



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

**CONTROL DE CALIDAD APLICADO A LA INDUSTRIA DE
CAJAS COMERCIALES DE CARTÓN**

MARIO ROLANDO SANTIZO VASQUEZ

Asesorado por: Ing. Hugo Teodoro Méndez Santos

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONTROL DE CALIDAD APLICADO A LA INDUSTRIA DE CAJAS
COMERCIALES DE CARTÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARIO ROLANDO SANTIZO VASQUEZ

ASESORADO POR ING. HUGO TEODORO MÉNDEZ SANTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo Gonzáles Trejo
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**CONTROL DE CALIDAD APLICADO A LA INDUSTRIA DE CAJAS
COMERCIALES DE CARTÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha mayo de 2003.

MARIO ROLANDO SANTIZO VASQUEZ

Guatemala, mayo de 2004

Ingeniera
Marcia Ivonne Véliz Vargas
Directora de Escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimada Ingeniera Véliz:

En atención a la designación que se me hiciera en mi calidad de asesor, tengo el agrado de informarle que he completado la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado “**CONTROL DE CALIDAD APLICADO A LA INDUSTRIA DE CAJAS COMERCIALES DE CARTÓN**”, presentado por el estudiante **Mario Rolando Santizo Vásquez**, como requisito a obtener el título de Ingeniero Industrial.

En consecuencia y en base a la aprobación del Protocolo, recomiendo que el presente trabajo sea aceptado.

Sin más que agregar y agradeciendo su atención a la presente me suscribo de usted muy atentamente.

Ing. Hugo Teodoro Méndez Santos
Asesor de Trabajo de Graduación

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VIII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES DE LAS CAJAS COMERCIALES DE CARTÓN	
1.1 Generalidades	1
1.2 Tipos de Cartón	4
1.3 Tamaños de flautas	6
1.4 Clases de test	7
1.5 Tipos de cajas comerciales	9
1.6 Control de calidad como sistema administrativo	10
1.6.1 La calidad y la alta gerencia	11
1.6.2 Calidad como estrategia corporativa	12
1.7 Administración de la confiabilidad	13
1.8 Técnicas estadísticas y administrativas como instrumento de la calidad	14
1.8.1 Las siete herramientas básicas para el análisis de datos	15
1.8.2 Las siete nuevas herramientas administrativas	20
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	
2.1 Definición de materias primas	25
2.2 Descripción del proceso de fabricación	29
2.3 Descripción general del sistema actual de control de calidad	31

2.4	Principales problemas del sistema actual	32
2.4.1	Bodega	32
2.4.2	Tren de corrugado	32
2.4.3	Flexo-fólder y misceláneos	33
2.4.4	Producto terminado	33
2.4.5	Manejo de materiales y despacho	33
2.5	Análisis estadístico de las pérdidas debidas a el sistema	33
3.	DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	
3.1	Definición del control estadístico del proceso	37
3.2	Definición de un control de pérdidas de material	40
3.3	Pruebas de calidad del adhesivo	43
3.3.1	Viscosidad	43
3.3.2	Punto de gel	44
3.4	Pruebas de calidad para el cartón	45
3.4.1	Calibre del papel	45
3.4.2	<i>Flat crush</i>	47
3.4.3	<i>Ring crush</i>	48
3.4.4	E C T	50
3.4.5	Pin adhesión	51
3.4.6	Resistencia a la humedad del adhesivo	52
3.4.7	Patrón de goma	53
3.5	Causas de perdidas de calibre en el cartón	54
3.6	Resistencia a la compresión teórica	55
3.7	Pruebas de calidad de la tinta flexográfica	56
3.7.1	Viscosidad	56
3.7.2	Ph	54
3.8	Definición de los puntos clave de supervisión	58
3.9	Definición del control estadístico de calidad	59

3.9.1	Control de calidad en la recepción de la materia prima	59
3.9.1.1	Evaluación de los proveedores	59
3.9.1.2	Plan del diseño de muestreo	60
3.9.1.3	Hojas de registro	62
3.9.1.4	Gráficos de control	65
3.9.2	Control de calidad en el proceso de producción	68
3.9.2.1	Plan de muestreo	68
3.9.2.2	Hojas de registro	71
3.9.2.3	Recopilación y clasificación de datos	73
3.9.2.4	Gráficos de control	74
3.9.3	Control de calidad en el producto terminado	78
3.9.3.1	Políticas y procedimientos	78
3.9.3.2	Plan de muestreo	79
3.9.3.3	Hojas de registro	80
3.9.3.4	Gráficos de control	81
3.10	Análisis de resultados	83
3.11	Conclusiones de diseño del sistema de calidad	83

4. FORMA DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

4.1	Definir los objetivos del sistema de calidad	85
4.2	Definir una estrategia, visión, misión y metas	87
4.3	Establecer una organización de calidad	88
4.3.1	Comité de calidad	88
4.3.2	Organigrama del comité de calidad	90
4.3.3	Estructura del comité dentro de la organización	90
4.4	Funciones del comité de calidad	91
4.4.1	Funciones generales del comité	91
4.4.2	Descripción de funciones de cada puesto	92

4.5	Definición del programa de capacitación y adiestramiento	95
4.6	Diseño del equipo y la infraestructura para la calidad	95
4.7	La calidad y los costos relacionados	96
4.8	Gestión de economía de la calidad	98
4.9	Análisis de los costos de no calidad	99
4.9.1	Costos visibles	99
4.9.2	Costos ocultos	100
4.9.3	Matriz de asignación de costos de no calidad	101
4.10	Relación de la calidad con los beneficios	102
5.	SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	
5.1	Mejoramiento continuo en el proceso	105
5.2	Factor humano factor clave dentro de un proceso de mejora	106
5.3	Círculos de calidad	107
5.4	Barreras a la implementación	108
5.5	Evaluación de los resultados	109
5.6	Control y monitoreo del sistema de control de calidad	110
	CONCLUSIONES	113
	RECOMENDACIONES	115
	BIBLIOGRAFÍA	117
	ANEXOS	119
	APÉNDICE	122

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Estimación de materiales para empaque	2
2	Producción de cartón en el mundo	3
3	Combinación de papeles del cartón corrugado	4
4	Cartón sencillo	5
5	Cartón simple	5
6	Cartón doble	6
7	Cartón triple	6
8	Diagrama de Pareto	15
9	Diagrama de causa - efecto	16
10	Histograma	16
11	Gráfico de proceso	17
12	Hojas de verificación	18
13	Diagrama de dispersión	19
14	Diagrama de flujo	19
15	Diagrama de afinidad	20
16	Diagrama de relaciones	21
17	Diagrama de árbol	21
18	Diagrama de matrices	22
19	Diagrama de actividades	23
20	Diagrama de flechas	23

21	Proceso de corrugado	29
22	Diagrama de causa – efecto de pérdidas por el sistema actual	34
23	Diagrama de Pareto de desperdicio	34
24	Gráfico de control	38
25	Prueba de viscosidad	40
26	Prueba de calibre	45
27	<i>Flat crush</i>	47
28	<i>Ring crush</i>	49
29	Prueba ECT	50
30	Hoja de registro de materias primas	63
31	Reporte de desviación de especificaciones	64
32	Gráfico de control de medias de <i>Ring crush</i>	67
33	Gráfico de control de rangos de <i>Ring crush</i>	68
34	Hoja de registro del adhesivo	72
35	Hoja de registro de tinta flexográfica	73
36	Gráfico de control de medias de punto de gel	77
37	Gráfico de control de rangos de punto de gel	78
38	Hoja de registro de producto terminado	80
39	Gráfico <i>P</i> de control de producto terminado	82
40	Objetivos de la calidad	85
41	Estructura del comité de calidad	90
42	Estructura del comité de calidad dentro de la organización	91
43	Costos de no calidad	101
44	Tipos de cajas comerciales de cartón corrugado	114

TABLAS

I	Tipos de falúa corrugada	6
II	Calibre de papeles	7
III	Tipos de cartón simple	8
IV	Tipos de cartón doble	8
V	Componentes del adhesivo	27
VI	Porcentaje de desperdicio por el sistema actual	35
VII	Especificaciones de viscosidad	41
VIII	Especificaciones de punto de gel	42
IX	Especificaciones de calibre de papel	47
X	Especificaciones de <i>flat crush</i>	48
XI	Especificaciones de <i>ring crush</i>	49
XII	Especificaciones de ECT	51
XIII	Especificaciones de pin adhesión	52
XIV	Especificaciones de viscosidad de tinta flexográfica	57
XV	Especificaciones de pH	57
XVI	Hoja de registro de <i>ring crush</i>	66
XVII	Hoja de registro de <i>flat crush</i>	70
XVIII	Hoja de registro de punto de gel	75
XIX	Hoja de registro de unidades defectuosas por unidad	82
XX	Letras código correspondientes al tamaño de la muestra	110
XXI	Planes de muestreo sencillo para inspección normal	110
XXII	Planes de muestreo sencillo para inspección rigurosa	111
XXIII	Planes de muestreo sencillo para inspección reducida	111
XXIV	Planes de muestreo sencillo para la norma MIL-STD-414/Z 1.9	112

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
N	Tamaño total del lote
n	Tamaño de la muestra
c	Número de aceptación
r	Número de rechazo
χ	Promedio de los promedios del subgrupo
σ	Desviación estándar
R	Promedio de los rangos de los subgrupos
NCA	Nivel de calidad aceptable
Cp	Capacidad del proceso

GLOSARIO

Cartón corrugado	Estructura formada por un papel ondulado reforzado externamente por dos capas de papel pegadas con adhesivo.
Control estadístico del proceso	Parte del control de calidad que utiliza técnicas estadísticas para el control de procesos.
Flexografía	Es la forma de impresión por prensa rotativa que usa placas flexibles, ya sea de gomas o fotopolímeros y tintas líquidas.
Médium	Papel que se corruga formando una serie de S's invertidas
Liner	Papel plano que va en los extremos de la flauta de una lámina corrugada
Pin Adhesión	Prueba de calidad que mide la adhesión existente entre los <i>liners</i> y el corrugado medio.
Punto de gel	Temperatura a la cual se empieza a gelatinizar el adhesivo en el papel.

Ring Crush

Prueba de calidad para medir la fuerza de compresión del papel.

Test

Combinación de papeles que conforman una lámina de cartón corrugado y que dan la resistencia de la caja.

Viscosidad

Prueba de calidad que mide qué tan espeso o ralo se encuentra el adhesivo o la tinta flexográfica.

RESUMEN

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

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

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

Existen diversas pruebas de control de calidad que se deben hacer al adhesivo, al cartón corrugado y la tinta flexográfica. Estas pruebas deben monitorearse a través de un plan de muestreo de aceptación y graficar las variables de calidad en diagramas de

control del proceso para evaluar el comportamiento de las variables y poder tomar decisiones de presentarse una situación que de los límites de las especificaciones.

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

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de control de calidad en la industria de cajas comerciales de cartón que aumente la productividad, disminuya quejas y mejore la rentabilidad de la empresa.

Específicos

1. Señalar las diferentes aplicaciones y usos que pueden realizarse en las cajas de cartón corrugado.
2. Describir las principales etapas del proceso de producción de las cajas comerciales de cartón corrugado.
3. Definir la importancia de usar materias primas de primera calidad en la fabricación de cajas comerciales de cartón.
4. Realizar un diagnóstico situacional dentro de la fábrica, tomando en cuenta todos los aspectos que se relacionen con la eficiencia del trabajador.
5. Enumerar los puntos críticos de inspección para realizar el control estadístico de calidad a fin de lograr una caja que se ajuste al 100% de los requerimientos de los clientes.
6. Estructurar la forma de implementar un sistema de control de calidad en la producción de cajas comerciales de cartón corrugado.

7. Desarrollar herramientas que permitan medir los costos de no calidad en la producción de cajas comerciales de cartón.
8. Definir la forma y los medios necesarios que se deben establecer para implementar el sistema de control de calidad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad Guatemala y el resto de Centro América están negociando un tratado de libre comercio (TLC) con Estados Unidos, cuando este empiece a funcionar en el país sobrevivirán únicamente las empresas que laboren, primero eficientemente y segundo que posean un compromiso real de producir productos con un alto nivel de calidad. Es por eso que el presente trabajo de graduación tiene como fin desarrollar un SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE CAJAS COMERCIALES DE CARTÓN CORRUGADO.

Las compañías que compiten en este mundo globalizado tienen urgente necesidad de implementar un sistema de control de calidad que abra las puertas a nuevas oportunidades, y lograr así, hacer frente a la competencia.

Para determinar la calidad de una caja de cartón, debe interrelacionarse adecuadamente ciertas variables que deben trabajar en conjunto para lograr buenos resultados. Para verificar la calidad de las cajas existen algunas pruebas y ensayos que debe conocer toda persona que haga uso de las mismas, y conocer cómo se realizan las pruebas para realizar las mismas en el momento de su recepción y poder así exigir cajas de buena calidad.

Es importante hacer notar, que todo ingeniero de planta debe saber qué tipo de caja es el que más le conviene usar para empacar sus productos, debe conocer las diferentes combinaciones que se pueden hacer en las cajas con el fin de disminuir los costos de producción. Es importante hacer notar que el presente trabajo de graduación será de ayuda para el estudiante y gerente de planta que no posea la suficiente información acerca de cajas comerciales de cartón ya que en Guatemala es limitada la

literatura acerca de las mismas, además, son pocas las empresas que laboran en el mercado nacional.

En el presente trabajo de tesis encontrará una descripción acerca de la comercialización de cartón corrugado y las bases para poder administrar un sistema de calidad, así como las principales técnicas estadísticas-administrativas para el análisis de datos. Luego se define el proceso de producción y se muestra la situación actual de la empresa en estudio; se muestra cómo hacer pruebas de calidad en cajas de cartón corrugado y se diseña un sistema de calidad para aplicar estas pruebas. Por último se define cómo implementar el nuevo sistema de calidad y la forma para darle seguimiento al mismo.

1. GENERALIDADES DE LAS CAJAS COMERCIALES DE CARTÓN

1.1 Generalidades

El empaque es un elemento integral del sistema que lleva productos al consumidor final. Es el vínculo entre el productor y el consumidor, este se da en dos formas según el tipo de empaque que se trate. Generalmente, se clasifican los empaques en dos tipos básicos que son:

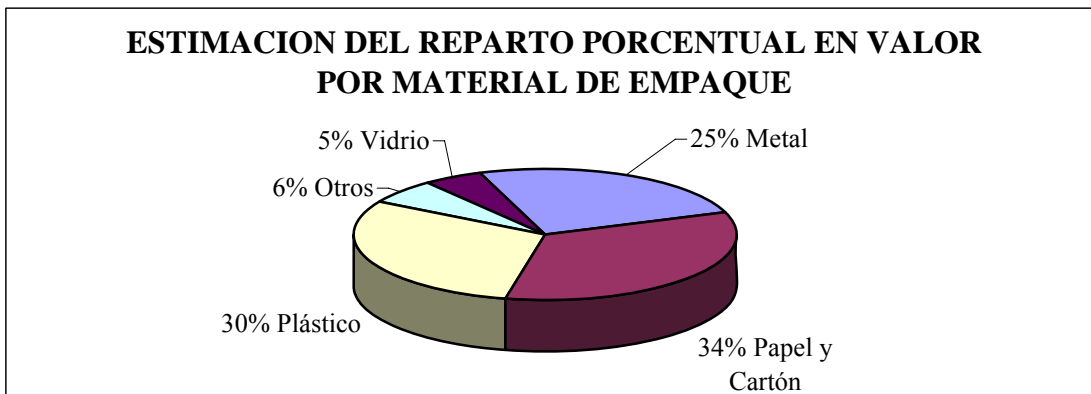
- a) Empaque protector: el principal objetivo es suministrar protección, control de cantidad o de tamaño de la unidad y proporcionar un medio apropiado de contener el material durante el traslado o su almacenamiento.
- b) Empaque decorativo: es aquel que busca una atracción para la venta.

Para fabricar el empaque se debe pensar qué tipos de materiales son los que más se ajustan según la necesidad del producto que se empacará. Dentro de los principales materiales que se utilizan para un empaque se encuentran:

- a) Plásticos: es uno de los materiales más empleados para el empaque entre plásticos más usados están: polietileno, vinyl, celulosicos, polipropileno, nylon y acrílicos.
- b) Metales: los recipientes metálicos surgieron por la necesidad de un empaque que pudiera preservar alimentos. Actualmente latas de acero inoxidable se utiliza para envasar infinidad de productos no alimenticios, desde pinturas, barnices, aceites, químicos hasta tabacos, cosméticos y otros artículos personales.

- c) Vidrio: se utiliza para cuando un producto posee los requisitos de visibilidad, para productos alimenticios, poseer resistencia, rigidez y vida en anaqueles.
- d) Papel y cartón corrugado: es el material más utilizado figura 1, poseen gran versatilidad y prácticamente se utilizan de alguna forma, ya sea por sí solos o combinados con otros materiales de empaque.

Figura 1. Porcentaje de materiales para empaque



Fuente: Manual de formación técnico comercial. ACCCSA Pag. 6

El embalaje de cartón corrugado permite, en las mejores condiciones, la manipulación, el almacenamiento, la entrega, la presentación de los productos; es un elemento imprescindible para el transporte de los productos, ya que conserva su calidad original, desde los lugares de producción hasta su destino final.

El cartón corrugado es, hoy en día, el material número uno de embalaje, porque es el único que cumple simultáneamente funciones tan distintas como:

- Agregación de productos
- Protección de éstos contra impactos, vibraciones, luz, polvo y robo, durante la manipulación, el almacenamiento y la entrega
- Identificación de los productos

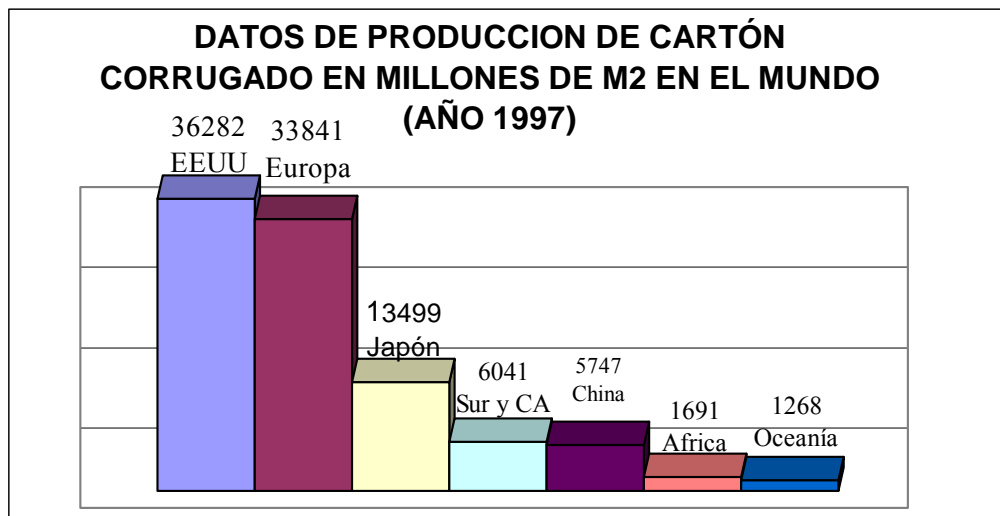
- Presentación y promoción, mediante la utilización de las cubiertas exteriores como soporte de información y publicidad.

Por otra parte, es un material que se puede reciclar en la industria papelera para fabricar nuevos embalajes. En los últimos años el volumen de las ventas aumentó aproximadamente un 100% en superficie. Durante el mismo período, las prestaciones de material y de las técnicas aplicadas (troquelado, impresión, etc.) han mejorado, lo que ha fomentado un aumento del valor añadido.

El consumo por habitante ha crecido aproximadamente un 76%. Se ha producido igualmente un fuerte aumento de la productividad, consecuencia de las inversiones y de una automatización cada vez más acusada.

El embalaje de cartón corrugado se emplea en todos los sectores industriales, agricultura y servicios. Es importante resaltar, que ningún sector que consuma cartón corrugado en grandes cantidades (productores de lácteos, zumos de fruta, productos hortofrutícolas, vino), representan por sí mismo un porcentaje elevado de la demanda total en Guatemala.

Figura 2. Producción de cartón en el mundo



Fuente: Manual de formación técnico Comercial ACCCSA Pag. 7

Definición de cartón corrugado:

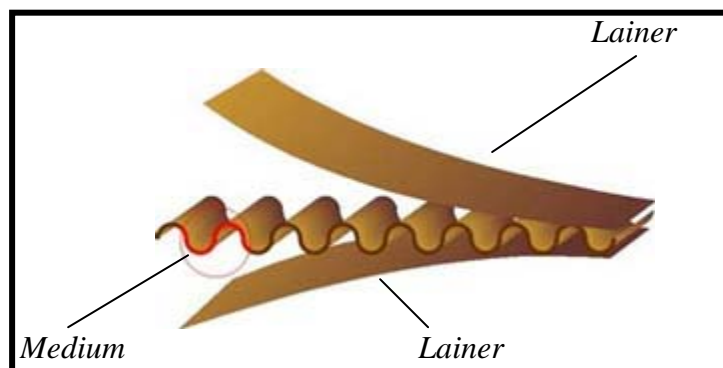
Es una estructura formada por un nervio central de papel ondulado (onda), reforzado externamente por dos capas de papel (*liners* o tapas) pegadas con adhesivo en las crestas de la onda. El cartón corrugado está formado por un material liviano, cuya resistencia se basa en el trabajo conjunto y vertical de estas tres láminas de papel. Para obtener su mayor resistencia, la onda de cartón corrugado tiene que trabajar en forma vertical, tal como se muestra en la figura 3.

1.2 Tipos de cartón corrugado

El cartón corrugado está conformado por dos elementos básicos los cuales se combinan de diferente manera para lograr tener varios tipos de cartón, estos elementos son:

- a) *Medium*: Es el papel que se corruga formando una serie de S's invertidas, éste a su vez es pegado entre los *liners* y es la que contribuye con la mayor parte de la fortaleza del empaque de cartón.
- b) *Lliner*: Es el papel o papeles planos que van a los extremos de la flauta de una lámina corrugada. Puede ser *liner* interior o exterior, dependiendo de la posición que guarde una vez hecha la caja.

Figura 3. Combinación de papeles del cartón corrugado



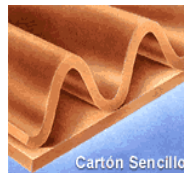
Fuente: www.inlandamericas.com

Dentro de la gran variedad de posibilidades que el cartón corrugado ofrece, para resolver cada problema en particular, podemos distinguir principalmente los siguientes tipos:

a) Cartón sencillo (*Single Face*)

Es una estructura flexible formada por un elemento ondulado (onda) pegado a un elemento plano (*liner*). Se requiere de dos papeles, un *liner* y un *médium*.

Figura 4. Cartón Sencillo



b) Cartón simple (*Single Wall*)

Es una estructura rígida formada por un elemento ondulado (onda) pegado en ambos lados a elementos planos (*liners*). Para formar un cartón simple se requiere de tres papeles: dos *liners* y un *médium*, donde el médium va entre los dos liners. El corrugado sencillo puede ser de flauta B o flauta C.

Figura 5. Cartón Simple



c) Cartón doble (*double wall*)

Es una estructura rígida formada por tres elementos planos (*liners*) pegados a dos elementos ondulados (ondas) intercalados. Para formar un cartón doble se necesita cinco papeles: tres liners y dos *médium* (generalmente, uno en flauta B y otro en flauta C).

Figura 6. Cartón Doble



d) Cartón triple

Consiste en siete papeles, un doble corrugado más otro *médium* (Flauta B ó C) y otro *liner* interior. Es muy poco común encontrarlo en el mercado de cajas comerciales.

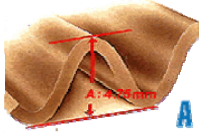
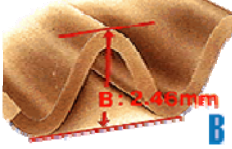
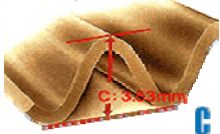
Figura 7. Cartón Triple



1.3 TAMAÑOS DE FLAUTAS

Una flauta es la configuración geométrica dada a un papel, en una máquina corrugadora, para un posterior pegado a elementos planos. Podemos diferenciar tres tipos de flautas:

Tabla I. Tipos de flauta corrugada

Tipo de flauta	Altura de cresta	Número de flautas por 30 cm (1 pié)	Figura
A	4.75 mm (0.19")		
B	2.46 mm (0.097")	47	
C	3.53 mm (0.142")	39	

Fuente: www.papelnet.com

1.4 Clases de *test*

Cada caja de cartón corrugado debe diseñarse de modo que satisfaga las necesidades del producto que esta va almacenar. Así es que primero debe analizarse la naturaleza del producto y el peso que soportará la caja para poder definir la resistencia de la caja. La resistencia de la caja está en función de la combinación de papeles que se usen, a esta combinación de papeles, se le llama clase de *test*.

Existen varios tipos de *test* según el tipo y calibre del papel que se utilice. El calibre del papel posee unidades de libras por millar de pulgada cuadrada. Existen calibre para tres tipos de papel que son: *liner*, ya sea *kraft* o blanco y papel médium.

Tabla II. Calibre de papeles

Tipo de papel	Unidad	Calibre
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	26
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	35
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	36
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	38
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	42
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	56
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	61
<i>Liner</i>	Lb / 10 ³ plg ²	69
Blanco	Lb / 10 ³ plg ²	33
Blanco	Lb / 10 ³ plg ²	38
Blanco	Lb / 10 ³ plg ²	42
Blanco	Lb / 10 ³ plg ²	69
<i>Médium</i>	Lb / 10 ³ plg ²	26
<i>Médium</i>	Lb / 10 ³ plg ²	33

Si se desea obtener un cartón grueso se utilizan calibres de papel pesados y por el contrario para tener cartón delgado se utilizarán calibre de papel livianos. Por ejemplo para empacar un producto de poco peso se necesitará una caja con una clase de *test* pequeña, mientras que para un producto un poco más pesado se necesitará una caja de *test* más grande.

Existen diversos tipos de *test* los cuales se pueden dividir en dos grupos, el primer grupo es para cajas de cartón sencillo y el segundo grupo es para cajas de cartón doble. Los tipos de *test* se presentan en la tabla III y en la tabla IV.

Tabla III. Tipos de *test* cartón simple

CALIBRE	DE	PAPEL	
<i>LINER</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>LINER</i>	<i>TEST</i>
26	26	26	Non Test
26	26	26	125
33	26	33	150
38	26	38	175
42	26	42	200
42	26	69	250
69	26	69	275
90	26	90	350

Tabla IV. Tipos de *test* cartón doble

CALIBRE DE PAPEL					
<i>LINER</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>LINER</i>	<i>MEDIUM</i>	<i>LINER</i>	<i>TEST</i>
26	26	26	26	42	200
38	26	38	26	38	275
69	26	69	26	69	350

1.5 Tipos de cajas comerciales

a) **Caja regular**

Todas las aletas tiene la misma profundidad las dos aletas son de la mitad del ancho de la caja de tal forma que al unirse se juntan al otro centro de la caja. Este es un diseño muy eficiente los únicos traslapes son los que se emplean para unir la caja ya sea con adhesivo o grapas, las aletas interiores o menores permiten lograr muy poco desperdicio en su manufactura. Este diseño puede ser utilizado para la mayoría de los productos, es el más común si el producto requiere una superficie plana al fondo es posible colocar una lámina entre las aletas internas.

b) **Caja media regular**

Este tipo de caja es muy parecida a la caja regular la principal diferencia es que no posee aletas en la parte superior. Este tipo de caja no es muy utilizado debido a que la caja no cubre el producto en su transporte.

c) **Caja *full overlap***

Las cajas *full overlap* son cajas diseñadas para soportar mayores cargas en productos de gran peso. Las cajas *full overlap* poseen como característica principal que las solapas se traslapan completamente y no sólo se besan como en el caso de una caja regular con esto se consigue que el producto que la misma resguarda esté más seguro.

d) **Charola**

Este tipo de caja es totalmente diferente a las vistas anteriormente. Consiste en una lámina que lleva cortes en las cuatro esquinas para poder levantar las cuatro orillas y poder así formar una especie de caja media regular.

e) **Caja telescópica**

Este diseño se forma con una pieza rectangular sencilla de cartón y cortado, tiene la gran ventaja de combinar los estilos de cajas telescópica . Este estilo ofrece por lo menos, dos paredes de cartón en un lado y los dos paneles laterales lo que proporciona mayor resistencia a la estiba, tanto la tapa como el fondo no tienen ningún corte, este diseño se utiliza frecuentemente con equipo automático para productos procesados o carnes congeladas.

1.6 Control de calidad como sistema administrativo

La palabra **calidad** designa el conjunto de atributos o propiedades de un objeto que nos permiten emitir un juicio de valor acerca de él. Cuando se dice que algo tiene calidad, esta expresión designa entonces un juicio positivo con respecto a las características del objeto. El término calidad es muy amplio y va desde que un artículo debe cumplir con las especificaciones establecidas hasta decir que un producto tiene calidad en la medida que satisface las necesidades del cliente.

Una definición formal de calidad es la siguiente:

Conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Esta definición ha evolucionado en los últimos años hasta considerar (G.Taguchi) la calidad como las pérdidas que un producto o servicio infringe a la sociedad desde su producción hasta su consumo o uso. A menores pérdidas sociales, mayor calidad del producto o servicio.

Este último enfoque posee la ventaja de incluir no sólo los problemas de calidad clásicos (pérdidas sociales debidas a la variabilidad) sino los actuales (pérdidas sociales debidas a los efectos secundarios nocivos, problemas del medio ambiente, etc.).

Cuando en una empresa todos sus integrantes, esto es, directivos y empleados, se han comprometido con implementar un sistema de control de calidad, se hace entonces necesario introducir un sistema que facilite y fomente la puesta en práctica de este.

1.6.1 La calidad y la alta gerencia

Cuando una empresa incorpora y hace realidad el concepto de cliente interno, los diferentes departamentos se van involucrando en el compromiso por la calidad, por lo que esta deja de ser tarea de un departamento o de un determinado grupo de personas y pasa a ser responsabilidad de todos. Es de esta manera como la calidad del producto viene a ser resultado de la actitud de toda la empresa.

El control de calidad es un sistema administrativo que promueve el compromiso de todos por la calidad y coordinar el esfuerzo de quienes se han comprometido en el propósito de ofrecer productos que satisfagan las expectativas del consumidor. El control de calidad es un modelo administrativo en el que la misma es resultado del sistema mismo.

Es necesario partir de una distinción muy importante: la alta gerencia es el organismo responsable del sistema, mientras que los demás trabajan dentro del sistema establecido por la alta gerencia, -responsabilidad que no puede ser delegada-, organizar y administrar la empresa en tal forma que la institución, como sistema, quede orientada hacia la calidad.

Es muy común pensar que los trabajadores son los responsables de los defectos que se dan en la línea de producción, sin embargo, se ha comprobado que el mayor porcentaje de productos defectuosos, es atribuible al sistema de producción, y no a los trabajadores. Por tanto, el verdadero responsable de las deficiencias es, en realidad, la alta gerencia la que, si quiere evitar este problema, debe actuar sobre el sistema mismo, para enfocarlo hacia la calidad.

El compromiso de la alta gerencia es fundamental para introducir en una empresa un sistema de control de calidad. No basta con que dé su consentimiento al cambio, se necesita que se comprometa verdaderamente con la filosofía de control de calidad y que actúe siempre en forma consistente con dicho compromiso.

1.6.2 Calidad como estrategia corporativa

Se trata de un cambio profundo en la forma como la administración concibe el papel que la calidad desempeña actualmente en el mundo de los negocios. Si en épocas anteriores se pensaba que la falta de calidad era perjudicial a la compañía, ahora se valora la calidad como la estrategia fundamental para alcanzar competitividad y, por consiguiente, como el valor más importante que debe presidir las actividades de la alta gerencia.

La calidad no pasa a ser estrategia competitiva sólo porque se apliquen métodos estadísticos para controlar el proceso; como tampoco lo es por el hecho de que todos se comprometan a elaborar productos sin ningún defecto, pues esto de nada serviría si no hay mercado para ellos. La calidad pasa a ser estrategia de competitividad en el momento en el que la alta gerencia toma como punto de partida para su planeación estratégica los requerimientos del consumidor y la calidad de los productos de los competidores. Se trata de planear toda la actividad de la empresa, de tal forma que se entregue al consumidor artículos que respondan a sus requerimientos y que tengan una calidad superior a la que ofrecen los competidores.

1.7 Administración de la confiabilidad

Confiabilidad es la capacidad que tiene un producto de desempeñarse tal y como se espera durante su tiempo de vida. La confiabilidad es un aspecto esencial tanto del diseño del producto como del proceso. El complejo equipo que actualmente se utiliza en áreas como el transporte, las comunicaciones y la medicina requiere una elevada confiabilidad. El tema de confiabilidad se convirtió en una preocupación seria durante la segunda guerra mundial, pues 60% de las aeronaves destinadas al lejano oriente resultaron irreparables; 50% de los dispositivos electrónicos fallaron cuando aún estaban almacenados; la vida de los dispositivos electrónicos utilizados en los bombarderos era de sólo 20 horas.

Formalmente, la confiabilidad es **la probabilidad de que un producto, pieza de equipo o sistema lleve a cabo su función pretendida durante un período definido de tiempo, bajo las condiciones de operación específicas** (Administración y control de calidad, Evans & Lindsay pag 771)

Una administración efectiva de la confiabilidad debe incluir los pasos siguientes:

- Definir los requerimientos de desempeño del cliente
- Determinar factores económicos importantes y evaluar su relación con los requerimientos de confiabilidad
- Definir el entorno y las condiciones en las cuales se utilizará el producto
- Seleccionar componentes, diseños y proveedores que cumplan con los criterios de confiabilidad, así como costo
- Determinar los requerimientos de confiabilidad para máquinas y equipo, así como su impacto sobre la confiabilidad del producto durante la manufactura
- Analizar los datos de confiabilidad en el campo, para mejora de la calidad

Los consumidores prefieren productos que sean 100% confiables, lo que es ciertamente una meta de importancia para los fabricantes. Sin embargo, la producción de un producto que sea de confiabilidad perfecta en todas las condiciones no resulta práctico. Para conseguir una elevada confiabilidad deben utilizarse mejores materiales y procesos de manufactura más precisos. Estas mejoras incrementarán los costos de manufactura, hasta el punto que los consumidores ya no estén dispuestos a pagar el precio, por lo que la gerencia debe equilibrar los factores económicos y buscar minimizar el costo total, y tener siempre en mente que una confiabilidad demasiado baja puede dañar la reputación de la empresa y resultar en ventas bajas.

Como dimensión fundamental de la calidad, la confiabilidad debe diseñarse dentro del producto. Las características de desempeño de las condiciones de operación y la duración especificadas para el producto o sistema son los que impulsan al diseño técnico. Aparecen variaciones en el desempeño del producto debido a la manera en que se emplea o en razón a situaciones ambientales. Con el transcurso del tiempo ocurren modificaciones debido a cambios químicos en componentes, vibraciones o esfuerzos, o a expansión y contracción de los materiales por fluctuaciones en la temperatura y en la humedad.

1.8 Técnicas estadísticas y administrativas como instrumento de la calidad

Para poner en práctica un sistema de control de calidad se necesita usar determinadas herramientas que facilitan las tareas involucradas en dicho control. Un grupo de estas herramientas son muy útiles para el análisis de datos, análisis que es básico, entre otras cosas, para llevar a cabo el control estadístico del proceso; razón por la cual reciben el nombre de herramientas estadísticas.

Otras, denominadas las siete herramientas administrativas que sirven, sobre todo, para facilitar los procesos administrativos relacionados con los planes de acción. Unas sirven para sintetizar el pensamiento de personas con diferente punto de vista, lo que es frecuente en la resolución de problemas; otras ayudan a traducir las metas en procedimientos y medidas, a analizar datos y a presentar en forma gráfica los planes de acción.

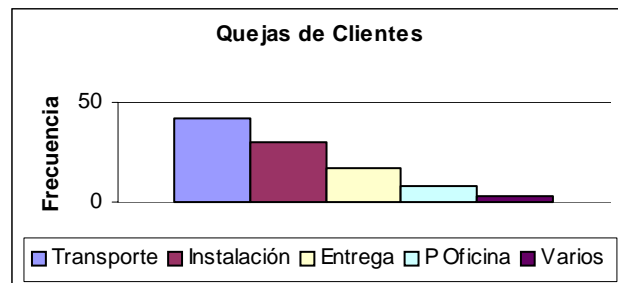
1.8.1 Las siete herramientas básicas para el análisis de datos

1.8.1.1 Diagrama de Pareto

En este diagrama se representa la importancia relativa de todos los problemas o condiciones con el objetivo de elegir el punto de partida para resolver un problema, qué problema resolver en qué orden, monitorear el éxito obtenido o identificar la causa básica de un problema.

El diagrama de Pareto tiene diversas aplicaciones, entre las que se encuentran los siguientes ejemplos: defectos encontrados en el proceso de inspección, diferentes tipos de lesiones, quejas de clientes, etc.

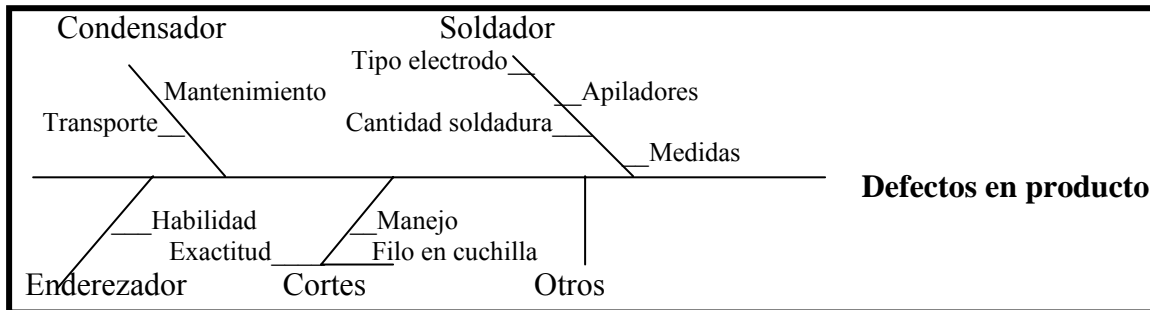
Figura 8. Diagrama de Pareto



1.8.1.2 Diagrama de causa – efecto

Se utiliza siempre que se necesita identificar, investigar y presentar en forma gráfica y esquemática todas las posibles causas de un problema o condición específicas. Este diagrama trata de descifrar de manera sistemática la interrelación de causa y efectos que ocasionan un determinado problema en el proceso, a la vez que permite localizar los factores de mayor influencia en el mismo.

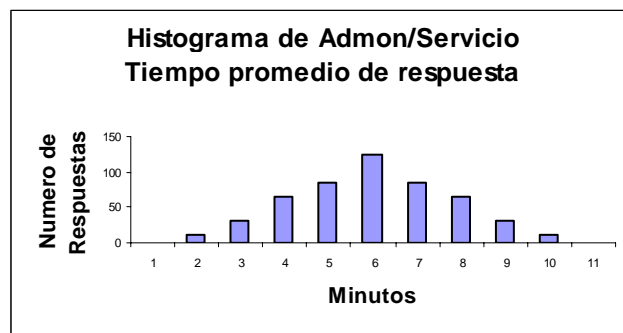
Figura 9. Diagrama de causa-efecto



1.8.1.3 Histograma

Se utiliza cuando se necesita describir y mostrar la distribución de datos y el número de unidades en cada categoría por medio de gráficos de barras. Como ya se ha visto con el gráfico de Pareto, es de mucha ayuda para desplegar en una gráfica de barras la frecuencia con lo que ciertos eventos ocurren.

Figura 10. Histograma

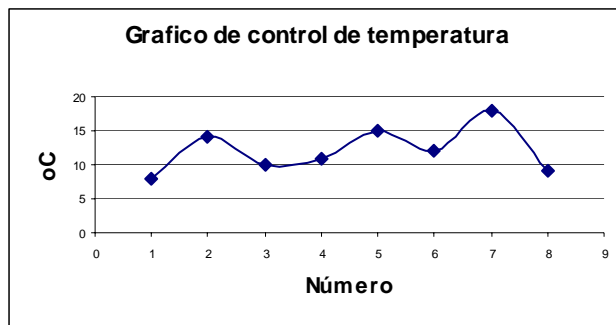


1.8.1.4 Gráfico de proceso

El gráfico de proceso se utiliza cuando se necesita representar en forma gráfica y sencilla la tendencia de puntos observados durante un período de tiempo especificado.

Por ejemplo se pueden graficar los resultados de un proceso, tal como tiempo de paro de máquina, producción, desperdicio, errores tipográficos o productividad conforme el tiempo.

Figura 11. Ejemplo de gráfico de control



1.8.1.5 Hojas de verificación

La hoja de verificación sirve para recolectar información basada en la observación con el objeto de detectar patrones a comportamiento. Esta es una herramienta que se utiliza para recolectar los datos del problema que se va a analizar. Antes de utilizar esta herramienta es importante determinar el uso que se le dará a la información, con el propósito de establecer las características de los datos que se van a recolectar y la forma en que esta información será ordenada.

El formato de recolección debe contener información general como: 1) producto al que se refieren los datos, 2) Fecha de recolección, 3) Origen de los datos y 4) responsable.

Ejemplo:

Figura 12. Hoja de verificación

HOJA DE VERIFICACIÓN DE RECHAZOS DE COPLAS						
DEFECTO	SEMANA DEL 10 AL 14 DE FEBRERO DE 2004					
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	total
Forma defectuosa	II	I	II	I		6
Espesor bajo	I	I			II	4
Peso bajo		I		I		2
Regusidad alta	III	II	III	III	II	16

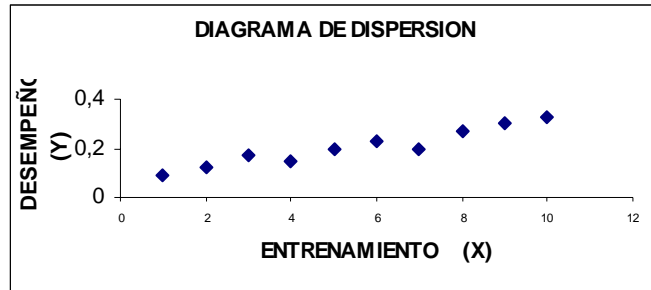
1.8.1.6 Diagrama de dispersión

Se utiliza cuando se necesita mostrar qué sucede con una variable cuando otra variable cambia para probar la teoría de que dos variables están relacionadas. Este diagrama es usado para estudiar la relación posible entre una variable y otra, probar la posible relación entre la causa y efecto. No puede probar que una variable causa la otra, pero sí aclara la relación que existe y qué tan fuerte es esa relación.

Este diagrama es usado para estudiar la relación posible entre una variable y otra. Está hecho a manera de que la coordenada horizontal represente la medida de valores de una variable, y la coordenada vertical represente la medida de valores de la segunda variable.

Por ejemplo, tenemos que un grupo de personas que a medida que tienen mayor entrenamiento es mayor su desempeño y por lo contrario a menor entrenamiento menor desempeño.

Figura 13. Ejemplo de diagrama de dispersión

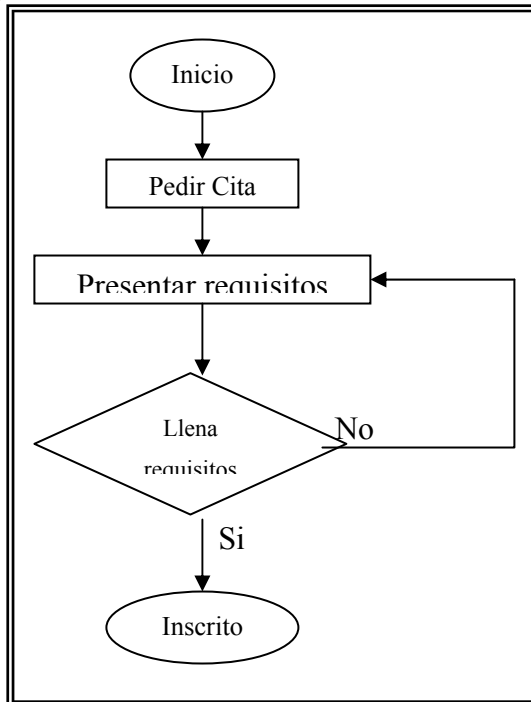


1.8.1.7 Diagrama de flujo

El flujograma se utiliza cuando se necesita identificar el cambio actual y el ideal que cualquier producto o servicio sigue y debe seguir para identificar cualquier desviación posible.

Por el ejemplo el flujograma de una inscripción a una institución es

Figura 14. Flujograma



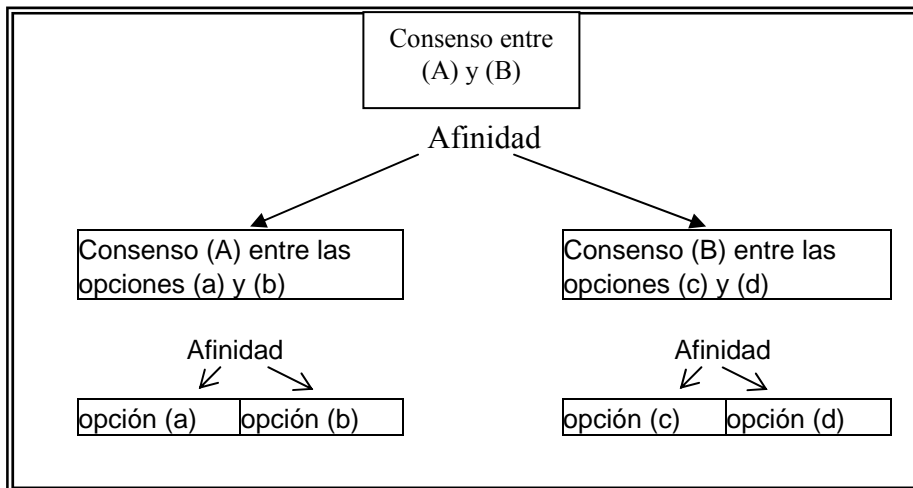
1.8.2 Las siete herramientas administrativas

1.8.2.1 Diagrama de afinidad

El diagrama de afinidad sirve para sintetizar un conjunto más o menos numeroso de opiniones, pues las agrupa en pocos apartados. Este diagrama se basa en el hecho de que muchas opiniones son afines entre sí y de que, por tanto, se pueden agrupar en torno a unas cuantas ideas generales.

La forma de dicho diagrama es el siguiente:

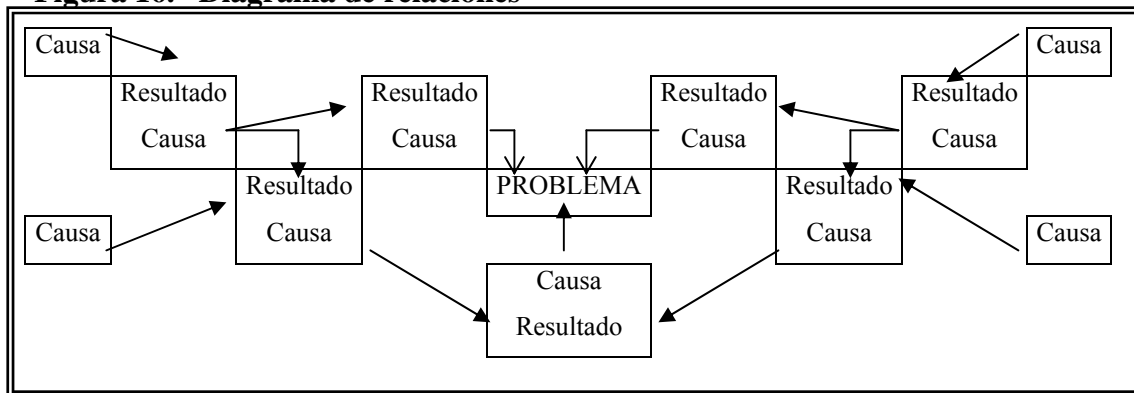
Figura 15. Diagrama de afinidad



1.8.2.2 Diagrama de relaciones

El diagrama de relación permite tener una visión de conjunto de la complejidad de un problema. Este diagrama presenta, en visión de conjunto, qué causas están en relación con determinados efectos y cómo se relacionan entre sí diferentes conjuntos de causas y efectos.

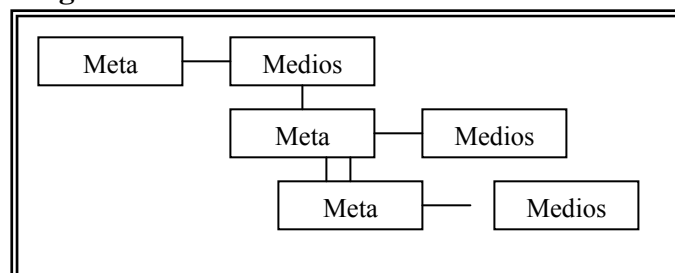
Figura 16. Diagrama de relaciones



1.8.2.3 Diagrama de árbol

Con el diagrama de árbol se obtiene una visión de conjunto de los medios mediante los cuales se alcanza una meta. El diagrama de árbol es el resultado de la organización sistemática de metas y de los medios correspondientes para el logro de dichas metas. El diagrama de árbol sirve, pues, para presentar en forma organizada el conjunto de medidas con las que se alcanza un determinado propósito.

Figura 17. Diagrama de árbol



1.8.2.4 Matrices

Las matrices facilitan la identificación de la relación que eventualmente pueda existir entre factores de un problema, pues son esquemas que permiten relacionar, mediante un sistema de columnas e hileras, los diferentes elementos o factores del

problema que se analiza. El análisis se hace con el fin de identificar las medidas más convenientes a tomar para solucionar el caso que se estudia.

Ejemplo

Figura 18. Diagrama de matrices

Segmento del mercado	1er componente	2do componente	3er componente
1	0.286	0.446	0.194
2	0.331	0.240	0.336
3	0.323	-0.166	0.442
4	0.299	-0.359	0.375
5	0.261	-0.507	0.128
6	0.309	0.408	-0.084
7	0.344	0.253	-0.171
8	0.348	0.032	-0.290
9	0.346	-0.164	-0.322
10	0.303	-0.267	-0.522
Sumatoria	6.83	1.76	0.75
Proporción	0.683	0.176	0.075
Prop. Acumulada	0.683	0.859	0.934

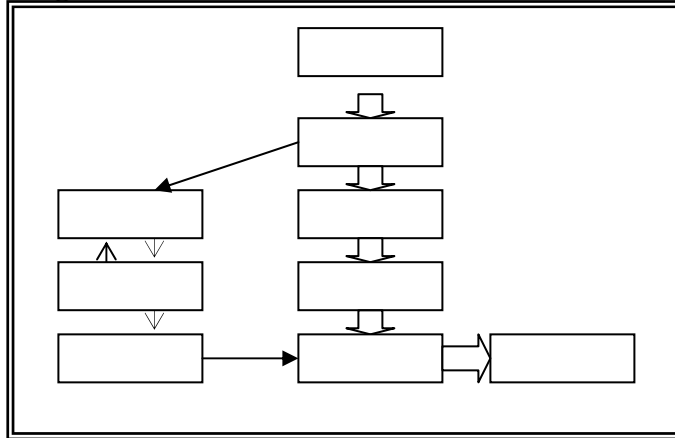
1.8.2.5 Lluvia de ideas

La herramienta lluvia de ideas es usada para ayudar a un grupo a crear la mayor cantidad de ideas en el menor tiempo posible.

1.8.2.6 Diagrama de actividades

El diagrama de actividades es muy útil para visualizar: Primero qué problemas pueden surgir en la realización de un determinado programa de acción; segundo con qué medidas se pueden prevenir dichos problemas y tercero en caso de que éstos se den, cuál es la mejor forma de resolverlo.

Figura 19. Diagrama de actividades



1.8.2.7 Diagrama de flechas

El diagrama de flechas sirve para visualizar el tiempo durante el cual deben llevarse a cabo las diferentes actividades que requiere el desarrollo de un plan. El diagrama de flechas se elabora con base en una matriz que conjuga las diferentes actividades a realizar y los planos durante los cuales deben llevarse a cabo dichas actividades.

Figura 20. Diagrama de flechas

trabajo \ Día	5	10	15	20	25	30
A(trabajo)	→					
B		→				
C			→			
D				→		
E					→	
I(insp final)						→

2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

2.1 Definición de materias primas

Las principales materias primas para el proceso de fabricación de cartón corrugado son las siguientes:

2.1.1 Papel *liner* y *medium*

Este es el principal elemento que conforma una caja de cartón corrugado y cubre el 70% del costo de producción. Existen dos tipos de papeles que son:

Papel *kraft liner*: usado como material de tapa en la producción de cartón corrugado. Su color es café (marrón) pudiendo variar su tonalidad. Es hecho principalmente de fibra virgen y un porcentaje de papel reciclado. Puede ser con sello de agua, listado o calandrado y tiene una superficie aceptable para imprimir.

Papel *medium*: Tipo de papel usado como componente corrugado u onda para hacer la placa de cartón corrugado. Se hace generalmente de pulpa mecánica, química o semiquímica y papel reciclado.

2.1.2 Adhesivo de corrugado

El adhesivo corrugado se utiliza para pegar los papeles en la fabricación del cartón corrugado, se hace a base de almidón de maíz. Los tres requerimientos generales para un adhesivo de corrugado son:

1. Debe humectar las dos superficies a unir
2. Debe formar una película
3. Debe tener una viscosidad adecuada

La secuencia de eventos en la adhesión del almidón a los papeles es el siguiente:

1. Aplicación. Transferencia del adhesivo del rodillo aplicador a la flauta.
2. Dinámica de la pre – adhesión.
 - a. Humectar la superficie de papel con el agua del adhesivo y con la soda cáustica para darle mordencia.
 - b. Difusión o penetración. El pegamento líquido se absorbe en el papel
 - c. Absorción. El almidón es fuertemente atraído a las fibras del papel
3. Gelatinización. El almidón crudo del adhesivo de corrugado empieza a gelatinizarse, lo que ocasiona un incremento rápido de la viscosidad.
4. Formación inicial de la unión
5. Secado del adhesivo. El calor presente en el proceso de corrugado evapora el agua del adhesivo. Una gran parte del agua se difunde del adhesivo hacia el papel y de hecho se evapora asimismo desde el papel. Los principales componentes del adhesivo de corrugado se presenta en la tabla V.

Tabla V. Componentes del adhesivo

Componente	Descripción	Características
Almidón Carrier y Lechada	Aproximadamente el 20% del almidón se precuece con soda y se agrega a la lechada; esta porción cocida del adhesivo se llama carrier.	a.1) Almidón Carrier <ul style="list-style-type: none"> • Suspende el almidón crudo • Imparte viscosidad • Proporciona <i>tack</i> o agarre • Controla absorción de agua a.2) Almidón nativo crudo <ul style="list-style-type: none"> • Absorbe agua para formar el inicio de pegado • Cuando se gelatiniza se hace parte del adhesivo
Agua	Es importante pues es el vehículo sin el cual nada ocurriría. Los niveles de humedad en el adhesivo y el papel influyen en el adhesivo y por consecuencia en la unión.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite que sea cocido el almidón carrier • Reduce la temperatura del almidón carrier • Permite que el almidón crudo se hinche y se gelatinice
Soda Cáustica	El almidón de maíz cocido con soda cáustica es más fuerte y cohesivo que el mismo almidón de maíz cocido por la sola acción del calor elevando la temperatura del almidón en una lechada.	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a cocer el almidón • Da al almidón una textura pegajosa • Controla el punto de gel • Con bórax aumenta la viscosidad y el <i>tack</i>
Bórax	Reacciona con soda cáustica para producir meta borato de sodio. En esta reacción se consume poco fracción de soda.	<ul style="list-style-type: none"> • Imparte viscosidad • El adhesivo se hace gomoso • Afecta el punto de gel

2.1.2 Tinta flexográfica

La flexografía es la forma de impresión por prensa rotativa que usa placas flexibles, ya sea de gomas o fotopolímeros y tintas líquidas. La tinta flexográfica es la que se imprime en la caja de cartón corrugado. Esta se compone de cuatro elementos que son los siguientes:

a. Agua.

- Proporciona las características de viscosidad
- Reduce la intensidad del color
- Permite modificar la velocidad de secado de la tinta

b. Pigmentos

- Son los colorantes de las tintas
- Son la razón de que el sentido visual sea estimulado para ver los matices y contrastes impresos. Es la parte más cara de la tinta
- Deben cumplir con las regulaciones ecológicas

c. Aditivos

- Se usan en cantidades relativamente pequeñas del 0.1 al 2%. Algunas de las propiedades que se pueden controlar son: asentamiento, formación de nata, secado, formación de espuma, tixotropía, separación de color, resistencia a hongos, brillo y desprendimiento, entre otros. Los aditivos pueden ser: ceras, antiespumantes, barniz de transferencia y pH mate, entre otros.

2.2 Descripción del proceso de fabricación

Para fabricar una caja comercial de cartón corrugado se tienen dos pasos imprescindibles que son: primero el corrugado del papel para formar láminas de cartón y segundo la impresión y formación de la caja, además, de los pasos anteriores hay cajas que pueden necesitar algún acabado final el cual se realiza en misceláneos.

Si vemos el proceso de fabricación como un sistema tenemos que el insumo del subsistema de corrugación son los papeles *liner* y *médium*, como procesador tenemos la parte en sí de corrugar el papel y el producto sería una lamina de cartón corrugado.

Luego para el subsistema de impresión tenemos como insumo una lámina de cartón corrugado, como procesador la impresión y la formación de la caja y como producto una caja ya impresa que puede ser estar lista para entregar al cliente o bien hacerle un trabajo posterior como puede ser troquelado, engrapado o parafinado.

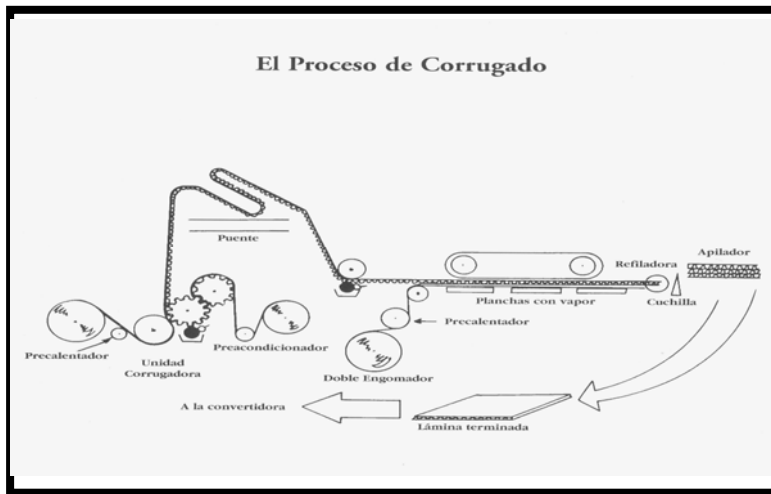
2.2.1 Tren de corrugado

El proceso empieza formando una cara sencilla a través de la unión de un papel médium y un papel *liner*. Primero el médium es calentado con vapor para abrir el poro y así permitir una mayor adherencia del almidón, este papel pasa entre los rodillos corrugadores los cuales son los responsables de formar la flauta y casi simultáneamente se le unta adhesivo a las crestas por medio del rodillo engomador y se pega con el primer *liner*, formando así la cara sencilla.

Ahora la cara sencilla es transportada hacia el doble engomador para formar el cartón sencillo. En esta segunda sección las crestas de las flautas nuevamente se untan de adhesivo y se une el segundo *liner* formando hojas continuas de cartón corrugado. Estas hojas continuas pasan por la sección de planchas calientes en donde se seca el adhesivo y se pegan bien los tres papel del cartón.

En la tercer sección se encuentra el *triplex*, que es donde, primero se corta el largo de las láminas por medio de una cuchilla rotativa y segundo se corta el ancho de cada lámina así como sus dos respectivas sisas.

Figura 21. Proceso de corrugado



Fuente: Manual de corrugación. Harper Love Pag. 5

2.2.2 Unidad de flexofolder

En el departamento de imprentas el cartón ya viene con su medida exacta de largo, ancho y sisas, la lámina está lista para su demás proceso. En el departamento flexo fólder se tiene como función imprimir los colores y figuras requeridas sobre el cartón.

El proceso comienza alimentando manualmente el flexo, el cual dispara por un sistema de aire cada lámina sobre la cual se imprimen los colores requeridos. Luego se hacen los cortes de largos, cortos, solapa y sus tres sisas.

Luego la caja es transportada por dos brazos y en el recorrido la solapa pasa untándose de goma, mientras está avanzando, la caja se va cerrando hasta cerrarse. La caja es retenida hasta juntarse bultos de n unidades, los cuales luego pasan a ser emparejados, amarrados y transportados al la bodega de producto terminado.

2.3 Descripción general del sistema actual de control de calidad

Antes de definir el sistema actual de control de calidad describiremos brevemente el tipo de producción que se está llevando a cabo actualmente en la planta de producción que se tomó como modelo para el presente estudio. Las características en el proceso de producción son las siguientes:

- Se tiene organizada la planta en departamentos que realizan el mismo trabajo
- Las máquinas de producción están reunidas en áreas cercanas y comunes
- El personal está reunido en grupos que realizan la misma tarea
- Se trabaja bajo órdenes de producción
- Gran cantidad de órdenes de producción y poca cantidad de cajas por orden
- Las cajas por ser comerciales son distintas unas de otras, no hay estandarización

Después de todas las anteriores características estamos refiriéndonos exactamente a una producción intermitente o también llamada por lotes.

Cada departamento de producción jerárquicamente está integrado, de arriba hacia abajo, por el supervisor, operador y sus ayudantes. El control de calidad que actualmente se está llevando a cabo en la planta de producción de estudio, está a cargo del supervisor de cada departamento.

El supervisor de un departamento tiene, dentro de sus múltiples funciones, que revisar la carga de trabajo de la jornada del día, prevenir, orientar y apoyar a su personal en todos los problemas que puedan surgir en la producción y por último realizar los reportes de la producción del turno de trabajo. Cuando se tiene una orden de producción en proceso este está vigilando que la caja de cartón lleve los requerimientos del cliente, es decir, desempeñando la función de control de calidad.

El control de calidad que desempeña el supervisor está basado en la experiencia que este posee. Todas las cajas se chequean que no lleven errores y se tiene buena actitud de cooperar de los supervisores pero es deber de la gerencia crear políticas y procedimientos para realizar un correcto control de calidad. Debe existir un sistema de control de calidad que sustenten por escrito y con base estadística para así poder comprender cómo se comporta el proceso de producción y con mayor información ya por escrito es más fácil encontrar solución a errores y entrar al círculo de mejora continua.

2.4 Principales problemas del sistema actual

2.4.1 Problemas en bodega de materia prima

1. Cuando existe poca iluminación, las bobinas tienden a ser golpeadas y mal colocadas provocando que éstas se arruinen.
2. Un mal mantenimiento del edificio provoca que la lluvia dañe las bobinas por goteras en el mismo.
3. Abrazaderas de los montacargas en mal estado provocan desperdicio ya que dañan la parte exterior de la bobina.
4. Al no existir un espacio adecuado para guardar sobrantes de bobina, éstos tienden a quedarse rezagados.
5. Una excesiva humedad en la bodega, provoca que las bobinas la absorban por lo tanto el papel se rompe en corrida.

2.4.2 Problemas en corrugador

1. Mala viscosidad y punto de gel del almidón producen mala calidad.
2. Rodillos sucios o en malas condiciones causan mala calidad.
3. Excesiva presión en los conos del portabobinas producen desperdicio debido a que quedan sobrantes que no se pueden utilizar.

4. No revisar las órdenes de producción cuando existe algún error en ellas.
5. Tarimas con astillas o clavos salidos dañan las cajas.

2.4.3 Problemas en flexofólder y misceláneos

1. Probar una impresión en láminas buenas produce desperdicio.
2. Los *clisés* que se guardan sin ser limpiados se deterioran más rápidamente.
3. No revisar la orden de producción antes de la corrida provoca errores.
4. El no inspeccionar si las láminas están en buen estado provoca gasto de tinta y tiempo.
5. Láminas mal puestas en los pasillos provocan que se golpeen y dañan las cajas.

2.4.4 Problemas en producto terminado

1. Hacer una estiba muy alta provoca un aplastamiento en la flauta de las cajas más bajas, lo que significa una disminución en el calibre del cartón.
2. Un incorrecto mantenimiento de las máquinas provoca cajas de mala calidad.

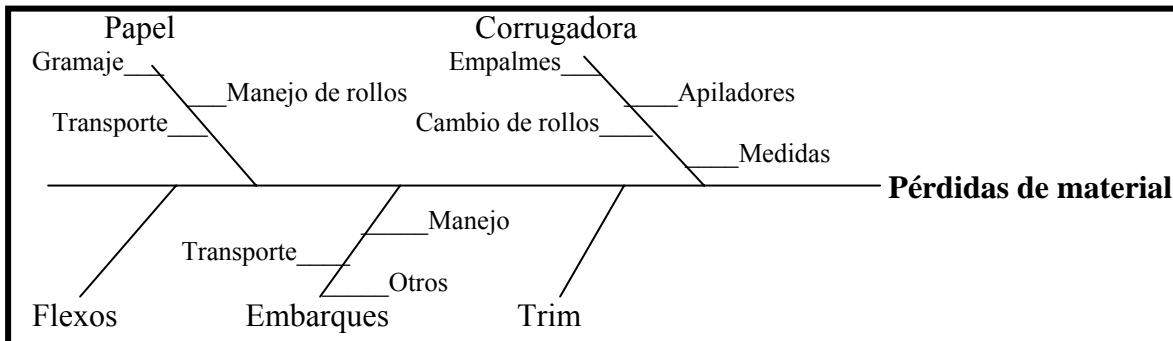
2.4.5 Manejo de materiales y despacho

1. Tarimas en mal estado provocan que el producto se arruine.
2. Pasillos angostos provocan que el cartón se golpee y por lo tanto se arruine.

2.5 Análisis de pérdidas debidas a el sistema

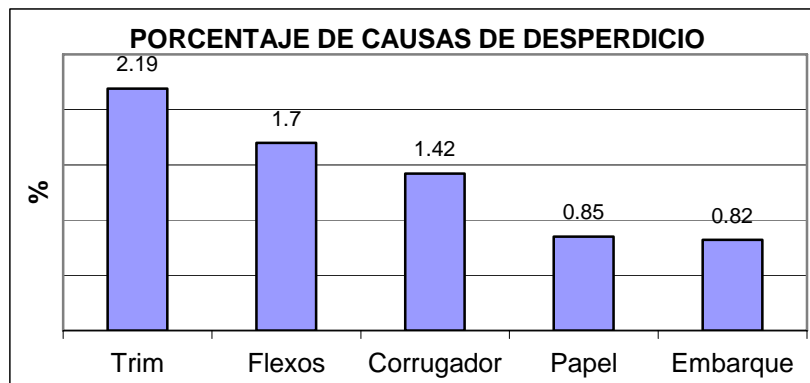
Se ha realizado un estudio acerca de los principales problemas que causan desperdicio en el proceso de producción. Y las principales causas de este desperdicio son producidos por el departamento de corrugación, departamento de flexos, el *trim* y el embarque. Estos errores a su vez contienen otras causas que causan el problema, el resumen de las causas se presentan en el diagrama de causa-efecto.

Figura 22. Diagrama de causa-efecto de pérdidas por el sistema



Ahora que ya se sabe cuáles son las causas del problema se debe determinar el porcentaje en el cual incurre estas pérdidas en la producción total de planta de producción. Estos datos los encontramos directamente al clasificar cada causa de desperdicio y pesar la cantidad de libras de este, los resultados encontrados en porcentaje son los siguientes:

Figura 23. Diagrama de Pareto de desperdicio



Clasificado por áreas el porcentaje de pérdidas debidas a el sistema se desglosará cada una de ellas en la siguiente tabla.

Tabla VI. Porcentaje de desperdicio por sistema

CONCEPTO	PORCENTAJE	
<u>Papel</u>		
Gramaje	0.50	
Manejo de Rollos	0.05	0.85
Transporte	0.25	
<u>Corrugadora</u>		
Empalmes	0.05	
Medidas	0.05	
Apiladores	0.50	1.42
Cambio de rollos	0.70	
Otros	0.12	
Flexos	1.70	1.70
Trim	2	2.20
<u>Embarques</u>		
Manejo (carga)	0.15	0.82
Transporte	.50	
Otros	.17	
	TOTAL	7.00 %

3 DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

3.1 Definición del control estadístico del proceso

El control estadístico del proceso es sencillamente la parte del Control de Calidad que utiliza técnicas estadísticas. Aquí se reconoce que en toda producción industrial se da variación en el proceso, esta variación debe ser estudiada con los principios de la probabilidad y de la estadística. No se pueden producir dos partes con las mismas especificaciones por la materia prima, máquina, etc. Más aún, se da variación aún en las piezas producidas por un mismo operador y con la misma maquinaria.

Al tener en cuenta los conceptos anteriores, se desarrollaron técnicas estadísticas sencillas para determinar dichos límites y gráficas de control en las que se pudieran presentar los resultados.

Las técnicas de muestreo parten del hecho de que en una producción masiva es imposible inspeccionar todos los productos, para diferenciar los productos buenos de los malos. El muestreo de aceptación lote por lote por atributos es el tipo más común de muestreo. En este tipo de muestreos se lleva a cabo una inspección de atributos por una cantidad previamente definida de unidades (muestra) de cada uno de los lotes. Si la cantidad de unidades no conformes es menor que el mínimo previamente definido, se acepta el lote; de lo contrario, se rechaza el lote dado que está por debajo de la norma.

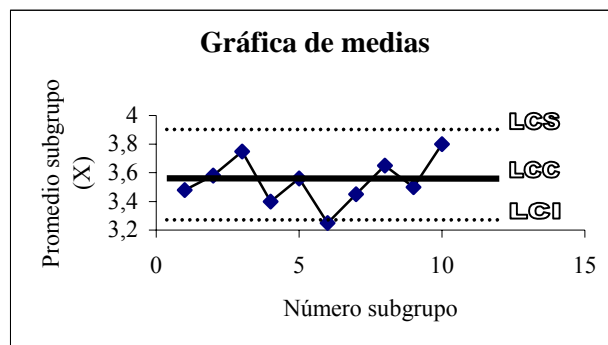
Para definir un plan de muestreo por atributos se utiliza el tamaño del lote, N , el tamaño de la muestra, n , y el número de aceptación, c . Por ejemplo, el plan siguiente:

$N = 700$ $n = 50$ y $c=2$; significa que un lote de 700 unidades se inspeccionarán 50, el lote se acepta si existen 2 o menos unidades no conformes, de lo contrario, el lote se rechaza.

Para indicar cuándo las variaciones que se registran en la calidad no rebasan el límite aceptable para el azar, se utiliza el método de análisis y de presentación de datos conocido como método de la gráfica de control. Un diagrama de control se puede definir como: Un método estadístico utilizado principalmente para el estudio y control de los procesos repetidos. Muestra si un proceso está o no estable.

En la figura 24 se muestra una gráfica de control. Esta gráfica en particular se conoce como gráfica de medias y en ella se registra la variación experimentada en el valor promedio de las muestras. Al eje horizontal se le denomina número de subgrupo, mediante el que se identifica una muestra en particular formada por una cantidad fija de observaciones. El eje vertical de la gráfica corresponde a la variable que se esté evaluando.

Figura 24. Gráfico de control



La línea continua de la mitad de la gráfica se puede interpretar como el promedio de los puntos graficados. Las dos líneas discontinuas son los límites de control superior

e inferior. Estos límites son un auxiliar para juzgar el grado de variación que se produce en la calidad de un producto.

Para configurar el par de gráficas de control correspondientes a la media (χ) y (R) es recomendable utilizar el siguiente procedimiento:

1. Definir cuál será la característica de la calidad
2. Escoger el subgrupo racional
3. Reunir los datos necesarios
4. Calcular la línea central de ensayo y los límites de control
5. Lograr el objetivo

Para calcular la línea central y los límites de control se deben utilizar las siguientes fórmulas:

$$\chi = \frac{\sum X_i}{N} \quad (1) \quad R = \text{Dato}_{\text{mayor}} - \text{Dato}_{\text{menor}} \quad (2) \quad \sigma = \frac{R}{d_2} \quad (3)$$

donde χ = promedio de los promedios del subgrupo

X_i = promedio del subgrupo i

N = cantidad de subgrupos

R = promedio de los rangos de los subgrupos

d_2 = dato de tablas

Límites de control natural

$$\text{LSN} = \chi + 3\sigma \quad (4)$$

$$\text{LCN} = \chi \quad (5)$$

$$\text{LIN} = \chi - 3\sigma \quad (6)$$

Límites de control de medias

$$\text{LSC}_X = \chi + A_2R \quad (7)$$

$$\text{LCC}_X = \chi \quad (8)$$

$$\text{LIC}_X = \chi - A_2R \quad (9)$$

Límites de control de rangos

$$LSC_R = D_4R \quad (10)$$

$$LCC_R = R \quad (11)$$

$$LIC_R = D_3R \quad (12)$$

Capacidad del proceso

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (13)$$

donde D_4 = dato de tablas del anexo

D_3 = dato de tablas del anexo

3.2 Definición de un control de pérdidas de material

Antes de iniciar a diseñar el sistema de control de calidad se van a corregir los errores explicados en la sección 2.4, las soluciones son las siguientes:

3.2.1 Soluciones para mejorar la calidad en bodega

1. Desarrollar una distribución de bobinas para identificar la ubicación de las mismas en la bodega de papel.
2. Lados ásperos y salientes en ambos lados de las abrazaderas deben ser reducidos y deben llevar caucho.
3. Realizar una señalización según los colores de seguridad para identificar los postes, columnas, pasillos, puertas y cualquier obstrucción para el montacargas.
4. Programar continuamente una revisión de la ubicación de las bobinas según la distribución que se mencionó en el numeral 1.
5. Planificar mantenimientos preventivos de las instalaciones del edificio para evitar que después de una tormenta, las bobinas se mojen por goteras.

3.2.2 Soluciones para mejorar la calidad en tren de corrugado

1. Mantener limpios los rodillos de presión de la cara sencilla. El permitir que el almidón se acumule en los rodillos causa mala calidad y desperdicio.
2. Impartir capacitación al personal para que comuniquen problemas que están causando mala calidad para que se pueda tomar una acción correctiva.
3. Las órdenes de producción deben examinarse por el supervisor y el triplero.
4. Mandar a reparación las tarimas dañadas para que no se usen en producción. Sobre todo examinarlas para ver si tienen clavos salidos.
5. Desarrollar un medio de comunicación de un lado del tren de corrugado al otro. Esto agilizará cambios repentinos que pueden haber en corrida de una orden.

3.2.3 Soluciones para mejorar la calidad en flexofólder y misceláneos

1. Láminas de desperdicio deben usarse para hacer pruebas de registro.
2. Revisar todas las órdenes de producción para evitar errores posteriores. Instruir a los operadores en el uso de órdenes de producción.
3. Los únicos *clisés* que se deben colocar en el área de trabajo serán aquellos que se utilizarán en los pedidos posteriores.
4. Un área de recolección de tarimas de madera debe establecerse cerca de la sección de carga de cada máquina para la recolección de tarmas vacías.

5. Un área de recolección de desperdicio debe establecerse a un lado de la máquina y en una canasta de desperdicio debe colocarse en esta área.
6. Todas las pruebas deben revisarse físicamente contra la orden para ver el color y medirse las dimensiones de la cajas.
7. Las láminas de desperdicio deben ser contadas y examinadas para asegurarse que no se están tirando láminas buenas.

3.2.4 Soluciones para mejorar la calidad en producto terminado

1. Cuando se está entarimando el material se deben hacer camas de no más de 10 niveles.
2. Las tarjetas de referencia deben marcarse claramente cuando se está trabajando cajas de dos piezas para evitar confusiones.

3.2.5 Soluciones para mejorar la calidad en manejo de materiales y despacho

1. Definir claramente los pasillos pintándolos con líneas amarillas y eliminar obstáculos que obstruyen el libre tránsito de los montacargas.
2. Los montacarguistas deben saber lo que cuesta el desperdicio ya que pueden prevenir el daño al cartón terminado.

3.3 Pruebas de calidad del adhesivo

3.3.1 Viscosidad

a. Descripción: la viscosidad mide qué tan espeso se encuentra el adhesivo, es decir, qué tan ralo se encuentra la fórmula. La prueba de viscosidad mide cuánto tiempo se tarda la mezcla en bajar de un punto a otro punto más abajo.

Figura 25. Prueba de viscosidad



Fuente: Manual de formación técnico comercial. ACCCSA Pag. 25

b. Método de muestreo: actualmente se están fabricando dos *bach* al día así es que se tomarán cuatro muestras dos cada *bach* uno al inicio y el otro al final del mismo.

c. Material: copa *Stein may*, cronómetro y hoja de registro.

d. Procedimiento:

- Colocar encima de la abertura superior de la copa *Stein Hall* el tamiz metálico para filtrar cualquier impureza o acumulación de materia que puede obstruir el orificio inferior y tomar una muestra líquida del almidón, que regresa por los ductos de circulación al tanque de almacenamiento.
- Efectuar con el cronómetro la medición del tiempo que transcurre desde que se hace visible el pin superior de la copa hasta que se hace visible el pin inferior, al bajar el nivel del almidón debido a su escurrimiento a través del orificio.
- Anotar los datos en una hoja de registro para el gráfico de control y efectuar los cálculos de media y rango.

e. Normas de aceptación:

Tabla VII. Especificaciones de Viscosidad

Límite de Especificaciones	Rango de Aceptación (segundos)	Rango de Rechazo (segundos)
Límite inferior especificaciones	40	Menos de 40
Límite superior especificaciones	50	Mayor de 50

3.3.2 Punto de gel

a. Descripción: mide la temperatura a la cual se empieza a gelatinizar el adhesivo en el papel.

b. Método de muestreo: al igual que la prueba de viscosidad, para determinar el punto de gel se tomarán dos muestras por cada *bach* uno al inicio y el otro al final del mismo.

c. Material: *Beaker* *pirex* 150 ml, estufa eléctrica, termómetro y Hoja de verificación.

d. Procedimiento:

- Tomar una muestra líquida del almidón.
- Agregar agua en el medidor e introducir el *Beaker* en él. Colocar el recipiente metálico en exposición al calor en la estufa eléctrica.
- Agitar la muestra hasta el momento en el cual esté iniciando la solidificación de la muestra, cuando esto ocurre se toma la temperatura.
- Registrar los datos y efectuar los cálculos de media y rango.

e. Normas de aceptación:

Tabla VIII. Especificaciones de punto de gel

Límite de Especificaciones	<i>SINGLE FACER</i>		<i>DOUBLE BACKER</i>	
	Rango de Aceptación	Rango de Rechazo	Rango de Aceptación	Rango de Rechazo
Límite inferior especificaciones	63° C 146° F	Menos de 63° C	60° C 140° F	Menos de 60° C
Límite superior especificaciones	67 152° F	Mayor de 67° F	61 142° F	Mayor de 61° F

3.4 Pruebas de calidad para el cartón

3.4.1 Calibre del papel

a. Descripción: el calibre es una de las propiedades más importantes del cartón corrugado. El cartón corrugado de bajo calibre pierde todas sus propiedades de resistencia. Por esta razón el calibre debe ser controlado a la salida del corrugador y después del proceso de flexografía. El calibre se mide con un calibrador de papel milésimas de pulgada.

Figura 26 Prueba de calibre



Fuente: Manual de formación técnico comercial. ACCCSA Pag. 28

b. Método de muestreo: tomar tres muestras de láminas que abarquen todo el ancho del rollo que se esté trabajando.

c. Material: dispositivo especial para recortar circularmente, recipiente plano y la máquina de evaluadora de *test*.

d. Procedimiento:

- Tomar tres muestras (centro y dos en las orillas) de una lámina y recortar en forma circular, por medio de un dispositivo especial, las muestras deben ser de un diámetro de 10 pulg².
- Numerar cada una de las tres muestra para identificar su posición cuando pasa en los rodillos de presión del corrugador.
- Colocar cada muestra en el calibrador.
- Registrar los datos y hacer los cálculos de media y rango.
- Registrar los datos y hacer los cálculos de media y rango.

e. Normas de Aceptación

Se aceptará cuando se encuentre dentro de los límites de especificaciones que varían según la flauta y tipo de *test*.

Tabla IX. Especificaciones de calibre de papel

<i>TEST</i>	Flauta B		Flauta C	
	LIE (Milésima plg)	LSE (Milésima plg)	LIE (Milésima plg)	LSE (Milésima plg)
125	105	111	146	152
150	109	115	150	156
175	111	117	152	158
200	103	119	154	160
250	122	128	163	169
350	144	150	185	191

3.4.2 *Flat crush*

a. Descripción: la prueba de *Flat Crush* evalúa la resistencia de las flautas en el cartón corrugado, a una fuerza aplicada perpendicularmente a la superficie del mismo. El *Flat Crush* nos da una idea de la calidad del corrugado medio o de si algún daño se le ha hecho a las flautas una vez formadas. Por esta razón se debe tener gran cuidado en seleccionar las muestras para esta prueba con el fin de estar seguros de que ellas reflejen esta característica al ser evaluadas y que los bajos resultados de la prueba sean interpretados adecuadamente.

Figura 27 *Flat Crush*



Fuente: Manual de formación técnico comercial. ACCCSA Pag. 28

b. Método de muestreo: por ser una producción intermitente se harán inspecciones cada vez que exista cambio de ancho de rollo y con base en las tablas Militar Estándar STD 102 se tomará una muestra según la cantidad de láminas a producir.

c. Material: dispositivo especial para recortar circularmente, recipiente plano y la máquina evaluadora de *test*.

d. Procedimiento:

- Se toma una muestra del cartón de forma circular la cual es corta con un dispositivo especial para que ella sea de 10 pulg².
- Introducir la muestra en forma plana dentro de un recipiente, esto con el fin de evitar que un *liner* se deslice respecto del otro al someterla a compresión y así evitar la falla por flexión.
- Colocar el recipiente con la muestra sobre la máquina de *test* y hacer la prueba. El resultado de la máquina dividirlo entre 10.
- Registrar los datos y hacer los cálculos de media y rango.

e. Normas de aceptación:

Tabla X. Especificaciones de *flat crush*

Límite de Especificaciones	FLAUTA C		FLAUTA B	
	Rango de Aceptación	Rango de Rechazo	Rango de Aceptación	Rango de Rechazo
LIE (lbs/plg ²)	21.3	Menos de 21.3	28	Menos de 28
LSE (lbs/plg ²)	24.2	Más de 24.2	Más de 28	

3.4.3 Ring Crush

a. Descripción: Una prueba estándar realizada para medir la fuerza de compresión del papel. Una pequeña sección de papel, 1/2" x 6", es colocado en un aparato especial para determinar el valor de resistencia.

Figura 28. Ring Crush



b. Método de muestreo: por ser una producción intermitente se harán inspecciones cada vez que exista cambio de ancho de rollo y con base en las tablas Militar Estándar STD 102 se tomará una muestra según la cantidad de láminas a producir.

c. Material: guillotina, recipiente metálico en forma circular y la máquina evaluadora de *test*.

d. Procedimiento:

- Recortar el papel a medida en la guillotina.
- Introducir la muestra de papel en un molde metálico y colocarlo en la máquina evaluadora de *test*.
- Recopilar los datos y hacer los cálculos de media y rango.

e. Normas de aceptación:

Tabla XII. Especificaciones de Ring Crush

Tipo de Papel	Rango de Aceptación		Rango de Rechazo	
	LIE (lbs/plg)	LSE (lbs/plg)		
26 liner	35.94	37.44	Menos de 35.9	Más de 37.44
33 liner	50.1	51.6	Menos de 50.6	Más de 51.6
38 liner	60.5	62	Menos de 62	Más de 62
42 liner	72.7	74.2	Menos de 74.2	Más de 74.2
69 liner	109.2	110.7	Menos de 109	Más de 110.7
26medium	34.6	36.1	Menos de 34.6	Más de 36.1
33 medium	57.8	59.3	Menos de 57.8	Más de 59.3
40 medium	81.3	82.8	Menos de 81.3	Más de 82.8

3.4.4 ECT

a. Descripción: mide la fuerza máxima de compresión paralela a las flautas, que una muestra de cartón puede soportar antes de fallar. Esta prueba se usa para determinar la resistencia a la estiba de un empaque corrugado y se expresa en libras por pulgada lineal.

Figura 29. Prueba ECT



Fuente: Manual de formación técnico comercial. ACCCSA Pag. 25

b. Método de muestreo: por ser una producción intermitente se harán inspecciones cada vez que exista cambio de ancho de rollo y con base en las tablas Militar Estándar STD 102 se tomará una muestra según la cantidad de láminas a producir.

c. Material: dos bloques metálicos para sujetar la prueba, máquina evaluadora *test*.

e. Procedimiento:

- Se toma una muestra de un cuadrado de 2" de largo por 2" de alto.
- Sujetar la muestra con los dos bloques metálicos, esto para sujetar la muestra y evitar que esta falle por flexión.
- Colocar los dos bloques metálicos con la muestra sobre la máquina de *test* y hacer la prueba. El resultado de la máquina dividirlo entre 2.
- Registrar los datos y hacer los cálculos de media y rango.

e. Normas de aceptación:

Tabla XII. Especificaciones ECT

<i>Test</i>	Rango de Aceptación		Rango de Rechazo	
	LIE (lbs/plg)	LSE (lbs/plg)	LIE (lbs/plg)	LSE (lbs/plg)
125	19	23	Menos de 19	Más de 23
150	22	26	Menos de 22	Más de 26
175	25	29	Menos de 25	Más de 29
200	28	32	Menos de 28	Más de 32
250	34	38	Menos de 34	Más de 38
275	41	45	Menos de 41	Más de 45
350	56	60	Menos de 56	Más de 60

3.4.5 Pin adhesión

a. Descripción: esta prueba mide la adhesión existente entre los *liners* y el corrugado medio. El pin adhesión 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.

b. Método de muestreo: por ser una producción intermitente se harán inspecciones cada vez que exista cambio de ancho de rollo y con base en las tablas Militar Estándar STD 102 se tomará una muestra según la cantidad de láminas a producir.

c. Material: dos peines metálicos y la máquina evaluadora de *test*.

d. Procedimiento:

- Se recorta una muestra de cartón según las siguientes medidas:

Flauta “A” 2” X 2 ½”

Flauta “B” 1 ¼” X 4”

Flauta “C” 2” X 6”

- Colocar los dos bloques metálicos con la muestra sobre la máquina de *test* y hacer la prueba. Si la muestra es flauta C dividir el resultado de la maquina entre 2 mientras si la muestra es B dividir el resultado entre 1.25.
- Registrar los datos y hacer los cálculos de media y rango.

V. Normas de aceptación:

Tabla XIII Especificaciones de *pin adhesión*

<i>Test</i>	<i>SINGLE FACER</i>		<i>DOUBLE BACKER</i>	
	LIE (lbs/pié ²)	LSE (lbs/ pié ²)	LIE (lbs/ pié ²)	LSE (lbs/ pié ²)
125	50	55	60	65
175	55	60	65	70
200	60	65	70	75
275	65	70	75	80

3.4.6 Resistencia a la humedad del adhesivo

- a. Descripción:** esta prueba se realiza para adhesivos resistentes al agua.
- b. Método de muestreo:** esta será una prueba por atributos, es decir, se harán evaluaciones a consideración del supervisor.
- c. Material:** estufa eléctrica, balde con agua.
- d. Procedimiento:**
 - Curar las muestras durante 24 horas, es decir, calentar en estufa a 105° C.
 - Sumergir las muestras en agua hasta quedar totalmente cubiertas durante 24 horas.

- Deslaminar la muestra para evaluar el desprendimiento de fibra del *liner* y del corrugado medio.

e. Normas de aceptación:

Será una evaluación por atributos es decir, según criterio del control de calidad.

3.4.7 Patrón de goma

a. Descripción: esta prueba es llamada también prueba de yodo y tiene como fin verificar la adhesión entre *liners* y el corrugado medio.

b. Método de muestreo: esta será una prueba por atributos, es decir, se harán evaluaciones a consideración del supervisor.

c. Material: muestra de cartón que abarque todo el ancho del rollo, balde con agua, solución de yodo y hoja de verificación.

d. Procedimiento:

- Numerar y sumergir la muestra en agua hasta que se puedan despegar con la mano los papeles del cartón.
- Mojar con yodo los *liners* en su parte inferior, es decir, donde se aplicó el adhesivo.
- Observar el resultado y anotar los resultados.

e. Normas de aceptación:

Será una evaluación por atributos, es decir, según criterio del control de calidad.

3.4.8 Medidas de la lamina de cartón

- a. Descripción:** esta prueba consiste en medir el largo y ancho de la lámina de cartón con el fin de que al llegar esta lámina a la sección de flexos se pueda formar una caja con las medidas dentro de los límites de especificación.
- b. Método de muestreo:** se tomará una lámina por cada corte que se realice en el triplex en un intervalo de tiempo variable, según la cantidad de láminas del pedido.
- c. Material:** cinta métrica y hoja de registro.
- d. Procedimiento:**
- Medir el largo y ancho de la los datos.
 - Medir las distancias de las sisas.
 - Registrar los datos y hacer los cálculos de media y rango.
- e. Normas de aceptación:**
- Los resultados de media y rango deben estar dentro de los límites de control para ser aceptado el lote.
 - Los resultados de media y rango que se encuentren fuera de los límites de control tendrá como consecuencia un rechazo del lote.

3.5 Causa de pérdidas de calibre en el cartón

Cuando se forma la flauta del corrugado medio se está en una etapa plástica, en la que está involucrado calor y humedad, en cualquier etapa posterior al proceso de corrugación se puede afectar el calibre. Cualquier punto de la operación representa un riesgo potencial de pérdida de calibre, siendo en algunas oportunidades un compromiso en la calidad del cartón, y el proceso en sí mismo.

Así es que para lograr una buena calidad en la caja ésta debe ser muy resistente, es decir, evitar que se esté perdiendo calibre en el cartón. Algunas de las causas para tener pérdidas de calibre en el cartón son las siguientes:

- Rodillos corrugadores fuera de paralelismo: Hacer un cheque mensual del paralelismo de los rodillos corrugadores.
- Presión excesiva en el rodillo de presión: Usar presiones de 40 a 50 *psi* en corrugadores neumáticos y 400 a 500 *psi* en hidráulicos.
- En el *double backer*: Por planchas desniveladas o porque las barras de levantamiento de las bandas no bajan totalmente por suciedad en las guías.

3.6 Resistencia a la compresión teórica

La resistencia a la compresión dinámica es un índice de la calidad general del empaque, es una prueba de cadenas con eslabones débiles, ya que donde quiera que haya línea de dedos, altos y bajos, corrugaciones sueltas en el cartón existirá una baja resistencia a la compresión.

Todas las cuatro paredes de contribuir a la resistencia a la compresión de la caja de tal forma que si se tiene cartón encocado hacia fuera la resistencia de la caja se disminuye. Se ha encontrado que si el encocamiento es hacia el producto la resistencia se aumenta porque el producto no deja desplazar el cartón.

Si al elaborar la caja se deja una ranura de 1/8" por debajo de la línea de escora la resistencia a la compresión se baja hasta en un 15%. Se puede predecir la resistencia a la compresión de las cajas vacías, en estilo de caja regular, haciendo uso de fórmula 1 para condiciones a 73° F y 50% de humedad relativa.

3.7 Pruebas de calidad de la tinta flexográfica

3.7.1 Viscosidad

a. Descripción: mide que tan espesa o rala se encuentra la tinta. La prueba de viscosidad mide cuanto tiempo se tarda la mezcla en bajar de un punto a otro punto más abajo.

b. Método de muestreo: por ser una producción intermitente se hará una inspecciones cada vez que exista cambio color, se harán inspecciones al inicio, en corrida sí el pedido es de más de 15 minutos y al final.

c. Material: copa Zahn 2, cronómetro y hoja de registro.

d. Procedimiento:

- Colgar la copa Zahn 2 verticalmente por el pequeño aro al final de la copa, sí el aro está perdido, sostener la copa san 2 sobre el dedo así no se inclinará mientras se está tomando la viscosidad de una tinta.
- Sumergir la copa completamente adentro de la tinta y retirar la copa con un movimiento uniforme fuera de la tinta.
- Al sacar la copa activar el cronómetro para tomar tiempo y pararlo cuando el chorro de la tinta, saliendo de la copa empiece a romperse en pequeñas gotitas.
- Registrar los datos y efectuar los cálculos de media y rango.

e. Normas de aceptación:

Tabla XIV. Especificaciones de viscosidad

Límite de Especificaciones	Rango de Aceptación (segundos)	Rango de Rechazo (segundos)
Límite inferior especificaciones	45	Menos de 45
Límite superior especificaciones	+ de 45	*

3.7.2 Ph

a. Descripción: el pH representa la cantidad de alcalinidad en la tinta y así mantener su estabilidad.

b. Método de muestreo: por ser una producción intermitente se hará una inspecciones cada vez que exista cambio color, se harán inspecciones al inicio, en corrida si el pedido es de más de 15 minutos y al final.

c. Material: potenciómetro, agua destilada y hoja de registro.

d. Procedimiento:

- Sumergir el electrodo del potenciómetro en la tinta que se hará la prueba.
- Anotar en la hoja de registro el valor de pH registrado en el momento en que la lectura d la pantalla digital se estabilice.
- Efectuar los cálculos de media y rango para cada conjunto de datos registrados.

e. Normas de aceptación:

Tabla XV. Especificaciones de pH

Límite de Especificaciones	Rango de Aceptación (alcalinidad)	Rango de Rechazo (alcalinidad)
Límite inferior especificaciones	8	Menos de 8
Límite superior especificaciones	9	Mayor de 9

3.8 Definición de los puntos clave de supervisión

Para que una caja de cartón corrugado pueda satisfacer las necesidades las necesidades de los clientes, deben interrelacionarse correctamente un conjunto de variables. Parte de estas variables conforman lo que es el diseño del sistema de control de calidad, este sistema se compone de diferentes subsistemas que deben de funcionar correctamente para lograr tener un producto final con buena calidad. Las variables que conforman el sistema de control de calidad se dividirán en tres subsistemas que son: subsistema de calidad en la recepción de materia prima, subsistema de calidad en el producto en proceso, subsistema de calidad en el producto terminado. Las variables a controlar en cada subsistema se presentan a continuación:

Subsistema 1: Recepción de materia prima

MATERIA PRIMA

Almidón de Maíz
Bobina de papel
Papel *Liner*
Tinta flexográfica
Tinta flexográfica

P R U E B A

Peso de saco
Peso de bobina
Ring Crush
Peso de cubeta
Viscosidad

Subsistema 2: Producto en proceso

DEPTO. PRODUCCIÓN

Adhesivo
Adhesivo
Tren de corrugado
Tren de corrugado
Tren de corrugado
Tren de corrugado

P R U E B A

Viscosidad
Punto de gel
Calibre del papel
Flat Crush
E C T
Pin adhesión

Tren de corrugado	Medidas de lámina
Unidad flexográfica	Viscosidad
Unidad flexográfica	Ph
Unidad flexográfica	Medidas de caja
Unidad flexográfica	Tonalidad de Colores

Subsistema 3: Producto terminado

VARIABLE	PRUEBA
Registro de impresión	Observación
Escuadre de caja	Observación
Pegado de ceja de cierre	Observación

3.9 Definición del control estadístico de calidad

3.9.1 Control de calidad en la recepción de materia prima

El control de calidad principia con la recepción de las materias primas. Es necesario que todos los materiales pasen por la inspección de entrada antes de ser entregados para su transformación.

3.9.1.1 Evaluación de proveedores

Para hacer pedidos de materia prima se debe terminar con las políticas de comprar con proveedores tomando como único criterio el precio. 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 este tiempo que Guatemala está entrando a negociaciones de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos se requiere de una gran calidad la cual no se puede obtener con materias primas de mala calidad. No es posible que el precio sea el criterio más importante sin atender la calidad. El precio de la caja corrugada no tiene sentido si no se considera en relación con la calidad. Por consiguiente, no se debe preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino a aquél que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezca mejor calidad.

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

3.9.1.2 Plan del diseño de muestreo

Para ser el diseño del plan de muestreo se tomarán un muestreo de aceptación por atributos y se basa en las tablas militar estándar-105D, estos planes se deben realizar bajo una inspección normal y se debe definir el nivel de calidad aceptable (NCA) bajo políticas de la empresa pero se recomienda un 1% para cuando hay problemas críticos, 2.5% para defectos mayores y un 4% para defectos menores.

Como se definió en la sección 3.8 las materias primas a evaluar aquí serán el almidón, los papeles que conforman el cartón y las tintas flexográficas. y cada una de estas materias primas se le aplicará cada una de las pruebas ya descritas en la sección 3.3, 3.4 y 3.7 el tamaño de la muestra que se tomará para realizar las pruebas, de los lotes ingresan a la planta de producción, será variable debido a que por ser un proceso de producción intermitente el ingreso de materias primas también será diferente.

Por ejemplo un muestreo de aceptación por atributos usando las tablas militar estándar-105D, tenemos, que se recibe un lote de $N = 4000$ unidades, se seleccionará un muestreo de tipo normal en donde obtenemos una letra código L y en la tabla X del anexo X se ve que debe seleccionar una muestra de $n = 200$ unidades de las cuales bajo se aceptan $c = 10$ como máximo de unidades defectuosas y un número mayor a 10 tendría como consecuencia el rechazo del lote completo.

- Prueba Piloto de muestreo de aceptación por variables:

Como se definió en la sección 3.7 la prueba de aceptación de tinta flexográfica debe tener una viscosidad mínima de 45 segundos. Ingresamos a la planta de producción un lote de 50 cubetas y se debe tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote.

Se va a trabajar bajo un sistema de muestreo de aceptación por variables para el cual se usará las tablas Dodge – Roming MIL-STD-414 bajo una inspección normal y un NCA = 2.5% la cual definidos que era para detectar defectos mayores.

Paso 1: Buscar información en tablas

En el anexo se encuentra la tabla X de la norma MIL-STD-414/Z1.9, allí encontramos la letra código D y en la tabla X se encuentra que se necesita una muestra de 5 datos. Y las viscosidades correspondientes a las 5 muestras son: 46, 65, 58, 52 y 63 segundos.

Paso 2: Determinar la media y desviación estándar

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{46 + 65 + 58 + 52 + 63}{5} = 56.8 \text{ segundos}$$

$$S = \left[\frac{\sum \{x_i - \bar{X}\}^2}{n - 1} \right]^{1/2} = 7.855 \text{ segundos}$$

Paso 3: Índice de calidad inferior

$$Q_L = \frac{X - L}{S} = \frac{56.8 - 45}{7.855} = 1.5$$

Paso 4: Cálculo del porcentaje de no conformidad menor a $L = P_L$

$$P_L = 3.8 \%$$

Paso 5: Porcentaje de no conformidad máxima permisible: M

$$\text{De la tabla XXIV } M = 9.8 \%$$

Paso 6: Comparar y tomar la decisión de aceptar ssi $P_L < M$

Como 3.8 es menor a 9.8, es decir, $P_L < M$ por lo que si acepto el lote de tintas flexográficas.

3.9.1.3 Hojas de registro

Para la recepción de las distintas materias primas se utilizará una hoja de registro la cual se deberá de llenar según los datos que se piden en la misma.

Para cuando el material no se encuentra dentro de las especificaciones se pueden tomar dos decisiones, la primera consiste en aceptar el material pero hacerle un primer llamado a los proveedores para que mejoren su calidad y la segunda decisión consiste en rechazar el material. Para cuando el departamento de control de calidad incurra en cualquiera de estas dos decisiones se debe notificar a través del formulario R MP 11402 - 03:

Figura 30. Hoja de registro de materia prima

NOMBRE DE EMPRESA PRODUCTORA	Reporte de Recepción de Materias Primas	HOJA DE REGISTRO MP 266 - 03
---------------------------------	--	---------------------------------

Material:	
Fecha de Recepción:	
Cantidad ingresada:	
Proveedor:	

A) Prueba de Peso en Almidón

Material	X ₁	X ₂	X ₃	X _n
Almidón				
Bórax				
Soda Cáustica				

B) Prueba de Tinta flexográfica

Color	X ₁		X ₂		X ₃		X ₄	
	Peso	Viscosidad	Peso	Viscosidad	Peso	Viscosidad	Peso	Viscosidad
Rojo								
Azul								
Negro								

C) Prueba en el Papel

Color	X ₁		X ₂		X ₃		X ₄	
	Peso	Ring Crush	Peso	Ring Crush	Peso	Ring Crush	Peso	Ring Crush
Linier								
Médium								

Decisión de la Fábrica:

1 Material Aceptado <input type="checkbox"/>	2. Pasar al Formulario R MP 11402 - 03 <input type="checkbox"/>
--	---

Observaciones

Control de calidad

Figura 31. Reporte de desviación de especificaciones

NOMBRE DE EMPRESA PRODUCTORA	Reporte de Desviación de las Especificaciones	FORMULARIO R MP 11402 - 03
---------------------------------	--	-------------------------------

Material:	Tinta flexográfica	Significa materia prima que se estudie
No. de Boletín:	001	Significa número de notificación
Fecha de Recepción:	día/mes/año	Fecha que ingreso materia prima
No. de Pedido:	39001	
Cantidad ingresada:	20 cubetas	
Proveedor:	Comercial de Tintas	

Defectos:

- Viscosidad debajo de la norma
- Peso por debajo de la norma
- Etc.

Decisión de la Fábrica:

<input checked="" type="checkbox"/>	1. Fuera de la norma. No amerita rechazo. RECLAMO. Proveedor debe mejorar su calidad.
<input type="checkbox"/>	2. El material es inaceptable. RECHAZO. Indicar al proveedor que retire el material de las bodega de materia prima lo antes posible.

Observaciones

Fecha y Vo. Bo.

Control de calidad

Gerente de Planta

3.9.1.4 Gráficos de control

Las pruebas que se realicen en la recepción de materia prima deberán de graficarse en un diagrama de control el cual se indicarán los límites de control superior e inferior así como el límite central, estas gráficas serán tanto para control de medias como para control de rangos.

Para determinar los límites central, superior e inferior de medias y rangos se deberán utilizar las ecuaciones descritas en la sección 3.1 . Se definió que los datos muestreados deberán estar dentro de dichos límites los cuales se entenderán de la siguientes manera:

Para el almidón los datos deben estar arriba del límite inferior de control y no importe que se pase del límite superior de control. Para la bobina de papel se realizan dos pruebas por lo que se tendrán dos gráficos, el primero grafica los datos de peso y se interpretará igual al descrito para el almidón y el segundo diagrama es para la prueba Ring Crush y aquí los datos si deben estar dentro de los límites de control. Y por ultimo la tinta flexográfica es la tercer materia prima que se graficará, para la tinta se tendrán dos diagramas de control uno será para el peso de las cubetas que ingresan y la segunda es para graficar la viscosidad y estos diagramas no importa que los datos pasen el límite superior de control.

- Prueba piloto para gráficos de control_:

Una de las pruebas de calidad que deberán realizare al papel en su estado de materia prima al ingreso de la planta de producción será el *Ring Crush* y sobre esta prueba es que se hará el gráfico de control por variables de esta prueba. Se recopilaron los datos por medio del procedimiento ya descrito de cómo hacer la prueba de *Ring*

Crush. La prueba se hizo en un papel 26 *liner* y la información se recopiló en la hoja de registro X con ocho subgrupos y los datos se presentan a continuación:

Tabla XVI. Hoja de registro para *ring crush*

No de Subgrupo	Mediciones				X	R
	1	2	3	4		
1	36,45	36,80	36,65	36,84	36,685	0,39
2	36,61	36,22	36,20	37,16	36,55	0,96
3	37,35	36,98	37,06	36,94	37,08	0,41
4	36,41	36,65	36,55	36,48	36,52	0,24
5	37,12	36,50	36,42	36,83	36,72	0,62
6	36,08	36,85	36,79	36,72	36,61	0,71
7	37,02	37,38	37,15	36,99	37,135	0,39
8	36,85	37,07	37,18	36,40	36,88	0,33
					36.80	0,51

Ahora que ya obtuvimos la media de medias y el promedio de rangos del conjunto de datos, pasamos entonces a determinar la capacidad, los límites naturales y los límites de control del proceso tanto para el gráfico de medias como para el gráfico de rangos.

Paso 1: Capacidad del proceso

Para determinar la capacidad del proceso se utilizará la ecuación X y para determinar la desviación estándar (σ) se necesita el factor d_2 el cual se encuentra en la tabla X del anexo X para un número de subgrupos de 4 los resultados son los siguientes:

$$\sigma = \frac{R}{d_2} = \frac{0.51}{2.059} = 0.248$$

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{37.44 - 35.94}{6(0.248)} = \frac{1.5}{1.486} = 1.01$$

Para que el proceso se encuentre bajo control se debe tener una capacidad del proceso arriba de 1 y en la prueba realizada se obtuvo un valor de 1.01 por lo que se

puede decir que el papel que está enviando el proveedor está dentro de los requerimientos.

Paso 2: Límites Naturales del proceso

Para determinar los límites naturales del proceso se utilizarán las ecuaciones X, en las cuales se utilizará la desviación estándar (σ) arriba mencionad, los resultados son los siguientes:

$$LNS = \chi + 3\sigma = 36.8 + 3(0.248) = 37.544$$

$$LNC = \chi = 36.8$$

$$LNI = \chi - 3\sigma = 36.8 - 3(0.248) = 36.056$$

Paso 3: Límites de control de medias

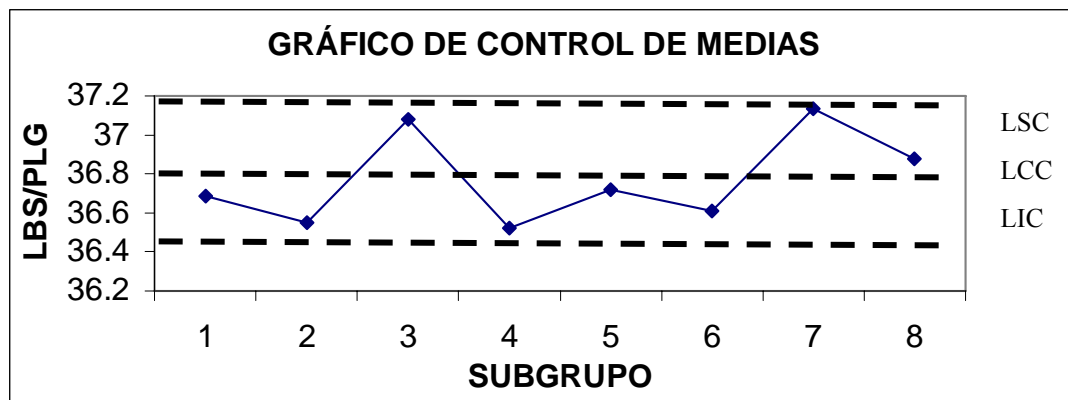
Para determinar los límites de control de medias se utilizará la ecuación 7-9 para determinar el factor A_2 se utilizará la tabla X del anexo para un número de subgrupos de 4, los resultados son los siguientes:

$$LCS_X = \chi + A_2R = 36.8 + 0.729(0.51) = 37.17$$

$$LCC_X = \chi = 36.8$$

$$LCI_X = \chi - A_2R = 36.8 - 0.729(0.51) = 36.428$$

Figura 32. Gráfico de control de medias de *ring crush*



Paso 4: Límites de control de rangos

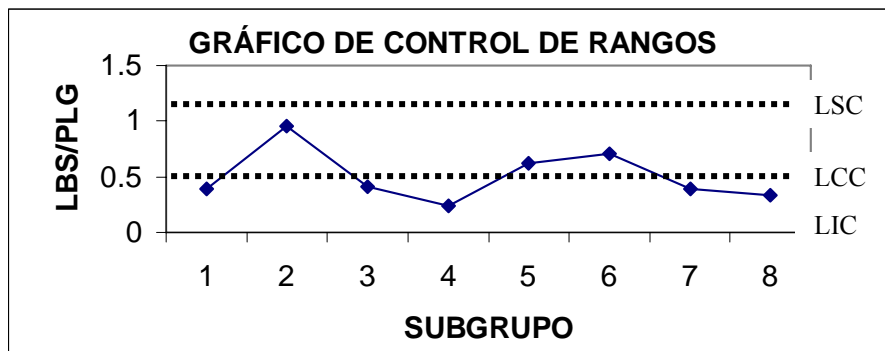
Para determinar los límites de control de rangos se utilizará la ecuación 10-12 y para determinar los factores D_4 y D_3 se utilizará la tabla X del anexo para un número de subgrupos de 4, los resultados son los siguientes:

$$LCS_R = D_4R = 2.282(0.51) = 1.164$$

$$LCC_R = R = 0.51$$

$$LCI_R = D_3R = 0(0.51) = 0$$

Figura 33. Gráfico de control de rangos de *ring crush*



La conclusión de los anteriores gráficos de control se presentan más adelante.

3.9.2 Control de calidad en el proceso de producción

3.9.2.1 Plan de muestreo

Para realizar un plan de muestreo se debe acabar con la inspección masiva. En su lugar se debe tener una evidencia estadística de que las cajas de cartón corrugado se hace con calidad. La inspección masiva es una rutina planeada para los casos en los que se reconoce que no es posible hacer correctamente las cosas.

En lugar de la inspección masiva de las cajas de cartón, el diseño del plan de muestreo, se realizará bajo un muestreo de aceptación por atributos y variables los cuales se basan en las tablas militar estándar-105D y la Dodge – Roming MIL-STD-414/Z1.9.

Estos planes se deben realizar bajo una inspección normal y conforme el proceso este bajo control se pasará de una inspección normal a una inspección reducida y por el contrario si el proceso esta fuera de control se pasará a una inspección rigurosa. Y además se va a definir el nivel de calidad aceptable (NCA) bajo políticas de la empresa pero se recomienda un 1% para cuando hay problemas críticos, 2.5% para defectos mayores y un 4% para defectos menores.

Como se definió en la sección 3.8 el producto en proceso a evaluar aquí se dividió en dos secciones, la primera es en el tren corrugado en el cual le evaluarán aspectos relacionados con la calidad de la lámina de cartón corrugado, para evaluar esta calidad se realizarán las pruebas descritas en la sección 3.4.

Y la segunda sección será en los flexos, y es aquí en donde se aplicará un segundo tipo de inspección en el cual se evaluarán aspectos cualitativos. Estos aspectos son los que el cliente observa primero y son los siguientes: tonalidad de los colores, registro de impresión y dimensiones de la caja. Para evaluar la calidad de la caja se realizarán las pruebas descritas en la sección 3.7.

Por ejemplo un lote de $N = 1000$ cajas con un NCA del 4%, se seleccionará una muestra de $n = 80$ cajas de las cuales se aceptan $c = 7$ como máximo de unidades defectuosas y un número mayor a 7 tendría como consecuencia el rechazo del lote completo.

- Prueba piloto de muestreo de aceptación por variables:

La prueba de muestro de aceptación en el producto en proceso es la de *Flat Crush*, la cual se realizó sobre una lámina *test* 175 flauta B. Como se definió la prueba de aceptación de la lámina de cartón corrugado debe tener una resistencia mínima de 28 lbs/ plg² . Se inspeccionará una orden de producción de 3000 láminas y se debe tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote.

Se va a trabajar bajo un sistema de muestreo de aceptación por variables para el cual se usará las tablas Dodge – Roming MIL-STD-414 bajo una inspección normal y un NCA = 2.5% la cual definidos que era para detectar defectos mayores.

Paso 1: Buscar información en tablas

En el anexo se encuentra la tabla X de la norma MIL-STD-414/Z1.9, allí encontramos la letra código K y en la tabla X se encuentra que se necesita una muestra de 50 datos. Y los resultados de las muestra son los siguientes:

Tabla XVII. Hoja de registro de *Flat Crush*

No Subgrupo	MADICIONES					TOTAL
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	
1	28,9	28,56	28,75	30,12	29,55	146,88
2	28,75	28,87	28,55	29,45	28,93	146,55
3	29,41	29,12	28,94	28,89	29,41	148,77
4	28,13	27,15	28,22	28,3	28,22	144,02
5	28,57	28,34	28,75	28,81	28,57	148,04
6	27,46	28,06	28,1	28,3	28,18	146,1
7	28,09	28,52	28,46	27,99	27,9	147,96
8	27,94	28,16	28,19	28,33	28,06	148,68
9	28,13	28,36	28,95	29,14	29,03	152,61
10	28,47	28,66	29,46	28,87	28,5	153,96
GRAN TOTAL						1483,57

Paso 2: Determinar la media y desviación estándar

$$X = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1483.57}{50} = 29.6714 \text{ lbs/plg}^2$$

$$S = \left[\frac{\sum \{x_i - X\}^2}{n - 1} \right]^{1/2} = 0.5528 \text{ lbs/plg}^2$$

Paso 3: Índice de calidad inferior

$$Q_L = \frac{X - L}{S} = \frac{29.6714 - 28}{0.5528} = 3.024$$

Paso 4: Cálculo del porcentaje de no conformidad menor a $L = P_L$

$$P_L = 0.084$$

Paso 5: Porcentaje de no conformidad máxima permisible: M

$$\text{De la tabla XXIV } M = 5.2 \%$$

Paso 6: Comparar y tomar la decisión de aceptar ssi $P_L < M$

Como 0.084 es menor a 5.2, es decir, $P_L < M$ por lo que si acepto el lote de láminas corrugadas.

3.9.2.2 Hojas de registro

Para el producto en proceso se deberá utilizar una hoja de registro la cual se deberá de llenar según los datos que se piden en la misma. Como se definió en la sección 3.8 se tienen tres departamentos producción en los cuales se llevará su respectivo control de calidad por lo que se tendrán tres hojas de registro, una para cada departamento.

Al igual que para el departamento de adhesivos, el tren de corrugado también tendrá su hoja de registro LC 11402-03 y luego se presenta la hoja de registro para el departamento de flexofolder, que como se explicó en la sección 2.8, es en donde se imprime la lamina de cartón, se hacen los cortes de solapas y se hace la transformación de lamina a su forma final de caja de cartón carrugado.

Figura 34. Hoja de registro del adhesivo

NOMBRE DE EMPRESA PRODUCTORA	Reporte de Calidad en Producto en Proceso	HOJA DE REGISTRO PPA 11402 - 03										
Departamento de Adhesivo												
Fecha: _____												
Proveedor adhesivo: _____												
Analista: _____												
NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	PRUEBA DE VISCOSIDAD					PRUEBA DE PUNTO DE GEL				
			X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1		8:30										
2	Lunes	11:00										
3		2:00										
4		4:30										
5		8:30										
6	Martes	11:00										
7		2:00										
8		4:30										
9		8:30										
10	Miércoles	11:00										
11		2:00										
12		4:30										
13		8:30										
14	Jueves	11:00										
15		2:00										
16		4:30										
17		8:30										
18	Viernes	11:00										
19		2:00										
20		4:30										

Decisión de la Fábrica: 1 Lote Aceptado 2. Lote Rechazado

Observaciones

Control de calidad

Figura 35. Hoja de registro de tinta flexográfica

NOMBRE DE EMPRESA PRODUCTORA	Reporte de Calidad en Producto en Proceso	HOJA DE REGISTRO PPC 11402 - 03										
Departamento de Flexofolder												
Fecha: _____ Analista: _____												
COLOR	ORDEN PRODUCCION	VISCOSIDAD				p H				MEDIDAS INTERNAS		
		X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4	LARGO	ANCHO	ALTO
ROJO	1											
	2											
	3											
	4											
AZUL	1											
	2											
	3											
	4											
NEGRO	1											
	2											
	3											
	4											
VERDE	1											
	2											
	3											
	4											
Observaciones <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>												
Fecha y Vo. Bo. <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> _____ Control de calidad </div>												

3.9.2.3 Recopilación y clasificación de datos

Toda la información necesaria para realizar el muestreo de aceptación y los gráficos de control deben hacerse cuando se está en la etapa de alistamiento de maquina.

No debe iniciar la producción sin la aprobación del encargado de control de calidad, el cual decidirá si aprobar o hacer las modificaciones necesarias y así corregir los errores presentados al inicio.

Esta recopilación de datos se clasificará en tres secciones las cuales si las vemos como un sistema será el sistema completo es el diseño de control de calidad del producto en proceso el cual contiene tres subsistemas que son el control en el departamento de adhesivo, tren de corrugado y flexofolder.

3.9.2.4 Gráficos de control

El segundo subsistema de control de calidad es el producto en proceso el cual contiene como uno de sus principales componentes los gráficos de control por variables. Estos gráficos se llenarán en dos secciones que son el tren de corrugado y en el departamento de flexos.

El primer grupo de gráficos por variables del producto en proceso que se realicen será en el tren de corrugado, será sobre las pruebas de calidad para el cartón corrugado y la información necesaria para hacer los cálculos se recopilará a través de las hojas de registro ya presentadas. Y el segundo grupo de gráficos del producto en proceso son gráficos por variables en los cuales evaluará la viscosidad de la tinta y el pH.

Al realizar los gráficos de control y calcular los límites central, superior e inferior de medias y rangos se deberán utilizar las ecuaciones descritas en la sección 3.1. Se definió que los datos muestreados deberán estar dentro de dichos límites los cuales se entenderán de la siguientes 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.

- Prueba piloto para gráficos de control:

Una buena calidad sobre el cartón empieza con tener un buen adhesivo, este debe ser ni tan seco que no penetre en el papel pero tampoco tan húmedo que aguade el cartón. Por ser una variable de calidad muy importante se presente como hacer los cálculos para los gráficos del punto de gel del almidón. Se recopilaron los datos por medio del procedimiento ya descrito de cómo hacer la prueba de Punto de Gel del almidón. La prueba se hizo en el *single facer* de la corrugadora y la información se recopiló en la hoja de registro X con ocho subgrupos y los datos se presentan a continuación:

Tabla XVIII. Hoja de registro para punto de gel

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				\bar{x}	R
			X_1	X_2	X_3	X_4		
1	Lunes	8:30	63,6	65	64,8	64,9	64,575	1,4
2		14:30	64,25	65,1	65,75	65,3	65,1	1,5
3	Martes	8:30	66,8	65,3	65,25	65,6	65,738	1,55
4		14:30	65	64,8	64,95	65,12	64,968	0,32
5	Miercoles	8:30	66,1	65,23	64,7	64,9	65,233	1,4
6		14:30	65,6	64,1	64,98	65,33	65,003	1,5
7	Jueves	8:30	64,9	66,4	66	64,7	65,5	1,7
8		14:30	65,7	65,13	64,33	64,85	65,003	1,37
9	Viernes	8:30	65,12	64	63,77	64,8	64,423	1,35
10		14:30	63,94	64,85	65,12	65,35	64,815	1,41
							65,04	1,35

Ahora que ya obtuvimos la media de medias y el promedio de rangos del conjunto de datos, pasamos entonces a determinar la capacidad, los límites naturales y los límites de control del proceso tanto para el gráfico de medias como para el gráfico de rangos.

Paso 1: Capacidad del proceso

Para determinar la capacidad del proceso se utilizará la ecuación X y para determinar la desviación estándar (σ) se necesita el factor d_2 el cual se encuentra en la tabla X del anexo X para un número de subgrupos de 4 los resultados son los siguientes:

$$\sigma = \frac{R}{d_2} = \frac{1.35}{2.059} = 0.65$$

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{67 - 63}{6(0.65)} = \frac{4}{3.9} = 1.03$$

Para que el proceso se encuentre bajo control se debe tener una capacidad del proceso arriba de 1 y en la prueba realizada se obtuvo un valor de 1.03 por lo que se puede decir que el punto de gel que el almidón que se está preparando se encuentra bajo control.

Paso 2: Límites Naturales del proceso

Para determinar los límites naturales del proceso se utilizarán las ecuaciones X, en las cuales se utilizará la desviación estándar (σ) arriba mencionad, los resultados son los siguientes:

$$LNS = \chi + 3\sigma = 65.04 + 3(0.65) = 66.99$$

$$LNC = \chi = 65.04$$

$$LNI = \chi - 3\sigma = 65.04 - 3(0.65) = 63.09$$

Paso 3: Límites de control de medias

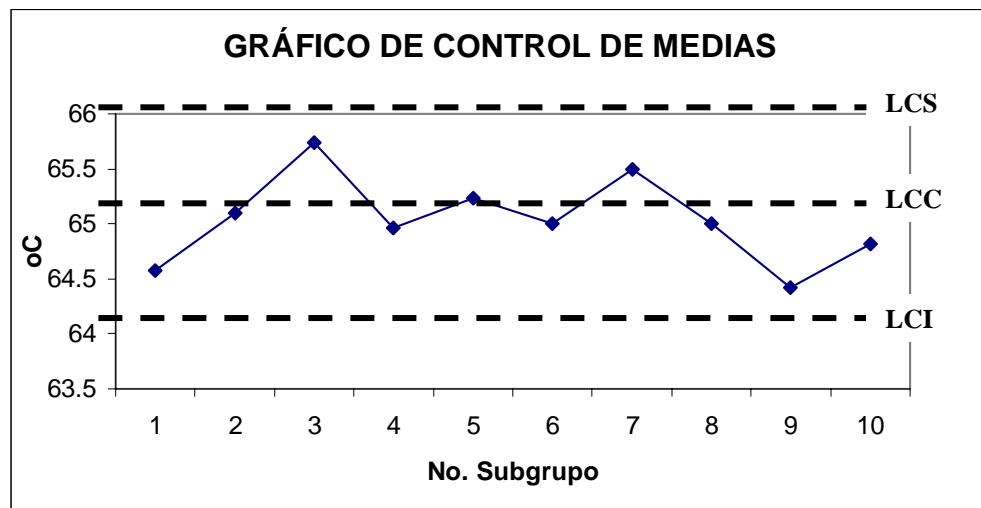
Para determinar los límites de control de medias se utilizará la ecuación \bar{X} y para determinar el factor A_2 se utilizará la tabla X del anexo X para un número de subgrupos de 4, los resultados son los siguientes:

$$LSC_X = \bar{\chi} + A_2R = 65.04 + 0.729(1.35) = 66.02$$

$$LCC_X = \bar{\chi} = 65.04$$

$$LCI_X = \bar{\chi} - A_2R = 65.04 - 0.729(1.35) = 64.05.$$

Figura 36. Gráfico de control de medias de punto de gel



Paso 4: Límites de control de rangos

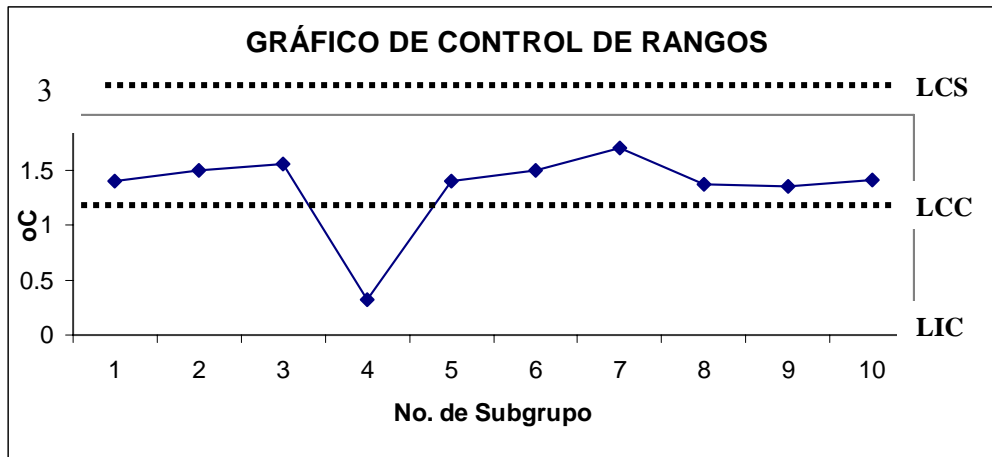
Para determinar los límites de control de rangos se utilizará la ecuación \bar{X} y para determinar los factores D_4 y D_3 se utilizará la tabla X del anexo X para un número de subgrupos de 4, los resultados son los siguientes:

$$LCS_R = D_4R = 2.282(1.35) = 3.08$$

$$LCC_R = R = 1.35$$

$$LCI_R = D_3R = 0(1.35) = 0$$

Figura 37. Gráfico de control de rangos de punto de gel



La conclusión de los anteriores gráficos de control se presentan más adelante.

3.9.3 Control de calidad en el producto terminado

3.9.3.1 Políticas y procedimientos

Como se definió en la sección 3.8 las variables de calidad a evaluar aquí serán el registro de impresión, el escuadre de la caja y el pegado de cierre. Dentro de las principales políticas para correr una orden de producción serán las siguientes:

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

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

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

3.9.3.2 Plan de muestreo

Para ser el diseño del plan de muestreo se tomará un muestreo de aceptación por atributos y se basa en las tablas militar estándar-105D, estos planes se deben realizar bajo una inspección normal y se debe definir el nivel de calidad aceptable (NCA) bajo políticas de la empresa pero se recomienda un 1% para cuando hay problemas críticos, 2.5% para defectos mayores y un 4% para defectos menores.

- Plan piloto de muestreo de aceptación por atributos:

El muestreo de aceptación por atributos en el producto terminado evaluará factores cualitativos de calidad en las cajas. Se inspeccionará una orden de producción de 5000 cajas con un NCA de 2.5% y se debe determinar si aceptar o rechazar la orden de producción.

En base a las tablas MIL-STD-105D y bajo una inspección normal se determina que la letra código es L. Esta letra código le corresponde un tamaño de una muestra (n) de 200 cajas de las cuales se aceptan $c = 10$ como máximo de unidades defectuosas y un número mayor a 10 tendría como consecuencia el rechazo del lote completo. Los resultados obtenidos fueron de 8 cajas con descuadre por lo que se toma la decisión de aceptar la orden de producción.

3.9.3.3 Hojas de registro

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

Figura 38. Hoja de registro de producto terminado

NOMBRE DE EMPRESA PRODUCTORA	Reporte de Calidad en Producto en Terminado	HOJA DE REGISTRO PT 11402 - 03
---------------------------------	--	-----------------------------------

Fecha: _____
Analista: _____

NÚMERO DE SUBGRUPO	NÚMERO DE PRODUCCIÓN	TABULACIÓN DE NO CONFORMIDADES	NÚMERO DE NO CONFORMIDADES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

3.9.3.4 Gráficos de control

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

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

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

- Plan piloto de gráficos de control por atributos

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

Se inspeccionan 8 órdenes de producción de 1000 cajas cada una, se inspeccionaron y se encontraron varios errores como lo son descuadre de la caja y mal pegue de la oreja de cierre. Los resultados son los siguientes:

Tabla XIX. Unidades defectuosas por unidad

No Orden	Unidades Defectuosas	Defectuosas por unidad
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

TOTAL 147

El gráfico P tiene como principal factor el siguiente:

$$P = \frac{\Sigma \text{unidades defectuosas}}{\Sigma \text{unidades inspeccionadas}} = \frac{147}{8000} = \mathbf{0.0184}$$

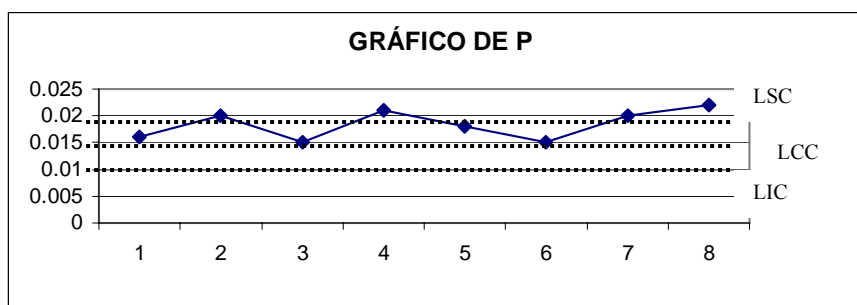
Los límites de control son:

$$LSC_p = P + 3\left(\frac{P(1-P)}{n}\right)^{1/2} = 0.0184 + 3\left(\frac{0.0184(1 - 0.0184)}{8000}\right)^{1/2} = \mathbf{0.023}$$

$$LCC_p = P = \mathbf{0.0184}$$

$$LIC_p = P - 3\left(\frac{P(1-P)}{n}\right)^{1/2} = 0.0184 - 3\left(\frac{0.0184(1 - 0.0184)}{8000}\right)^{1/2} = \mathbf{0.013}$$

Figura 39. Gráfico P de control en producto terminado



3.10 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. Los resultados en las pruebas fueron satisfactorios pero hay ciertos casos los cuales merecen una mención especial:

- La prueba piloto del muestreo de aceptación de materia prima para determinar si aceptar o rechazar el lote de tinta flexográfica, se obtuvo el resultado de aceptar el lote, pero se ven viscosidades muy variadas, lo que hace pensar que también habrán tonalidades variadas, por lo que se deben hacer arrastres para ver el color.
- Otro resultado muy interesante son los gráficos de control pero de rangos muy variados como los resultados de materia prima de papel en la prueba *Ring Crush*, esa variación puede ser causada de tener proveedores.

3.11 Conclusiones

- 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 comenzarse 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.

4 FORMA DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

La implementación del sistema de control de calidad es un proceso que convierte los planes de calidad en tareas específicas que velen por que la caja de cartón corrugado este dentro de las especificaciones de los clientes, y asegura que dichas tareas se ejecuten de modo que se logren los objetivos de los planes. Las actividades de la implementación pueden contener asignación de detalladas de trabajos, descripción de actividades y mucha comunicación.

4.1 Definir los objetivos del sistema de calidad

Un objetivo es un blanco hacia al que se apunta, un logro hacia el cual se encaminan los esfuerzos. Un objetivo de calidad es un blanco de calidad hacia el que se apunta. Al ser el cliente el enfoque principal de toda industria fabril, el principal objetivo de calidad será entonces **lograr la satisfacción del cliente**; además del objetivo anterior tenemos los siguientes objetivos también muy importantes son: la satisfacción a trabajadores, satisfacción a proveedores y satisfacción a accionistas.

Para lograr la calidad, es necesario que ésta se sustente en el cumplimiento de los objetivos. A continuación se describen gráficamente estos objetivos:

Figura 40. Objetivos de la calidad

Objetivos del sistema de control de calidad			
Satisfacción A Clientes	Satisfacción A Trabajadores	Satisfacción A Proveedores	Satisfacción A Accionistas

a) Satisfacción a clientes

Como se dijo anteriormente, el cliente es el enfoque principal del control de calidad tanto es así que se debe llegar a un punto en que la palabra calidad debe convertirse dentro de la empresa en una filosofía. Sólo teniendo clientes satisfechos podremos mejorar los resultados a corto y a largo plazo.

b) Satisfacción a trabajadores

Por años la tarea de la toma de decisiones ha sido una exclusividad de la alta gerencia, pero, dentro del sistema de control de calidad la participación de los trabajadores es vital. El hecho de que los administradores acepten las sugerencias de los trabajadores los motivará, ya que sus ideas por fin serán tomadas en cuenta, y hará que se identifiquen más con la organización.

c) Satisfacción a proveedores

No se puede producir un bien que satisfaga las expectativas de los clientes, a menos que la calidad, el precio, la cantidad y la fecha de entrega de las materias primas que lo conforman sean satisfactorias. Por esto, es sumamente importante para el productor el control de calidad que los proveedores ejerzan sobre las materias primas que fabrican. Para que el productor conozca los sistemas de calidad que el proveedor utiliza, es necesario fomentar más estrecha entre ambos. Asimismo, esta relación garantizará que el proveedor esté debidamente enterado de las especificaciones que el productor necesita que cumplan las materias primas para producir bienes de calidad. En otras palabras, es necesario incorporar a los proveedores a la empresa.

d) Satisfacción a accionistas

Es lógico imaginar que alguien que realiza una inversión espere recibir utilidades por la misma. De hecho, muchas empresas funcionan sobre la base **primero las utilidades** y posiblemente las obtengan rápidamente, más no podrán conservar su competitividad por mucho tiempo. La gerencia debe hacer hincapié en la calidad ante todo, y así ganará paso a paso la confianza de la clientela, lo que traerá un aumento de las ventas. A la larga, las utilidades mejorarán y permitirán una administración estable.

4.2 Definir una estrategia, visión, misión y metas

Toda nueva acción que tome una organización debe de contener una planificación a corto y largo plazo para lograr alcanzar eficientemente sus objetivos. Una planeación se compone de una estrategia, crear una visión a largo plazo y definir la misión y metas de la organización.

Para iniciar un nuevo sistema de control de calidad se debe indicar que es lo que se quiere lograr para que el sistema pueda llevar una dirección y se sepa que se espera de él. Ya mencionaron los objetivos del sistema pero ahora se define una estrategia, visión, misión y metas para la cartonera en estudio pero estos pueden variar según los propósitos de cada empresa.

Misión

Supervisar por que las cajas comerciales de cartón corrugado que se producen se encuentren dentro de los estándares de la calidad requeridos por los clientes. Utilizando para ello, el equipo y pruebas descritas en el capítulo 3 según el departamento en que se encuentre la caja en su estado de producto en proceso y si fuese necesario corregir los errores si existiera algún defecto.

Visión

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

Metas

- Disminuir el porcentaje de devoluciones por falta de calidad de un 55% a un 25% en un tiempo de tres meses después de implementado el comité de calidad.
- Disminuir el porcentaje de desperdicio a un 10 % en 6 meses.
- Ahorrar al mínimo los principales insumos para disminuir el costo de producción
- Aumentar la cantera de clientes por causas de mejorar calidad
- Abrir nuevos mercados en el extranjero sabiendo aprovechar los beneficios del TLC

Estrategia

Se debe adoptar una estrategia mediante la cual se informe en primer lugar a toda la empresa acerca del concepto del sistema de control de calidad y sus objetivos, para luego iniciar el proceso de introducción por medio de un proyecto piloto, capacitando primero a los gerentes de nivel medio, después a los supervisores y por último a la fuerza activa. Esta secuencia permite vencer la resistencia peculiar de los gerentes de nivel medio hacia el nuevo comité de calidad. También permite vencer los problemas que surgen como consecuencia de una introducción rápida que excluye a los supervisores como únicos que aprueban que se ejecute una orden de producción ya que como se recordará deben estar de acuerdo el supervisor y el control de calidad para aprobar la orden.

4.3 Establecer una organización de calidad

4.3.1 Comité de calidad

El comité de calidad será el grupo de personas responsables de la calidad del producto. Estos velarán por que las cajas comerciales de cartón corrugado estén dentro de los estándares de calidad definidos por el cliente. Serán los únicos, además del jefe y supervisor de producción, que pueden detener el proceso de producción al encontrar errores en la calidad de las cajas y junto con el supervisor de producción autorizarán que se produzca una orden de producción.

El sistema de control de calidad que se diseño en el capítulo 3 consta de tres grandes subsistemas que son control de calidad en la recepción de materias primas, en el proceso de producción y en el producto terminado para poder llevar a cabo cada una de las tareas diseñadas en los tres subsistemas se debe poseer el recurso humano necesario para desempeñar tales funciones.

El comité de calidad estará organizado en base a los tres subsistemas de control de calidad y contará con un encargado de calidad por cada subsistema a excepción del control del producto en proceso pues en tal subsistema de control de calidad contará con dos encargados de calidad, uno para el tren de corrugado y otro para flexos.

En resumen el comité de calidad estará integrado por un encargado de calidad en la recepción de materia prima, dos encargados en el control de producto en proceso uno para los flexos y el otro para el tren de corrugado y por último se tendrá un encargo de calidad en el producto terminado. Todos estos estarán guiados por el jefe de producción que es el que integrará y evaluará los resultados presentados por cada encargado de calidad.

El comité de calidad, además, de velar por la buena calidad en la caja de cartón corrugado será una estructura de comunicación interdivisional, con las que se suprimen las barreras interdepartamentales, se coordinan los esfuerzos, se disminuye el seccionalismo y se mejoran las relaciones entre los diferentes grupos humanos.

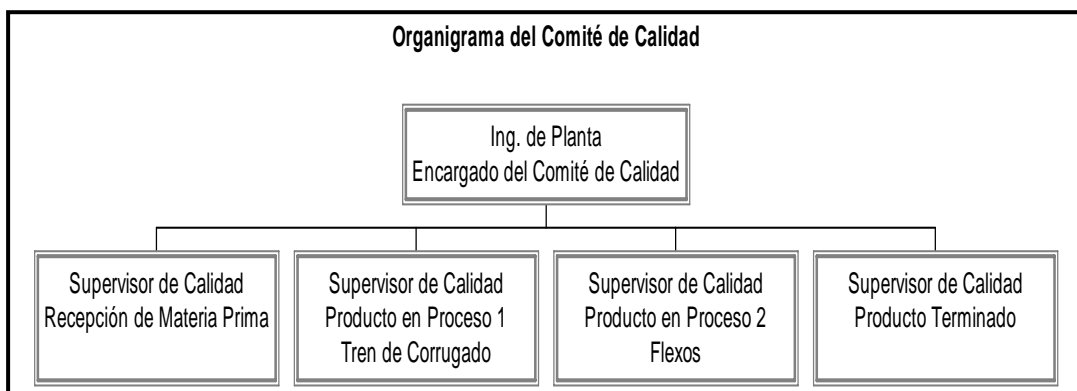
Los integrantes del comité de calidad deben estudiar periódicamente la situación y determinar si se han registrado quejas por productos defectuosos. En este caso, el comité asignan a las divisiones afectadas y en términos muy concretos las responsabilidades y la autoridad necesaria para la solución del problema.

4.3.2 Organigrama del comité de calidad

El diseño del sistema de control de calidad debe poseer una estructura organizativa para poder observar cada uno de los nuevos puestos que se generarán y así poder definir las principales funciones del mismo.

Para poder entender de mejor forma como está constituido el comité de calidad se presenta en el siguiente diagrama los puestos y la jerarquía de mandos de los mismos. El organigrama está diseñado exclusivamente para el comité de calidad y no afecta como esté constituida la estructura organizativa de cualquier industria fabril.

Figura 41. Forma de organizar un comité de calidad

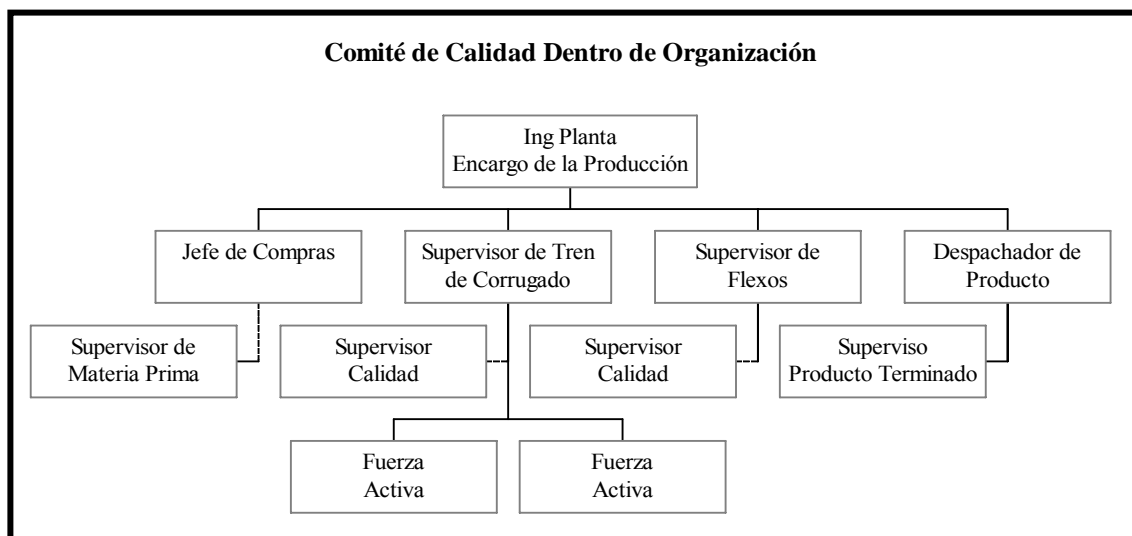


4.3.3 Estructura del comité dentro de la organización

Es muy importante que se defina una jerarquía en el orden de mando del comité de calidad dentro de la organización, esto con el fin de evitar que se den problemas por no establecer una adecuada estructura organizativa. Se debe integrar el comité de calidad a la empresa y debe apoyársele en todo lo que se pueda de esa forma se tendrán mejores resultados del comité de calidad.

El organigrama independientemente del tipo de organización que se trate estará integrado de la siguiente forma:

Figura 42. Estructura del comité dentro de la organización



4.4 Funciones del comité de calidad

4.4.1 Funciones generales del comité

El comité de calidad es el principal responsable y tiene la obligación de velar por que la caja de cartón corrugado llegue al cliente con la calidad que él espera. Dentro de las funciones generales del comité de calidad se encuentran:

- Coordinar el despliegue de las metas de calidad establecidas por la alta dirección; despliegue que se debe llevar a cabo en las diferentes etapas del proceso y en los diferentes niveles de mando. Este despliegue consiste en identificar las medidas o procedimientos, mediante los cuales dichas metas de calidad se pongan en práctica en un departamento específico y en un determinado nivel de mando.
- Medir y hacer los cambios necesarios para que la producción de cajas se encuentre dentro de las especificaciones de los clientes.
- Preparar y dar seguimiento a una serie de reuniones con todo el personal de la planta con el objeto de implementar mejoras en el proceso de producción.
- Disminuir el porcentaje de devoluciones de caja por falta de buena calidad.

En esta forma, el comité de calidad constituye una valiosa ayuda para alcanzar las metas establecidas por la alta gerencia con respecto a la calidad y para llevar a la práctica un verdadero sistema de control de calidad.

4.4.2 Descripción de las funciones de cada puesto

a) Supervisor de Calidad de Materia Prima:

En el subsistema control de calidad en la recepción de materia prima se enfatizo el hecho de no preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino a aquél que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezca mejor calidad. Para poder llevar a cabo esta tarea se necesita de recurso humano que tabule datos y los transforme en información estadística necesaria para la toma de decisiones. Dentro de sus principales funciones se encuentran:

- Estar presente en la recepción de materia prima y hacer el muestreo de aceptación por atributos descrito con anterioridad.
- Tabular datos y hacer los cálculos estadísticos.

- Tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote de materia prima.
- Hacer las recomendaciones necesarias al jefe de compras acerca de la calidad que ofrecen las materias primas.

b) Supervisor de Calidad en Tren de Corrugado:

Su tarea será exclusivamente realizar el control de calidad sobre las láminas de cartón corrugado que sale de este departamento, llevando para ello pruebas ya descritas tales como:

- Prueba de Viscosidad y Gelatinización en los tanques de goma y *double backer*, para lo cual se debe llevar la gráfica de control de medias del adhesivo.
- Hacer los muestreos descritos del cartón, teniendo la facultad de parar y corregir dicho proceso si fuese necesario. Tal paro y corrección podrá realizarse siempre y cuando las laminas de cartón se encuentren fuera de los límites de especificación.
- Además de las pruebas debe llevar el dato de pesado y tabulado de desperdicio, esto para medir la cantidad de material con mala calidad.
- Tomar la decisión de aceptar o rechazar una orden de producción.
- Hacer los cálculos estadísticos para poder hacer las gráficas de medias y rangos.
- Presentar diariamente los resultados y recomendaciones necesarias para mejorar el proceso de producción.

d) Supervisor de Calidad de Flexos:

Su tarea será exclusivamente realizar el control de calidad sobre las cajas de cartón corrugado que sale de este departamento, llevando para ello pruebas ya descritas tales como:

- Prueba de Viscosidad y pH en la tinta flexográfica, para lo cual se debe llevar la gráfica de control de medias.
- Hacer los muestreos descritos sobre las cajas de cartón y hasta que este se halla constatado de que la caja cumple con todos los requisitos en tonalidad, medidas, registro, etc. dará la autorización para que arranquen con la corrida de la orden.
- Hacer los cálculos para determinare el gráfico p para evaluar la cantidad de disconformidades encontradas en las cajas de cartón.
- Tomar la decisión de aceptar o rechazar una orden de producción.

e) Supervisor de Calidad Producto Terminado:

Su tarea será exclusivamente realizar el control de calidad sobre las cajas de cartón corrugado ya impresas que salen de los flexos, este es el ultimo subsistema del control de calidad por lo que se espera que exista un mínimo de complicaciones. Dentro de las tareas a realizar por el supervisor estarán:

- Revisar a que cada orden de producción esté aprobada por el supervisor y el control de calidad.
- Si se cumple con el requisito anterior el supervisor de producto terminado deberá hacer la ultima revisión de la caja de cartón de corrugado antes de ser entregada al cliente.
- La revisión de la caja consistirá en datos aspectos muy generales como lo son: resistencia del cartón, registro de impresión, tonalidad de colores, escuadre de la caja y la cantidad de cajas cabal de cada orden.
- Si toda revisión es exitosa se deberá notificar al departamento de trafico y despacho para que se programe su transporte al cliente.

4.5 Definición del programa de capacitación y adiestramiento

Implementar el sistema de control de calidad en la cartonera deberá vencer la resistencia al cambio debe existir un comportamiento especial que puede entrar en conflicto con supervisores que no desean nuevas técnicas y, por consiguiente, es necesario capacitar formalmente a las diferentes personas que integran la fuerza de trabajo.

Un buen programa de instrucción o capacitación le brinda a los participantes una descripción clara de lo que se desea alcanzar y las mejoras que se esperan al implementar el sistema de control de calidad. En esta sección no se hace referencia a materiales específicos que se requieren; hacerlo implicaría incluir tres o cuatro manuales que es mucho más de los que nos permite esta investigación. Por lo tanto, presento aquí solamente los objetivos del programa de capacitación.

- Dar a conocer a los participantes el proceso del sistema de calidad y las ventajas que conlleva tanto para ellos como para la empresa.
- Despejar cualquier temor o duda que puedan tener acerca del sistema de control de calidad en las cajas de cartón corrugado.
- Estimular para que sientan que el sistema de calidad les ayudará a minimizar los reclamos de clientes y eso minimizará las devoluciones.

4.6 Diseño del equipo y la infraestructura para la calidad

Todo sistema de control de calidad tiene un costo asociado. Para implementar el presente sistema de control de calidad se tendrán que invertir en algunos rubros pero los principales o más grandes ya están hechos los cuales son la maquina evaluadora de test y la oficina de control de calidad. Lo único que se hará es hacer un verdadero uso del equipo de control del cartón pues todo esta en el laboratorio pero no se usa, así es que

ahora poniendo en marcha el sistema de control de calidad ya tendrá una razón de hacer las pruebas de calidad que son la información necesaria para hacer cálculos estadísticos del proceso. Cuando se ponga en marcha el sistema de control de calidad deben incluirse los rubros:

- Sueldos: cuatro supervisores de control de calidad uno para control de la materia prima dos para producto en proceso y uno para producto terminado.
- Equipo: el instrumento que necesite cada prueba de calidad descrita en el capítulo tres.
- Papelería: la impresión y reproducción de las hojas de registro para la recopilación y graficación de datos del control del proceso. Además se necesitarán diferentes tipos de documentos y papelería para los círculos de calidad.

Como se puede ver los costos de implementación son bajos en comparación con los benéficos que se obtendrán al implementar el sistema. Por ejemplo, se tendrán menos desperdicio, menos devoluciones de cajas, aumento en la productividad, etc.

4.7 La calidad y los costos relacionados

En el capítulo 1 se definió el concepto de **calidad** como la percepción que tienen los clientes acerca de qué tan bien las cajas de cartón corrugado satisface sus necesidades de empaque.

En general, cuanto mayor sea la calidad da la caja de cartón corrugado, mayor cantidad de clientes estarán dispuestas a adquirir este tipo de empaque. Esto tiene razón de ser puesto que los insumos de mayor calidad cuestan más que los de menor calidad. Sin embargo, la relación entre costo y calidad no siempre es una relación inversa.

Aunque algunos costos disminuyen cuando la calidad es deficiente, otros se incrementan. Esto se evidencia cuando los costos relacionados con la calidad se dividen en cuatro categorías:

1. **Costos de prevención** Costos en que se incurre debido al esfuerzo por minimizar los costos y problemas futuros de calidad. Entre los ejemplos se encuentran la administración y planeación de la calidad, sistemas de información para la calidad y controles del proceso que ejercerá el comité de calidad.
2. **Costos de valoración.** Costos en que se incurre al determinar la calidad de producto. Los costos de prueba e inspección definen el volumen de los costos de valoración. Por ejemplo aquí se deben incluir las cajas de muestreo que utilizarán los supervisores de calidad.
3. **Costos de falla interna.** Costos en que se incurre al fabricar productos que no cumplen las normas, pero que se descubren antes de despacharse al cliente. Algunos ejemplos son cuando el supervisor de calidad está evaluando si la caja de cartón corrugado se encuentra dentro de los límites de especificación y al encontrar una discrepancia hace los arreglos necesarios.
4. **Costos de falla externa.** Costos en que se incurre después de que los productos defectuosos se despachan al cliente. Estos costos incluyen los costos de respuesta a las quejas, devoluciones y cargos por transporte tanto de ida como de vuelta.

Los costos de prevención y valoración se clasifican como costos de control, mientras que los costos de falla interna y externa se clasifican como costos de falla de control. Todos constituyen el costo total de calidad.

4.8 Gestión de la economía de la calidad

La gestión de la calidad es la parte de la función de la gestión empresarial que define e implanta la política de la calidad. La medición de la economía que obtiene con la calidad es básicamente una tarea contable. Sin embargo, el diseño del sistema de control de calidad hace necesaria la estrecha colaboración de los departamentos de calidad y contable. Los costos de la calidad por sí mismos ofrecen insuficiente información para realizar un análisis. Es necesario contar con una línea de base que permita establecer una relación entre costos de calidad y algún aspecto de la actividad comercial sensible al cambio. Ejemplos de bases típicas son el trabajo, la producción, las ventas y la unidad. Cuando estas bases se comparan con los costos de la calidad, se obtiene un índice muy útil.

En el trabajo el costo de calidad por hora es un índice muy empleado. La información del trabajo directo se obtiene dado que también se le utiliza para otros índices. Hay casos en los que se emplean unidades monetarias de trabajo directas, en vez de horas de trabajo directas. Esta técnica permite eliminar el factor por inflación, ya que las unidades monetarias se dividen entre unidades monetarias.

Los costos de la calidad por unidad monetaria del costo de producciones es otro índice muy empleado. Los costos de la producción están formados de trabajo directo, material directo y gastos indirectos. Es fácil obtener la información del costo de producción, puesto que también se emplea en otros índices.

En la ventas el costo por unidad monetaria es el índice más común. Esta información es una herramienta valiosa cuando hay que tomar decisiones gerenciales de alto nivel. Hay que tener presente que las ventas se producen con retraso respecto de la producción y, además, están sujetas a variaciones de temporada, por lo que índice es malo ya que se refiere a un análisis de corto plazo.

4.9 Análisis de los costos de no calidad

Dentro de la industria del cartón corrugado como en otro tipo de industrias, cuando se mencionan las pérdidas, usualmente se está pensando en las mermas generadas en el proceso.

Se tienen dos tipos de mermas que son las visibles y las ocultas, cumpliendo en este caso el principio del *iceberg*, donde las mermas ocultas, son superiores a las visibles.

4.9.1 Costos visibles

1. Manejo de rollos.- Este costo es el que se ocasiona en la descarga, almacenaje y uso del papel en rollos.
2. Puntas y colas de rollos. Es el costo que se genera al inicio y final de operación de cada rollo.
3. Cartón despegado. Es el desperdicio que se genera normalmente en cada inicio de operaciones del tren de corrugado.
4. Impresión defectuosa. Este costo generado en las máquinas flexográficas, refiriéndose a todo lo que no cumple con la especificación de la caja comercial (registro, datos, colores, etc).
- 5 Manejo de producto terminado. Este costo es el que se genera desde la salida de acabado hasta la carga en transporte o destino final según sea el caso.

4.9.2 Costos ocultos

1. Gramaje del papel. Esta es la merma más costosa y común, de encontrar.
2. Uso inadecuado de papeles. Este caso se da cuando por falta de algún papel se utiliza uno de mayor gramaje en aras de dar servicio.
3. Pliego defectuoso. Esto se refiere al cartón curvado que genera mermas y baja eficiencia en acabado, cartón con altos y bajos, áreas o zonas sin pegar, etc.
4. Exceso de trim. Este problema, generado por una programación inadecuada o compras de anchos de rollos inadecuados.
5. Desgaste prematuro de equipo. El costo aquí generado, está referido al costo de reposición, paros no planeados, etc. y que puede ser ocasionado por falta de mantenimiento, operación inadecuada o materiales inadecuados.
6. Producción no enviada o no vendible. Son dos conceptos diferentes de costos ocultos, el primero se genera en embarques y el segundo por errores de programación, ventas o producción, pero que tienen usualmente el mismo fin, la empacadora.
7. Bonificaciones y devoluciones. Este costo es generado por producciones defectuosas que se envían al cliente.
8. Retrabajos. Caja que debiendo ser engrapada, se pega y hay que reprocesarla, caja mal engrapada o mal pegada, etc.

4.9.3 Matriz de asignación de costos de no calidad

Los costos ocultos o visibles no solo causan un daño que se representa en el incremento de los costos, sino también un perjuicio que se observa en las utilidades que se dejan de recibir y que son el pago de la ineficiencia.

Existen una gran cantidad de costos de no calidad que van del inicio de la producción en las pérdidas de materia prima hasta el almacenaje del producto terminado. Para determinar el costo total de la no calidad se deben sumar todos los costos de las mermas, esta suma se presenta en la matriz de costos de no calidad.

Figura 43 Costos de no calidad

MATRIZ DE COSTOS DE NO CALIDAD				
MATERIAS PRIMAS				
Concepto	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Papel				
1. Puntas				
2. Sobre gramaje				
3. Uso inadecuado				
4. Falta producto				
Almidón				
1. Derrames				
2. Sobre inventario				
Tintas				
1. Derrames				
2. Sobre inventario				

Continuación

PRODUCTO EN PROCESO
<p>Corrugador</p> <ol style="list-style-type: none">1. Cartón despegado2. Exceso de trim3. Medidas equivocadas4. Tiempo muertos6. Desperdicio <p>Acabado</p> <ol style="list-style-type: none">1. Material en transito2. Flexo fólder3. Troquelado y engrapado4. Retrabajo5. Material adicional
PRODUCTO TERMINADO
<p>Almacenaje</p> <ol style="list-style-type: none">1. Costo diario inventario2. Desperdicio por manejo3. Sobre flete4. Desperdicio <p>Administración y ventas</p> <ol style="list-style-type: none">1. Errores de negociación y precio2. Costos generales

4.10 Relación de la calidad con los beneficios

El bienestar de los accionistas también merece tenerse en cuenta; cada empresa debe ganar utilidades para repartir dividendos entre sus accionistas. Es obvio que una empresa debe percibir utilidades sin embargo, si una empresa desea obtener utilidades a largo plazo, debe buscar primero la calidad, mientras que si su meta es lograr utilidades a corto plazo, perderá competitividad en el mercado internacional y más aún hoy en día

en que Guatemala está en negociaciones de un tratado de libre comercio con Estados Unidos.

La gerencia que hace hincapié en la calidad ante todo, ganará paso a paso la confianza de los clientes y verá como aumentas las ventas. A la larga sus utilidades serán grandes y le permitirán conservar una administración estable. Una empresa que sigue el principio **primero las utilidades** posiblemente las obtenga rápidamente más no podrá conservar su competitividad por mucho tiempo.

No es difícil puntualizar las ventajas adicionales. Si se mejora la calidad, disminuirán los defectos, menos reprocesamiento de cajas en proceso y lo más importante habrá una disminución notable en el número de rechazos de cajas corrugadas. Todo estos ahorros darán por resultado una considerable economía de costos acompañada por una elevación en la productividad. En realidad la mejora de calidad es el primer paso para aumentar las ventas y las utilidades y reducir los costos de producción.

5. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

5.1 Mejoramiento continuo en el proceso

El sistema de control de calidad debe ser diferente a otros sistemas tradicionales de calidad que generalmente están acostumbrados a operar con un rendimiento que tiene en cuenta un determinado porcentaje de desperdicio. Solo cuidan de evitar que éste se dispare, pues entonces se consideran tales circunstancias como situación de emergencia. Cuando tales circunstancias se dan, se procede a apagar el incendio, esto es, a normalizar la situación.

A diferencia de esta forma de pensar, el presente sistema de control de calidad en cajas comerciales de cartón corrugado considera la situación de un proceso que opera con determinado porcentaje de desperdicio, como situación indeseable y, por tanto, como problema al que se debe dar solución.

El problema se soluciona en la medida en que se mejora el resultado. Por eso, en la medida en que el desempeño del proceso alcanza un nivel mejor, en esa misma medida se **mejora el proceso**; mejoramiento que trae por consecuencia una mayor calidad en el producto a menor costo.

Se logrará mejorar el sistema de control de calidad en las cajas comerciales de cartón corrugado por medio de políticas de mejorar constantemente y en forma gradual la caja, estandarizando los resultados de cada mejoría lograda. Esta política hace posible, partiendo de estándares establecido, y alcanzar niveles cada vez más elevados de calidad.

Según Deming, para obtener la calidad que satisfaga los clientes debe darse una interacción de las actividades de investigación de mercado, de diseño del producto, de fabricación y de ventas, con el propósito de mejorar los niveles de calidad; y esta interacción debe repetirse en forma cíclica.

La interacción mencionada y la forma cíclica de proceder se suele expresar mediante un círculo denominado ciclo de calidad.

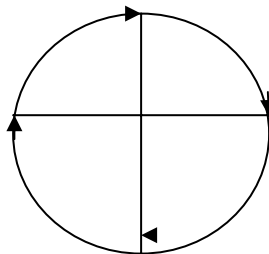
Figura 41. Mejora continua

4. INVESTIGACIÓN

1. DISEÑO

3. VENTAS

2. PRODUCCIÓN



5.2 Factor humano clave dentro de un proceso de mejora

El sistema de control de calidad propuesto tendrá éxito en la medida en que cada uno de los trabajadores asuma su responsabilidad con respecto al proceso. Ellos, están en contacto directo con los hechos, conocen la situación concreta y son los que mejor pueden identificar las soluciones de los problemas.

Si la calidad no ocurre en el nivel de la fuerza de trabajo, no ocurrirá de ninguna manera. La fuerza de trabajo implementa las políticas de la calidad. Esta tarea requiere más que delegar funciones, da al empleado el derecho de tener una voz para decidir lo que es bueno para la organización es también bueno para el individuo, y viceversa.

Una mayor propiedad requiere compartir más la información con la fuerza de trabajo, y un compromiso en relación con la fuerza de trabajo tanto en los tiempos buenos como en los malos.

5.3 Círculos de calidad

Una de la principales herramientas que se deben aplicar en el seguimiento del sistema de control de calidad será crear círculos de calidad los cuales serán dirigidos por el comité de calidad. Un círculo de calidad está integrado por un pequeño número de empleados de la misma área de trabajo (corrugador y flexos) y su supervisor, que se reúnen voluntaria y regularmente para estudiar técnicas de mejoramiento de control de calidad y productividad, con el fin de aplicarlas en la identificación y solución de dificultades relacionadas con problemas vinculados a sus trabajos.

La estructura de un círculo de calidad es fundamentalmente la forma como está integrado el grupo y se define de acuerdo con la posición de los miembros dentro de la organización empresarial. El proceso del círculo de calidad está dividido en cuatro subprocesos que son:

1. Identificación de problemas, estudio a fondo de las técnicas para mejorar la calidad y la productividad, y diseño de soluciones.

2. Explicar, en una exposición para la gerencia, la solución propuesta por el grupo, con el fin de que los gerentes y los expertos técnicos que estén relacionados con el asunto para decidir si se puede poner en marcha.
3. Ejecución de la solución por parte de la organización general.
4. Evaluación del éxito de la propuesta por parte del círculo y la organización.

Introducir círculos de calidad ayudará a que se mejore el sistema de control de calidad y los resultados para la empresa serán sorprendentes. Elevan la moral de los trabajadores, fomentan la lealtad hacia la empresa y crean un sentido de trabajo en equipo entre los empleados que forman parte de ellos; contribuyen a mejorar la productividad de la organización y la calidad de la caja de cartón corrugado. También reducen los motivos de queja, el tiempo perdido, los accidentes, el ausentismo y las llegadas tarde. En resumen, sirven para solucionar problemas y ahorran dinero a la empresa.

5.4 Barreras a la implementación

A veces parece fácil iniciar, en comparación con conservar un enfoque en la calidad. Se encuentran numerosas barreras y retos organizacionales que obstruyen el camino de implementar el presente sistema de control de calidad. Por lo general, los nuevos esfuerzos son iniciados con gran entusiasmo, debido en parte a la simple novedad del mismo. Después de algún tiempo, se vuelve a la realidad y empiezan a aparecer las dudas. Se desarrollan verdaderos problemas cuando los que al principio apoyaban empiezan a cuestionar el proceso.

En la puesta en práctica de este sistema de control de calidad existirán numerosas barreras para implementarlo con éxito. Una razón del fracaso es la carencia de

propósito. Las personas se implementan sistemas de calidad tienen a veces metas y prioridad en conflicto. Por ejemplo, el gerente general desea algo que está en contra de los principios del sistema de calidad.

Algunos de los errores más comunes incluyen los siguientes:

- Concepto equivocado de la alta gerencia acerca de lo que es un sistema de control de calidad.
- Oposición del nivel gerencial medio y la supervisión a la introducción del sistema de calidad.
- Capacitación deficiente.
- Deseo del comité de calidad en convertirse en un imperio.
- Imposibilidad de llevar cabo las propuestas del comité de calidad.

Quizá el fracaso más significativo que debe evitarse en el sistema de control de calidad es no tener la orientación entre las expectativas que aparecen de los procesos de cambio del sistema en sí, es decir, vencer la resistencia al cambio del personal.

5.5 Evaluación de los resultados

Después de implementar el sistema de calidad en las cajas comerciales de cartón corrugado, hay que evaluarlo. La evaluación significa la medida del grado hasta el cual se han alcanzado los resultados del sistema de control de calidad durante el periodo especificado.

Cuatro razones comunes para no alcanzar los resultados del sistema de control de calidad es que trazan objetivos irreales, estrategias de calidad inadecuadas, implementación pobre y cambios en el ambiente después de que el objetivos quedó especificado y.

Es un examen del sistema mismo y de la forma como está operando. Sus funciones son principalmente de diagnóstico y consejo, con el propósito de crear condiciones mejoras para todos los involucrados.

5.6 Control del sistema de control de calidad

Una vez diseñado e implementado el sistema de control de calidad en cajas de cartón corrugado, se vigilará su efectividad. El control proporciona los mecanismos de evaluación de los resultados y la corrección de acciones que no contribuyen a que la cartonera alcance sus metas. Cada empresa según sus características debe establecer programas de control para que el sistema de control de calidad sea eficiente, aquí se proponen dos auditorías del sistema de control de calidad: la de calidad y la de control de calidad.

La auditoría de calidad se lleva cabo tomando, de tiempo a tiempo, muestras de las cajas corrugadas, ya sea dentro de la empresa o en el mercado. Esta auditoría verifica la calidad de la caja para ver si ésta satisface las necesidades de los clientes. Sirve para corregir los defectos en las cajas, si los tiene.

Además de la auditoría anterior, se debe implantar la auditoría de control de calidad. Esta es una auditoría destinada a revisar la forma en que se lleva a cabo el sistema de control de calidad. Determina si el sistema administrativo del control de calidad está funcionando bien; y permite a la empresa tomar medidas preventivas para evitar que se repitan errores graves.

La auditoría del sistema de control de calidad puede ser externa o interna, según que los auditores sean personas ajenas a la empresa o pertenezcan a ella. Son auditorías externas las siguientes:

- La auditoría que el comprador hace al proveedor
- La auditoría que se efectúa con el propósito de verificar si se cumplen con las normas o estándares nacionales e internacionales
- La auditoría hecha por un consultor

Son auditorías internas del sistema de control de calidad las siguientes:

- La auditoría hecha por el gerente de planta
- La auditoría hecha por el jefe de la unidad
- La auditoría hecha por el comité de control de calidad

CONCLUSIONES

1. Es de gran importancia que una caja de cartón corrugado cumpla su objetivo consistente en la agrupación de productos, transporte y protección contra impactos, por lo que se deben diseñar cajas con gran resistencia.
2. Una caja de cartón corrugado está formada por tres papeles, uno ondulado y dos tapas, los cuales formarán láminas de cartón que se sisan, cortan e imprimen a través de imprentas flexográficas.
3. Al adquirir materia prima se debe eliminar políticas de compra basadas únicamente en el precio, lo importante es minimizar el costo total. Se debe contar con un número reducido de proveedores con los que se haya creado una relación duradera, leal y confiable.
4. En la empresa en donde se llevó a cabo el estudio se realiza una inspección de las cajas pero no cuenta con un sistema de control de calidad que defina políticas y procedimientos para realizar una correcta inspección de muestreo.
5. Los puntos críticos que se debe estudiar para tomar las muestras son en el departamento del adhesivo para evaluar la adherencia, en la punta del corrugador se inspeccionará el cartón corrugado y en las imprentas flexográficas se evaluará la caja comercial ya armada.
6. Todo sistema de control de calidad debe contener tres subsistemas que son:
 - 1) control de calidad en la recepción de materia prima, 2) control de calidad en el proceso de producción y 3) control de calidad en la entrega del producto terminado.

7. Para determinar los costos, de no calidad se deben reunir las mermas visible y las ocultas debido a que estas últimas son mayores; esto lo conseguimos por medio de la matriz de asignación de costos de no calidad.

8. Para poder implementar un sistema de control de calidad se debe tener como prioridad la satisfacción de los trabajadores por que ellos serán quienes lo pondrán en marcha. Luego de su cooperación ya se pueden nombrar los supervisores de calidad para ubicarlos en la recepción de materia prima, dentro del proceso de producción y por último en el producto terminado.

RECOMENDACIONES

1. Las cajas de cartón corrugado permiten en las mejores condiciones la manipulación el almacenamiento, la entrega, la presentación de los productos, es un elementos imprescindible para el transporte de los productos ya que conserva su calidad original desde su producción hasta su destino final.
2. En este tiempo que Guatemala está entrando a negociaciones de un Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos se requiere de una gran calidad la cual no se puede obtener con materias primas de mala calidad. No es posible que el precio sea el criterio más importante sin atender la calidad
3. La gerencia debe implementar un sistema de control de calidad porque es su deber velar porque existan políticas y procedimientos que los trabajadores deben seguir y no pedirles cuentas al final cuando estos no son más que lo que el gerente desea.
4. El departamento de goma debe tener un gran cuidado porque es desde aquí en donde empieza el proceso, no se puede tener un adhesivo muy ralo o muy grueso porque eso no deja que el cartón tenga su mejor consistencia.
5. Existen diversos modelos de control de calidad el cual se debe ajustar a las características de cada empresa. Pero para una empresa fabril se debe tener un sistema de calidad que vele por el control en el producto antes, en y después del proceso de producción con lo cual se estará asegurando en gran medida la calidad del mismo.

6. Toda empresa funciona por sus trabajadores, ellos son la fuerza activa que mueve todos los procesos, por lo que es a ellos a quienes la gerencia debe convencer antes de montar el nuevo sistema de control de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amanco. **Lo que todos los colaboradores de Amanco debemos saber sobre el mejoramiento continuo** Guatemala: 2002
2. Asociación de corrugadores del caribe Centro y Sur América. **Manual de formación técnico – comercial**. 2ª edición. España: ACCCSA 1999
3. Duncan. **Control de calidad y estadística industrial**. 2ª edición. México: Alfaomega. 1993
4. Evans & Lindsay. **Administración y control de calidad**. 4ª edición. México: Thomson Editores
5. Gonzáles Agapito. **Administración de la calidad total**. Instituto Mexicano de Control de Calidad. México: 1998
6. Harper Corporation of American. **Seminario de adhesivos para corrugado**. Estados Unidos de América: 1997
7. Montgomery. **Control estadístico de calidad**. 6ª edición. México: Iberoamericano 1999
8. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos**. 3ª edición. México: Alfaomega. 1988
9. Proysa. **Manual de tintas flexográficas**. México: 2002
10. Sheaffer, McClave. **Probabilidad y estadística para ingeniería**. México: Grupo editorial Eberoamérica. 1993

11. Thompson Philip C. **Círculos de calidad**. 2ª edición. Colombia: Grupo Editorial Norma. 1997
12. **www.papelnet.com** octubre, 2003
13. **www.inlandamericas.com** octubre, 2003

ANEXO

Tabla XX. Letras Código correspondientes al tamaño de la muestra

TAMAÑO DE LOTE	MIL-STD-105D			MIL-STD-414/Z1.9		
	NIVELES DE INSPECCION			NIVELES DE INSPECCION		
	I	II	III	I	II	III
2-8	A	A	B	B	B	C
9-15	A	B	C	B	B	D
16-25	B	C	D	B	D	E
26-50	C	D	E	C	D	F
51-90	C	E	F	D	E	G
91-150	D	F	G	E	F	H
151-280	E	G	H	F	G	I
281-500	F	H	J	G	H	J
501-1200	G	J	K	H	J	K
1201-3200	H	K	L	I	K	L
3201-10000	J	L	M	J	L	M
10001-35000	K	M	N	K	M	N

Tabla XXI. Planes de muestreo sencillo para inspección normal

Letra de Código	Tamaño muestra	Niveles de calidad aceptable (NCA)												
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	1.0	1.5	2.5	4	6.5	10	100
		Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	5 6	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	7 8	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	10 11	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	14 15	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	21 22	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	
G	32	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	↑	
H	50	↓	↓	↓	0 1	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	↑	
J	80	↓	↓	0 1	↑	↓	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	↑	
K	125	↓	0 1	↑	↑	↓	1 2	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	
L	200	0 1	↑	↑	1 2	2 3	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	
M	315	0 1	↑	↑	1 2	2 3	3 4	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	

Tabla XXII. Planes de muestreo sencillo para inspección rigurosa

Letra de Código	Tamaño muestra	Niveles de calidad aceptable (NCA)												
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	1.0	1.5	2.5	4	6.5	10	100
		Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3 4	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	5 6	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	8 9	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	↓	↓	1 2	12 13	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	18 19	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	↑	
H	50	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	2 3	3 4	5 6	8 9	↑	
J	80	↓	↓	0 1	0 1	0 1	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	
K	125	↓	↓	0 1	↑	↓	↓	2 3	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	
L	200	0 1	0 1	↑	↑	↓	1 2	3 4	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	
M	315	0 1	↑	↑	1 2	1 2	2 3	5 6	8 9	12 13	18 19	↑	↑	

Tabla XXIII. Planes de muestreo sencillo para inspección reducida

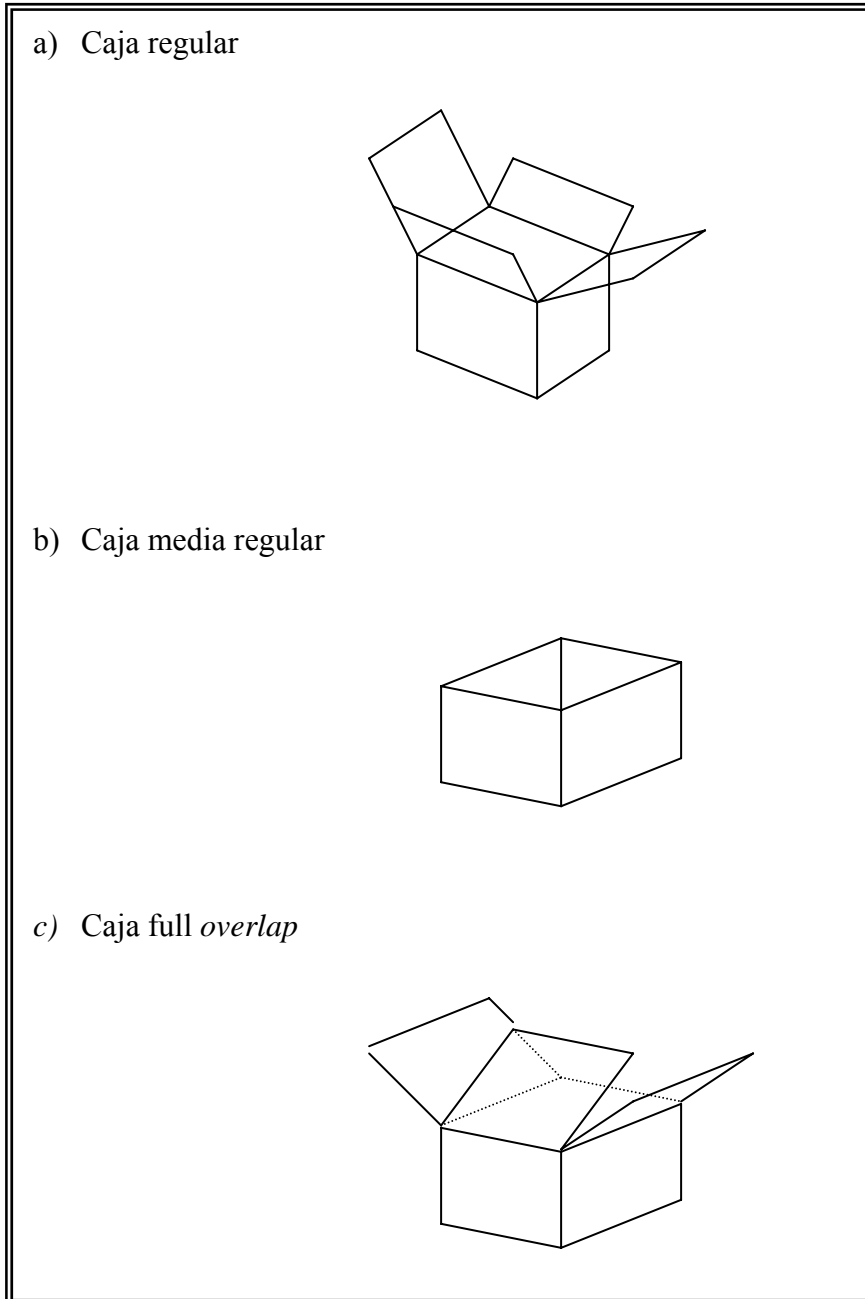
Letra de Código	Tamaño muestra	Niveles de calidad aceptable (NCA)												
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	1.0	1.5	2.5	4	6.5	10	100
		Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R	Ac R
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	5 6
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	5 6
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	0 2	5 8	
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	↓	0 2	1 3	7 10
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↑	0 2	1 3	1 4	10 13
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	0 2	1 3	1 4	2 5	↑
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	↑
H	20	↓	↓	↓	↓	0 1	0 1	0 2	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	↑
J	32	↓	↓	↓	0 1	↓	↑	1 3	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	↑
K	50	↓	↓	0 1	↑	↓	↑	1 4	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑
L	80	0 1	0 1	↑	↑	↓	0 2	2 5	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑
M	125	0 1	↑	↑	1 2	0 2	1 3	3 6	5 8	7 10	10 13	↑	↑	↑

Tabla XXIV. Planes de muestreo sencillo para la norma MIL-STD-414/Z 1.9

Letra de Código	Tamaño de muestra	T	0.10	0.15	0.25	0.40	1.0	1.5	2.5	4
		M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3								7.59	18.86
C	4						1.53	5.50	10.92	16.45
D	5						3.37	5.83	9.80	14.39
E	7				0.422	1.06	3.55	5.35	8.40	12.20
F	10			0.349	0.716	1.30	3.26	4.77	7.29	10.54
G	15	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	3.05	4.31	6.56	9.46
H	20	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.95	4.09	6.17	8.92
I	25	0.250	0.388	0.551	0.877	1.29	2.86	3.97	5.97	8.63
J	35	0.264	0.388	0.535	0.847	1.23	2.68	3.70	5.57	8.10
K	50	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	2.49	3.45	5.20	7.61
L	75	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	2.29	3.20	4.87	7.15
M	100	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	2.20	3.07	4.69	6.91

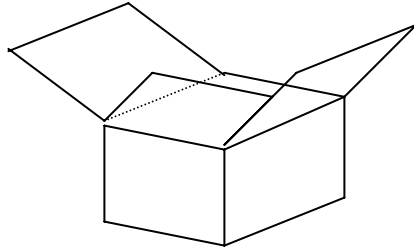
APÉNDICE

Figura 44. Tipos de cajas comerciales de cartón corrugado



Continuación

d) Caja semi *overlap*



e) Caja tipo charola

