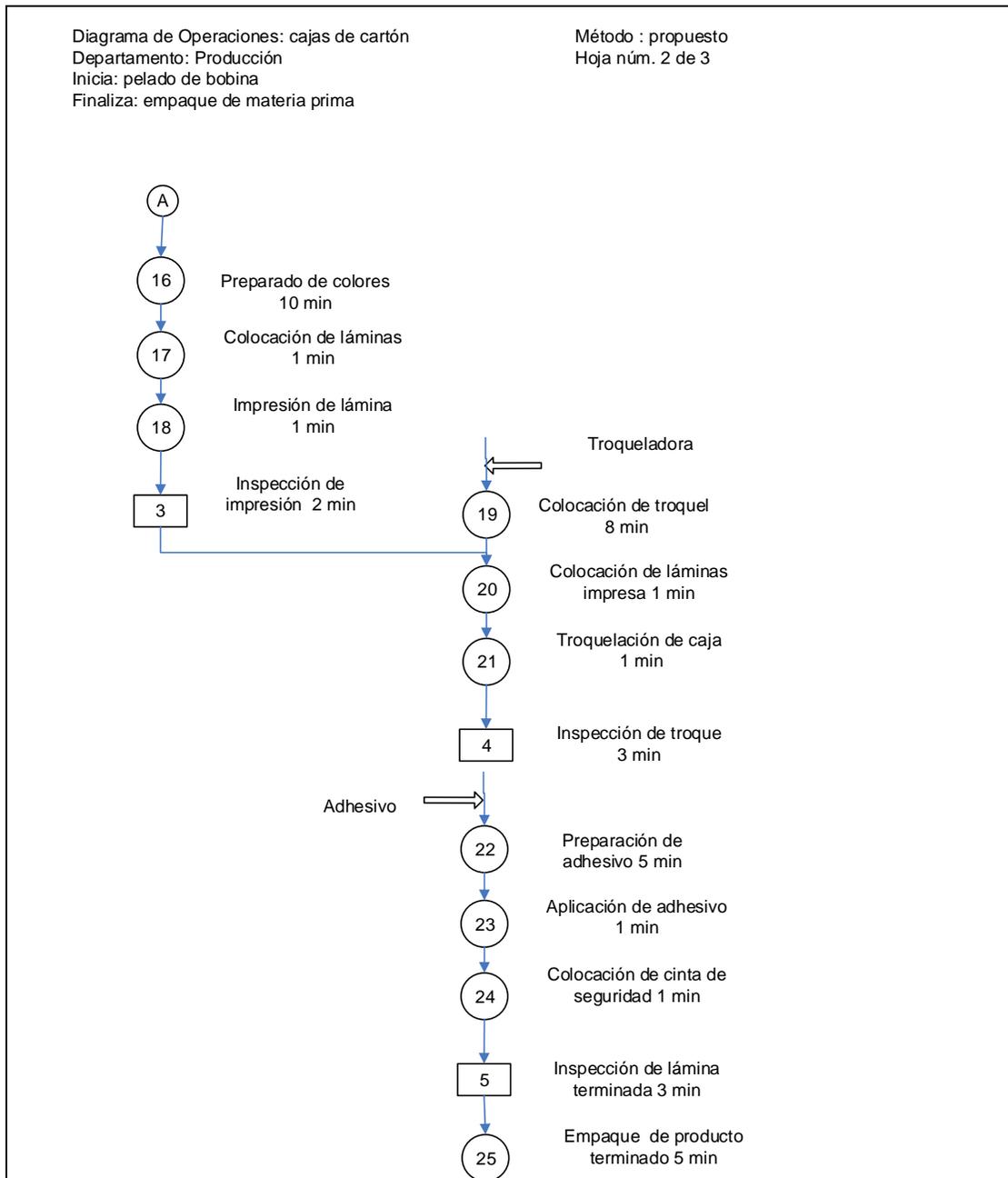
3.2. Diagrama propuesto para la elaboración de cajas plegadizas

A continuación, en la figura 14, se presenta el diagrama propuesto para la elaboración de cajas plegadizas.

Figura 14. Diagrama de operaciones actual



Continuación de la figura 14.



Continuación de la figura 14.

Símbolo	Nombre	Tiempo (minutos)
	Operación	251
	Inspección	10
	TOTAL	261

Diagrama de Operaciones: cajas de cartón
Departamento: Producción
Inicia: pelado de bobina
Finaliza: empaque de materia prima

Método : propuesto
Hoja núm. 3 de 3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

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

Para la mejora de equipos se debe utilizar lo siguiente:

- Soluciones de software: para las plantas de papel corrugado se puede contar con software que dé las opciones para el ordenamiento y control de las materias primas, 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 participativa. 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.

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.

3.4. Plan de mantenimiento para la maquinaria

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 logra obtener:

- 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, cero productos defectuosos: que los procedimientos y estándares son los correctos y el tener cero fallas en equipo 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.

Es importante realizar reuniones semanalmente, las cuales se 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, cuenten 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.

3.5. Controles para la medición del desperdicio Norma TAPPI

En la actualidad, la empresa presenta reclamos por parte de los clientes, referentes a las cajas. El cliente aduce que en el momento de pasar en la línea de empaque se rompen, se desarman, esto causa demoras para las empresas en la distribución de sus productos.

Ante los reclamos, devoluciones, desperdicios generados, surge la necesidad de tener controles. La utilización de la Norma *Tappi* en el proceso de fabricación de empaques, son importantes para la empresa, dado que las exigencias de los clientes crecen cada día. La empresa debe tener procedimientos para cada una de las pruebas que se deben efectuar, debe tener formatos para llevar el control de producción.

3.5.1. Desperdicio controlable

El reporte diario de desperdicio está dividido en dos grandes bloques: controlable y no controlable. El desperdicio controlable lo componen los siguientes rubros: corrugado, molino y pegas, impreso, acabados, exceso de refil, gemeleo, 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.

3.5.1.1. Desperdicio corrugado

Son todas aquellas láminas que salen con problemas de la corrugadora y de las impresoras. Estas deben 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 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.

3.5.1.2. Desperdicio molino y pegas

Es todo aquel desperdicio de papel y de cartón en láminas, que se genera por problemas de bobinas defectuosas 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.

3.5.1.3. Desperdicio impreso

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

3.5.1.4. 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 hace del desperdicio impreso.

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

3.5.1.5. Desperdicio exceso de *refill*

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

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

3.5.1.6. Desperdicio gomeleo

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

3.5.1.7. Desperdicio pelado

Es el 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.

3.5.1.8. Cajas de segunda

Son las cajas que por tener algún defecto, 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.

3.5.1.9. 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.

3.5.2. 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.

3.5.2.1. 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 descartado 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 descartada,

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.

3.5.2.2. Automático

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

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

3.5.2.3. 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.

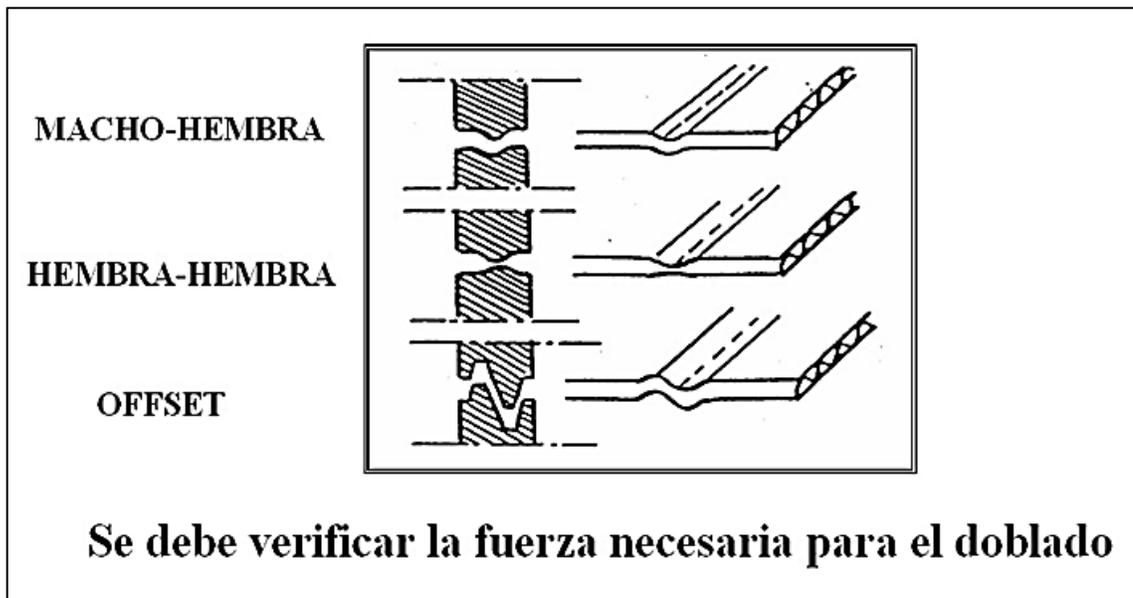
3.6. Control de calidad

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; 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 \pm 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 15. **Verificación de la calidad de los hendidos**



Fuente: empresa litográfica Díaz Paíz.

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

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

3.6.1.1. *Flat crush* (resistencia de la compresión 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 proporciona la idea de la calidad del papel medio, o de si existió algún tipo de defecto en la formación de la flauta.

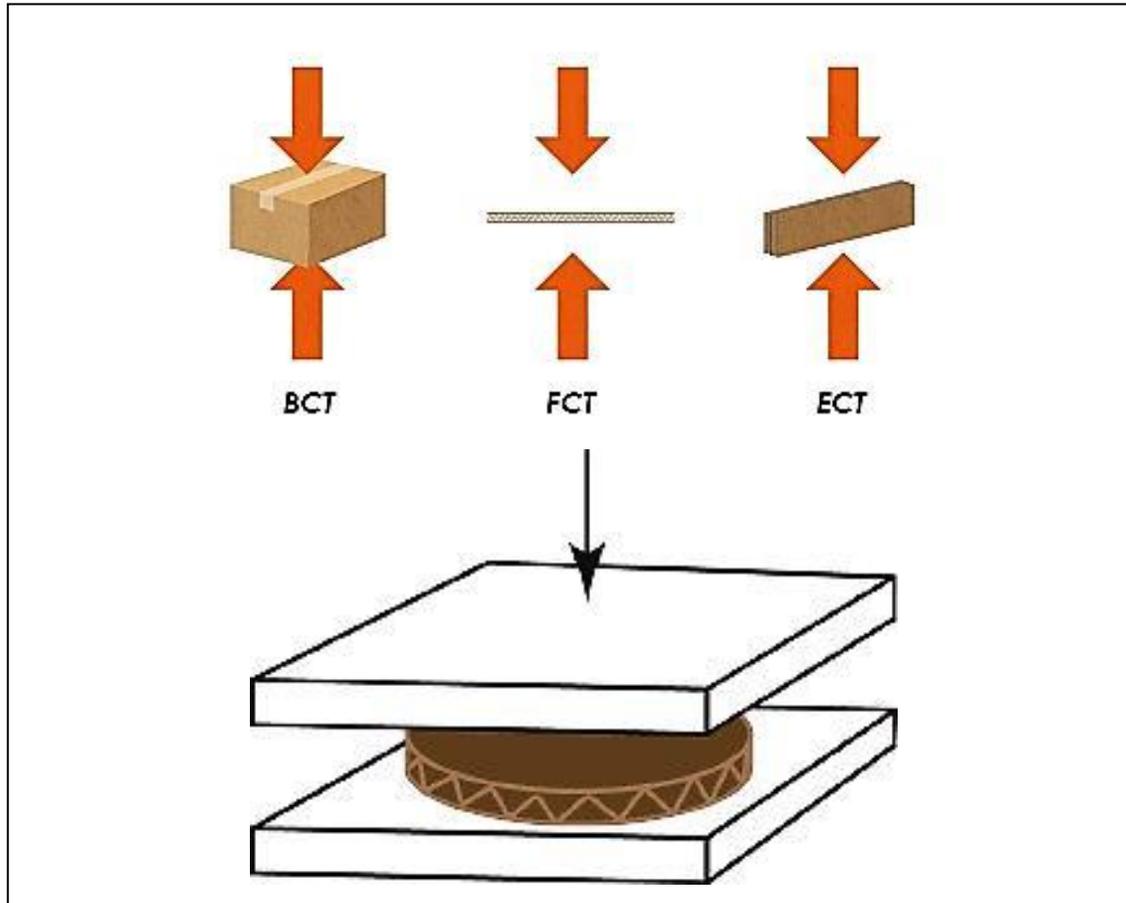
Es debido a que se debe tener sumo cuidado al seleccionar las muestras que se utilizarán para realizar esta prueba, pues de esto depende que los resultados sean interpretados de la mejor manera posible.

Para esta prueba se utiliza una muestra circular de 10 pulgadas cuadradas que se extrae con el cortador de muestras circulares como se ha 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/minuto
- Anotar el resultado en el reporte de calidad que corresponda

Figura 16. Resistencia a la compresión



Fuente: empresa litográfica Díaz Paíz.

3.6.1.2. Compresión paralela a las flautas (ECT)

Esta prueba se realiza con una muestra de cartón corrugado aplicándole una fuerza para aplastarla en la dirección paralela al sentido de las ondulaciones. 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 ¼ 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:

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

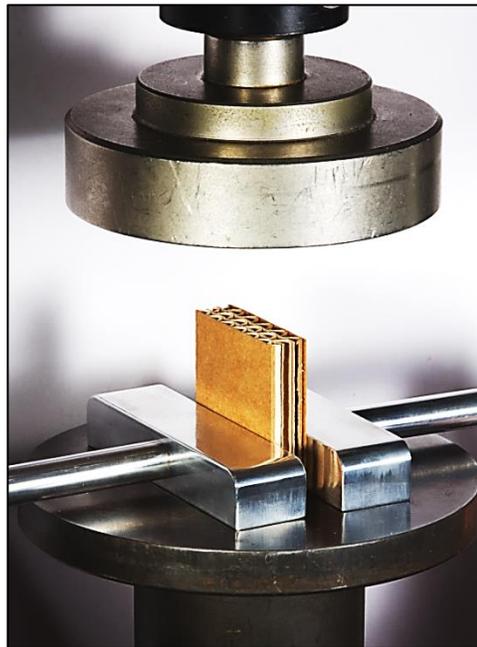
Donde:

$\text{RCL1} + \text{L2}$ = sumatoria de los *ring crush liners* que forman el cartón corrugado

RC PM = *ring crush* del papel medio

FT = factor de toma de la flauta

Figura 17. **Compresión paralela a las flautas**



Fuente: empresa litográfica Díaz Paíz.

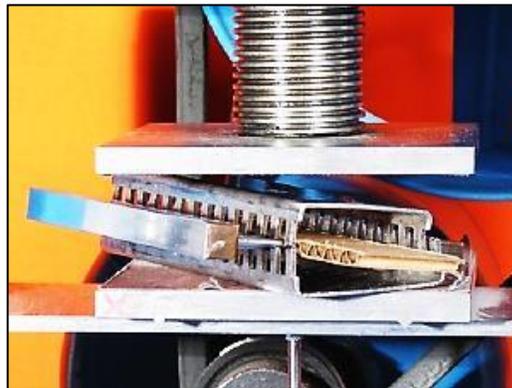
3.6.1.3. **Pin adhesión (prueba de adherencia)**

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.

Figura 18. **Prueba de adherencia**



Fuente: empresa litográfica Díaz Paíz.

3.6.1.4. 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 mide 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.

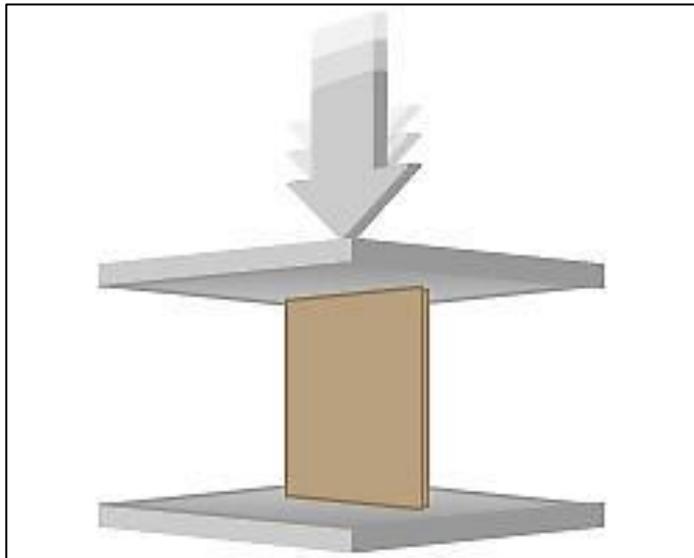
Es muy importante controlar el calibre que debe estar supuesto a perder el cartón corrugado al momento de convertirlo, este no debe de ir más allá de las 3 milésimas por cada color que se imprime cuando es flauta “C” y 5 milésimas para el cartón doble pared “BC”.

3.6.2. BCT (Resistencia a la compresión estática)

El BCT (*box compresión test*) como se le denomina, se puede predecir de manera teórica con base en el 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 determinará la resistencia máxima a la que puede ser sometida la caja muestreada. Las cajas tienen que superar con éxito estas situaciones para cumplir con el objetivo para el cual fueron diseñadas. La fórmula de M'ckee para cajas regulares flauta "C" es la siguiente:

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

Figura 19. BCT Resistencia a la compresión estática



Fuente: empresa litográfica Díaz Paíz.

3.6.2.1. Mullen test

Este aparato 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 con base al resultado que aporta el Mullen Tester.

Figura 20. Mullen Tester



Fuente: empresa litográfica Gráficos Díaz-Paiz.

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 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 genera 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.

3.7. Análisis financiero

Se realizó una entrevista con el gerente general de la empresa para determinar el monto de la inversión inicial, determinó que el monto inicial es de Q. 46 000,00. Para 5 años, para lo cual se hacen los siguientes cálculos:

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

Ingresos: los esperados se toman del pronóstico de ingresos anuales el cual se determina por: Q. 221 000,00 dato proporcionado por la empresa.

Costos

Inversión inicial = Q. 46 000,00

Costos mensuales= Q. 168 000,00

Tasa al 10 %

3.7.1. Análisis del valor presente neto

Para determinar TREMA (tasa de retorno esperada mínima aceptada) o TRMA

- Tasa libre de riesgo (tasa de captación del Banco de Guatemala) = 5 %
- Tasa de inflación (ritmo inflacionario)= 5 %

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

$$= 155089,74$$

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

$$TIR = \left[\frac{(tasa1 - tasa2) - (0 - VPN(-))}{(VPN +) - (VPN (-))} \right] + tasa2$$

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

$$= 20,64\%$$

VPN

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

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

$$= 103711,98$$

3.7.2. Análisis del beneficio costo

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

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEJORA CONTINUA

4.1. Elaboración de políticas y estrategias

Al implementar el sistema de control de calidad debe enfocarse tanto al cliente como a los trabajadores quienes ponen en marcha el sistema de calidad, y sin los cuales, el esfuerzo de la 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.

4.1.1. 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 y muestreo son las siguientes:

- En la recepción de materia prima, no preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino 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 que cada orden de producción esté aprobada por el supervisor y el control de calidad.

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,

4.2.1. Postura por parte de la Gerencia

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.

4.2.2. Capacitación de 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.

Tabla II. **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, operativo	Impartido por: Intecap
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, 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, 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 de 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: 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. Equipo involucrado 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: dirige y orienta al grupo operativo, programando las capacitaciones.
 - Grupo operativo: recibe las capacitaciones orientadas a la disminución del desperdicio y recibir los incentivos planeados por la Gerencia.

4.4. Propuesta de mejora para el área de producción y manejo de desperdicio

Para hacer la revisión final de la caja se anotan todos los datos en una hoja de registro. La información que se obtenga de esta hoja se utiliza posteriormente en los gráficos de control.

Figura 21. 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.

El control de calidad es en el producto terminado, el cual contiene como componentes los gráficos de control por atributos. Específicamente el tipo de gráfico por atributos será el gráfico p que 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 que no se miden 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 utilizará el gráfico p .
- Se inspeccionan 8 órdenes de producción de 1 000 cajas cada una, se inspeccionaron y se encontraron varios errores como el descuadre de la caja y mal pegue de la oreja de cierre.

El procedimiento para elaboración de gráfico p se describe a continuación

- El primer paso del procedimiento consiste en definir para qué se utilizará la gráfica de control. Un gráfico 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. Lo anterior permitirá definir la jerarquía de uso, de manera que todas las inspecciones aplicables a una sola característica de la calidad, proporcione 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 sí unidades similares. También ayudará a evaluar el desempeño en cuanto a calidad de una unidad.
- Como hay una jerarquía de uso, los datos obtenidos para una gráfica también se emplea para obtener una gráfica global.
- Calcular el tamaño del subgrupo y el método que se va a emplear, el tamaño del subgrupo dependerá de 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 de 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, estos pueden obtenerse de los registros históricos. La proporción de no conformidad de cada subgrupo se calcula mediante la fórmula $p = \frac{np}{n}$.
- Calcular la línea central de 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 sí 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 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 III. **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.

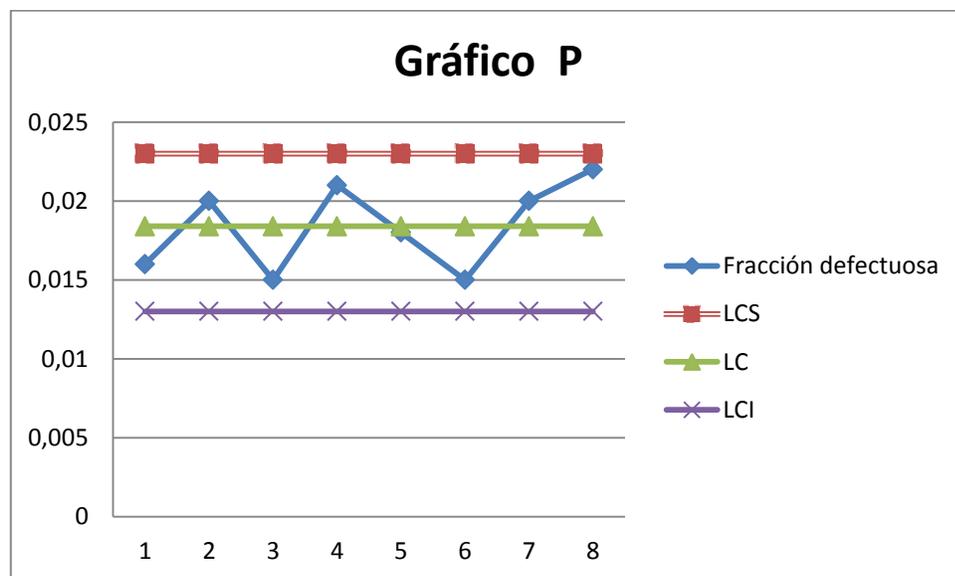
$$\bar{P} = \frac{147}{8000} = 0,0184$$

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

$$\text{Línea central} = 0,0184$$

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

Figura 22. **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 si 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 dentro de los límites de especificación.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Elaboración de políticas

A partir de la política de calidad se establecen los objetivos de calidad de la empresa y por ende las políticas generales y específicas para el área de Producción.

5.1.1. Políticas generales

Una política de calidad tiene el propósito de complementar tanto la declaración de visión como de la misión. Para asegurar el nivel más alto de lealtad de los clientes y de los empleados, se deben hacer declaraciones de compromisos fuertes. Las declaraciones concisas, normalmente inculcan confianza en el consumidor promedio y en el empleado típico.

Por lo anteriormente descrito, la política de calidad a seguir será la siguiente:

- El único nivel aceptable de defectos es cero.
- Nunca se entregarán productos que están defectuosos.
- Las técnicas de reducción de desechos serán una parte integral de todas las descripciones de trabajo de los empleados y de la actividad laboral.
- Enfocar todos los esfuerzos en la satisfacción del cliente.

- Poner atención en identificar tempranamente las fuentes de error y erradicarlas, para que lo que se produzca sea bueno.
- La alta experiencia y responsabilidad de la fuerza de trabajo, junto con la calidad de los medios de producción ayudan a erradicar el error.
- Una cadena es tan fuerte como sus uniones lo sean, por ello el desempeño de cada miembro de la organización es constantemente supervisado, para asegurar que cumpla con los requerimientos del cliente.

Los objetivos que pretenderá el sistema de gestión de la calidad son los siguientes:

- Mantener los niveles de defectos en proceso, inspección final y empaque abajo del 1 por ciento, disminuyendo de esta manera los reprocesos y el producto de segunda calidad.
- Debido a que, para alcanzar los altos niveles de calidad requeridos, hay que poner mucha atención en el recurso humano, para ello el personal será evaluado dos veces al año, para verificar que se esté cumpliendo con el nivel de desempeño deseado.
 - Ya que el tiempo de entrega es un factor primordial en el servicio de maquila, el producto no entregado o entregado tardío no debe exceder el tres por ciento del total comprometido.

5.1.2. Políticas específicas

La propuesta de implementación de políticas en la realización del producto tiene que estar bien definida en los distintos departamentos y en cada uno de los procesos que se detallan a continuación:

- **Compras**

La organización debe asegurarse sobre el producto adquirido, que este cumpla 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 este en la posterior realización del producto final.

Asimismo, evaluar y seleccionar a los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Establecerse los criterios para la selección, evaluación y reevaluación. También 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, que la verificación del proveedor según los criterios y suplementales para proveedores, la observación de las diversas técnicas del contrato de suministro durante el proceso de fabricación, verificación del control de entrada de las materias primas.

- Selección de proveedores

Preselección significa: ¿Qué proveedores en el mercado local pueden brindar el producto que se necesita?

5.2. Personal involucrado en el control de la calidad

Para el control de calidad, la Gerencia debe tomar participación directa ya que es donde recae la responsabilidad de las operaciones de la planta.

5.2.1. Postura por parte de la gerencia

La Gerencia debe apoyar a los colaboradores en la realización de las operaciones en producción, por ser los responsables de dirigir al personal de trabajo.

5.2.2. Capacitación del personal

El encargado directo de la capacitación será el jefe de Calidad, quien además asignará las funciones del personal y tendrá que asegurarse de contar con los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto, y sobre cualquier consulta o duda, el personal deberá abocarse directamente a él.

El gerente de Producción, también es el encargado de capacitar al responsable del programa. Una vez que todo el personal de Producción esté capacitado y listo para iniciar el programa, se deberá realizar una asamblea general de la empresa, para anunciar el desarrollo del proyecto, ya que es importante dar a conocer y promocionar el esfuerzo que Producción está realizando para tener una planta más eficiente y productiva. La comunicación

dentro de una empresa es una herramienta muy poderosa y en este caso debe utilizarse para que todo el personal esté informado y lograr que también estén comprometidos con el desarrollo del programa.

5.3. Gestión de indicadores de resultado

Para verificar qué variable a medir tiene mayor grado de importancia, se aplica la Técnica de Grupo Nominal (TGN) a las variables del proceso de fabricación de cajas de cartón y se solicita al 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

Para la implementación es importante seguir los siguientes puntos:

- Compras: la empresa tendrá que asegurarse 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 dependera del impacto de dicho producto, en la posterior realización del producto final.

Asimismo, evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. tambien establecer los criterios para la selección, evaluación y reevaluación. Deben Mantener 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 pueden brindar el producto que se necesita.
 - Auditorí 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, garantice 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.
 -
- 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: su realización 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.
 - 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 cumplir e 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 seguir con lo descrito en la sección 3.6, para el cumplimiento de la calidad del producto.

5.3.1. Indicadores de desperdicio

Porcentaje de unidades malas: es la relación entre las UM (unidades malas) y las UTP (unidades totales producidas). Este indicador ilustra el porcentaje de las unidades totales producidas que salió con no conformidades.

Porcentaje de unidades no conformes= UM/UTP

5.3.2. Indicadores de producto no conforme

Porcentaje de unidades no conformes: es la relación entre las UNC (unidades no conformes) y las UTP (unidades totales producidas). Este indicador ilustra el porcentaje de las unidades totales producidas que salió con no conformidades.

Porcentaje de unidades no conformes= UNC/UTP

5.3.3. Indicadores de producto rechazado

Porcentaje de unidades rechazadas: es la relación entre las UNC (unidades no conformes) y las UP (unidades totales producidas en un lote). Este indicador ilustra el porcentaje de las unidades totales producidas que salió con no conformidades.

Porcentaje de unidades no conformes= UNC/UP

6. MEDIO AMBIENTE

6.1. 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 energía eléctrica se usa solamente la necesaria, sin llegar al uso excesivo de los recursos.

6.2. Análisis del impacto ambiental de la empresa

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 no se encuentra poblada por asentamientos humanos.

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

Con relación a la contaminación radiactiva, electromagnética y por residuos tóxicos y peligrosos, no se utilizan materias primas ni productos que generen dicha contaminación, ya que el papel es unos 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 atmósfera 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, entre otros.

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.

6.3. Problemática del desperdicio en el proceso de producción

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.

6.4. 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 %.

6.4.1. Mantenimiento del equipo

Toda maquinaria utilizada en cualquier proceso de producción corre riesgos en cuanto a que pueda tener alguna falla y con eso el paro de la producción. El costo que representa tener parado el proceso productivo es grande y más cuando la planificación está exacta para cubrir la demanda. Por tal motivo, es de considerar el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

El mantenimiento, como un riesgo dentro de las operaciones productivas, debe ser dividido en dos actividades por separado: el mantenimiento preventivo y el correctivo. Debe tenerse un programa de mantenimiento para las máquinas y así evitar reparaciones inesperadas. El mantenimiento es importante debido que esto implica un costo en la reparación y el tiempo que se pierde en producción, lo cual lleva a contratiempos en la producción y entrega del producto.

6.5. Medidas de mitigación

Todas las medidas a tomar para mejorar las condiciones de producción y salud e higiene de los trabajadores deben ser con responsabilidad para evitar accidentes y lesiones, para un mejor control de calidad en producción y en la

recepción de materia prima para cumplir con las expectativas de los clientes, debido a que ellos son la parte más importante de la empresa, del cual se debe al servicio de calidad y entrega a tiempo.

Es indispensable contar con formatos establecidos para llevar los controles del proceso; estos formatos tienen que ser fáciles de llenar, manejar e interpretar. Los formatos están principalmente enfocados en el control de calidad, que es lo que al final dará la información de cuánto se avanza en la propuesta.

También se lleva un formato en cada uno de los procesos, el cual es llenado por el operador, en donde se da una justificación y explicación, si por algún motivo está desperdiciando más papel del permitido.

CONCLUSIONES

1. Al realizar una supervisión dentro de la planta de producción, se puede observar que la clasificación de defectos de producción, está 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, 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 y 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 46 000.00. 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 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 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. Ejecutar los planes de mantenimiento eléctrico y mecánico, así se disminuirán las paradas por mantenimiento correctivo para no afectar la producción.
3. Mantener una comunicación con los proveedores de materia prima y los trasportistas, para hacer los reclamos pertinentes, si no se está conforme con las características de la materia prima.
4. Para el manejo del desperdicio en cada uno de las máquinas, es importante colocar contenedores para que los operarios depositen el papel y cartón sobrante.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABOITIZ López, *Juan C. La unidad impresora*. A.c. México: Unión de Industriales Litógrafos de México, 1993. 145 p.
2. ACLE Tomasini. *Planeación estratégica de la calidad*. 6a ed. Argentina: Grijalva, 1990. 178 p.
3. BRANDENBURG, Richard; LEE, Julian. *Fundamentals of packing dynamics*. EE.UU.: McGraw-Hill, 1993. 46 p.
4. CLARKE, S. J. *Prueba de resistencia de los empaques corrugados*. México: L.A.B., 1994. 26 p.
5. JAIMES, Jorge. *Factores de productividad en troqueladoras rotativas*. Panamá: The Ward Company, 1994. 107 p.
6. HITOSHI, Kume. *Herramientas estadísticas para el mejoramiento de la calidad*. Colombia: Norma, 1993. 167 p.
7. MARKSTROM, Haka. *Testing methods and instruments for corrugated board*. USA: LAB, 1988. 38 p.
8. MICHALEC, George W. *Fabrication Manual for Corrugated Box Plants*. New York, USA: Technical Association of The Pulp and Paper Industry, 1989. 47 p.

9. RUIZ, Carlos. *Cómo evitar pérdida de compresión en un empaque de cartón corrugado*. Perú: Aranal, 1996. 22 p.
10. ZEEN, Carl H. *Manual de aseguramiento de calidad- fábricas de cajas*. México: Chiquita, 1997. 142 p.