



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

**PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD,
EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTÓN
CORRUGADO, Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA**

César Oswaldo Muñoz Osorio
Asesorado por el Ing. Axel Oswaldo Higueros Avendaño

Guatemala, mayo de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTÓN CORRUGADO, Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CÉSAR OSWALDO MUÑOZ OSORIO

ASESORADO POR EL ING. AXEL OSWALDO HIGUEROS AVENDAÑO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADOR	Ing. Edwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD,
EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTÓN
CORRUGADO, Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 07 de mayo de 2007.



César Oswaldo Muñoz Osorio

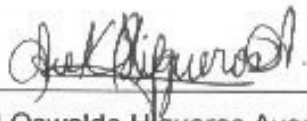
Guatemala, 7 de Enero de 2008

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC

Ingeniero Gómez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial César Oswaldo Muñoz Osorio con carné 199911580, titulado: **"PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTON CORRUGADO Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA"**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo según el protocolo, por lo cual como asesor apruebo su contenido.

Sin otro particular, atentamente.



Ing. Axel Higueros
COI 6476

Axel Oswaldo Higueros Avendaño

Ing. Mecánico Industrial

Colegiado No. 6476

Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD, EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTON CORRUGADO Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA**, presentado por el estudiante universitario **César Oswaldo Muñoz Osorio**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas de Castañón
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

INGA. KARLA MARTÍNEZ
Colegiada 5,706

Guatemala marzo de 2008.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTÓN CORRUGADO, Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE LA MAQUINARIA**, presentado por el estudiante universitario **César Oswaldo Muñoz Osorio**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera

DIRECTOR

Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2008.



/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala




Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.174.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE MEJORAS EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD, EN LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CARTÓN CORRUGADO, Y MANTENIMIENTO ADECUADO DE MAQUINARIA**, presentado por el estudiante universitario **César Oswaldo Muñoz Osorio**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, mayo de 2008.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A

DIOS

Por permitirme terminar satisfactoriamente mis estudios, ayudarme a superar las dificultades que se presentaron, y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.

MIS PADRES

Adela del Carmen Osorio de Muñoz y César Arnoldo Muñoz Barrera, por el amor y apoyo que siempre me han brindado.

MIS HERMANOS

William Rolando, Omar Arnoldo y Miguel Estuardo, por su cariño y apoyo.

MIS ABUELOS

Consuelo y Rubén (q.e.p.d.), Maria Dolores y Juan de Dios, por su cariño y amor.

MI TÍOS

Alejandra, Consuelo, Elisa, Gloria, Miriam, Nelly, Miguel, Rubén y Otto, por su cariño y apoyo, y en especial a Clara Luz y Oscar, por su cariño y ayuda incondicional.

MI PRIMO

Francisco de León, por su bondad,
apoyo y humildad.

MIS AMIGOS

Armando Regil, Gustavo Zavala,
Dennis Rivera, José Miguel
Hernández, Juan Carlos Quintanilla,
Pedro Godoy, Elmer López,
Fernando González, Alex Estrada y
Héctor Castillo.

**MIS FAMILIARES Y AMIGOS EN
GENERAL.**

AGRADECIMIENTOS A

- | | |
|---|--|
| La empresa Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. | Por permitirme realizar este estudio, dentro de las instalaciones de la empresa. |
| Johnny Gudiel | Por su colaboración y conocimientos aportados. |
| El Ing. Axel Oswaldo Higueros | Por su tiempo y apoyo, en la elaboración de este trabajo. |
| La Universidad de San Carlos | Por permitirme desarrollarme como profesional. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	X
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ASPECTOS GENERALES Y DEFINICIONES	1
1.1 Características generales del producto	1
1.1.1 Antecedentes históricos	2
1.1.1.1 Misión	4
1.1.1.2 Visión	5
1.1.2 Cajas de cartón corrugado	5
1.1.3 Funciones	5
1.2 Descripción de la materia prima	6
1.2.1 Tipos de papel	6
1.2.1.1 <i>Kraft liner</i>	7
1.2.1.2 <i>White top</i>	7
1.2.2 Sección de adhesivos de corrugación	7
1.2.2.1 Almidones sintéticos	7
1.2.2.2 Bórax	8
1.2.2.3 Almidón perla	8
1.2.2.4 Soda cáustica	8
1.2.3 Impermeabilizantes	8

1.2.3.1 Impermeable antigrasa y endurecedores	9
1.2.3.2 Impermeable antihumedad	9
1.3 Características generales del proceso	9
1.3.1 Descripción del proceso de corrugación	10
1.3.2 Descripción hechura de almidón	13
1.4 Descripción del equipo principal	14
1.4.1 Máquina corrugadora	14
1.4.2 Máquina saturadora	15
1.5 Descripción del equipo auxiliar	15
1.5.1 Calderas	16
1.5.2 Almidonera	17
1.6 Sección de acabados	17
1.6.1 Máquinas impresoras	17
1.6.2 Máquinas impresoras y troqueladoras	18
1.6.3 Máquinas troqueladoras	19
1.7 Diagramas de procesos	20
1.7.1 Diagrama de operaciones	21
1.7.2 Diagrama de flujo	24
1.7.3 Diagrama de recorrido	27
2. SITUACIÓN ACTUAL	27
2.1 Funcionamiento actual, del sistema de corrugación	29
2.1.1 Identificación de deficiencias en máquina	31
2.1.2 Sistema de seguridad	32
2.2 Máximos y mínimos de máquina	33
2.2.1 Dimensiones máximas de impresión y troquelado	33
2.2.2 Dimensiones mínimas de impresión	

y troquelado	39
2.3 Diagramas generales del funcionamiento en máquinas	41
2.3.1 Diagrama de proceso de corrugación	42
2.3.2 Diagrama de proceso de impresión	44
2.3.3 Diagrama de proceso de troquelado	48
2.4 Control de calidad en máquinas	50
2.4.1 Controles de calidad en corrugadora	51
2.4.1.1 Bitácoras de caldera	52
2.4.1.2 Mediciones en área de triplex	53
2.4.1.3 Control de viscosidad y punto de gel en almidón	53
2.4.2 Controles de calidad en saturadora	54
2.4.2.1 Control de temperatura en impermeabilizador	55
2.4.2.2 Control en tiempo de inmersión	55
2.4.2.3 Control en tiempo de destilado	56
2.4.2.4 Control en tiempo de secado	56
3. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTAS	57
3.1 Mejoras en el control estadístico de impermeabilizantes en corrugadora	57
3.1.1 Mediciones aleatorias de peso en el papel con impermeabilizante	58
3.1.2 Mediciones aleatorias de peso en el papel sin impermeabilizante	59
3.2 Mejoras en el control estadístico de impermeabilizantes en saturadora	60
3.2.1 Mediciones aleatorias de peso en cajas	

con impermeabilizante	60
3.2.2 Mediciones aleatorias de peso en cajas sin impermeabilizante	61
3.3 Control de tiempos en saturadora	61
3.3.1 Control de tiempo de inmersión	62
3.3.2 Control de tiempo de destilación	63
3.3.3 Control de tiempo de secado	64
4. MANTENIMIENTO Y MAQUINARIA	65
4.1 Situación actual del equipo	65
4.1.1 Análisis de la maquinaria	66
4.1.1.1 Inspección de componentes en saturadora	67
4.1.1.2 Inspección de componentes en corrugadora	69
4.2 Mantenimiento	72
4.2.1 Mantenimiento preventivo	75
4.2.1.1 Saturadora	77
4.2.1.2 Corrugadora	82
4.2.2 Mantenimiento correctivo	87
4.2.2.1 Saturadora	88
4.2.2.2 Corrugadora	91
5. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS	95
5.1 Controles en corrugadora	95
5.1.1 Control estadístico del consumo de impermeabilizante en corrugadora	96
5.1.1.2 Control de consumo real	99
5.2 Controles en saturadora	102
5.2.1 Control estadístico del consumo de impermeabilizante en saturadora	103

5.2.1.1	Control de consumo real	107
5.3	Mediciones	109
5.3.1	Control de temperatura en saturadora	109
5.3.2	Control estándar de aplicación de impermeabilizadores en corrugadora	113
5.4	Evaluaciones periódicas	117
5.4.1	Toma de muestras periódicas para evaluar datos	117
5.4.2	Comparación de datos reales con estándares permisibles	118
5.5	Implementaciones en maquinaria	119
5.5.1	Propuesta de mejoras tecnológicas en saturadora	120
5.5.2	Propuesta de mejoras tecnológicas en corrugadora	126
6.	SEGUIMIENTO	135
6.1	Personal encargado	135
6.1.1	Durante la ejecución	136
6.1.1.1	Inspección	136
6.1.2	Pos-ejecución	136
6.1.2.1	Mediciones	136
6.2	Actividades a realizarse	137
6.2.1	Durante la ejecución	137
6.2.1.1	Muestreo	138
6.2.2	Pos-ejecución	138
6.2.2.1	Comparación y análisis	138

CONCLUSIONES	140
RECOMENDACIONES	143
BIBLIOGRAFÍA	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Delaminado de cartón corrugado	1
2	Cajas y empaques de Guatemala, S.A.	2
3	Presentación de los empaques	3
4	<i>Liners</i> de corrugación	10
5	Cilindros corrugadores	11
6	Bandas transportadoras	11
7	Plancha térmica	12
8	Diagrama de operaciones del proceso	21
9	Diagrama de flujo del proceso	24
10	Diagrama de recorrido	27
11	Vista simplificada área de <i>triplex</i>	32
12	Largo máximo que puede cortar una máquina	34
13	Ancho máximo de corte en flauta c	35
14	Ancho máximo de corte en flauta e	36
15	Bobina de papel	37
16	Esquema de una lámina de cartón corrugado	39
17	Bobina de papel (<i>médium</i> y <i>liners</i>)	40
18	Diagrama de proceso de impresión	43
19	Estructura de cilindro anilox	44
20	Vista lateral de cilindro anilox	45
21	Diagrama de proceso de corrugación	45
22	Diagrama de proceso de impresión máquina <i>ward</i>	47
23	Vista simplificada de un troquel	48

24	Vista lateral de un juego de cuchillas troqueladoras	49
25	Diagrama simplificado del funcionamiento de una máquina troqueladora	50
26	Depósito de parafina líquida	67
27	máquina secadora	69
28	Vista lateral de rodillos corrugadores con sus componentes	70
29	Plancha térmica	71
30	Cilindros cortadores (triplex)	71
31	Clasificación de las fallas	74
32	Rectificación de rodillos corrugadores	93
33	Gráfico de control para endurecedor	99
34	Gráfico de control de la variabilidad de los datos	101
35	Control de consumo de parafina	
36	Variabilidad de la muestra, consumo de parafina	107
37	Panel que controla la temperatura en la parafina	108
38	Peso de endurecedor por metro cuadrado	110
39	Válvula de globo	116
40	Válvula de mariposa	120
41	Golpe de ariete debido a tapón de condensado	123
42	Diagrama de una tubería de vapor	128
43	Tubería de vapor deformada	129
44	Tubería de vapor	129
45	Conductos de vapor	131
46	Filtros de vapor	131
47	Disposición de liras 1	132
48	Disposición de liras 2	132
49	Modelo de gráfico para datos promedios \bar{x}	137

TABLAS

I.	Bitácora de caldera	52
II.	Peso en gramos de papel con impermeable	58
III.	Peso en gramos de papel sin impermeable	59
IV.	Peso de cajas con parafina	60
V.	Peso de cajas sin parafina	61
VI.	Tiempo de inmersión de cajas en saturadora	62
VII.	Tiempo de destilado	63
VIII.	Tiempo de secado de cajas con parafina	64
IX.	Pruebas con endurecedor	96
X.	Límites de control para endurecedor	97
XI.	Límites de control para papel con endurecedor	98
XII.	Muestreo de libras de parafina por caja	103
XIII.	Límites de control de parafina	104
XIV.	Promedio y variabilidad de la muestra	105
XV.	Límites de control de la muestra	106
XVI.	Datos de temperatura, tiempo de inmersión y destilado	111
XVII.	Datos promedio, de temperatura, tiempo y consumo de parafina	112
XVIII.	Observaciones en prueba con endurecedor	113
XIX.	Límites de control, para pruebas con endurecedor	114
XX.	Datos para gráfico x, y rango	115
XXI.	Criterio de muestreo	117

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
"	Pulgadas
#	Número
%	Porcentaje
(+/-)	Suma o resta
(T)	Disposición de las tuberías de vapor
(Y)	Disposición de las tuberías de vapor
A2	Factor para límites de control
°C	Grados centígrados
cc	Centímetros cúbicos
D3	Factor para los límites de control
D4	Factor para los límites de control
lb	Libra
lbs/hr	Libras por hora
LCLr	Límite de control inferior para rango
LCLx	Límite de control inferior para promedio
LCr	Límite central para rango
LCx	Límite central para promedio
m	Metro
min	Minuto
mm	Milímetro
psi	Libras por pulgada cuadrada
r	Rango
seg	Segundo

UCLr	Límite superior para rango.
UCLx	Límite superior para promedio.
x	Promedio.
BTU/HR	Cantidad de energía que se requiere para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua, en condiciones atmosféricas normales.

GLOSARIO

Almidón	Sustancia derivada del grano de maíz, que es utilizada como adhesivo en la fabricación del cartón corrugado.
Almidón perla	Sustancia sintética que sirve para aumentar las propiedades adherentes del almidón natural.
Anilox	Cilindro que se utiliza en máquinas impresoras para adherir la tinta, al cilindro porta <i>clisse</i> .
Antigrasa	Tipo de impermeabilizante que se utiliza en el cartón corrugado.
Biodegradable	Dicho de un compuesto químico: que puede ser degradado por acción biológica.
Bobina	Rollo gigante de papel kraft que se utiliza como base para la elaboración del cartón corrugado.
Bórax	Sustancia utilizada como desinfectante, detergente y ablandador del agua.
Brida	Reborde circular en el extremo de los tubos

metálicos, para acoplar unos a otros con tornillos o roblones.

Cavitación

Formación de burbujas de vapor o de gas en el seno de un líquido, causada por las variaciones que éste experimenta en su presión.

Clisse

Plancha o lámina, regularmente de hule, que representa algún tipo de grabado, y es utilizada en el proceso de impresión.

Condensado

La condensación es el resultado de la reducción de temperatura causada por la eliminación del calor latente de evaporación; a veces se denomina condensado al líquido resultante del proceso.

Corrugado

En el cartón, el corrugado es la parte media o central de la lámina, y se presenta en forma de ondas.

Corrugadora

Máquina que se emplea para la elaboración del cartón corrugado.

Cresta

Es la parte superior, o pico de la onda.

Double face

Representa una de las caras laterales de la

plancha de cartón corrugado.

Embalaje

Caja o cubierta con que se resguardan los objetos que han de transportarse.

Fibra virgen

Material que viene elaborado con materia prima directamente de la naturaleza, es decir que no ha sido reciclado.

Flauta c

Ondulación media que presentan regularmente las cajas de cartón corrugado en la parte central de la caja.

Flauta e

Ondulación pequeña, llamada también microcorrugado; se presenta en una caja de cartón en la parte central de la lámina.

Flexografía

Deriva de la tipografía y utiliza planchas flexibles y tintas fluidas que secan por evaporación.

Fotopolímeros

El fotopolímero es un polímero especialmente desarrollado para la fabricación de clises para la industria flexográfica.

Gelificar

Transformación de un fluido a estado sólido o de gel.

Golpe de ariete	Modificación de la presión en una conducción debida a la variación del estado dinámico del líquido.
Impermeabilizante	Sustancia que se utiliza como aislante, en ambientes húmedos y fríos.
<i>Kraft liner</i>	Papel que sirve como base para la elaboración del cartón corrugado.
<i>Liners</i>	Representa las caras laterales en una lámina de cartón corrugado.
Linograbado	Grabado tipográfico obtenido a partir de una placa de linóleo, deriva de la xilografía y su aparición se remonta a principios del siglo XX.
Lira	Disposición, circular o semicircular que se le da a las tuberías de vapor para evitar depósitos de condensado.
<i>Manifold</i>	Sistema que tiene la finalidad de asegurar el abasto de un gas, que puede ser un sólo gas

o una mezcla de gases. El manifold es como una "Y" y selecciona de qué lado permite el flujo del aire.

Medium

Se le llama al papel que ocupa la parte central de una lámina de cartón corrugado y presenta ondulaciones.

Monel

Es el nombre que se asigna a las aleaciones comerciales con razones níquel-cobre de aproximadamente 2:1 de peso. El Monel es más duro que el cobre y extremadamente resistente a la corrosión.

Offset

Es un método de reproducción de documentos e imágenes sobre papel, o materiales similares, que consiste en aplicar una tinta, generalmente oleosa, sobre una plancha metálica, compuesta generalmente de una aleación de aluminio.

Ondas

Es la forma que adquiere el papel denominado como *medium*, después de aplicársele presión por medio de los cilindros corrugadores.

Parafina	Es un tipo de impermeabilizante que se utiliza en el cartón corrugado, y comúnmente se le conoce como cera.
Pirotubular	Se denomina así, al tipo de caldera que es utilizada para generar vapor de bajas presiones, y cuyas características internas es que el calor se genera dentro de la tubería.
Plancha térmica	Parte de la corrugadora donde se le da tratamiento térmico a la plancha de cartón corrugado.
Purga	Procedimiento para limpiar el sistema de vapor de impurezas y exceso de condensado.
Rodillos precalentadores	Rodillos empleados para calentar el papel y eliminar la humedad, mejorando las cualidades del mismo en el corrugado.
Saturadora	Máquina empleada para agregar impermeabilizante en las cajas de cartón.
Sensor	Es un dispositivo que detecta o sensa manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad,

aceleración, tamaño, cantidad, etc.

Single face

Otro nombre que se le da a una de las caras o *liners* de la plancha de cartón corrugado.

Slots

Juego de cuchillas y sisas que sirven para el troquelado y corte de las cajas de cartón.

Timer

Elemento utilizado para graduar o regular el tiempo en un proceso.

Tipografía

Es el arte y técnica del manejo y selección de tipos, originalmente de plomo, para crear trabajos de impresión.

Triplex

Maquina que se utiliza para el corte y hechura de sisas en el cartón corrugado.

Tubos de sifón

Van acoplados a manómetros u otros instrumentos de presión, cuando éstos deben ser instalados en líneas de vapor cuya temperatura supera el límite de temperatura de operación del instrumento.

White top

Nombre que se le da al papel utilizado mayormente en cajas de cartón microcorrugado, una de sus características es que tiene el color blanco y es más fino que el kraft.

Xilografía

Es una técnica de impresión basada en una plancha de madera cortada a fibra, en la que se talla a mano con un cincel o buril el texto.

RESUMEN

En la planta de Cajas y Empaques de Guatemala, S.A., (cegsa), se realizó un estudio para evaluar las áreas que necesitan mejoras, recopilando la información necesaria, y, haciendo las consultas respectivas con los encargados del departamento de calidad de la empresa, se hizo énfasis en la realización de un control estadístico, del consumo real de impermeabilizante en el cartón corrugado, ya que el que se tiene es meramente teórico, necesitando por tal motivo datos que ejemplifiquen el consumo real para hacer la comparación entre ambos datos y así poder sacar conclusiones.

Como punto de partida en el capítulo 1, se dan a conocer datos generales acerca de la empresa, también se describe el proceso productivo, materias primas empleadas para la elaboración del cartón corrugado, y la maquinaria empleada para realizar dicho proceso.

En el capítulo 2, se analizan las condiciones actuales bajo las cuales se trabaja en la planta de producción, es decir, nos basamos en la observación y el análisis, para sacar las conclusiones respectivas de cuáles son las propuestas de mejoras que deben hacerse en la planta.

Ya habiendo hecho el análisis respectivo nos basamos en el capítulo 3, en el muestreo de datos para documentar, y así poder hacer los gráficos de control correspondientes del comportamiento del consumo de impermeabilizante en el cartón corrugado. No obstante, se hizo un análisis de la maquinaria, en donde se pudo constatar que las tuberías de vapor necesitan una mejora para evitar un fenómeno, denominado como golpe de ariete, se

hicieron las recomendaciones de correspondientes para evitar este tipo de problemas.

Por último, llegando a la sección de seguimiento, se hace mención de cómo se llevarán a cabo los procedimientos, ya que el personal encargado de cada área, debe estar con una capacitación previa, para que la toma de datos y la documentación se lleve de una forma correcta, todo esto con la supervisión periódica de los departamentos de producción y calidad, ya que el control que se le dé a este tema, será de gran ayuda para estas dos grandes áreas de la empresa, no sólo para mejorar la calidad de las unidades producidas, sino también para disminuir el desperdicio por exceso en el consumo de impermeabilizante.

OBJETIVOS

GENERAL:

Realizar una propuesta de mejoras en el control estadístico de calidad, en la aplicación de impermeabilizantes en el cartón corrugado, y que estén orientadas a mejorar los controles de calidad existentes.

ESPECÍFICOS:

1. Describir teóricamente, como punto de partida, los temas a aplicar durante el análisis de las instalaciones actuales de la empresa.
2. Aplicar métodos de eficiencia como los diagramas de operaciones de recorrido y de flujo, que ayuden a obtener una perspectiva general del proceso.
3. Identificar cuáles son las áreas que necesitan un control estadístico para obtener datos reales, y así poder hacer la comparación con los datos teóricos.
4. Proponer los cambios necesarios, de tal manera que contribuyan a mejorar las condiciones actuales de producción.
5. Establecer el consumo real de materiales mediante la aplicación o mejoras en los controles estadísticos de calidad existentes.

6. Llevar a cabo la implementación de mejoras mediante los controles previamente establecidos.
7. Presentar la manera en la que se debe dar seguimiento al proyecto en su etapa de ejecución y pos-ejecución.

INTRODUCCIÓN

Un control de calidad bien aplicado, trae resultados muy favorables, en lo que se refiere a la satisfacción del cliente, y al ahorro significativo en los insumos que se utilizan para la producción, disminuyendo el desperdicio y los costos.

Cabe mencionar que el seguimiento y la mejora continua, deben ser aplicados constantemente para tener preferencia hacia los clientes, ya que en un mercado competitivo, en donde la oferta es amplia, trae como consecuencia tener que mejorar los procesos con regularidad, para brindar un producto de alta calidad a precios competitivos.

Es por ello que, dadas las circunstancias y las necesidades de la empresa, Cajas y Empaques de Guatemala, S.A., el presente trabajo de graduación se enfoca en el consumo real de impermeabilizante, ya que, no existe un control estadístico real de lo que verdaderamente se consume, cuando se aplica impermeabilizante a las cajas, o al papel, según sea el caso.

Por otro lado, el aspecto mecánico de la maquinaria, específicamente en las tuberías de vapor, se plantearon mejoras para evitar lo que se denomina comúnmente como golpe de ariete, término utilizado para describir el flujo violento de vapor dentro de las tuberías, debido a la presencia de condensado (agua en estado líquido), lo cual es un problema, que si no se le pone el cuidado que merece, puede traer costos elevados en reparación de maquinaria, e incluso accidentes que podrían ser fatales para el personal operativo de la empresa.

1. ASPECTOS GENERALES Y DEFINICIONES

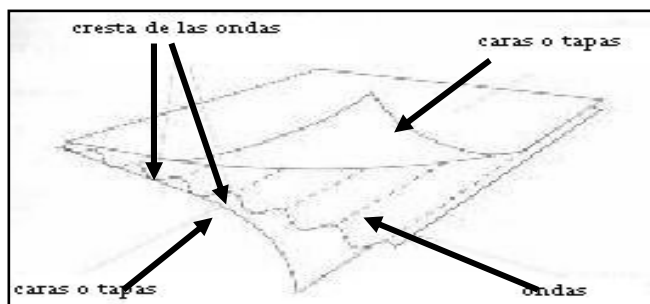
En este capítulo se presenta una breve descripción de la empresa, así como también los aspectos generales del proceso, maquinaria y materia prima; todo esto servirá como base para obtener un panorama general de lo que se lleva a cabo en la planta de producción.

1.1 Características generales del producto

El cartón corrugado es uno de los materiales más usados para envase debido a sus diversas ventajas como la protección de su contenido durante su transporte y almacenamiento, identificación, imagen, y economía así como su naturaleza reciclable.

El cartón es una variante del papel compuesta por varias capas de éste, que combinadas y superpuestas le dan su característica rigidez. En la figura 1, se muestran las capas que conforman el cartón corrugado.

Figura 1. Delaminado de cartón corrugado



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

El cartón corrugado usado en la fabricación de cajas y accesorios se obtiene mediante varias combinaciones de papeles. Su composición está definida en función del desempeño del envase que se desea obtener, o mediante ensayos físicos.

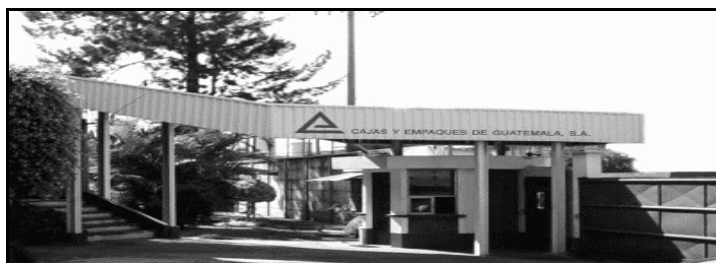
Es común en el usuario relacionar, el color del cartón corrugado con sus cualidades. Interesa resaltar que las tonalidades de los papeles – liner ocurren en virtud de los diferentes tipos de materias prima y/o procesos de fabricación. Eso no afecta el patrón de calidad, pues es posible obtener papeles-liner de tonalidades diferentes con una misma calidad o viceversa.

Se determina una calidad del cartón corrugado para embalajes, basado en la información o especificaciones técnicas establecidas por el usuario del envase.

1.1.1 Antecedentes históricos

Desde hace más de 30 años, Sigma, se ha dedicado al desarrollo de empaques de cartón, los cuales protegen los productos de nuestros clientes durante la distribución y embalaje y, en ciertos casos, son parte integral de su presentación en los estantes. En la figura 2, se presenta la imagen de la fachada de la empresa.

Figura 2. Cajas y Empaques de Guatemala S.A.



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

El compromiso primordial es brindar productos de alta calidad, por lo que el proceso de mejora continua en planta está certificado bajo las normas internacionales de calidad **ISO 9001:2000**.

Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. fabrica empaques de cartón corrugado de todo tipo, diseñados para satisfacer necesidades individuales del cliente. La empresa es el proveedor oficial de cajas para productos agrícolas, exportados a países como Estados Unidos y México.

Además, la empresa fabrica empaques de cartón microcorrugado que pueden ser impresos en offset y que es frecuentemente utilizado en exhibidores publicitarios y promocionales. El tipo de cartón que se fabrica, presenta en dos tipos de flauta: C, y E, en pared simple.

Haciendo mención también de los proveedores de materia prima, tomamos en cuenta que los principales abastecedores son de Estados Unidos, México, Europa y Costa Rica. La presentación de los empaques se muestra a continuación en la figura 3.

Figura 3. Presentación de los empaques



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

Todas las cajas de cartón que se producen son fabricadas con materias primas de alta calidad, importadas en su mayoría de Estados Unidos, las cuales son sometidas a pruebas de laboratorio antes de usarse, esto con el fin de garantizar que el producto fabricado cumpla con las exigencias de normas internacionales, las cuales implican resistencia al peso del producto, humedad y bajas temperaturas.

Debido al crecimiento que se ha desarrollado en Centro América por la exportación de productos agrícolas no tradicionales, principalmente frutas, vegetales, flores y plantas, se ha desarrollado una alta tecnología en la fabricación de los empaques para estos productos. Dichos productos requieren de protección por los diferentes tipos de ambientes en que se manejan, desde su empaqueo original hasta su destino final.

Para este propósito, se cuenta con equipos modernos y sofisticados con los cuales puede ofrecer cajas y envases resistentes a la humedad, bajas temperaturas y congelamiento; en diferentes formas y tamaños con impresiones muy atractivas y sofisticadas que contribuyen al mercadeo del producto final.

Los departamentos técnicos y de diseño están a la disposición de los clientes para colaborar en la construcción de los mejores empaques para los mejores productos.

1.1.1.1 Misión

La innovación constante, la actualización tecnológica e informática, la capacidad de inversión, la excelencia en la atención al cliente y las entregas puntuales nos hacen el proveedor más confiable de sus empaques.

1.1.1.2 Visión

Ser líder en el mercado del cartón corrugado, además de tener una verdadera orientación hacia el cliente, mediante el uso eficiente de los recursos.

1.1.2 Cajas de cartón corrugado

Las cajas de cartón corrugado tienen la particularidad de adaptarse al tipo de producto que se desea embalar. Algunas cajas de cartón se imprimen y troquelan, mientras que otras se imprimen, doblan y pegan, según las necesidades. Todas las cajas de cartón corrugado se adaptan fácilmente y por igual a diferente modo de transporte.

1.1.3 Funciones

La función básica del envase de cartón corrugado es dar al producto otras funciones igualmente importantes que son las de proteger, mover, transportar, identificar, almacenar y distribuir. Se suma a ello la función de marketing que, cada vez gana más importancia, pues crece el número de envases que acompaña al producto hasta el punto de venta

Finalmente, y no por ello menos importante, se encuentra la función de cuidar el medio ambiente, ya que su materia prima (papel), le confiere la característica de ser 100% reciclable y biodegradable.

1.2 Descripción de la materia prima

En general, para la realización de una caja de cartón corrugado se utilizan los siguientes elementos, el papel Kraft utilizado para formar las 3 capas de las cuales se compone una caja, las resinas impermeabilizantes para darle impermeabilidad a las paredes de la caja y protegerlas de la humedad, el almidón el cual sirve como base para pegar las capas de papel en el proceso de corrugación, el vapor de agua para darle un tratamiento térmico al papel, grapas o pegamento que sirven para unir los extremos de una caja y darle forma, y las tintas que sirven para hacer el logotipo o figura que llevara impresa la caja ya terminada y que son parte de los acabados finales junto con el troquelado el pegado y el engrapado.

1.2.1 Tipos de papel

De los tipos de papel mas utilizados para la elaboración del cartón corrugado están el kraft liner y el white top, el primero se utiliza en general para cualquier tipo de producto no obstante va a depender el grosor que este tenga para enfocarlo a determinado cliente, por ejemplo un papel grueso es utilizado mayormente para la elaboración de cajas de producto agrícola o cajas de cartón en las cuales su manejo es muy rustico o se encuentra en ambientes donde la humedad es bastante elevada, en este tipo de cajas la ondulación que se elabora o la flauta que es la parte central de la caja es la denominada flauta C. La flauta puede ser de cuatro tipos: A, B, C, D y E esta última también conocida como micro corrugado. El white top es usado para un tipo de cajas mas sencilla y pequeña en donde la denominada flauta o la ondulación que tienen las cajas en la parte central es mas pequeña siendo denominada esta como flauta E.

1.2.1.1 Kraft liner

Es el papel de mayor resistencia mecánica. Está compuesto por un alto porcentaje de fibra virgen y una pequeña proporción de fibra reciclada.

1.2.1.2 White top

Posee similares características que el anterior y tiene, además, una capa de celulosa blanqueada.

1.2.2 Sección de adhesivos de corrugación

Acá se presentan los adhesivos que sirven para unir las capas de de papel para elaborar una plancha o lamina de cartón corrugado, también se describen los materiales para el proceso de hechura de almidón que es el adhesivo principal en el proceso de corrugación, los impermeabilizantes que son los encargados de evitar que el papel sea atacado por la humedad de una manera fuerte, logrando así que la caja no pierda sus propiedades de estabilidad, dureza y resistencia.

1.2.2.1 Almidones sintéticos

Los almidones modificados son utilizados para mejorar las propiedades químicas del almidón común, estos almidones también son llamados sintéticos debido a su alto costo comparado con el almidón común, es preferible utilizarlo junto con almidón perla en cantidades pequeñas.

1.2.2.2 Bórax

El bórax es un químico utilizado para mantener la viscosidad del almidón ya que en su ausencia esta se incrementaría o disminuiría según sea el caso, la viscosidad juega un papel fundamental para que el almidón cumpla con su función de engomado en el papel corrugado.

1.2.2.3 Almidón perla

Este es el mas utilizado para la elaboración de cartón corrugado, se utiliza como pegamento o goma y su aplicación se da en las caras de papel liner, y médium, este tipo de almidón es el que se utiliza en pedidos comerciales de cartón corrugado, el almidón perla esta elaborado a base de maíz triturado.

1.2.2.4 Soda cáustica

La función de la soda cáustica en la carga de almidón es dar el cocimiento de la mezcla es decir que esta se deshace conforme al batido que el operador hace en el tanque, entre mas se mezcle o revuelva la carga de almidón mayor será la dilución de esta junto con la soda cáustica.

1.2.3 Impermeabilizantes

Estos son utilizados mayormente en cajas destinadas a producto agrícola como brócoli o arveja, su función principal es brindar impermeabilidad a la caja contra la humedad, y condiciones en las cuales se vea afectada por esta, un

ejemplo de ello serian los contenedores refrigerados en los furgones, entre otros.

1.2.3.1 Impermeable antigrasa y endurecedores

El antigrasa tiene como función principal el evitar que la grasa penetre las paredes de la caja y con ello lograr que esta se mantenga firme y estable, los endurecedores son una capa de líquido que se aplica al papel médium de la plancha de cartón, reforzando en gran medida la firmeza y dando dureza extra a la caja.

1.2.3.2 Impermeable antihumedad

El impermeable antihumedad no es mas que cera o parafina, la cual es utilizada para evitar que la humedad ataque a la caja de cartón y que esta se deteriore y arruine el producto que lleva con ella.

La parafina se aplica a la caja que estará en ambientes extremos y prolongados de humedad, como por ejemplo contenedores y/o cuartos refrigerados.

1.3 Características generales del proceso

En este capitulo se explican los procesos que se llevan cabo para obtener una lamina de cartón corrugado, las partes involucradas mas importantes son el papel que sirve como base para la obtención de la lámina, y el almidón que se utiliza como adhesivo para la unión de las capas de papel.

1.3.1 Descripción del proceso de corrugación

El cartón corrugado es un material ligero, cuya resistencia se relaciona con el trabajo conjunto que realizan las tres láminas de papel que la conforman.

Esta estructura está compuesta por una capa central de papel ondulado (onda), reforzado externamente por dos capas de papel, las cuales están pegadas entre sí por adhesivo.

El proceso comienza cuando el papel, que viene en bobinas de 1500 kilogramos aproximadamente, se monta en las distintas porta-bobinas existentes a lo largo de la máquina corrugadora. En la figura 4 se presenta la disposición de los liners de corrugación.

Figura 4. Liners de corrugación.

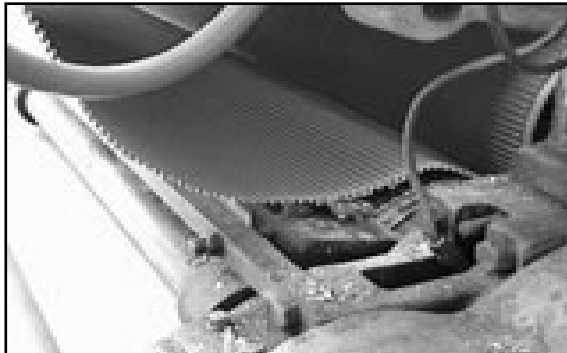


Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

Una vez que las tres capas de papel se encuentran en sus respectivas ubicaciones, se procede a empalmar la onda (capa central del cartón) en el liner. Ahí ocurren dos procesos simultáneos. En el primer proceso, se forma la onda y paralelamente, ésta se impregna con una película delgada de adhesivo.

Posteriormente, la onda se encuentra con la tapa interior o liner interior y se forma la monotapa o, como se le denomina, single face. En la figura 5 se presenta la ondulación del papel por medio de los cilindros corrugadores

Figura 5. Cilindros corrugadores



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

A esta altura del proceso, el cartón está conformado por la onda y la tapa interior. Lo que corresponde ahora es pegar la última tapa o Liner exterior.

Siguiendo con el proceso se aplica adhesivo al material que ya salió de uno de los liners de corrugación y se pega con el liner externo que se encuentra embobinado en los rodillos jaladores. En la figura 6 se presenta la disposición en máquina de las bandas transportadoras.

Figura 6. Bandas transportadoras



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

En este punto del proceso, las tres capas se encuentran unidas entre sí, y pese a que el cartón está prácticamente terminado, se debe quitar la humedad que existe ya que el almidón que se encuentra entre sus capas aún debe secarse.

Lo que procede entonces es secar el almidón y para ello, el cartón ya formado se ingresa a la mesa de secado, la que en su superficie contiene planchas de acero a muy alta temperatura. Esto hace que el almidón se solidifique y las capas de papel queden definitivamente pegadas y sin posibilidad de poder separarse sin que este se rasgue. En la figura 7, se presenta la plancha térmica, la cual es clave para el proceso de corrugación.

Figura 7. Plancha térmica



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa).

Al finalizar este proceso, el papel se encuentra en condiciones de poder ser utilizado para la fabricación de las cajas de cartón. Lo que procede ahora es simplemente cortar la plancha al largo y ancho que se requiera. Lo anterior se define con la orden de producción, en donde se establecen las dimensiones de la lámina. Este proceso es realizado por el triplex, que consiste en tres cilindros,

los cuales cuentan con cuchillas y marcadores de sisas para el ancho de la lámina, para luego pasar a otra área del triplex donde son cortadas al largo requerido.

Ya aquí ha concluido el proceso de corrugación, ya se cuenta con láminas, que son transportadas por bandas hasta donde se encuentran otros operadores que son los encargados de la verificación de éstas, luego las ordenan, las entariman y son llevadas a los puestos de trabajo donde serán requeridas.

1.3.2 Descripción de hechura de almidón

El proceso inicia con la revisión de válvulas de vapor, seguidamente se pone a llenar el tanque primario con agua hasta una medida de 21 pulgadas del borde superior del mismo, para verificar esta medida utiliza un metro introduciendo el mismo dentro del tanque, de igual forma se procede al llenado del tanque secundario.

Luego se toma almidón y se pesan 22 Lb. las cuales son introducidas en el segundo tanque, se activa el agitador en ambos tanques.

Dentro del tanque primario se introduce 1 Lb. de bórax, y se tiene una demora que consiste en esperar que se llegue a una temperatura de 54 grados centígrados para el tanque primario. Luego se toma bórax el cual debe pesar 11 Lbs. y se vierte en el tanque secundario, se sigue el procedimiento con el llenado de agua del tanque, paralelo al tanque primario. Se pesan 14 Lbs. de soda cáustica, las cuales se vierten en dicho tanque, en el cual, el operario mezcla manualmente.

De aquí el operador toma los sacos de almidón y los ordena en la bandeja receptora del tanque secundario, (14 sacos, con un peso aproximado de 100 Lbs. por saco) los cuales abre y vierte en este tanque.

De aquí se procede a abrir la válvula de agua de enfriamiento del tanque primario y se espera a que se llene el mismo.

Se tiene una demora de 5min, que consiste en esperar a que el contenido de ambos tanques se agite considerablemente ya con todos sus componentes.

De allí abre válvula del tanque primario para que ambas mezclas se revuelvan en el tanque secundario y por último hace la inspección correspondiente.

1.4 Descripción del equipo principal

El equipo principal involucrado en las planchas o láminas de cartón corrugado son la máquina corrugadora, la cual se encarga de procesar el papel hasta convertirlo en planchas de cartón; y la maquina saturadora, que es la encargada de dosificarle a las cajas, cierta cantidad de de parafina para que éstas obtengan una protección contra la humedad y el frío.

1.4.1 Máquina corrugadora

El equipo principal del proceso de cartón corrugado es la maquina corrugadora, la cual data de los años 50 (o la segunda guerra mundial), es una máquina muy antigua, sin embargo con el pasar de los años se le han hecho

mejoras tecnológicas las cuales han logrado mejorar la eficiencia de producción.

Estas mejoras consisten en la aplicación de instrumentación neumática, y paneles de control computarizados, los cuales permiten que la producción se lleve a cabo de una forma continua entre las corridas que se realizan en cada turno de trabajo. La corrugadora es marca LANGSTON, y sus elementos principales son los rodillos corrugadores, estos son los encargados de la elaboración de la flauta; hay dos tipos de corrugadores en la máquina: los que se utilizan para la elaboración de la flauta C, o corrugado normal, y los que se utilizan para la elaboración del microcorrugado o flauta E, además la máquina cuenta con los rodillos precalentadores que son los encargados de darles un tratamiento térmico al papel para abrir el poro del mismo y así sea mejor la absorción de almidón al momento de que se le aplique. Los rodillos de presión de la maquina son los encargados de unir los liners o papel de caras exteriores con el papel corrugado o médium esta presión es manipulada por el operario encargado en un panel de control debidamente instrumentado, por el otro lado, la máquina cuenta con una plancha térmica, la cual sirve para darle el tratamiento térmico necesario a las tres capas de papel que forman la lámina de cartón, la plancha térmica es de una longitud de unos 10 m. y su función principal es aplicar el calor necesario manipulado por el operario, para que las capas de papel peguen entre si para dar forma final a las láminas de cartón. Y por ultimo el corte que se realiza a las láminas de cartón, se efectúa mediante una serie de cuchillas colocadas casi al final de la línea.

1.4.2 Máquina saturadora

La saturadora es la máquina encargada de la aplicación de parafina en cajas de cartón corrugado que están destinadas mayormente a producto de tipo

agrícola, ya que están expuestas a una humedad y frío intenso, la función principal de la saturadora es la dosificación y secado de la parafina que se aplica a las cajas de cartón corrugado, logrando que esta sea la adecuada, evitando así una falta o un exceso de aplicación en las cajas.

1.5 Descripción del equipo auxiliar

El equipo auxiliar que presentan las maquinas importantes en donde se lleva el proceso de corrugado y saturado en este caso son la caldera y la almidonera, la primera se encarga de la producción de vapor para la dosificación del mismo en la corrugadora y la saturadora, en la almidonera se lleva a cabo el proceso de hechura de almidón para su posterior traslado a la corrugadora.

1.5.1 Calderas

La caldera de vapor pirotubular diseñada para potencias en un rango de (334,750 BTU/HR A 26,780,000 BTU/HR), concebida especialmente para el aprovechamiento de gases de recuperación, presenta las siguientes características:

El cuerpo de la caldera, está formado por un cuerpo cilíndrico de disposición horizontal, incorpora interiormente un paquete multitubular de transmisión de calor y una cámara superior de formación y acumulación de vapor.

La circulación de gases se realiza desde una cámara frontal dotada de brida de adaptación, hasta la zona posterior donde termina su recorrido en otra cámara de salida de humos.

El conjunto completo, calorífugado (capacidad calorífica) y con sus accesorios, se asienta sobre un soporte deslizante y bancada de sólida y firme construcción suministrándose como unidad compacta y dispuesta a entrar en funcionamiento tras realizar las conexiones a instalación.

La caldera, una vez realizadas las pruebas, comprobaciones reglamentarias y legales por una entidad colaboradora de la administración, se entrega adjuntando un "Expediente de Control de Calidad" que contiene todos los certificados y resultados obtenidos.

1.5.2 Almidonera

La almidonera es un depósito que cuenta con varias aspas para el mezclado del almidón, con 1 bomba se envía el almidón elaborado por el operario, hacia la corrugadora por una serie de tuberías de alimentación, el exceso es enviado de regreso a los depósitos de almidón por una tubería de retorno.

1.6 Sección de acabados

En esta sección se presentan los acabados finales que se le dan a una caja, las máquinas involucradas en dichos acabados son las impresoras las troqueladoras y las mixtas (impresoras-troqueladoras).

1.6.1 Máquinas impresoras

La flexografía es un sistema de impresión en altorrelieve (las zonas de la plancha que imprimen están más altas que aquellas que no deben imprimir). Al igual que en la tipografía, xilografía o linograbado, la tinta se deposita sobre la plancha, que a su vez presiona directamente el sustrato imprimible, dejando la mancha allí donde ha tocado la superficie a imprimir.

Lo que distingue la flexografía de la tipografía (de la que es un derivado) es que la plancha es de un material gomoso y flexible (de ahí su nombre de flexo-grafía).

Este sistema de impresión se conocía en principio como "impresión a la anilina" o impresión con goma. Tras algunos intentos en Inglaterra, nació definitivamente en Francia a finales del siglo XIX como método para estampar envases y paquetes de diverso tipo a partir del uso de prensas tipográficas en las que se sustituyeron las planchas usuales por otras a base de caucho.

Gracias al desarrollo de los tintes a la anilina, de gran colorido, y de materiales plásticos como el celofán, la impresión a la anilina tuvo una gran aplicación en el mundo de los envases de todo tipo.

Después de la II Guerra Mundial, las tintas de base alcohólica y acuosa fueron sustituyendo a las de anilina (que es tóxica) y en 1952 el proceso pasó a denominarse.

La aparición de sistemas entintadores de cámara (chambered systems) y de planchas basadas en fotopolímeros (en lugar de las tradicionales de caucho) y los avances en las tintas de base acuosa y de los cilindros anilox de cerámica han mejorado enormemente este sistema de impresión, que en la actualidad ha

sustituido casi por completo a la tipografía tradicional en trabajos de gran volumen.

1.6.2 Máquinas troqueladoras-impresoras

Esta es una combinación de una maquina que cumple una función doble, es decir que inicialmente a una lamina con determinadas dimensiones pasa por una serie de rodillos los cuales tienen la función de darle la impresión flexografica a la caja, para que posteriormente pase a una siguiente etapa, en la cual la lamina de cartón ya impresa se troquela para darle forma a los cortes que ésta tendrá antes de que se empaque y se lleve ya sea a bodega o directamente al área de embarques, en donde se le despacha al cliente.

1.6.3 Máquinas troqueladoras

Cuando la lámina de cartón ya pasó por las impresoras y el proceso de impresión, fue el adecuado, la lámina llega a lo que es el área de troquelado en donde las maquinas troqueladoras se encargan de darle el corte exacto con unos troqueles fabricados con las medidas y especificaciones que el cliente necesita, para que después de ello se obtenga una caja de cartón para determinado producto, con dimensiones y estilos según haya sido el pedido de fabricación.

1.7 Diagramas de procesos

Los diagramas de procesos que se presentan a continuación nos servirán para observar el recorrido en sus diferentes etapas y el proceso de corrugación, siendo estos los siguientes: diagrama de operaciones del proceso, diagrama de flujo del proceso y diagrama de recorrido del proceso.

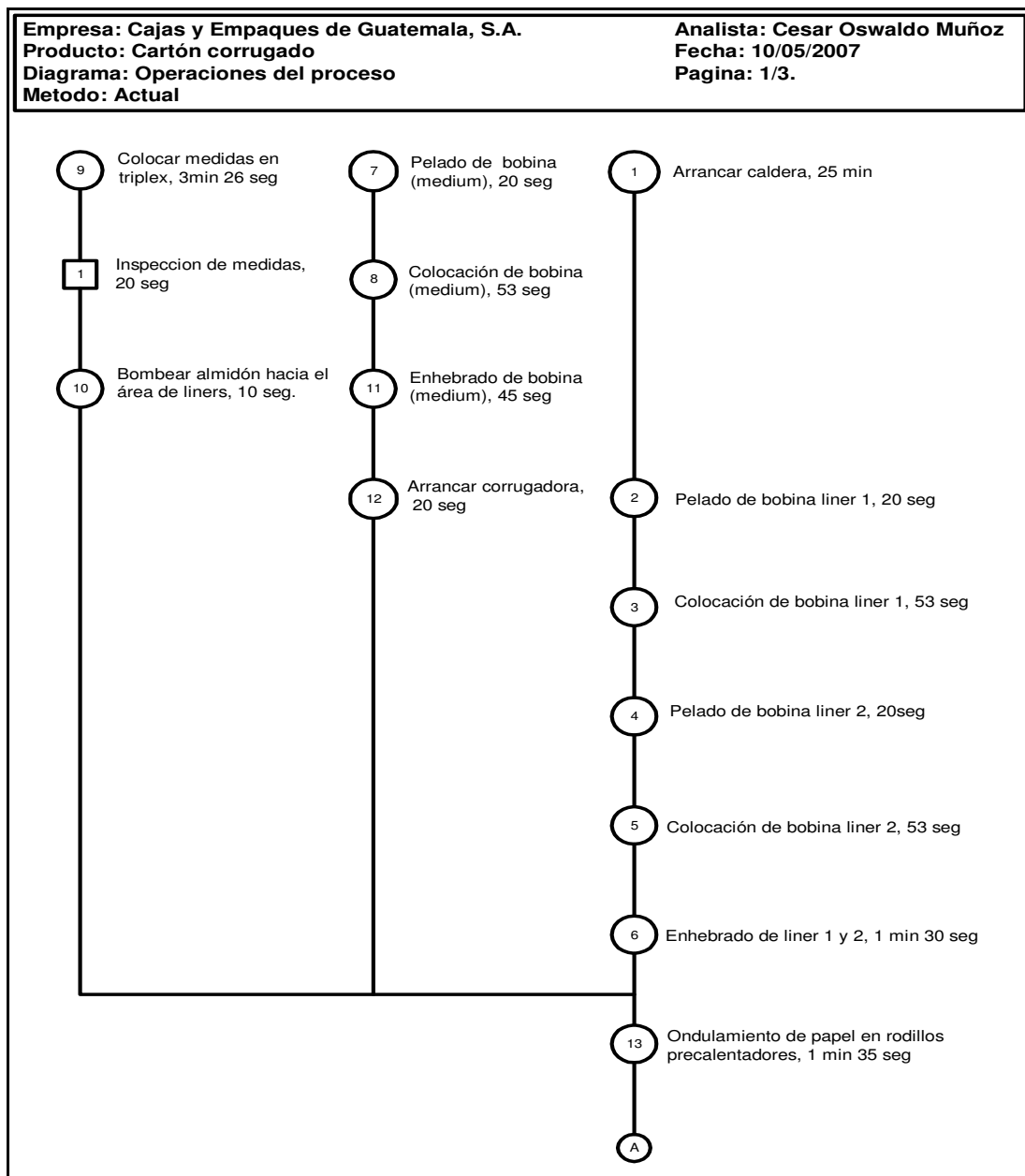
Tanto los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido; tienen importancia en el proceso de mejoras. Su utilización correcta ayudara a formular el problema, y resolverlo; a hacer que se acepte e implante. Estos diagramas son auxiliares-descriptivos e informativos valiosos para entender un proceso y sus actividades relacionadas.

Es por esto, que para poder identificar y familiarizar con los diagramas generales se realizo un caso practico de la elaboración de cocuizas, donde se pudo conocer a detalle la utilización e importancia de los mismos.

1.7.1 Diagrama de operaciones

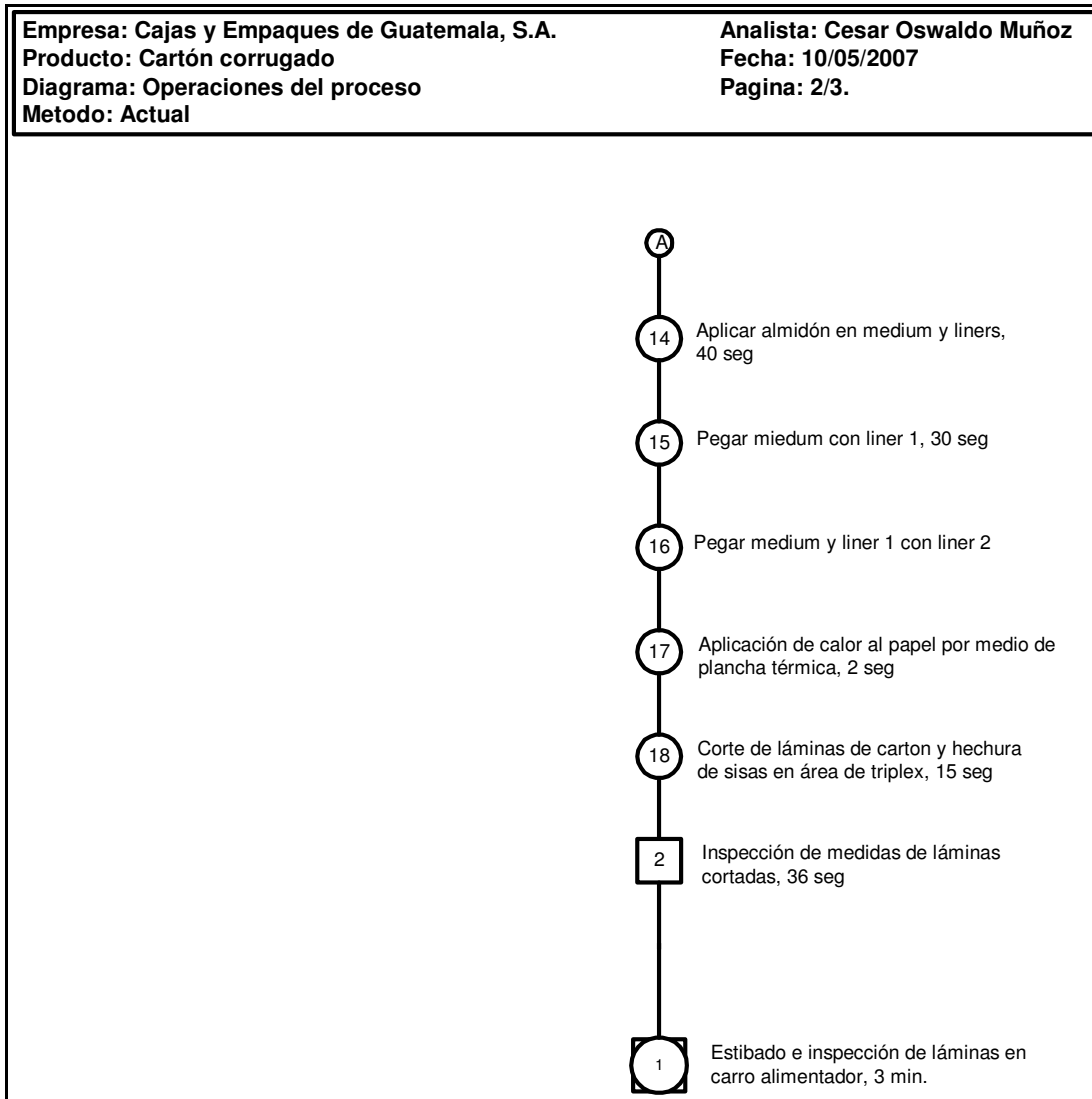
En la figura 8, se presenta el diagrama de operaciones del proceso, de cartón corrugado.

Figura 8. Diagrama de operaciones del proceso



Fuente: Elaboración propia

Continuación



Fuente: Elaboración propia

Continuación

Empresa: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A.
Producto: Cartón corrugado
Diagrama: Operaciones del proceso
Metodo: Actual

Analista: Cesar Oswaldo Muñoz
Fecha: 10/05/2007
Pagina: 3/3.

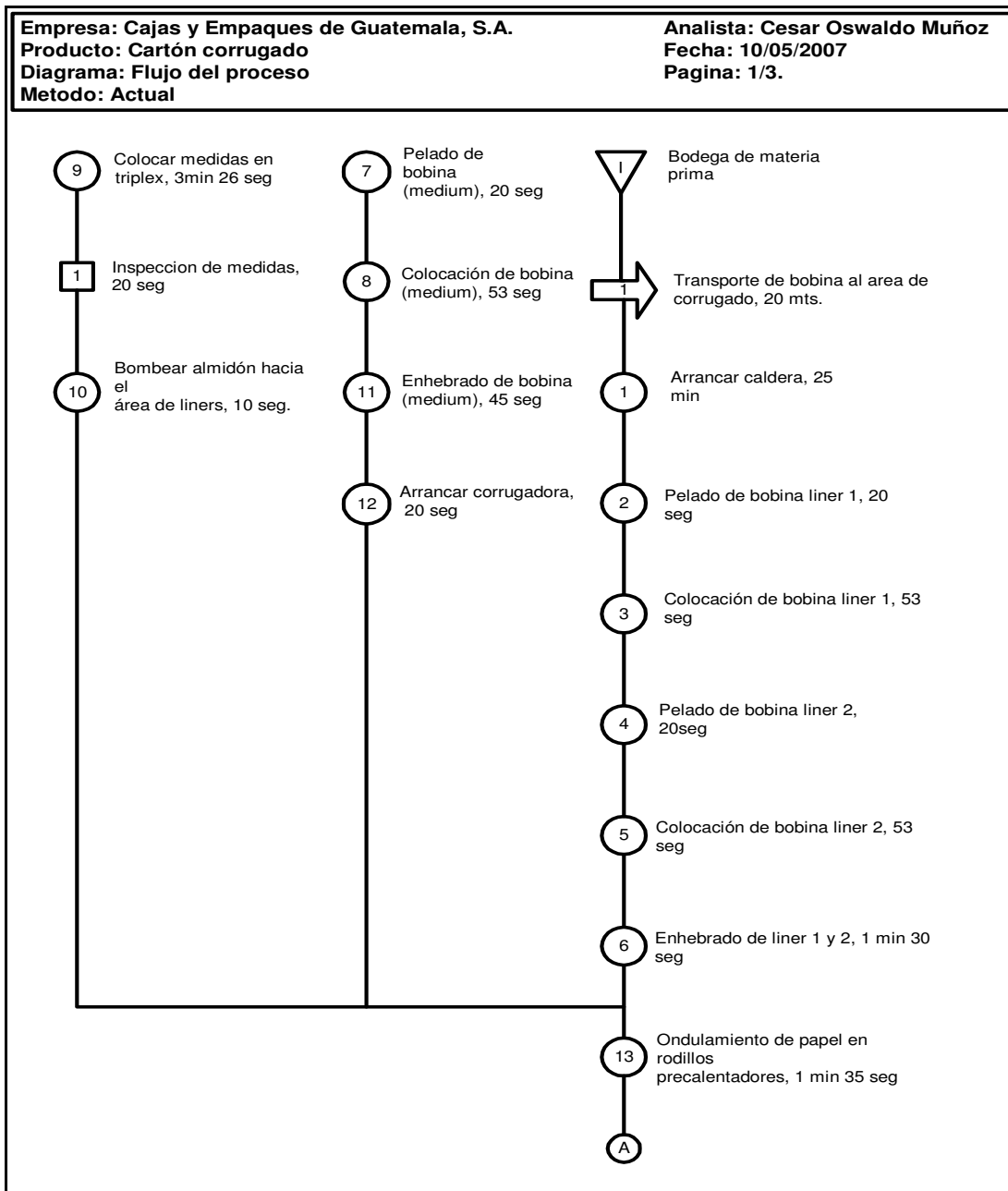
RESUMEN				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (min)
Operación	○	18	---	37.32
Inspección	□	2	---	0.93
Combinado	◻	1	---	3
Transporte	→	0	---	0
Demora	⏸	0	---	0
Almacenaje	▽	0	---	0
TOTAL		21	---	41.25

Fuente: Elaboración propia

1.7.2 Diagrama de flujo del proceso

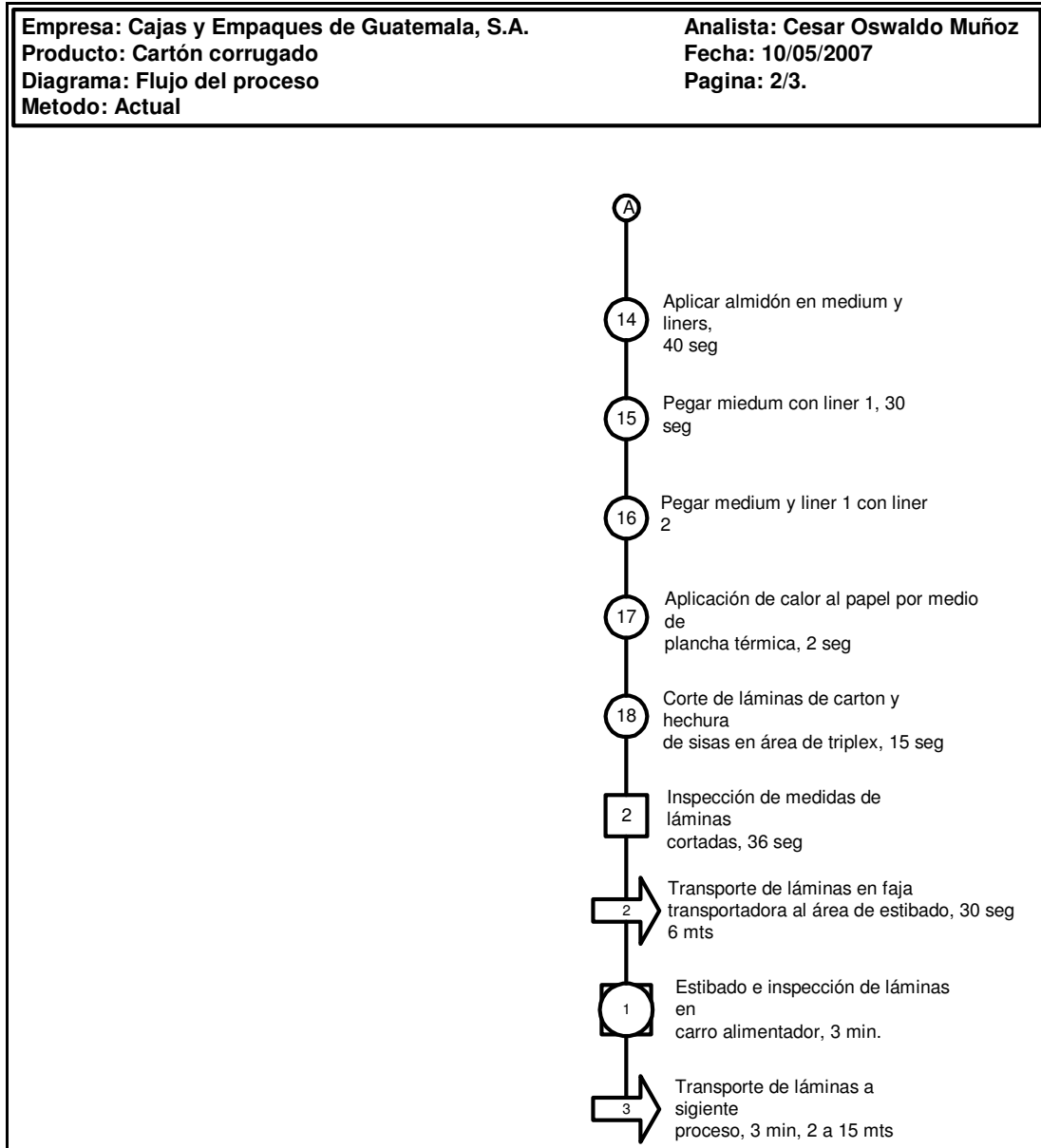
En la figura 9, se puede observar el diagrama de flujo del proceso, de la elaboración del cartón corrugado.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso.



Fuente: Elaboración propia

Continuación



Fuente: Elaboración propia

Continuación

Empresa: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A.
Producto: Cartón corrugado
Diagrama: Flujo del proceso
Metodo: Actual

Analista: Cesar Oswaldo Muñoz
Fecha: 10/05/2007
Página: 3/3.

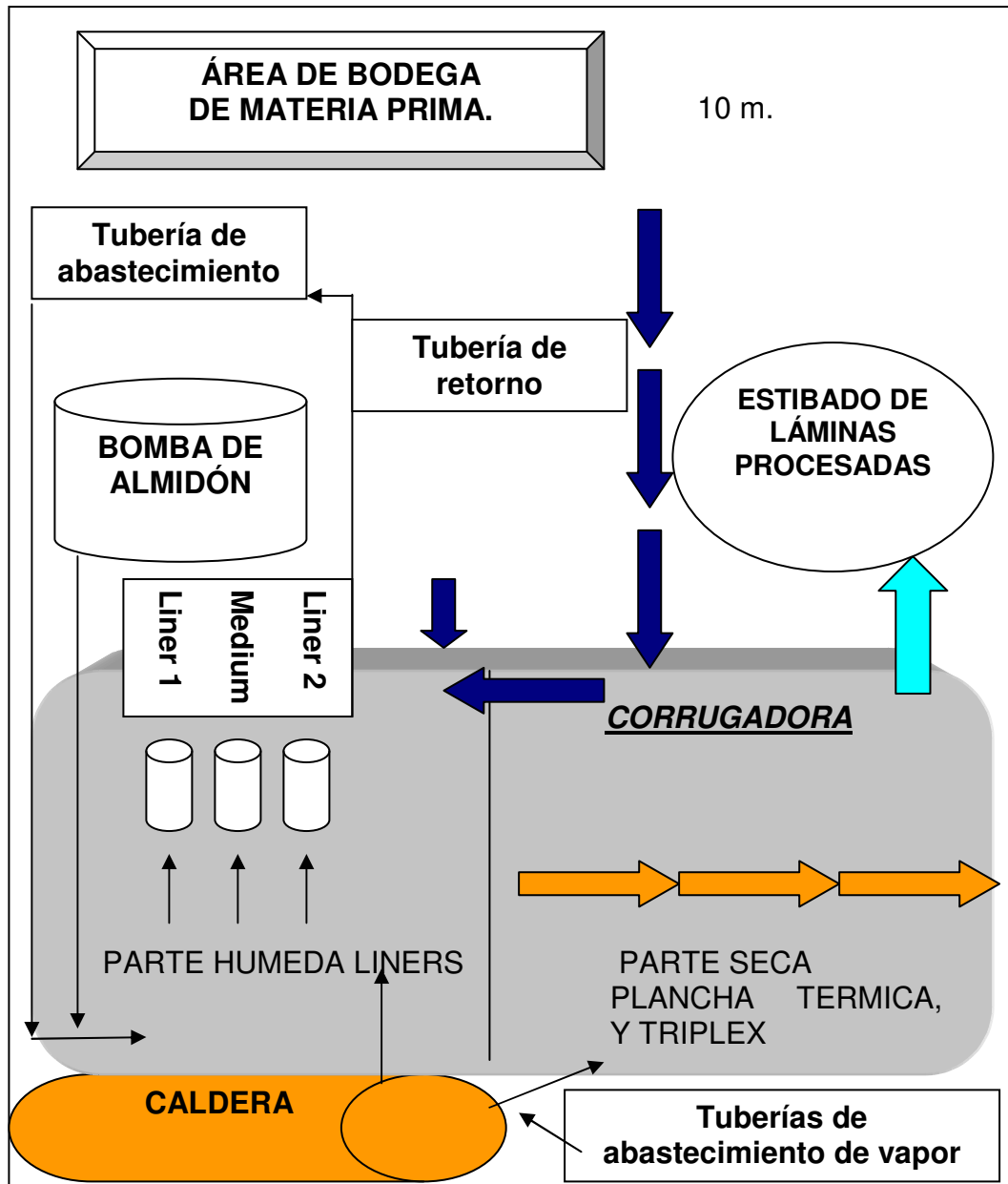
RESUMEN				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (min)
Operación	○	18	---	37.32
Inspección	□	2	---	0.93
Combinado	◐	1	---	3
Transporte	➡	3	41	5.13
Demora	⏸	0	---	0
Almacenaje	▽	1	---	0
TOTAL		25	41	46.38

Fuente: Elaboración propia

1.7.3 Diagrama de recorrido

En la figura 10, se presenta el diagrama de recorrido del proceso de corrugación, desde que sale la materia prima de bodega hasta que se obtiene una lámina de cartón corrugado ya procesada.

Figura 10. Diagrama de recorrido



Fuente: Elaboración propia

2. SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta un análisis de los factores referentes al funcionamiento de la maquinaria y el equipo de trabajo, así como de las especificaciones y controles que se llevan en las áreas de corrugación y saturado, en las cuales es necesaria la aplicación de impermeabilizantes.

2.1 Funcionamiento actual del sistema de corrugación

La máquina utilizada para hacer láminas de cartón corrugado, la corrugadora tiene una altura aproximada de entre 4 y 5 metros, un ancho de entre 2 y 2.5 metros y un largo aproximado de 100 metros.

Existen sujetadores de rodillos que colocan las bobinas gigantes de papel, que pesan aproximadamente 5,000 libras; usualmente se dispone de un juego de dos de ellos para cada sección de la máquina, de tal forma, que puedan efectuarse cambios de rollos, con velocidad y el mínimo de desperdicio. Para fabricar cartón sencillo, debe disponerse de seis sujetadores y tres dispositivos de cambio rápido. Para doble pared (doble capa de cartón corrugado), debe disponerse de 10 sujetadores y cinco dispositivos de cambio rápido, pero se hace mención de doble pared para tener conocimiento general únicamente, ya que en la planta no se lleva a cabo la elaboración de cajas de este tipo.

Una corrugadora típica opera a una velocidad de 300 a 350 metros por minuto y a 100 metros por minuto durante cambio de rollos. Un rollo típico de

papel dura aproximadamente una hora en pasar por la corrugadora. Las flautas o corrugaciones corren perpendicularmente a la dirección de la maquina. El cartón formado, pasa a través de una sección rotativa de corte y sisas: esta sección le quita los bordes exteriores y si así se desea, corta y sisa al cartón en el número de unidades requeridas y al ancho deseado.

Dependiendo del estilo de la caja y del equipo de acabado a usar, pueden utilizarse ruedas de sisas que las harán en la dirección en que opera la maquina.

Cada orden de cajas requiere de diferentes anchos y sisas. Para poder realizar cambios rápidos de una orden a otra, se utilizan tres secciones de cuchillas y sisas montadas en una unidad conocida como “triplex”, mientras una sección esta en uso, las otras dos pueden pre-acondicionarse para las ordenes siguientes. Los cambios pueden realizarse en segundos. Finalmente, un sistema de corte “Copar”, corta las láminas al largo deseado. Muchas corrugadoras están equipadas para aplicar recubrimientos al cartón. Sin embargo, pueden ser aplicados en otros pasos del proceso.

Todas las corrugadoras pueden utilizar papeles liner pre-impreso si la impresión dispone de un patrón general. Si la impresión debe posicionarse exactamente, se requiere de equipo complementario, preferiblemente electrónico, para realizar los cortes con precisión, en la parte 2.3.1 (figura 18) se presenta con detalle el diagrama de la máquina corrugadora.

2.1.1 Identificación de deficiencias en máquina.

En los últimos años se han hecho una serie de mejoras en la máquina corrugadora, haciéndola cada vez más eficiente; del análisis que se efectuó para detectar deficiencias en maquina se pudo constatar que las deficiencias eran prácticamente nulas, debido a las implementaciones tecnológicas hechas a lo largo de los últimos años; los defectos o deficiencias se relacionan mas con el mantenimiento y el control operacional por parte de los trabajadores de la empresa, y por situaciones de logística que se deben manejar por falta de espacio y debido a los grandes volúmenes de producción que se obtienen en la empresa, provocando con ello en ciertas temporadas desorden e incomodidad cuando se esta trabajando por el exceso de tarimas con distinto tipo de producto en el área de corrugación, aunque cabe mencionar que las tuberías de vapor presentan un inadecuado diseño para evitar lo que se llama golpe de ariete.

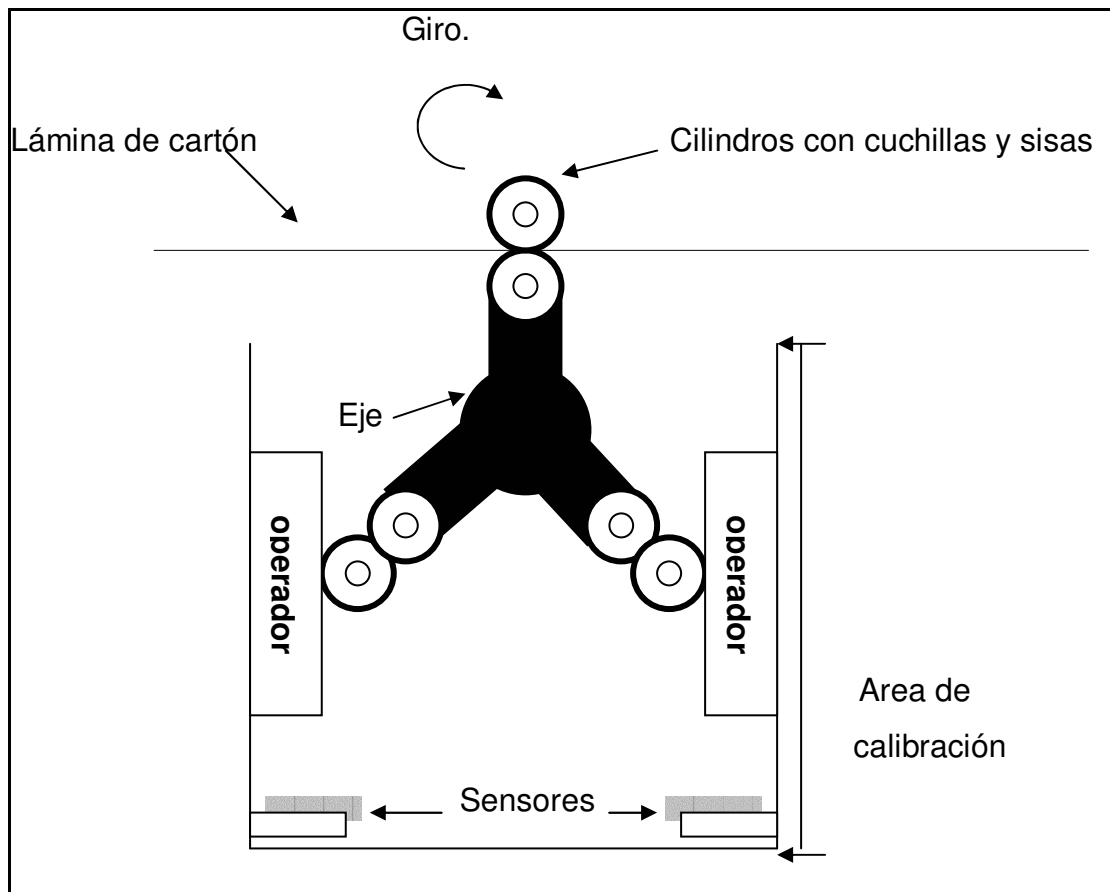
2.1.2 Sistema de seguridad

El área más peligrosa o de mayor riesgo de la máquina corrugadora es donde se encuentran las cuchillas que le dan el corte y las sisas a la lámina de cartón procesada (área de triplex). El fin del triplex es cortar y darle las sisas correspondientes a la lámina de cartón corrugado, pero como se trata de un juego de 3 pares de cilindros con sus correspondientes cuchillas cuando se encuentra un pedido en marcha, el operador se encuentra colocando las medidas del próximo pedido o corrida en las cuchillas, que se encuentran en los cilindros que están en la parte inferior listos a cambiarse de posición y colocarse en fase de corte o producción, cuando el triplex gira para el cambio de cuchillas y de sisas, lo hace por medio de un sistema neumático por lo cual, la potencia

que ejerce el giro del triplex es bastante considerable como para provocarle la muerte a una persona, es debido a este gran riesgo, que se colocaron sensores electrónicos en la parte del triplex donde se calibran las cuchillas, para que a la hora de un cambio de pedido, si alguna persona se encuentra en ese sitio, no se active el giro o cambio automático de pedido que fue programado con anterioridad por el operador del área de triplex.

En la figura 11 se presenta una vista lateral simplificada del área de corte de lámina de cartón, denominada como triplex.

Figura 11. Vista simplificada del área de triplex



Fuente: Elaboración propia.

2.2 Máximos y mínimos de máquina

A continuación se presentan las máximas y mínimas medidas que puede tener una lamina de cartón corrugado en maquina, así como una serie de esquemas que nos darán una perspectiva en cada maquina.

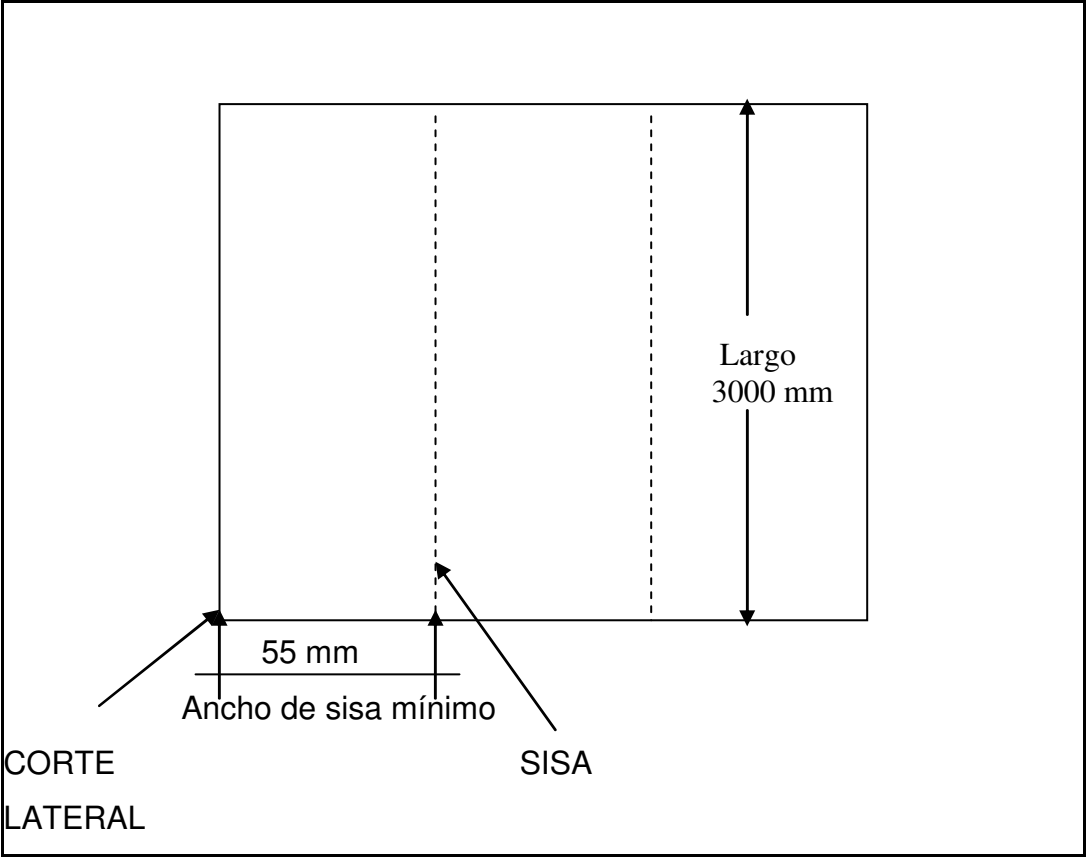
2.2.1 Dimensiones máximas de impresión y troquelado.

MÁQUINA CORRUGADORA:

TRIPLEX:

En la figura 12 se presenta el largo máximo de corte en una lámina de cartón corrugado

Figura 12. Largo máximo que puede cortar la máquina en una plancha de cartón 3000 mm

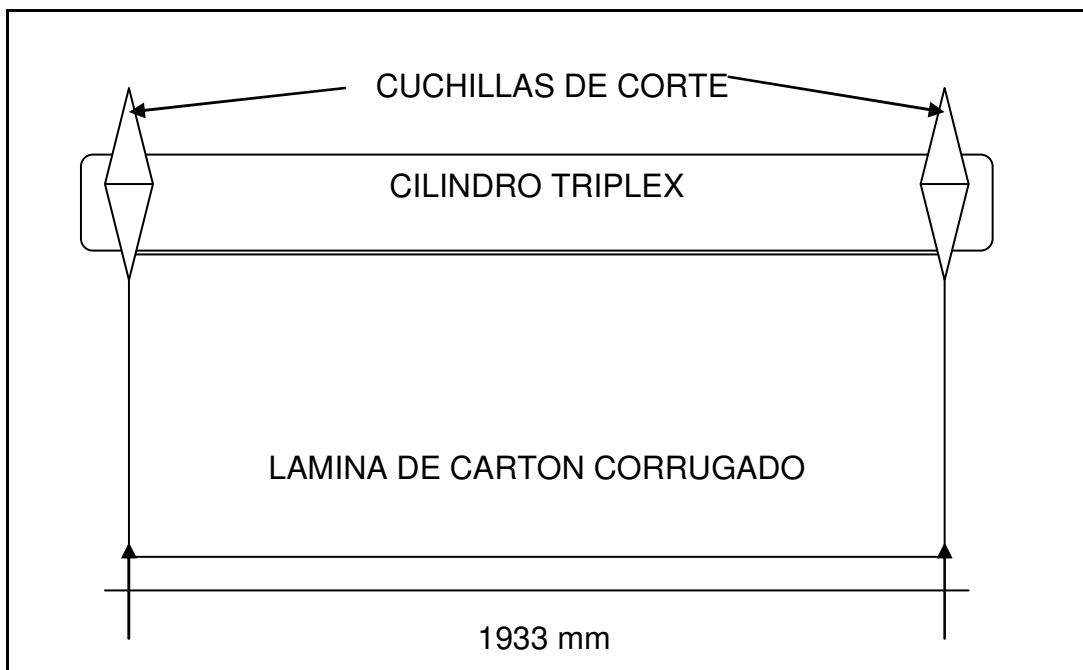


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se presenta el ancho máximo de corte que se puede dar en el área de triplex para el corte de una lámina de cartón, flauta C

(Esquema de una lámina de cartón corrugado)

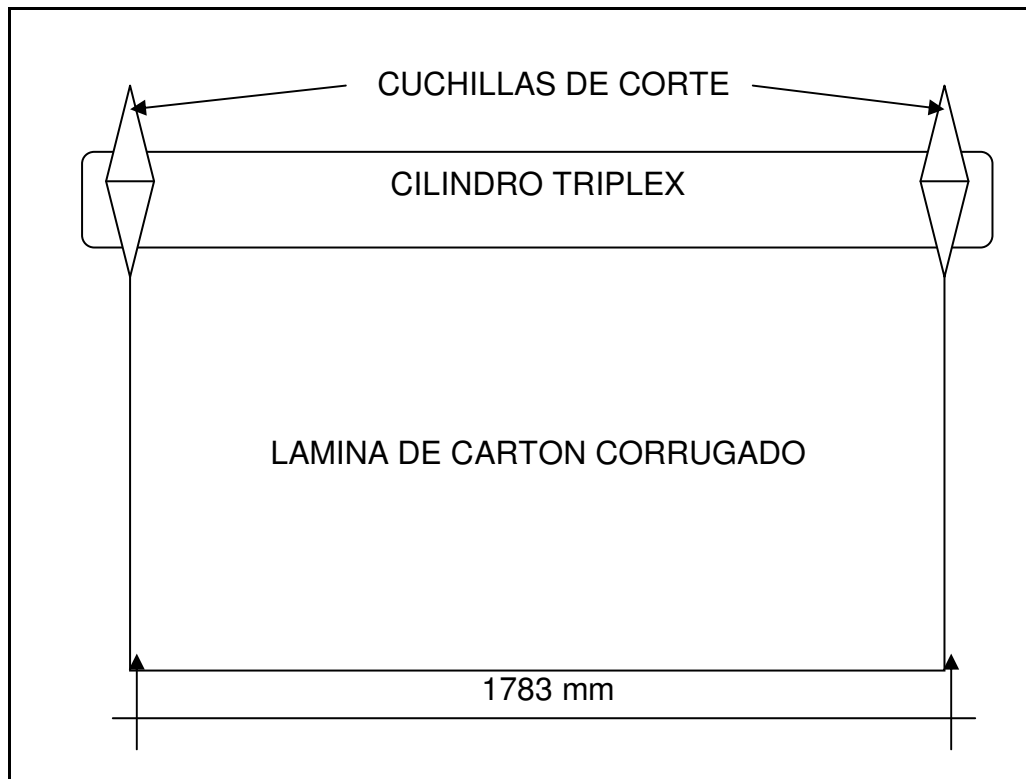
Figura 13. Ancho máximo de corte en flauta C: 1933 mm



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 se presenta el ancho máximo de corte que se puede dar en el área de triplex para el corte de una lámina de cartón, flauta E

Figura 14. Ancho máximo de corte en flauta E: 1783 mm



Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN HÚMEDA: (ÁREA DE BOBINAS)

Bobinas de Papel:

Flauta C

Flauta E.

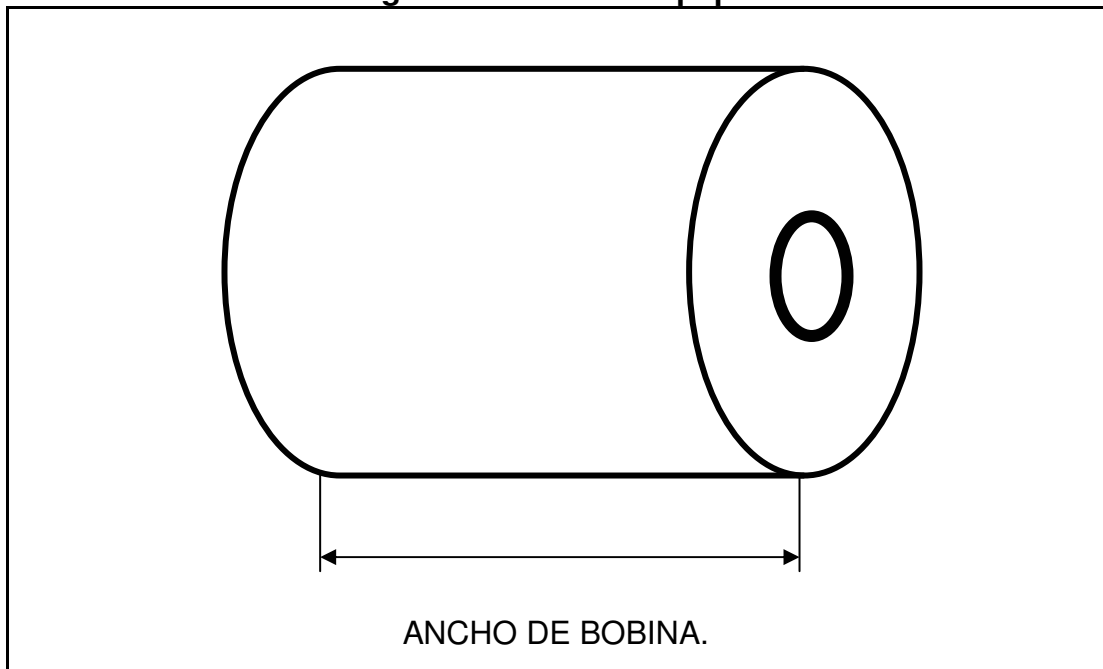
Ancho máximo:

1955 mm

1805 mm

En la figura 15 se puede observar la forma en que se presenta la materia prima para la elaboración de una lámina de cartón corrugado.

Figura 15. Bobina de papel



Fuente: Elaboración propia.

AREA DE IMPRESIÓN:

PRENSA 1.

Dimensiones máximas de láminas permisibles en máquina:

1244x2500 mm.

Nota: La prensa número 1 puede imprimir y troquelar, la calidad de la impresión puede ser de hasta un máximo de 3 colores.

PRENSA 2.

Dimensiones máximas de láminas permisibles en máquina:

924x1905 mm.

Nota: La prensa número 2 solo imprime láminas corrugadas y no las troquela, además consta únicamente de 2 tipos de colores en las impresiones.

MÁQUINA WARD:

Dimensiones máximas de las láminas:

1249x2519 mm.

MÁQUINA FLEXO:

Dimensiones máximas de las láminas:

2080x1020mm.

2.2.2 Dimensiones mínimas de impresión y troquelado.

MÁQUINA CORRUGADORA:

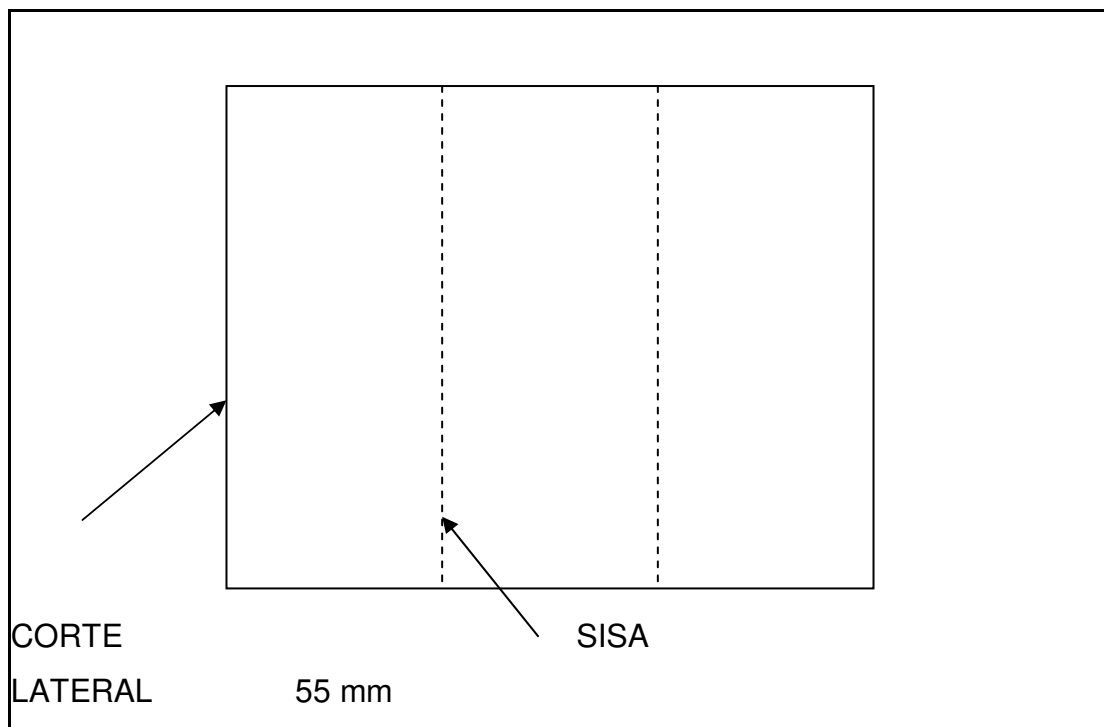
TRIPLEX:

Largo mínimo: **400 mm.**

Sisa mínima que puede hacer el triplex en corrida es de aproximadamente:
55 mm de la orilla de corte.

En la figura 16, se puede observar el ancho de sisa mínimo que se puede aplicar a una lámina de cartón en el área de triplex.

Figura 16. (Esquema de una lámina de cartón corrugado)



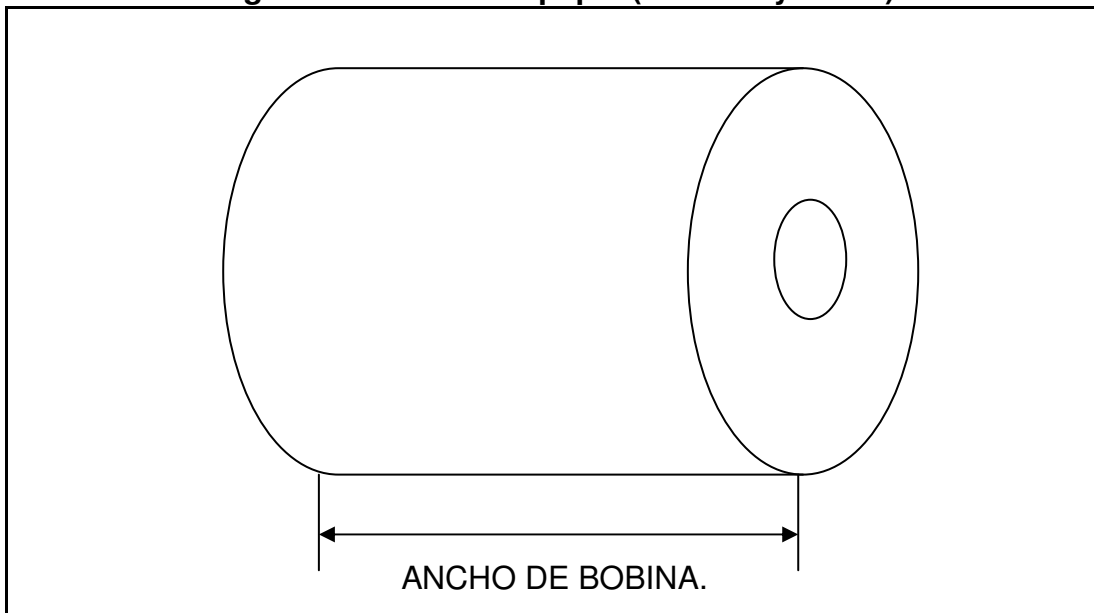
Fuente: Elaboración propia.

SECCIÓN HÚMEDA: (ÁREA DE BOBINAS)

Ancho mínimo de bobinas para flauta C y E, es de 1120 mm

En la figura 17 se indica el ancho que posee una bobina de papel kraft.

Figura 17. Bobina de papel (medium y liners)



Fuente: Elaboración propia.

ÁREA DE IMPRESIÓN:

PRENSA 1.

Dimensiones mínimas de láminas permisibles en máquina:

235x360 mm.

Nota: La prensa número 1 puede imprimir y troquelar, la calidad de la impresión puede ser de hasta un máximo de 3 colores.

PRENSA 2.

Dimensiones mínimas de láminas permisibles en máquina:

235x360 mm.

Nota: La prensa número 2 solo imprime láminas corrugadas y no las troquela, además, consta únicamente de 2 tipos de colores en las impresiones.

MÁQUINA WARD:

Dimensiones mínimas de las láminas:

279 x470 mm.

MÁQUINA FLEXO:

Dimensiones mínimas de las láminas:

700x320mm.

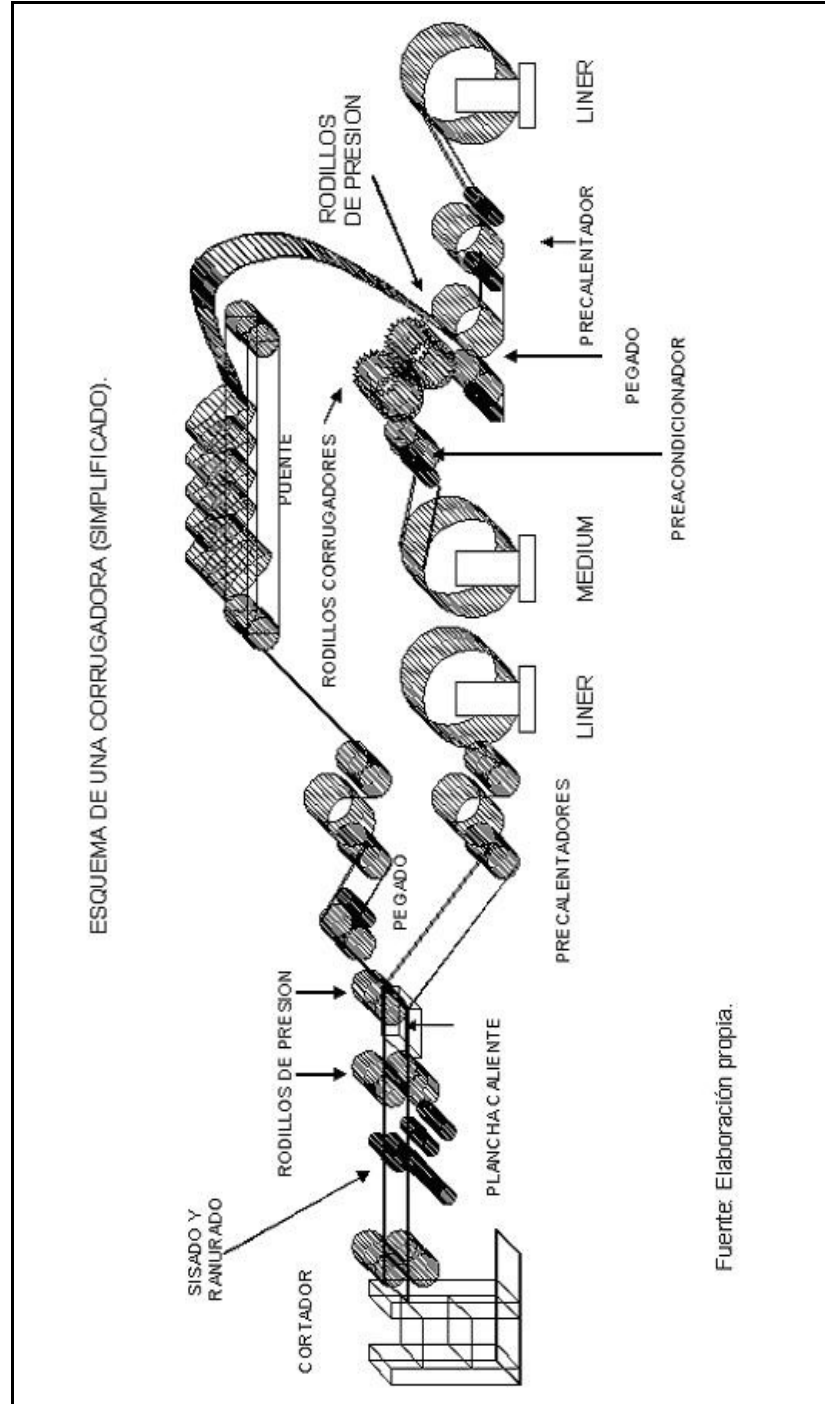
2.3 Diagramas generales de funcionamiento en máquinas

Los diagramas nos servirán para ver concisa y simplificada la forma en que funcionan las distintas máquinas que están involucradas en las 3 etapas fundamentales para el desarrollo o elaboración de una caja de cartón corrugado, dichas etapas son: la producción de la lámina de cartón corrugado, la impresión o flexografía y por último el troquelado, todo ello para ver el flujo o recorrido que lleva, ya sea el papel o el cartón corrugado, según sea el caso, dentro de la máquina.

2.3.1 Diagrama de proceso de corrugación

En la figura 18 se presentan las partes detalladas de una máquina corrugadora, dividida en dos partes, la primera parte húmeda donde se ubican las bobinas de papel, y la segunda parte seca donde se encuentra la plancha térmica.

Figura 18. Diagrama de proceso de corrugación.

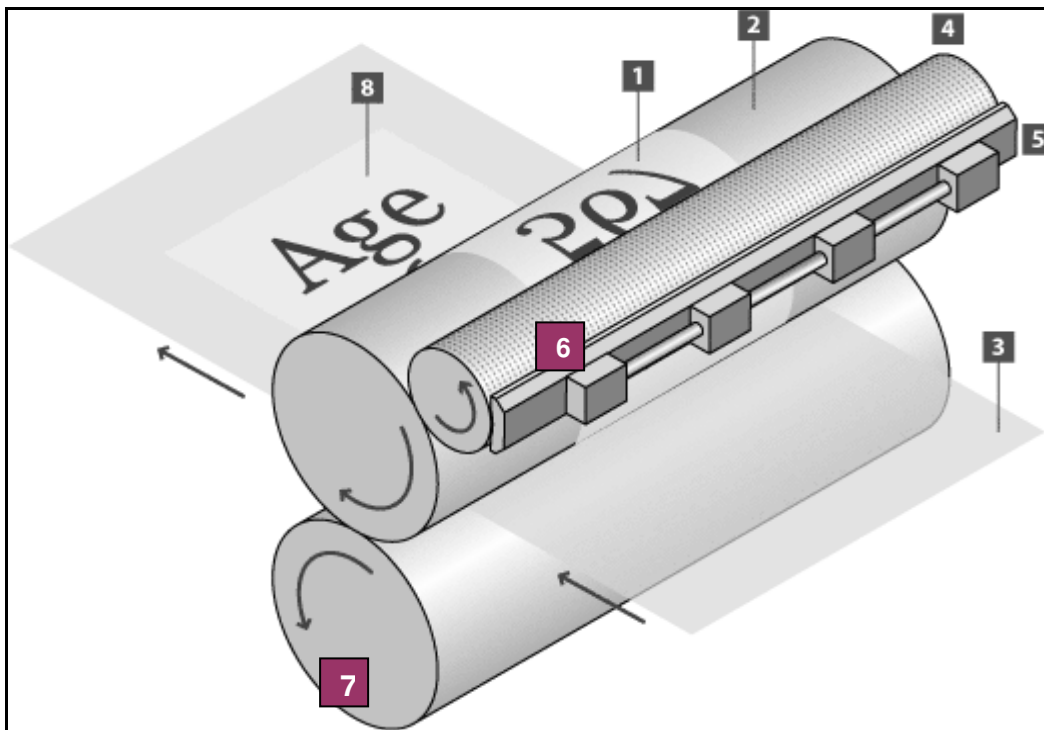


Fuente: Elaboración propia.

2.3.2 Diagrama de proceso de impresión.

En la figura 19 se presenta el esquema (muy simplificado), en el cual podemos ver cómo funciona una rotativa flexográfica:

Figura 19. Diagrama de proceso de impresión

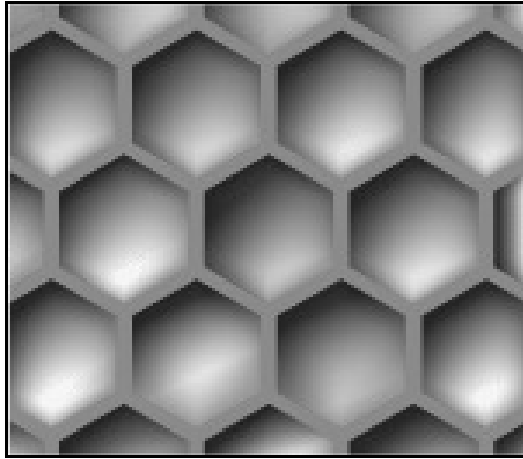


Fuente: gusgsm.com

1. Se prepara la plancha (1) con un material flexible y gomoso; la imagen impresa de forma invertida (en espejo). Las zonas que van a imprimir van en relieve con respecto a las zonas no imprimibles.
2. La plancha se ajusta al cilindro portaforma o portaplancha (2).
3. Se engancha el papel o sustrato (3) al sistema.

En la figura 20, se presenta la estructura que tiene el cilindro anilox el cual sirve para la aplicación de tinta en una lámina de cartón.

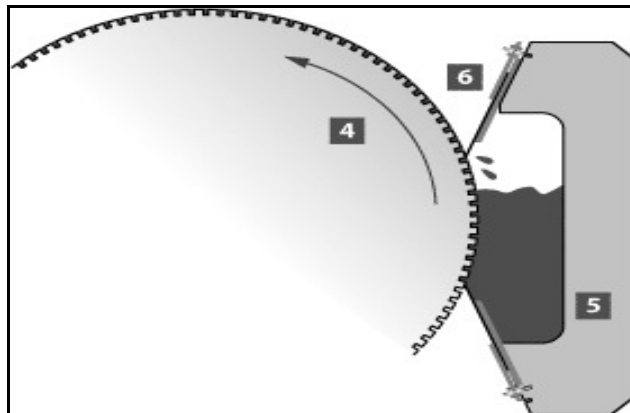
Figura 20. Estructura de cilindro anilox



Fuente: gusgsm.com

4. Un cilindro de cerámica o acero (4) (el cilindro anilox), cubierto de miles de huecos en forma de celdillas, recibirá la tinta, lo cual se puede observar en la figura 21.

Figura 21. Vista lateral cilindro anilox



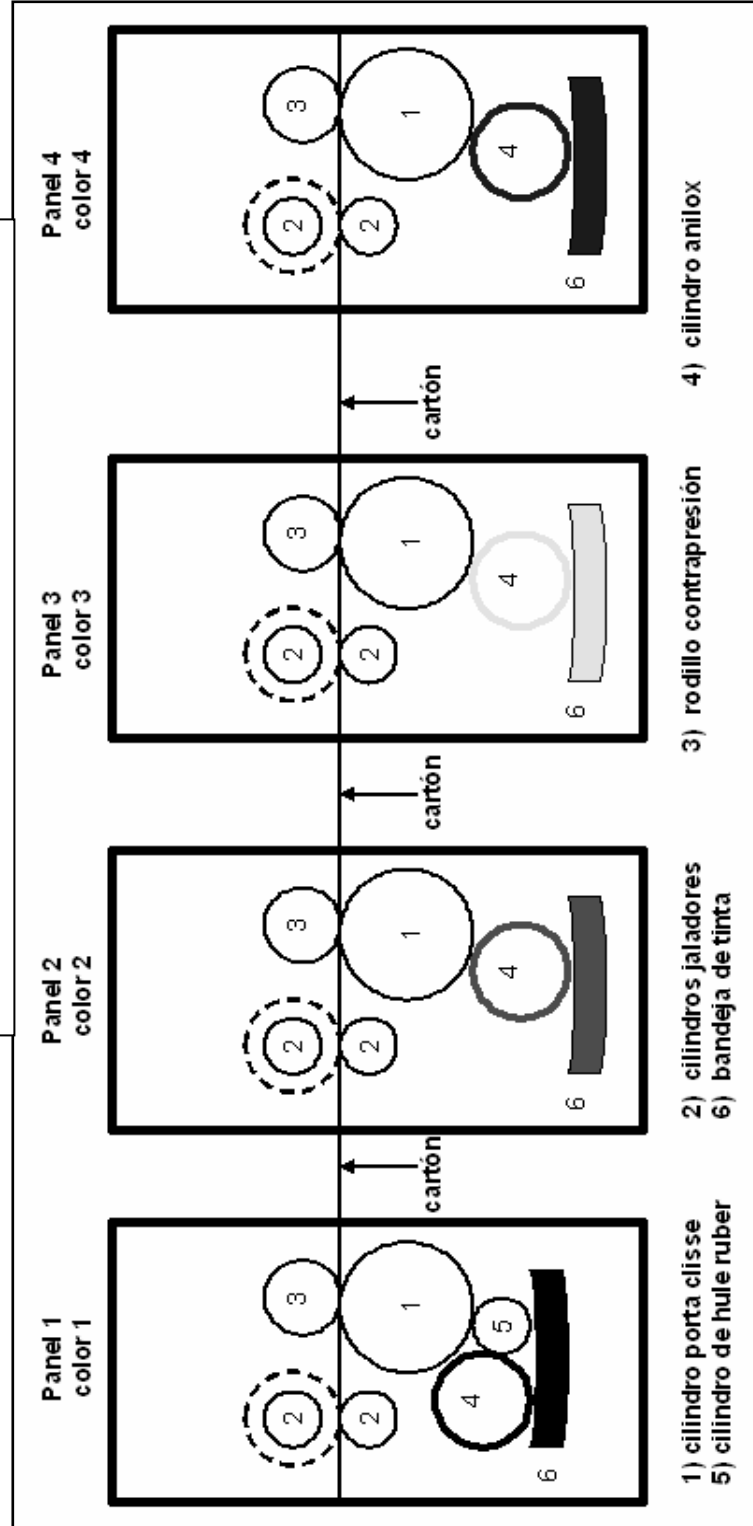
Fuente: gusgsm.com

5. Una vez en marcha, una cámara cerrada (5) proporciona tinta a un cilindro anilox (4). Una rasqueta (6) extremadamente precisa, elimina el sobrante de tinta del cilindro e impide que la tinta escape de la cámara.
6. Al girar, el cilindro anilox entra a su vez en contacto directo con la plancha, situada en el cilindro portaplancha (2) y le proporciona tinta en las zonas de relieve. Las zonas más bajas quedan secas. El uso del cilindro anilox es esencial para distribuir la tinta de forma uniforme y continuada sobre la plancha.
7. La plancha, ya entintada sigue girando y entra en suave contacto directo con el sustrato (que puede ser papel, cartón o algún tipo de celofán). El cilindro de impresión (7) sirve para mantener el sustrato en posición.
8. El sustrato recibe la imagen de tinta de la plancha y sale ya impreso (8), secándose de forma muy rápida.

Ese proceso imprime un color. Cada sistema de cilindros/plancha/mojado/entintado es un cuerpo de rotativa capaz de imprimir un color. Para imprimir cuatro colores hacen falta cuatro cuerpos, aunque las variantes y posibilidades son muy numerosas.

En la figura 22 se puede observar la forma en la cual, esta dividida una máquina de impresión de 4 colores.

Figura 22. Diagrama de impresión máquina (ward)

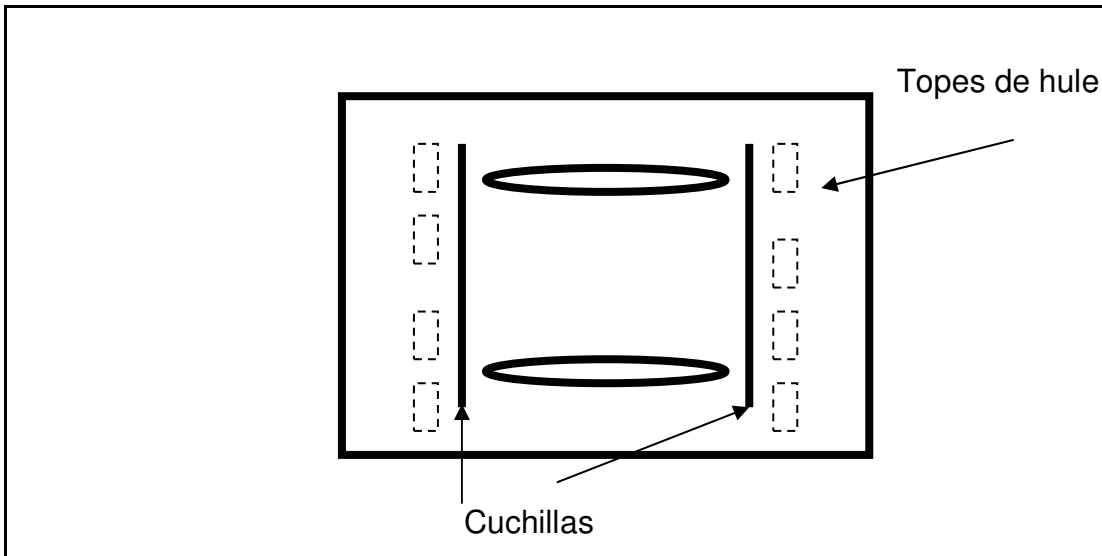


Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Diagrama de proceso de troquelado.

En la figura 23 se puede apreciar la forma y los componentes de los cuales consta un troquel.

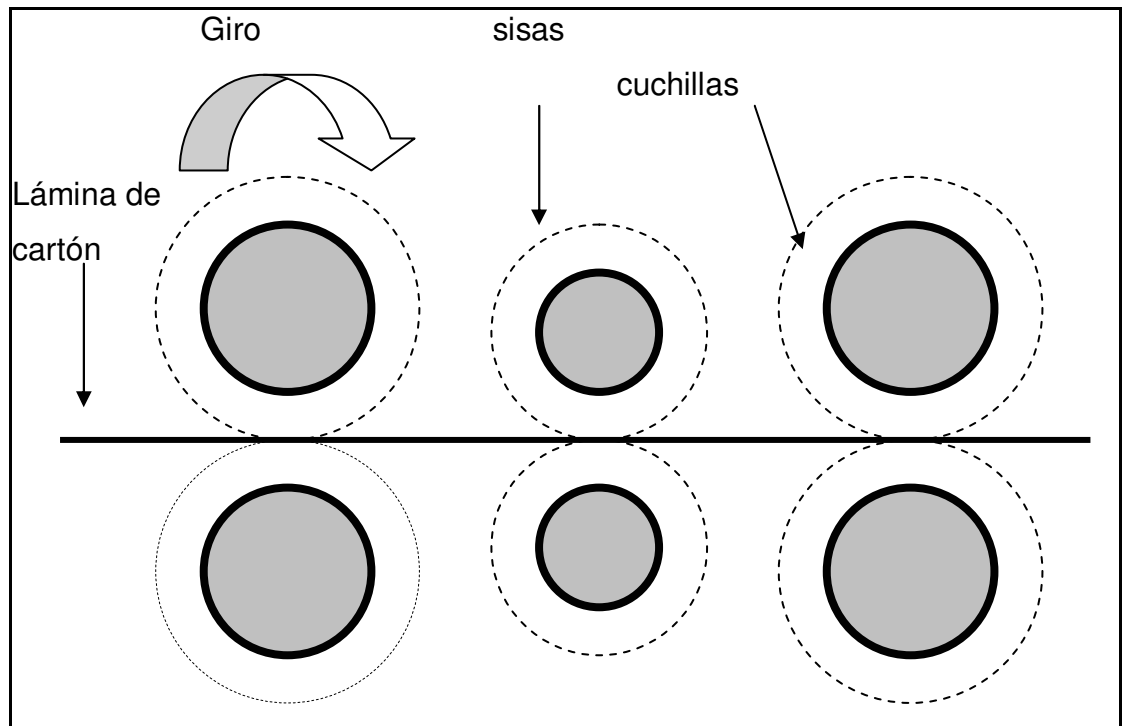
Figura 23. Vista simplificada de un troquel (Fabricado con madera, metal y hule)



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 24, se presenta un juego de cuchillas troqueladoras las cuales están ubicadas en una máquina impresora troqueladora, este juego de cuchillas son también conocidas como (slots).

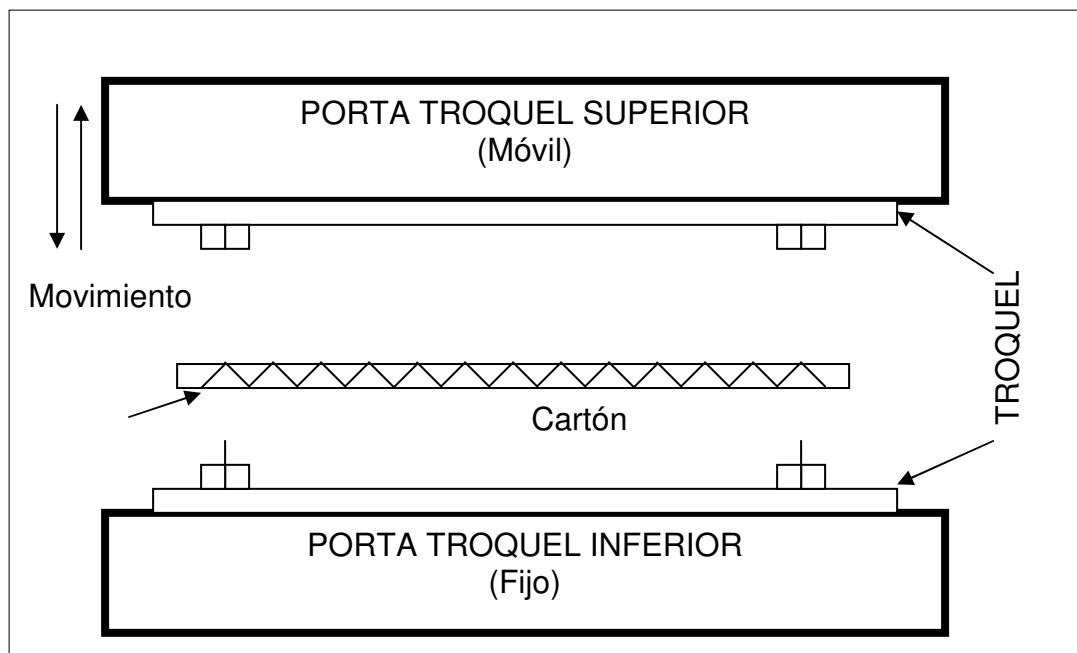
Figura 24. Vista lateral de un juego de cuchillas troqueladoras



Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 se puede apreciar, la disposición de dos planchas porta-troqueles las cuales al juntarse dan el corte preciso a la lamina de cartón, la cual en este proceso ya consta de una figura o impresión en una de sus caras.

Figura 25. Diagrama simplificado del funcionamiento de una máquina troqueladora



Fuente: Elaboración propia.

2.4 Control de calidad en máquinas

El control de calidad en máquinas se basa en el control que se lleva en el área de corrugación y saturación, es por ello que se hace un análisis de los controles existentes, para después tratar de hacer las mejoras necesarias en estas dos secciones de impermeabilizado y con ello proponer la mejora correspondiente.

2.4.1 Controles de calidad en corrugadora

Actualmente en la corrugadora no existe un control de calidad definido para los impermeabilizantes, no obstante se documenta en el sistema, los pedidos que son programados, la cantidad de metros lineales que se corrugan, todo esto por parte del operario del área, para que los empleados de la empresa logren obtener la información de lo que se esta trabajando en la maquina. Además de las respectivas mediciones e inspecciones que se dan en el área de triplex para verificar que las medidas de corte y sisas sean las indicadas.

En otras áreas que tienen que ver con la corrugadora se lleva un control de calidad muy eficiente, el cual consiste en llevar bitácoras de caldera, y hacer pruebas para la preparación de almidón para ver si este cumple con las especificaciones de calidad correspondientes.

En la tabla I, se presenta la bitácora del uso de la caldera en los diferentes parámetros en los cuales trabaja.

2.4.1.1 Tabla I. Bitácora de caldera

BITACORA DE CALDERA												
CALDERA # _____			Cantidad de bunker al inicio _____			Cantidad de bunker al final _____			TEMP. CHIMENEAS			
Fecha _____			Cantidad de bunker al inicio _____			Cantidad de bunker al final _____			TEMP. comb			
Turno _____			Cantidad de bunker al inicio _____			Cantidad de bunker al final _____			PRESION 100			
Operador _____			Cantidad de bunker al inicio _____			Cantidad de bunker al final _____			PRESION 105			
Consumo de combustible _____			Cantidad de bunker al inicio _____			Cantidad de bunker al final _____			PRESION 120			
Firma _____			Cantidad de bunker al inicio _____			Cantidad de bunker al final _____			PRESION 140			
HORA	PRESION GAS	PRESIONES			PURGA			PRESION DE AIRE			TEMP.	
		BOMBA BUNKER	BUNKER AL QUEMADOR	BUNKER RETORNO	CANT PURGAS	AGUA ALIM	PRESION F/BAJO	PRESION F/MEDIO	PRESION F/ALTO	TEMP. comb		
	18	70/80 P SI	40/45 P SI	30/35 P SI	170/190 P SI	10/12 P SI	14/16 P SI	18/20 P SI	100/105			
MANTENIMIENTO												
TARE A			DIARIO	SEM	MEN							
Revisión y lim pieza quem ador				X								
Revisión columna de agua			X									
Purga columna de agua			X									
Revisión cierre bajo nivel de agua			X									
Revisión valvulas de purga				X								
Limpieza de la columna de agua				X								
Revisión y lim pieza de filtros				X								
Reapretar fuerza del visor					X							
Agua del nivel de la caldera			X									
Se purgo			si	no	Cuantas veces _____							
Tiene químicos			si	no								
tiene sal el deposito			si	no								
Fuente: Cajas y empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)												

2.4.1.1 Mediciones en área triplex

Las mediciones en el área del triplex consisten en: calibrar las cuchillas de acuerdo a las órdenes de corrugación, que son enviadas del área de planificación, estas consisten no solo en inspeccionar las medidas correctas de corte de los cilindros, si no también la toma aleatoria de láminas de cartón para verificar si las medidas son las indicadas.

2.4.1.2 Control de viscosidad y punto de gel en almidón

La viscosidad

Es la capacidad que tienen los adhesivos de fluir. Tal como se mide la viscosidad en planta no corresponde exactamente a la definición dada. Esta propiedad es la que permite que el rodillo aplicador recoja de la bandeja de adhesivo una cantidad suficiente que posteriormente pueda ser dosificada mediante un rodillo medidor. La viscosidad se mide usando una copa con un agujero de 2.4 mm en el fondo, se deja fluir el adhesivo y el tiempo de vaciado de 100 cc. Indicara la viscosidad Stein Hall (nombre que se deriva de la copa) mientras que un adhesivo podrá tener de 20 a 50 seg. S.H. (Stein Hall) para el agua la viscosidad es de 15 seg. A 23 grados centígrados.

La viscosidad controla la velocidad a la cual el adhesivo con sus principales componentes, penetran en las fibras de papel después de aplicado y antes de la gelatinización (proceso de hidratación que confiere un estado gelatinoso). La viscosidad del adhesivo también afecta la aplicación en la línea de adhesivo, representada en Kg. de almidón/m², razón por la cual es importante controlarla.

El punto de gel

Es la temperatura a la cual el almidón se hidrata, o sea absorbe el agua disponible. Cuando la suspensión se lleva hasta esta temperatura, el almidón se cocina. Y es a esta temperatura que el almidón tiene verdaderamente las propiedades como adhesivo.

La temperatura de gelatinización es una propiedad de cada uno de los almidones normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura, siendo los gránulos más grandes los que primero gelatinizan. Por ejemplo para el almidón de maíz es de 69 a 74 grados centígrados y para el de yuca 68 grados centígrados, aproximadamente.

Estos valores no son prácticos para una operación eficiente del corrugador y por esta razón al bache se le adicionan algunos químicos con el objeto de reducir la temperatura de gelatinización. La temperatura de gelatinización ideal es la que permita correr el corrugador sin formar grumos en la bandeja ni en los dedos. La temperatura de gelatinización del adhesivo depende de la sensibilidad del almidón al medio alcalino y al porcentaje de alcalinidad presente.

2.4.2 Controles de calidad en saturadora

Actualmente en la máquina saturadora no se encuentra establecido ningún control de calidad de carácter constante o permanente si no mas bien esporádico o irregular, es por ello que se plantearan las mejoras que puedan ser identificadas mediante la observación y el análisis en dicha área y con ello

ayudar a tener un mejor control de la aplicación de impermeabilizante en las cajas destinadas para este fin.

2.4.2.1 Control de temperatura en impermeabilizador

Por medio de una serie de mediciones aleatorias de la temperatura del impermeabilizador, se determinó una media así como un máximo y mínimo de temperatura, para así poder identificar cual de estos datos es el más constante o regular, una temperatura adecuada en el impermeabilizador permitirá que la aplicación de la parafina o impermeabilizante sea la más adecuada y se minimice el desperdicio, en la aplicación en cada caja.

2.4.2.2 Control de tiempo de inmersión

El tiempo de inmersión, es el tiempo que tardan las cajas de cartón en estar sumergidas en un depósito con parafina líquida, las tomas de las mediciones en los tiempos de inmersión y la toma de muestras de cajas calculando su peso y comparando los datos reales con los datos teóricos (ideales), esto nos permite identificar la temperatura ideal a la cual tiene que estar el depósito con parafina, para lograr una mejor eficiencia en la aplicación del impermeable.

2.4.2.3 Control de tiempo de destilado.

Cuando las cajas de cartón salen del depósito de parafina, éstas tienen que estar por encima de dicho depósito durante un tiempo prudencial, el nombre que se le da a esta etapa es tiempo de destilado ya que es lo que tarda en caer el exceso de parafina líquida hacia el tanque o depósito para evitar un desperdicio excesivo.

2.4.2.4 Control de tiempo de secado

En la etapa de secado, la rejilla que contiene una serie de cajas de cartón con parafina que aun no se ha solidificado en su totalidad tiene que pasar por lo que se denomina máquina de secado, esto se hace para acelerar el secado de la parafina y con ello permitir que estas pasen ya sea a bodega o sean despachadas al cliente, y con ello sea minimizado el tiempo de entrega.

3. DESCRIPCIÓN DE PROPUESTAS

En este capítulo se darán a conocer propuestas para las mejoras en el área de corrugadora y saturadora, ya que son las dos áreas en donde se aplican los impermeabilizantes.

Se presentan datos recabados para hacer un análisis estadístico y contemplar parámetros que sirvan como guía para tener un dato estándar, que se utilice como referencia y sirva a los operadores o encargados.

3.1 Mejoras en el control estadístico de impermeabilizantes en corrugadora

Cuando se tengan corridas en maquina, donde se requiera la aplicación de impermeabilizante, se deberán tomar muestras de papel con impermeable por parte del operador, para que con ello se puedan hacer las mediciones correspondientes; es decir, que se puedan comparar pesos de papel con y sin impermeabilizante para verificar si la cantidad aplicada es la correcta, la cantidad correcta de impermeabilizante a usar se puede obtener mediante gráficos de control.

Con el uso de los gráficos de control un operador podrá identificar mediante muestreos periódicos entre corridas, si la medida de impermeabilizante es la correcta, comparando el peso con los parámetros establecidos dentro del grafico, todo ello tomando en cuenta la capacitación previa que necesitara cada operador para poder hacer la toma y análisis de los datos.

3.1.1 Mediciones aleatorias de peso en el papel con impermeabilizante

La tabla II, presenta mediciones de peso en muestras de papel con un área de 12.5 cm. x 12.5 cm., con impermeable.

Tabla II. Peso en gramos de papel con impermeable (corrugadora)

# DE MUESTRA	LADO DE LA MAQUINA	LADO DEL OPERADOR
1	2.675	2.819
2	2.693	2.847
3	2.709	2.757
4	2.707	2.826
5	2.68	2.82
6	2.7	2.8
7	2.7	2.75
8	2.683	2.77
9	2.654	2.87
10	2.7	2.75
11	2.66	2.86
12	2.65	2.76
13	2.66	2.79
14	2.643	2.77
15	2.654	2.66
16	2.675	2.819
17	2.693	2.847
18	2.709	2.757
19	2.707	2.826
20	2.68	2.82

Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

3.1.2 Mediciones aleatorias de peso en el papel sin impermeabilizante

En la tabla III se presenta una muestra de de 20 datos de muestras de papel sin impermeable, cada muestra equivale a un área de de 12.5cm x 12.5cm.

Tabla III. Peso en gramos de papel sin impermeable

# DE MUESTRA	PAPEL SIN ENDURECEDOR
1	2.455
2	2.442
3	2.412
4	2.412
5	2.412
6	2.43
7	2.44
8	2.44
9	2.441
10	2.442
11	2.441
12	2.42
13	2.423
14	2.412
15	2.412
16	2.412
17	2.45
18	2.442
19	2.441
20	2.442

Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

3.2 Mejoras en el control estadístico de impermeabilizantes en saturadora.

El control estadístico en el área de saturadora, se basa más que todo en mediciones periódicas de control de peso en cajas saturadas con y sin parafina para evaluar cuál es la diferencia, y de acuerdo a ello verificar si la diferencia de peso esta dentro de los rangos permitidos, los datos recabados nos permitirán elaborar un formato en el cual se pueda llevar un control en el saturado de las cajas.

3.2.1 Mediciones aleatorias de peso en cajas con impermeabilizante.

La tabla IV muestra el peso en libras de cajas con parafina, con su respectiva área.

Tabla IV. Peso de cajas con parafina (saturadora)

PESO FINAL Lb.	Área
2.1	0.77154
2.1	0.77154
2.1	0.77154
2.2	0.77154
2.1	0.77154
2.1	0.77154
2.2	0.77154
2.2	0.77154
2.2	0.77154
2.2	0.77154
2.2	0.77154
2.2	0.77154
2.5	0.968
2.5	0.968
2.625	0.968
2.6875	0.968
2.625	0.968
2.625	0.968

Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

3.2.2 Mediciones aleatorias de peso en cajas sin impermeabilizante.

La tabla V presenta el peso en libras de cajas sin parafina, presentándose también su respectiva área.

Tabla V. Peso de cajas sin parafina (saturadora)

<i>PESO INICIAL</i> <i>Lb.</i>	<i>Área</i>
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.5	0.77154
1.75	0.968
1.75	0.968
1.75	0.968
1.75	0.968
1.75	0.968
1.75	0.968

Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

3.3 Control de tiempos en saturadora

En la saturadora se manejan 3 tiempos principales los cuales son: tiempos de inmersión, tiempo de destilado, y tiempo de secado. La toma de datos sobre estos tres tiempos va a ser relevante estadísticamente hablando, ya que nos permitirá sacar una media, del tiempo en la muestra, y con los mismos datos, hacer un análisis y desarrollar un método que nos permita tener un mejor control sobre dichos tiempos, y que la variación de los mismos no sea

tan considerable para que la continuidad en la calidad del proceso se mantenga.

3.3.1 Control de tiempo de inmersión

En la tabla VI se presentan 18 mediciones para el tiempo de inmersión de cajas de cartón, en el tanque de saturación.

Tabla VI. Tiempo de Inmersión de cajas en saturadora

<i>MEDICION #</i>	<i>TIEMPO DE INMERSIÓN seg.</i>
1	30
2	30
3	20
4	20
5	10
6	20
7	35
8	15
9	15
10	35
11	10
12	15
13	30
14	30
15	25
16	25
17	20
18	20

Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

3.3.2 Control de tiempo de destilación

La tabla VII presenta 18 mediciones para el tiempo de destilado en cajas de cartón corrugado, todo esto después de la saturación de cajas con parafina.

Tabla VII. Tiempo de destilado

<i>MEDICION #</i>	<i>TIEMPO DE DESTILADO min.</i>
1	2.5
2	2.5
3	2
4	2
5	2
6	2.5
7	2.5
8	2.5
9	1.7
10	1.5
11	1.5
12	1.5
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2

Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

3.3.3 Control de tiempo de secado

En la tabla VIII se pueden observar 18 mediciones para el tiempo de secado de cajas de cartón con parafina.

Tabla VIII. Tiempo de secado de cajas con parafina

MEDICION #	TIEMPO DE SECADO min.
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3.5
7	3.5
8	3.5
9	3.5
10	3.5
11	3
12	3
13	3
14	3
15	3
16	3
17	3
18	3

Fuente: Elaboración propia.

4. MANTENIMIENTO Y MAQUINARIA

En este capítulo se presenta el análisis hecho en las áreas de corrugación y saturado, todo ello con el fin de verificar componentes que necesiten mejoría, la información recopilada, servirá como base para plantear y proponer mejoras.

Se hará un análisis de la situación actual en la que se encuentra el equipo, inspección de los componentes, verificación de rutinas de mantenimiento y que tipo de mantenimiento es el que se aplica en las maquinas que tienen como función aplicar impermeabilizante en el cartón corrugado, que en este caso son la maquina corrugadora y saturadora.

No obstante a ello se hará una verificación del equipo auxiliar como en calderas y tuberías de vapor para ver si las condiciones en las cuales operan son las adecuadas.

4.1 Situación actual del equipo

Actualmente, la corrugadora y saturadora se encuentran en condiciones ideales de funcionamiento, sin embargo, aunque el mantenimiento que se les da a las maquinas sea el adecuado, hay que recordar que toda pieza mecánica tiene una vida útil de funcionamiento, por lo cual es importante no solo que las rutinas de mantenimiento estén con una programación y ejecución adecuada, si no también que se cambien las piezas que presenten un funcionamiento muy

prolongado o que estén ya dentro de un límite de vida útil ya cumplido o por cumplir.

Una rutina de mantenimiento normal implica en su mayoría la lubricación y calibración de componentes y aunque este tipo de aplicaciones sean de buena calidad, no olvidemos que es importante seguir las especificaciones del fabricante, ya que si logramos efectuar un buen mantenimiento preventivo que no solamente implique la lubricación y calibración si no que, también el cambio de piezas que ya cumplieron su tiempo de funcionamiento, se evitara llegar a lo que es el mantenimiento correctivo, que implica no solo la pérdida de calidad en el proceso, si no también el incremento de los costos y pérdida de tiempo, que incluso pueden ser pérdidas aun mas grandes al poner en riesgo la vida de un trabajador ya que en una maquina industrial donde se maneja calor y ruido excesivo, los componentes mecánicos deben estar en condiciones optimas para evitar accidentes lamentables.

La corrugadora se divide en dos partes importantes a las cuales se les da mantenimiento, estas son la parte húmeda y la parte seca, la parte húmeda es donde están las bobinas de papel, los rodillos corrugadores y el almidón, la parte seca corresponde donde esta la plancha térmica y el triplex que son las partes mas importantes de la maquina y a las cuales se les da mantenimiento.

La saturadora actualmente presenta calibraciones periódicas del panel que controla la temperatura, el tiempo de inmersión, destilado y secado, además de inspecciones periódicas a las válvulas y tuberías de vapor.

4.1.1.1 Inspección de componentes de saturadora

Los componentes que se inspeccionaron en la máquina saturadora y que presentan un mantenimiento regular en la máquina son: las válvulas de vapor y las tuberías, ya que éstas son las que dan el suministro de calor a la máquina para que esta pueda derretir la parafina o cera que se encuentra en el depósito, además de inspecciones y regulaciones periódicas del panel que controla los tiempos en la máquina, así como de la temperatura. En la figura 26 se presenta el depósito de parafina líquida, en el cual son sumergidas las cajas de cartón corrugado.

En la figura número 26 se presenta el tanque de parafina líquida en donde son sumergidas las cajas de cartón corrugado.

**Figura 26. Depósito de parafina líquida
(Temperatura aproximada 90 °C)**



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

El tiempo de secado que se le da a las cajas de cartón corrugado no solamente va a depender del tiempo de programación del timer, si no también depende en gran medida de la temperatura ambiente, ya que los tiempos de parafinado no van a ser los mismos en la madrugada que es cuando el aire esta más frío, que al medio día cuando el aire esta relativamente más caliente; la humedad del ambiente no es un parámetro que influya directamente en el secado de las cajas de cartón, ya que la aspiración y aplicación del aire se da por medio de una máquina, la cual consta de filtros especiales para evitar una humedad excesiva además de filtrar las impurezas o suciedad que tenga el aire, no obstante la temperatura si es un factor importante ya que, entre mas frío este el aire más rápido será el secado de las cajas saturadas con parafina, para el parafinado no solamente se toman las condiciones ideales de temperatura ambiente si no también de la demanda y urgencia que se tenga en el pedido, porque lo ideal sería que se saturaran las cajas en la madrugada, pero muchas veces es necesario utilizar la máquina en distintas horas del día, ya que depende mucho de la urgencia con que se necesite entregar o tener listos los pedidos.

En la figura 27 se presenta la máquina secadora, que es la que se encarga de acelerar el proceso de secado de las cajas de cartón corrugado.

Figura 27. Máquina secadora
(Tiempo promedio de secado 3.3 min.)



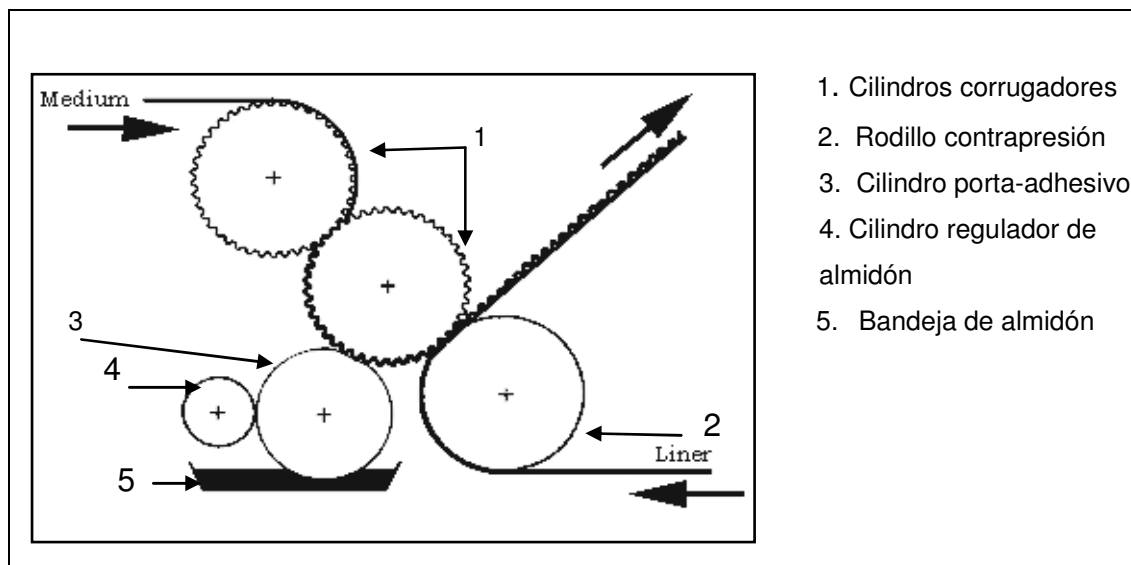
Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

4.1.1.2 Inspección de componentes en corrugadora

Los componentes más importantes de la corrugadora son los cilindros corrugadores, estos deben tener un ajuste exacto, el cual se percibe visualmente, observando que los dientes de un rodillo encajen precisamente en los dientes del otro, un parámetro para observar el desgaste de los dientes de los rodillos corrugadores es la forma que adquiere la flauta u onda del cartón corrugado, la onda pierde su forma y la firmeza si el desgaste de los rodillos es excesivo.

En la figura 28 se presenta una vista lateral de los cilindros corrugadores y de cómo estos forman la ondulación en el papel cuando pasa a través de ellos.

Figura 28. Vista lateral de rodillos corrugadores con sus componentes



Fuente: Imágenes, google.com

Otra área muy importante a la cual se le dan inspecciones y mantenimiento constante es el área de triplex y plancha térmica; en el triplex se verifica al tacto y visualmente, que los cilindros porta cuchillas estén siempre lubricados para evitar la corrosión así como el filo de las cuchillas, en la plancha térmica lo que se inspecciona visualmente el estado de la banda o faja, esto se hace una vez cada 15 días como medida preventiva, y se determinan las áreas a lubricar por simple inspección visual.

En la figura 29 se presenta una vista de la plancha térmica, la cual se encarga de dar el tratamiento térmico a la plancha o lámina de cartón corrugado para que sus capas peguen adecuadamente.

Figura 29. Plancha térmica.



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

En la figura 30 se puede observar una la disposición de los cilindros encargados del corte de lámina en el área denominada como triplex.

Figura 30. Cilindros cortadores (triplex)



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

4.2 Mantenimiento

El mantenimiento produce un bien real que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad, comúnmente se cree que el mantenimiento es un gasto y no una inversión, pero si tomamos en cuenta que a una maquina se le realiza un mantenimiento preventivo bien programado, lograremos una mayor vida útil y reduciremos los costos debido a una falla o avería ocasionando con ello un mantenimiento correctivo, dando como resultado una perdida de tiempo y dinero debido a un paro no programado en la maquinaria.

La labor del departamento de mantenimiento está estrechamente relacionada con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Características del Personal de Mantenimiento

El personal que labora en el departamento de mantenimiento se ha formado una imagen, como una persona tosca, uniforme sucia, llena de grasa, mal hablada, lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas y este departamento y un peor concepto de la imagen, generando poca confianza.

Breve Historia de la Organización del Mantenimiento

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento, con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas, hizo que fuese necesario enfocarse al objetivo fundamental de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento, acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus recursos, tanto de costos, calidad, como de cambio rápido de producto; conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que puedan ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento.

Objetivos del Mantenimiento

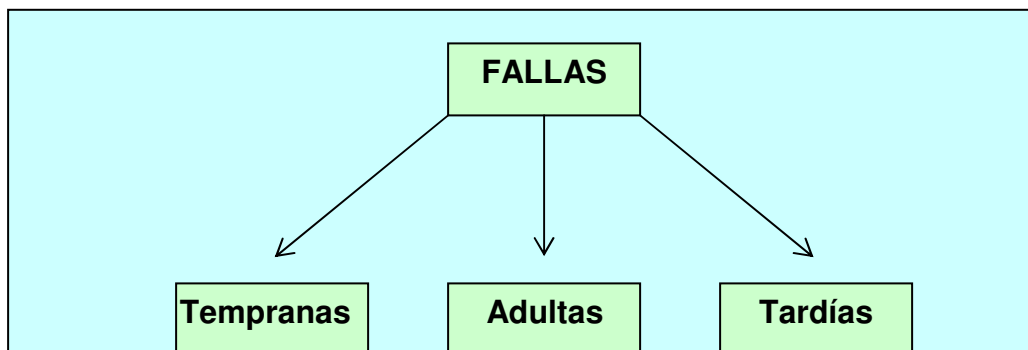
El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización siempre debe tener presente que está al servicio de determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso de la organización e información del mantenimiento, esta encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la maquinaria o equipo.

En la figura 31 se presenta la clasificación de las fallas que se pueden presentar en determinado momento en una maquina.

Figura 31. Clasificación de las fallas



Fuente: Elaboración propia.

Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas o errores de materiales, diseño o montaje.

Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores, por ejemplo: suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.

Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida útil del bien, por ejemplo: envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.

4.2.1 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que este último representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Historia:

Durante la Segunda Guerra Mundial, el mantenimiento tuvo un desarrollo importante debido a las aplicaciones militares, esta evolución del mantenimiento preventivo consistió en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento.

Características:

Basicamente, consiste en programar revisiones de los equipos, apoyandose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas. Se elabora un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias: engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, etc.

Ventajas:

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los datos históricos que ayudarán en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación, con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- Reducción del mantenimiento correctivo, lo cual representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.
- Se reducen los paros de las máquinas por causa de un mantenimiento correctivo.

Desventajas:

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede elevar el costo de mantenimiento sin lograr mejoras sustanciales.
- Los trabajos rutinarios, cuando se prolongan en el tiempo producen falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios del mantenimiento preventivo es indispensable para el éxito del plan.

4.2.1.1 Saturadora

El mantenimiento que se da en el área de saturadora esta propiamente programado y enfocado a tuberías de abastecimiento de vapor, es por ello que, el mantenimiento que se propondrá estará enfocado a lo que son tuberías de vapor.

Mantenimiento del sistema de vapor

Para poder obtener el mejor servicio y la operación más económica de cualquier equipo, es necesario que el mantenimiento sea adecuado. Esto se aplica a cualquier sistema de vapor.

A continuación se definen las frecuencias de inspección para evitar daños que ocurrirían en caso de que el sistema fuese descuidado. Es deseable se establezca un programa definido y sea implementado por parte de los departamentos de producción y mantenimiento; usando la lista sugerida como punto de partida y complementándola para que así un programa completo de mantenimiento preventivo se lleve a cabo y el sistema de vapor sea operado mas eficientemente con el fin de reducir el consumo de vapor.

En los sistemas de cascada, semanalmente se debe revisar la reducción de presión entre las secciones de la máquina para determinar si son suficientemente altas para asegurar el flujo requerido. Esta caída de presión deberá estar dentro de un rango siendo lo normal de 5 a 8 psi. Para determinar esta reducción debe ser restada de la lectura del manómetro que se encuentra en el manifold de entrada, la lectura del manómetro del manifold de la salida.

Semanalmente (normalmente antes del fin de semana), debe revisarse el sistema de vapor completamente para corregir los escapes. Unos escapes pueden ser reparados inmediatamente, dependiendo del elemento que este presentando el escape, otros se corregirán al finalizar la semana.

Cada dos semanas o más, dependiendo de la cantidad de turnos que trabaja la máquina, una de las trampas instaladas debe ser cambiada por una trampa de repuesto. La trampa que ha sido cambiada debe revisarse para que este en perfectas condiciones al ser instalada de nuevo a las dos semanas. Una trampa puede causar molestias de dos maneras diferentes: primero, no extrae el condensado, permitiendo que el separador, panchas, rodillos o tambores se llenen de agua, reduciendo la transferencia de calor; y segundo, puede permitir escape de vapor hacia la tubería de retorno de la trampa. Cualquier falla es costosa; las dos ocasionan un incremento en el consumo de vapor. Siempre debe tenerse una suficiente cantidad de repuestos para

reparación de las trampas. Se recomienda que se tenga varias trampas de repuesto todo el tiempo.

A intervalos regularmente programados, por lo menos una vez al mes, todos los manómetros de la máquina del sistema de vapor deben revisarse para determinar su precisión. Esto se puede hacer más fácilmente instalando una "T" en las tuberías de los manómetros, y conectando una válvula de paso en la salida de la "T". Un manómetro maestro o de comparación que ha sido revisado y calibrado debidamente se conecta a esta válvula de paso; la válvula se abre y el manómetro, que está instalado en forma permanente, puede compararse para determinar su exactitud con respecto al manómetro maestro. Si hubiera una diferencia de lectura, deberán tomarse medidas para corregir este manómetro que está instalado en forma permanente, ya sea ajustándolo permaneciendo instalado, si esto fuera posible con este tipo de manómetro, o desmontándolo para ajustarlo.

Al fin de cada mes cuando los consumos de vapor se han reportado, estos se deberán estudiar cuidadosamente. Los datos deben ser analizados, entonces, considerando el tipo de material que se corrió el mes anterior, el tiempo perdido, el número de turnos que se operó, la máquina y la temperatura del ambiente externo, todo esto para ver si existe variación en el consumo debido a: operadores, materiales o temperatura ambiente.

Después de que se hayan estudiado estos datos por un período de 6 meses, la persona que los está analizando, habrá desarrollado suficiente experiencia para darse cuenta de la tendencia, ya sea de aumento o disminución del consumo de vapor. Esta información, por supuesto, es valiosa para ayudar a reducir los costos de producción pero también es valiosa desde el punto de vista de mantenimiento. Si el consumo de vapor tiene tendencia al aumento cuando no hay razón aparente para que así sea, tal vez la dificultad

sea debida a operación deficiente, escapes de vapor excesivo, u otras fallas mecánicas que pueden ser evitadas. Esta información servirá para tener un registro, el cual en determinados momentos nos ayudara a buscar una solución eficaz al problema.

Los orificios deben ser revisados cada seis meses para cerciorarse de que no se ha tapado o que los diámetros no se han agrandado tanto como para descontrolar el sistema. La forma más práctica de revisar los diámetros de los orificios es con una broca del mismo tamaño del orificio que se va a chequear la cual servirá de calibrador.

Se debe disponer de un pirómetro infrarrojo o láser, preferiblemente, con el fin de revisar la temperatura de toda la máquina poniéndole atención especial a tales cosas como la temperatura de cada lado del rodillo, tambor o plancha que debe ser casi igual a la temperatura del vapor, según la presión disponible en ese recipiente.

Cualquier resultado que se obtenga fuera de lo normal deberá investigar se para determinar la razón y tomar las medidas para corregir el parámetro, si las temperaturas no fueran satisfactorias. Con estos los tubos de sifón deberán revisarse para cerciorarse de que estén extrayendo el condensado del fondo del rodillo o tambor, tan pronto como este aparezca.

Esto se comprueba fácilmente con el pirómetro, comparando las temperaturas de la parte superior e inferior del tambor o rodillo. Estas comprobaciones deberán hacerse por lo menos cada tres meses.

Resumen de mantenimiento

Semanalmente

- Abrir las válvulas de desfogue en los separadores para revisar la operación de las trampas y el separador.
- Revisar los escapes de vapor en todo el sistema. Revisar rutinariamente las mangueras para ver si tiene entorchamiento o tejido roto.

Quincenalmente

- Revisar y si es necesario cambiar y/o reparar trampas de vapor. Se recomienda un ensamble de cada tamaño de repuesto para un cambio rápido.

Mensualmente

- Revisar la precisión de los manómetros y compararla con un manómetro maestro.
- Analizar el consumo de vapor en la máquina.
- Limpiar los filtros de flujo.

4.2.1.2 Corrugadora

Duración de los rodillos corrugadores

No se puede establecer un estándar para determinar en que punto de desgaste los rodillos corrugadores deben ser rectificadas o cambiadas ya sea por unos nuevos o reconstruidos.

Estas decisiones deberán ser tomadas por la gerencia, después de haber sopesado en cada caso los factores de costo y calidad. Cuando se desgastan los rodillos corrugadores, esto llega a ser notado en la calidad del cartón producido.

Cualquier discusión sobre el tiempo de vida de los rodillos corrugadores basadas en características de uso de ellos es inútil. Hay muchas variables involucradas como: la calidad del corrugado medio y el ancho del papel procesado, el cuidado que los operadores han tenido, el estado mecánico de la máquina, etc. Todas ellas varían altamente de planta a planta.

Un corrugado medio muy abrasivo causara mayor desgaste en los rodillos que cuando se usan materiales menos abrasivos. Para tener una mayor vida en los rodillos corrugadores, debería usarse en forma constante, materiales que cubran casi todo el ancho de la maquina porque de ésta manera el desgaste estará distribuido uniformemente sobre toda la superficie. Una operación hecha con dimensiones angostas hará que la fricción esté localizada solamente en las áreas centrales y como consecuencia se presentaren dificultades de operación cuando se vaya a usar dimensiones mayores.

La calidad y ancho del corrugado medio contribuye más que ningún otro factor en la vida y rendimiento de los rodillos; es por esta razón que no se pueden dar cifras estándar de vida de los rodillos corrugadores.

Hay otras fuentes que causarían desgaste o daño ocasional de los rodillos, cuya importancia no siempre es reconocida como debiera. Las partículas de arena, tierra, fragmentos metálicos y otras materias pueden encontrarse en la cubierta exterior o en las puntas de los rollos de papel durante el transporte, manejo o almacenamiento, y pueden causar graves daños a los rodillos corrugadores.

Se debe realizar rutinariamente el aseo de los pisos en las áreas de almacenamiento y si se observa suciedad en las capas de papel descartar la cantidad necesaria de ellas antes de enhebrar el corrugador. Si las materias extrañas son las que ocasionan problemas, su origen puede a menudo ser aislado por simple deducción.

El efecto de rectificar los rodillos corrugadores

Dentro de ciertas condiciones es otra de las formas de lograr mayor vida en los rodillos corrugadores. Estos son colocados en la maquina rectificadora de la misma forma que cuando fueron originalmente maquinados dándoles la profundidad original a los dientes.

Hay que tener muy en cuenta que el diámetro de los rodillos ha sido reducido y debido a esto se harán mayor número de corrugaciones por pie lineal de cartón producido. Esta condición debe considerarse siempre que se quiera rectificar un par de rodillos comparando el valor de estos, con el costo

adicional por mayor consumo de corrugado medio ya que es muy probable que el valor de la rectificación de los rodillos exceda el costo adicional del papel.

Controles para aumentar la vida útil de los rodillos corrugadores

El proceso de formación de las flautas es un proceso de moldeado por calor y presión. En algunas oportunidades se aplica más presión de la necesaria para compensar deficiencias de calor.

Se encuentra con frecuencia que cuando las temperaturas no son adecuadas, los operadores se esfuerzan por compensar esta condición empleando presión excesiva. Esto generalmente daña el corrugado medio y acelera el desgaste de los rodillos corrugadores y de sus rodamientos. La solución precisa, es desde luego, mejorar la flauta, llegando a detectarse reducción de calibre de 0.002 a 0.003 pulgadas aproximadamente.

Normalmente se deberían encontrar presiones de operación de 40 a 50 psi en corrugadores neumáticos y de 400 a 500 psi en hidráulicos, y el operador debería ir aplicando presión lentamente durante el inicio de operación hasta obtener la formación de la onda.

En conclusión la presión a utilizar debe ser la mínima necesaria para conformar bien la flauta. No debe ser ni más ni menos, ya que una presión excesiva produce un desgaste innecesario del equipo y una baja presión no forma bien la onda.

Lubricación

Al estar pasando por entre los rodillos corrugadores, el corrugado medio, se desliza durante el proceso de formación presentando fricción la cual se debe disminuir por medio de la neblina de aceite.

Por otro lado, se han obtenido mejoras en la operación con el desprendimiento del corrugado medio usando esta aplicación. En muchos casos ha ayudado a eliminar ampollas y a aumentar el calibre del cartón. Este sistema no solo provee beneficios desde el punto de calidad sino que aumentara la vida útil de los rodillos corrugadores, especialmente en los rodillos cromados. La aplicación de aceite en forma de neblina lubricara los rodillos cuando no hay papel en la maquina, así como también lubricara la parte expuesta del rodillo corrugador cuando se esta corriendo material angosto.

Es importante que la neblina este operando y que con una frecuencia de al menos una vez por turno se revise la existencia del lubricante en el recipiente.

Limpieza de rodillos corrugadores

Con esta actividad se evita que los rodillos corrugadores vibren y se generen altos y bajos en el papel, además de evitar que se produzcan daños en los dientes.

Los rodillos corrugadores deberán mantenerse limpios y pulidos. Los rodillos que están sucios o ásperos causaran dificultades. El corrugado medio no se desprenderá de los rodillos y la aplicación de adhesivo no será uniforme.

Además de lo anterior los rodillos tendrán la tendencia a brincar lo que traerá como consecuencia “altos y bajos” y corrugado medio fracturado completa o parcialmente.

Cuando se haga una limpieza total de la máquina, el mecanismo de adhesivo deberá limpiarse primero con agua y después los rodillos corrugadores con vapor húmedo. Para ello se debe alejar el rodillo aplicador del corrugador inferior y quitar la presión a los rodillos corrugador superior y de presión.

Entonces se deberá limpiar cualquier mugre o fibras sueltas de papel que se encuentre entre los rodillos corrugadores. Nunca deben trabajar los rodillos sin antes haber aplicada una pequeña cantidad de aceite. No se debe usar agua fría sobre los rodillos corrugadores si estos están calientes, el cambio de temperatura muy fuerte puede ocasionar que estos se deformen o se fragmenten, también si el agua es muy dura puede ocasionar que se formen incrustaciones en las superficies de ellos una vez que esta se haya evaporado.

Ranuras limpias

Las ranuras del rodillo corrugador superior se deben limpiar semanalmente quitándoles las acumulaciones de cartón, ripio de papel, polvo, aceite, etc., las cuales bajo ciertas condiciones de operación, tienen la tendencia a introducirse y solidificarse en estas ranuras.

La mejor herramienta para este trabajo consiste en una hoja de segueta. Nunca se deben limpiar las ranuras de los rodillos cuando estos están en movimiento. Esta práctica es extremadamente peligrosa para el operario y también se puede dar el caso de que la herramienta sea arrastrada entre los rodillos.

Chequeo para el desgaste de los rodamientos

Es desde luego importante cuando se hace este control que el piñón del rodillo de presión no este engranado con el del rodillo corrugador inferior igualmente el rodillo corrugador superior este desengranado del inferior. Si con la maquina en caliente pudieran levantarse con una barra por mas de 0.015 pulgadas, estos deberán cambiarse.

4.2.2 Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparacion una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

Mantenimiento curativo (de reparación)

- Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.
- Suelen tener un almacén de recambio, sin control de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.
- Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, ni rebajar costos.

La principal función de una gestión adecuada del mantenimiento consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa.

El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programando un paro, para que esa falla no se repita.

4.2.2.1 Saturadora

Detección de fallas operacionales en trampas de vapor

Las trampas de vapor pueden presentar fallas en su operación debido a múltiples causas: dimensionamiento inadecuado, instalación errónea, taponamiento, desgaste o suciedad en el sello que impide el escape de vapor, etc.

Por una trampa de vapor, en una línea de vapor de 150 psi, que permita el paso directo de vapor a la atmósfera se pueden perder hasta 500 lbs/hr de vapor, si se evalúa el costo del vapor, el escape representa una alta pérdida.

La detección del mal funcionamiento de trampas que desalojan el condensado directamente a la atmósfera se hace fácilmente por observación directa de la trampa, observando una gran cantidad de vapor liberada hacia la atmósfera. Sin embargo, con el fin de recuperar el máximo de condensado, la mayoría de las trampas de vapor de un sistema envían el condensado a un sistema cerrado de recuperación, haciéndose imposible la detección de trampas que están dejando escapar vapor vivo a la línea de recuperación de condensado.

La medición de temperaturas en la superficie de la línea mediante un pirómetro de contacto, a la entrada y salida de las trampas de vapor constituye un método muy efectivo para la detección de escapes de vapor a través de trampas.

Una trampa de vapor que opere correctamente debe cerrar tan pronto haya retirado completamente el condensado y presentar una amplia diferencia de temperatura entre sus puntos de entrada y salida, de alrededor del 25%. Por el contrario si la trampa permite el paso continuo de vapor esta diferencia de temperatura no se detecta.

Las observaciones realizadas llevan las siguientes conclusiones:

1. La diferencia de temperatura que se presenta, cuando la trampa opera correctamente, es poca dependiendo del tipo de trampa y la presión del vapor, pero se incrementa ampliamente con la presión diferencial entre vapor y condensado. Las mayores diferencias de temperatura se presentan cuando la trampa desaloja el condensado a la atmósfera.
2. La temperatura medida en la superficie de la línea de entrada a la trampa es menor que la temperatura de saturación del vapor y esta diferencia se acentúa en trampas de gran volumen, como las de balde invertido por su mayor área de transferencia de calor al medio ambiente.
3. Si una trampa está dejando el paso libre del vapor hacia la línea de recolección de condensado, no se registrará diferencia de temperatura considerable entre sus extremos. Igual sucede si la trampa se encuentra obstruida y en este caso las temperaturas son anormalmente bajas con respecto a la temperatura de saturación del vapor.
4. Las temperaturas de los extremos de las trampas son altamente estables y no se ven afectadas durante la operación de desalojo de condensado. Esta observación es especialmente clara en aquellas trampas en las que se puede observar el instante en el cual el condensado sale a la atmósfera.

Estas diferencias de temperatura constituyen la base del funcionamiento de algunas cintas, dotadas de un pequeño elemento termosensible, que son colocadas en la tubería de salida de las trampas y detectan escapes de vapor a través de estas, por cambios de color del elemento sensor.

Las trampas también se pueden chequear con estetoscopios y registradores de sonido que muestran claramente el ciclo de cada etapa, así mismo si ellas están presentando fuga continua o no.

4.2.2.2 Corrugadora

Cambio de los cilindros corrugadores

Para el cambio de cilindros corrugadores se deben tomar en cuenta las características de los tipos de cilindros existentes en el mercado detallados a continuación:

- Nuevos
- Reconstruidos
- Re-maquinados
- Re-cromados

Rodillos Nuevos:

Son contruidos de tubos forjados y muñones nuevos. La superficie de los rodillos son endurecidas y luego maquinadas de acuerdo a las especificaciones de la maquina. Se aplica una superficie de desgaste para aumentar su resistencia y vida, la ventaja es que se tiene un producto de alta calidad y la expectativa de vida útil es bastante alta, aunque su costo es elevado.

Rodillos reconstruidos:

A los rodillos se les quitan las flautas, posteriormente se les aplica soldadura de acero inoxidable para recuperar el diámetro y las ondas retiradas. Los rodillos son nuevamente maquinados a la flauta deseada y posteriormente se les aplica la superficie de desgaste como a los rodillos nuevos, una de sus ventajas es que su costo es mucho mas bajo que el de adquirir un rodillo nuevo, aunque no existe una garantía total de funcionamiento comparado con un rodillo nuevo.

Rodillos re-maquinados:

Los rodillos deben estar dentro de una razonable condición. Las condiciones dimensionales deben ser tales que al maquinaslos se restaurara la superficie de las flautas y corona, sin excesiva perdida de diámetro. Si hay una excesiva perdida de diámetro variara el factor de ondulación. A los rodillos que se re-maquinan se les repara con soldadura la superficie dañada y posteriormente se les restaura la altura de las flautas, corona y superficie de

desgaste, la precisión y la calidad del trabajo debe de ser de mucha exactitud ya que de no ser así, la altura y forma de la flauta no sería la indicada para un buen corrugado, la ventaja de un rodillo re-maquinado es que su costo es mas bajo que la adquisición de un rodillo nuevo o reconstruido.

Rodillos re-cromados:

Los rodillos deben estar en muy buenas condiciones y la superficie de desgaste debe ser razonablemente uniforme, así que las características dimensionales no tendrán un cambio significativo. Los rodillos son nuevamente cromados y rectificados, debido a que el desgaste de los rodillos debe ser mínimo para que pueda realizarse este trabajo, el costo de reparación para el recromado y rectificado es bajo, la desventaja que se tiene es que el trabajo no puede hacerse si el desgaste en los rodillos es excesivo debiendo buscar otra alternativa de reparación.

En la figura 32, se pueden apreciar dos rodillos corrugadores, los cuales están siendo rectificados.

Figura 32. Rectificación de rodillos corrugadores



Fuente: Imágenes, google.com

5. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS

En este capítulo se presenta el método sobre el cual se basa, el control estadístico del impermeabilizante, todo ello realizado por medio de gráficos de control, indicando los parámetros permitidos de consumo de impermeabilizante en el cartón corrugado.

Se proporcionan las mejoras que deben hacerse en las máquinas que tienen que ver con la aplicación y consumo de impermeabilizante, con un enfoque en el sistema de vapor específicamente en tuberías, para evitar el fenómeno conocido como golpe de ariete.

5.1 Controles en corrugadora

El control del impermeabilizante en corrugadora se basa en tomar dos muestras por corrida, es decir estas muestras se toman arrancando un pedazo de papel con impermeable, con mucho cuidado, en cada lado de la máquina, posterior a ello se procede a cortar una muestra de papel equivalente a 12.5cm x12.5cm, pesarla en la balanza electrónica y verificar si el dato esta bajo control; dependiendo de las necesidades de los jefes de área, se podrán graficar los datos en hojas de control destinadas a ese fin.

5.1.2 Control estadístico del consumo de impermeabilizante en corrugadora

En la tabla IX se presentan muestras de los pesos de papel con endurecedor en sus extremos.

Tabla IX. Pruebas con endurecedor

PRUEBAS CON ENDURECEDOR		CORRUGADORA	
	# DE OBSERVACIONES		
# DE MUESTRA	LADO DE LA MAQUINA	LADO DEL OPERADOR	Promedio
1	2.675	2.819	2.747
2	2.693	2.847	2.77
3	2.709	2.757	2.733
4	2.707	2.826	2.7665
5	2.68	2.82	2.75
6	2.7	2.8	2.75
7	2.7	2.75	2.725
8	2.683	2.77	2.7265
9	2.654	2.87	2.762
10	2.7	2.75	2.725
11	2.66	2.86	2.76
12	2.65	2.76	2.705
13	2.66	2.79	2.725
14	2.643	2.77	2.7065
15	2.654	2.66	2.657
16	2.675	2.819	2.747
17	2.693	2.847	2.77
18	2.709	2.757	2.733
19	2.707	2.826	2.7665
20	2.68	2.82	2.75
		Promedio General x	2.73875

Fuente: Elaboración propia.

Los anteriores datos fueron tomados de distintas corridas de producción, en un tiempo estimado de 30 días, no consecutivos, en los meses de abril y mayo del 2007.

En la tabla X se presentan los límites de control calculados de los pesos de papel con endurecedor de la tabla IX.

Tabla X. Límites de control para endurecedor

PROMEDIO x	2,739	PROMEDIO r	
LCLx	2,657	LCLr	0
CLx	2,739	CLr	0.03089474
UCLx	2,821	UCLr	0.10093311

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XI se pueden observar los límites de control, para un gráfico de control x, con su respectivo rango.

Tabla XI. Límites de control para papel con endurecedor

		Gran promedio	273.875	D3	D4	d2
		Rango promedio	0.03089474	0	3.267	1.128
LCLx	CLx	UCLx	RANGO MOVIL	LCLr	CLr	UCLr
2.66	2.74	2.82				
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.04	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.03	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.00	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.00	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.04	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.04	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.03	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.05	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.05	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.09	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.04	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.03	0.00	0.03	0.10
2.66	2.74	2.82	0.02	0.00	0.03	0.10
		Promedio General r	0.03089474			

Fuente: Elaboración propia.

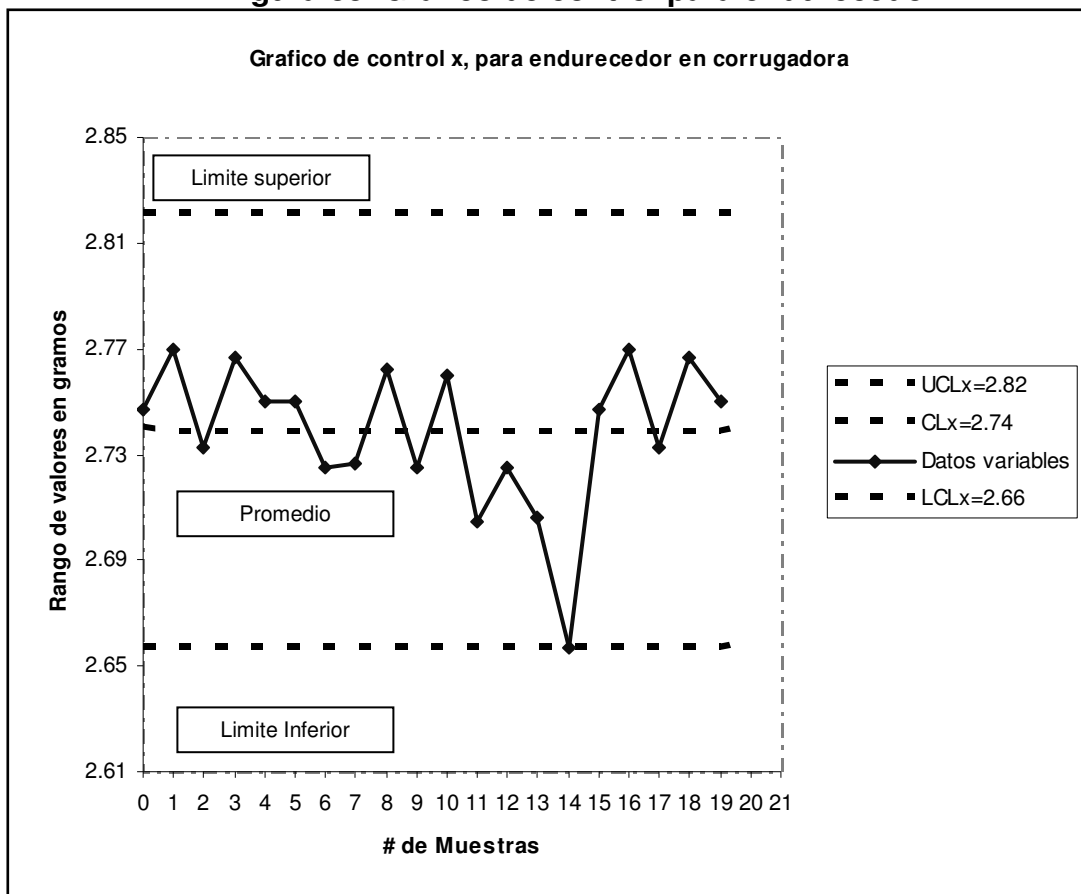
Límites de control para consumo de impermeabilizante en corrugadora

Los pesos en gramos de la tabla XI corresponden a muestras de papel con endurecedor.

5.1.1.2 Control de consumo real

En la figura 33, se presenta el grafico de control para el peso en gramos de muestras de papel kraft con un área aproximada de 12.5cm x 12.5cm.

Figura 33. Gráfico de control para endurecedor



Se puede observar que el dato numero 15 esta cerca del límite inferior, debido a una capa de endurecedor empobrecida en cierto lapso de la producción, debido muy probablemente a una velocidad excesiva en la corrida de máquina, aunque las variables que también pueden influir en la adherencia de endurecedor en el papel son: la calidad del papel, el porcentaje de absorción que esta pueda tener y la viscosidad que presente el endurecedor a la hora de la aplicación.

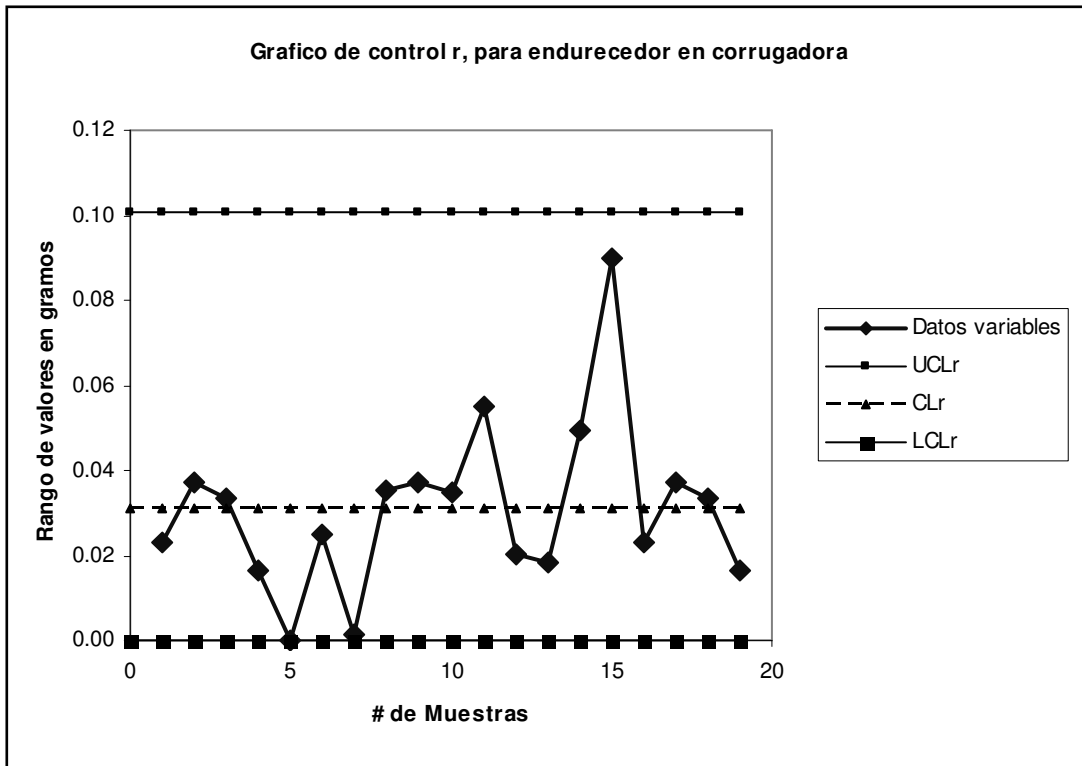
Gráfico de control x, para consumo de impermeabilizante en corrugadora

Como se puede observar en la figura 33, todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control establecidos, esto quiere decir que cualquier dato que este dentro de dichos límites es un parámetro adecuado, de consumo de impermeabilizante por unidad producida, no obstante es permitido que uno o dos datos estén fuera de los límites de control, pero si estos aumentan es necesario hacer una revisión de lo que esta sucediendo.

Identificar cual es la causa de que muchos datos estén fuera de control, y corregirlo ya que todo esto influye en la calidad y costos de las unidades producidas.

En la figura 34, se puede observar la variabilidad de los datos que representan el promedio del peso de papel kraft con endurecedor.

Figura 34. Gráfico de control de la variabilidad de los datos



Fuente: Elaboración propia.

Analizando la gráfica se puede determinar que los datos se comportan de una manera adecuada, ya que se mantienen dentro de los límites de control establecidos, los datos que están dentro de dichos límites, nos indican que la diferencia entre los datos de consumo de impermeabilizante, es el correcto ya que se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Este gráfico es de utilidad, para observar la variabilidad de los datos en la muestra.

5.2 Controles en saturadora

Al igual que en la corrugadora, el control estadístico se basa en el muestreo de datos; los cuales sirven para elaborar gráficos de control que nos permiten ver la media del consumo de impermeabilizante por unidad producida.

5.2.1 Control estadístico del consumo de impermeabilizante en saturadora

En la tabla XII se muestra el peso en libras de parafina por caja.

Tabla XII. Muestreo de libras de parafina por caja

Cantidad de parafina, libras por caja			
# de Muestra	Observación 1	Observación 2	Observación 3
1	0.516	0.615	1.341
2	0.516	0.88	1.393
3	0.516	0.516	0.891
4	0.516	0.516	1.341
5	0.516	0.516	0.511
6	0.516	0.88	0.516
7	0.516	0.88	0.511
8	0.516	0.88	0.511
9	0.516	0.516	0.511
10	0.864	0.516	0.516
11	0.864	0.516	0.516
12	0.776	0.516	0.516
13	0.776	0.615	0.516
14	0.318	0.615	0.516
15	0.516	0.516	0.511
16	0.516	0.516	0.511
17	0.516	0.516	0.511
18	0.516	0.516	0.511
19	0.614	1.341	0.511
20	0.864	0.516	0.615
21	0.516	0.516	0.511
22	0.516	0.516	0.516
23	0.516	0.516	0.614
24	0.516	0.516	0.511
25	0.864	0.614	0.516
26	0.516	0.487	0.516
27	0.516	0.487	0.516
28	0.516	0.487	0.516
29	0.516	0.516	0.511
30	0.516	0.516	0.511
31	0.516	0.516	0.511
32	0.511	0.516	0.061
33	0.516	0.549	0.513
34	0.516	0.549	0.511
35	0.516	0.549	0.511
36	0.487	0.516	0.511
37	0.487	0.516	0.516
38	0.487	0.549	0.516
39	0.516	0.549	0.511
40	0.487	0.549	0.516
41	0.516	0.511	0.487
42	0.615	0.511	0.487
43	0.615	1.393	0.487

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XIII, se presentan los límites de control para el peso en libras de parafina por caja, así como también la variabilidad de los datos o rango.

Tabla XIII. Límites de control (parafina)

Límites para R		A ₂ =	1.023
UCL =	D ₄ R	D ₄ =	2.574
LCL =	D ₃ R	D ₃ =	0
Límites para X			
UCL =	X + A ₂ R		
LCL =	X - A ₂ R		
Límites para R			
UCL =	0.547		
LCL =	0.000		
LC =	0.213		
Límites para X			
UCL =	0.795		
LCL =	0.360		
LC =	0.578		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XIV se presenta la sumatoria de los datos observados en la tabla XII, y el cálculo del promedio y la variabilidad o rango de los datos.

Tabla XIV. Promedio y variabilidad de la muestra

Sumatoria	Promedio X	R
2.471	0.824	0.825
2.789	0.930	0.877
1.922	0.641	0.375
2.372	0.791	0.825
1.542	0.514	0.005
1.912	0.637	0.369
1.906	0.635	0.369
1.906	0.635	0.369
1.542	0.514	0.005
1.896	0.632	0.348
1.896	0.632	0.348
1.807	0.602	0.260
1.906	0.635	0.260
1.449	0.483	0.297
1.542	0.514	0.005
1.542	0.514	0.005
1.542	0.514	0.005
1.542	0.514	0.005
2.465	0.822	0.830
1.995	0.665	0.348
1.542	0.514	0.005
1.548	0.516	0.000
1.646	0.549	0.098
1.542	0.514	0.005
1.994	0.665	0.348
1.519	0.506	0.029
1.519	0.506	0.029
1.519	0.506	0.029
1.542	0.514	0.005
1.542	0.514	0.005
1.542	0.514	0.005
1.088	0.363	0.454
1.578	0.526	0.036
1.575	0.525	0.038
1.575	0.525	0.038
1.514	0.505	0.029
1.519	0.506	0.029
1.552	0.517	0.062
1.575	0.525	0.038
1.552	0.517	0.062
1.514	0.505	0.029
1.613	0.538	0.128
2.495	0.832	0.906
Promedio General	0.578	0.213

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XV se pueden observar los límites de control del peso de parafina en libras por unidad producida (cajas de cartón).

Tabla XV. Límites de control de la muestra

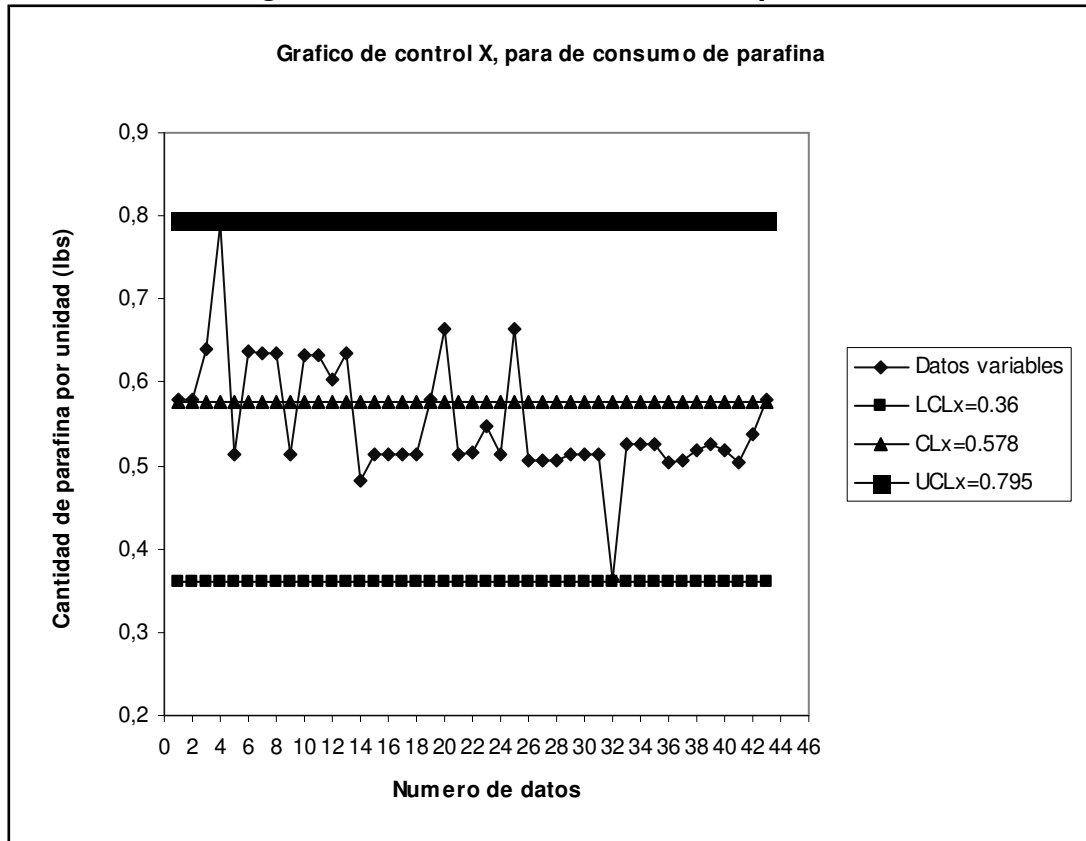
LIMITES DE CONTROL							
# de Muestra	Promedio X	LCLx	CLx	UCLx	LCLr	LCr	UCLr
1	0.824	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
2	0.930	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
3	0.641	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
4	0.791	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
5	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
6	0.637	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
7	0.635	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
8	0.635	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
9	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
10	0.632	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
11	0.632	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
12	0.602	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
13	0.635	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
14	0.483	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
15	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
16	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
17	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
18	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
19	0.822	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
20	0.665	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
21	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
22	0.516	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
23	0.549	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
24	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
25	0.665	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
26	0.506	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
27	0.506	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
28	0.506	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
29	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
30	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
31	0.514	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
32	0.363	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
33	0.526	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
34	0.525	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
35	0.525	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
36	0.505	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
37	0.506	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
38	0.517	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
39	0.525	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
40	0.517	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
41	0.505	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
42	0.538	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547
43	0.832	0.360	0.578	0.795	0	0.213	0.547

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.2 Control de consumo real

En la figura 35 se puede observar el comportamiento del consumo de impermeabilizante en libras por unidad producida.

Figura 35. Control de consumo de parafina



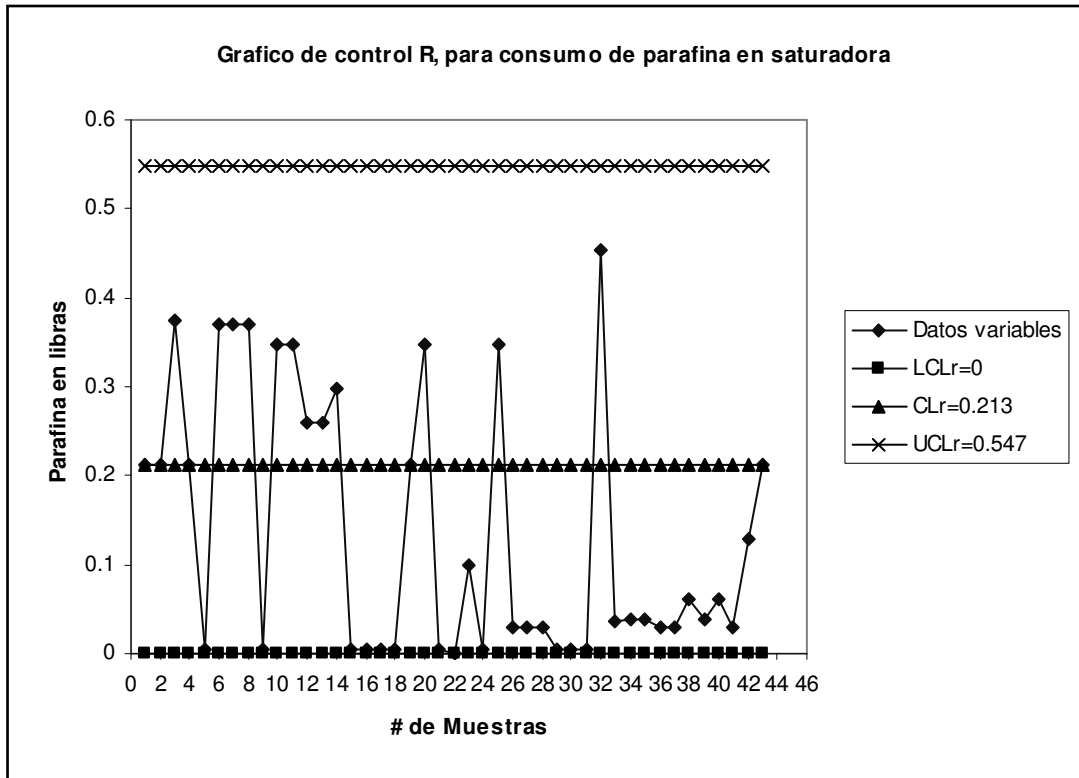
Fuente: Elaboración propia.

Al hacer un análisis sobre la gráfica, esta dentro de los límites establecidos, por lo tanto se concluye que el gráfico está bajo control.

Y representa el consumo de parafina en la máquina saturadora observando un dato promedio de consumo de 0.578 libras por unidad.

En la figura 36, se puede observar que la variabilidad de los datos esta dentro de los límites permitidos.

Figura 36. Variabilidad de muestra, en consumo de parafina



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que la variabilidad de los datos, permanece dentro de los límites de control, por lo cual se concluye que el grafico esta bajo control, los puntos del grafico que se encuentran en el limite inferior nos indican que hay una variabilidad nula entre los datos que representan el peso en libras de la parafina consumida por unidad producida y que sirven para obtener un promedio general.

5.3 Mediciones

Uno de los factores importantes para la aplicación de parafina en una caja, es la temperatura, ya que con ella se regula el espesor en la aplicación de parafina, el mantener un rango de temperatura adecuada será fundamental para que el consumo no sea excesivo.

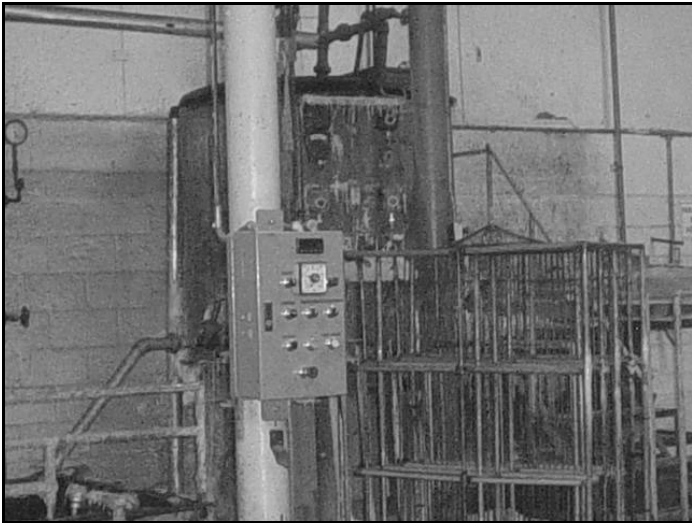
5.3.1 Control de temperatura en saturadora

El control de temperatura se lleva a cabo por medio de un medidor de temperatura, el cual manda una lectura al panel de control, y así el operador sepa la temperatura a la cual se esta trabajando para poder regularla si es necesario, el dispositivo es calibrado cada cierto tiempo para que funcione adecuadamente.

Con las mediciones hechas, se presenta el análisis de la temperatura ideal, así como también de la relación que tiene la temperatura, con los tiempos de inmersión y destilado.

En la figura 37 se presenta el panel de control donde se ubica el dispositivo que controla la temperatura de la parafina

Figura 37. Panel que controla la temperatura en la parafina



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A. (cegsa)

En la tabla XVI, se presentan datos de temperatura y tiempos de inmersión y destilado del tanque de parafina.

Tabla XVI. Datos de temperatura y tiempos de inmersión y destilado

<i>MEDICION #</i>	<i>TEMPERATURA °C</i>	<i>TIEMPO DE INMERSIÓN seg</i>	<i>TIEMPO DE DESTILADO min</i>
1	95	30	2.5
2	90	30	2.5
3	90	20	2
4	90	20	2
5	85	10	2
6	95	20	2.5
7	95	35	2.5
8	100	15	2.5
9	100	15	1.7
10	100	35	1.5
11	100	10	1.5
12	100	15	1.5
13	100	30	2
14	100	30	2
15	105	25	2
16	85	25	2
17	85	20	2
18	80	20	2
PROMEDIO	94.2	22.5	2.0

Fuente: Elaboración propia.

De los anteriores datos se hace el cálculo promedio para cada temperatura tomando en cuenta los factores de tiempo y consumo de parafina, todo ello para decidir cual valor es el más adecuado.

En la tabla XVII, se presentan tiempos de inmersión y destilado que van relacionados a la temperatura de operación y consumo de parafina.

Tabla XVII. Datos promedio, de temperatura, tiempo y consumo de parafina

Temperatura °C	Tiempo de Inmersión seg.	Tiempo de Destilado min.	Tiempo total (Seg.)	Consumo de Parafina (lb.)
80	20	2	140	0.60
85	18.3	2	138.3	0.63
90	23.3	2.2	153.3	0.67
95	28.3	2.5	178.3	0.67
100	21.4	1.8	130.3	0.80
105	25	2	145	0.88

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, podemos observar los distintos valores promedio para temperatura, tiempos de inmersión y destilado, así como también el consumo de parafina por unidad.

Analizando los datos nos damos cuenta que la temperatura ideal de funcionamiento es de 85 °C, debido a que los factores de tiempo y consumo de parafina son bajos en comparación con el resto.

Un rango de temperatura aceptable es de 80 a 90 °C para que el tiempo de destilación y secado, además del consumo en libras por unidad no se incremente.

5.3.2 Control estándar de aplicación de impermeabilizadores en corrugadora

Los pesos que se presentan en la tabla XVIII, corresponden al endurecedor aplicado al papel en la corrugadora.

Tabla XVIII. Observaciones en pruebas con endurecedor

PRUEBAS CON ENDURECEDOR CORRUGADORA			
	# DE OBSERVACIONES		
# DE MUESTRA	LADO DE LA MAQUINA	LADO DEL OPERADOR	Promedio
1	0.22	0.364	0.292
2	0.251	0.405	0.328
3	0.297	0.345	0.321
4	0.26	0.379	0.3195
5	0.245	0.365	0.305
6	0.245	0.4	0.3225
7	0.245	0.36	0.3025
8	0.25	0.35	0.3
9	0.265	0.348	0.3065
10	0.245	0.356	0.3005
11	0.223	0.39	0.3065
12	0.214	0.39	0.302
13	0.256	0.39	0.323
14	0.24	0.345	0.2925
15	0.29	0.36	0.325
16	0.3	0.367	0.3335
17	0.215	0.38	0.2975
18	0.256	0.369	0.3125
19	0.265	0.348	0.3065
20	0.286	0.364	0.325
		Promedio General x	0.311075

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XIX, se presentan límites de control para las pruebas con endurecedor.

Tabla XIX. Límites de control, para pruebas con endurecedor

	Gran promedio	0.311075	D3	D4	d2	
	Rango promedio	0.0152632	0	3.267	1.128	
LIMITES DE CONTROL						
LCLX	CLX	UCLX	RANGO MOVIL	LCLr	CLr	UCLr
0.27	0.31	0.35				
0.27	0.31	0.35	0.04	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.02	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.02	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.02	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.03	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.03	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.04	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.02	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.01	0	0.02	0.05
0.27	0.31	0.35	0.02	0	0.02	0.05
			Promedio General r	0.0152632		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla XX, se presentan límites de control para peso de endurecedor en gramos para un área de 12.5cm x 12.5cm.

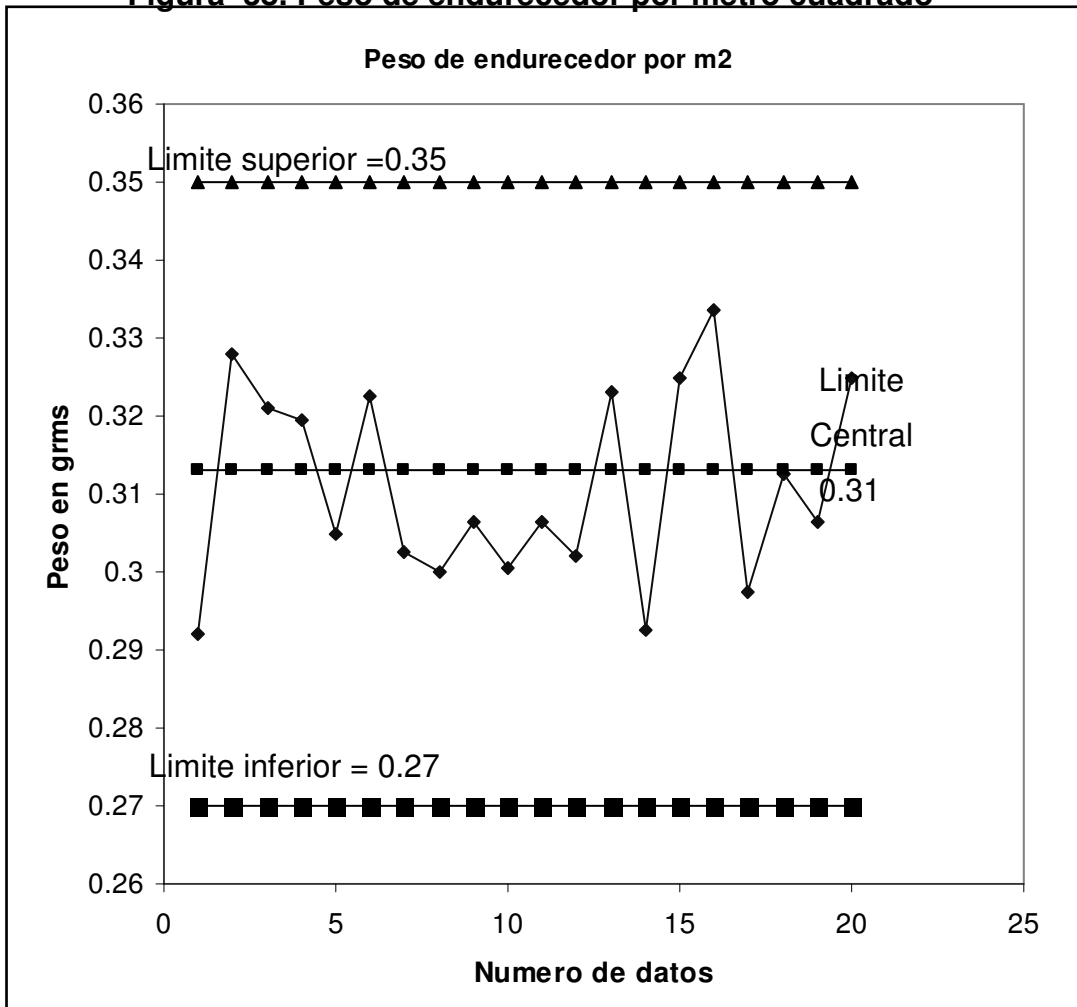
Tabla XX. Datos para gráfico x, y rango.

PROMEDIO \bar{x}	0.311075	PROMEDIO \bar{r}	
LCLX	0.27048149	LCLr	0
CLX	0.311075	CLr	0.01526316
UCLX	0.35166851	UCLr	0.04986474

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38 se puede apreciar la tendencia que tiene el grafico para el peso en gramos del endurecedor.

Figura 38. Peso de endurecedor por metro cuadrado



Fuente: Elaboración propia.

Analizando el gráfico de control anterior se puede determinar que el promedio ideal de aplicación de impermeabilizante en el papel, en una corrida normal es de 0.31 gramos por metro cuadrado, con una diferencia de aplicación de ± 0.04 .

5.4 Evaluaciones periódicas

Las evaluaciones periódicas, consisten en chequear que los datos que se están midiendo estén bajo control, en el caso de la corrugadora es el de medir en corridas de papel con impermeable el peso que tiene, y verificando en el grafico si esta o no dentro de los limites establecidos, para esto se corta una pequeña área de papel con y sin impermeable, se restan, lo cual da la diferencia de pesos entre ellos y se documenta el dato.

El número de muestras por corrida va a depender del número de metros lineales a corrugar, o el número de láminas producidas. El criterio que se manejo durante la toma de datos fue que a mayor número de unidades producidas, mayor es el número de muestras tomadas por corrida.

5.4.1 Toma de muestras periódicas para evaluar datos

Un criterio para el número de muestras a tomar, se puede dar de la forma presentada en la tabla XXI:

Tabla XXI. Criterio de muestreo

NUMERO DE UNIDADES	NUMERO DE MUESTRAS
0 – 5000	5
5001 – 10000	9
10001 – 15000	13
15001 – 20000	15
20000 en adelante	18

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, el criterio a utilizar depende de la persona encargada a llevar el análisis del consumo de impermeabilizante, todo esto en el área de calidad.

Cabe mencionar que los datos reflejaran un estimado aproximado del impermeabilizante que se está consumiendo, y servirá para hacer la comparación del consumo real y el consumo teórico, el cual está contabilizado en el sistema de computo de la empresa.

5.4.2 Comparación de datos reales con estándares permisibles.

El promedio de consumo de parafina para una caja estándar, en el área de saturación es de aproximadamente: 0.578 gramos, en el departamento se tiene como dato regular de consumo 0.6, lo cual indica por la media histórica de datos, que el consumo de parafina es aproximadamente el mismo.

En la máquina corrugadora no existe un dato teórico con el cual se pueda comparar el consumo promedio real de impermeabilizante por corrida, por lo que se cree que un rango correcto de aplicación de impermeabilizante está dentro del intervalo de: 17.28 a 22.4 gramos por metro cuadrado.

La aplicación de endurecedor (impermeabilizante), se dá en el papel médium, que es el que lleva el ondulado entre ambas capas de papel (liners) y las condiciones de absorción de impermeabilizante, dependen de los siguientes factores:

- *Calidad del papel:* si es de fibra virgen (mejor calidad) o si se aplica en un papel reciclado (menor calidad); se obtendrán mejores resultados en un papel de fibra virgen ya que habrá menos desperdicio de impermeabilizante, todo esto es palpable, por el simple hecho de hacer la comparación respectiva en la toma de muestras aleatorias de ambos papeles y medir el consumo de papel por diferencia de pesos en un área equivalente a 12.5x12.5 centímetros.
- *La humedad que el papel contenga:* un papel que tenga un alto contenido de humedad tendrá menos capacidad de absorción de impermeabilizante y por ello la calidad de aplicación por metro cuadrado será inadecuada.
- *El manejo del operador:* depende de la regulación, que el operador tenga en las duchas de vapor para que el vapor pueda abrir bien el poro, y absorber en mayor o menor medida, la cantidad de impermeabilizante ideal.

5.5 Implementaciones en maquinaria

Las implementaciones en maquinaria se basan en una propuesta de mejoras a tomarse en cuenta, en la corrugadora y saturadora. Haciendo el análisis correspondiente podemos observar que las partes que necesitan mayor atención son las tuberías de vapor ya que según se pudo observar presentan una serie de inconvenientes que pueden causar un problema mecánico serio, no solamente en las máquinas, si no también puede causar una lesión seria al personal encargado de operar las maquinas.

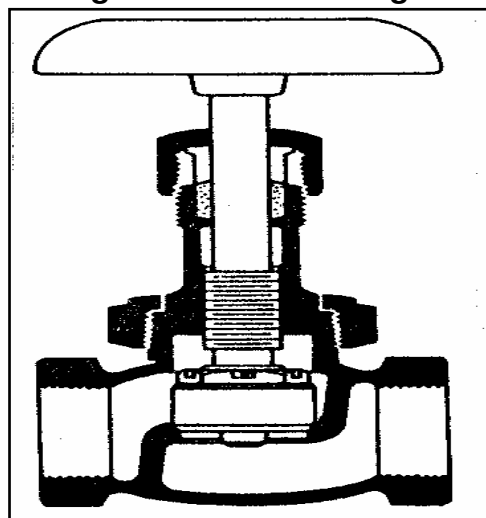
5.5.1 Propuesta de mejoras tecnológicas en saturadora

Las válvulas que se presentan en el área de corrugación ya presentan un desgaste y deterioro considerable, debido a la corrosión, es debido a este desgaste, que se ha optado por hacer una propuesta, para mejorar las condiciones en las que se encuentran las válvulas, debido a ello se describen a continuación una serie de opciones a ser tomadas en cuenta según se adecue a las condiciones que presente el departamento de mantenimiento.

Válvula de globo:

Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que sierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería. Este tipo de válvula se presenta en la figura 39

Figura 39. Válvula de globo



Fuente: www.seditesa.es

Recomendada para:

- Estrangulación o regulación de circulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Para corte positivo de gases o aire.
- Cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

Aplicaciones

Servicio general, líquidos, vapores, gases, corrosivos, pastas semilíquidas.

Ventajas

- Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.
- Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.
- Control preciso de la circulación.
- Disponible con orificios múltiples.

Desventajas

- Gran caída de presión.
- Costo relativamente elevado.

Variaciones

Normal (estándar), en "Y", en ángulo, de tres vías.

Materiales

Cuerpo: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, acero inoxidable, plásticos.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

Instalar de modo que la presión esté debajo del disco, excepto en servicio con vapor a alta temperatura.

Registro en lubricación.

Hay que abrir ligeramente la válvula para expulsar los cuerpos extraños del asiento.

Apretar la tuerca de la empaquetadura, para corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.

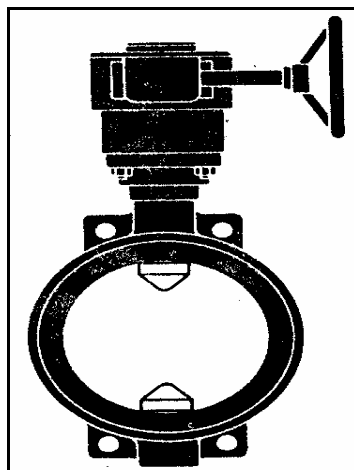
Especificaciones para el pedido

- Tipo de conexiones de extremo.
- Tipo de disco.
- Tipo de asiento.
- Tipo de vástago.
- Tipo de empaquetadura o sello del vástago.
- Capacidad nominal de presión.
- Capacidad nominal de temperatura.

Válvulas de mariposa

La válvula de mariposa es de $\frac{1}{4}$ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular, con el eje de su orificio en ángulos rectos con el sentido de la circulación, su representación gráfica se presenta en la figura 40

Figura 40. Válvula de mariposa



Fuente: www.seditesa.es

Recomendada para

- Servicio con apertura total o cierre total.
- Servicio con estrangulación.
- Para accionamiento frecuente.
- Cuando se requiere corte positivo para gases o líquidos.
- Cuando solo se permite un mínimo de fluido atrapado en la tubería.
- Para baja caída de presión a través de la válvula.

Aplicaciones

Servicio general, líquidos, gases, pastas semilíquidas, líquidos con sólidos en suspensión.

Ventajas

- Ligera de peso, compacta, bajo costo.
- Requiere poco mantenimiento.
- Numero mínimo de piezas móviles.
- No tiene bolas o cavidades.
- Alta capacidad.
- Circulación en línea recta.
- Se limpia por si sola.

Desventajas

- Alta torsión (par) para accionarla.
- Capacidad limitada para caída de presión.
- Propensa a la cavitación.

Variaciones

Disco plano, disco realzado, con brida, atornillado, con camisa completa, alto rendimiento.

Materiales

Cuerpo: hierro, hierro dúctil, aceros al carbono, acero forjado, aceros inoxidable, aleación 20, bronce, Monel.

Disco: todos los metales; revestimientos de elastómeros como, Kynar, Buna-N, neopreno, Hypalon.

Asiento: Buna-N, viton, neopreno, caucho, butilo, poliuretano, Hypalon, Hycar.

Instrucciones especiales para instalación y mantenimiento

- Se puede accionar con palanca, volante o rueda para cadena.
- Dejar suficiente espacio para el movimiento de la manija, si se acciona con palanca.
- Las válvulas deben estar en posición cerrada durante el manejo y la instalación.

Especificaciones para el pedido

- Tipo de cuerpo.
- Tipo de asiento.
- Material del cuerpo.
- Material del disco.
- Material del asiento.
- Tipo de accionamiento.
- Presión de funcionamiento.
- Temperatura de funcionamiento.

5.5.2 Propuesta de mejoras tecnológicas en corrugadora.

En la máquina corrugadora, se pudo observar que las tuberías no presentan un diseño adecuado para evitar el golpe de ariete, es por ello que la propuesta que se hace va enfocada a evitar este tipo de situaciones en las tuberías que abastecen de vapor a la maquina de corrugación.

Golpe de ariete:

Se llama golpe de ariete a una modificación de la presión en una conducción debida a la variación del estado dinámico del líquido.

En las paradas de las bombas, en el cierre de las válvulas, etc., se produce esta variación de la velocidad de la circulación del líquido conducido en la tubería.

Como prevenir los golpes de ariete en las tuberías de vapor:

En las instalaciones de vapor los golpes de ariete son uno de los problemas más comunes. Casi siempre son debidos a defectos en el diseño o montaje de la instalación y en la práctica la totalidad de los casos pueden evitarse respetando unas sencillas reglas.

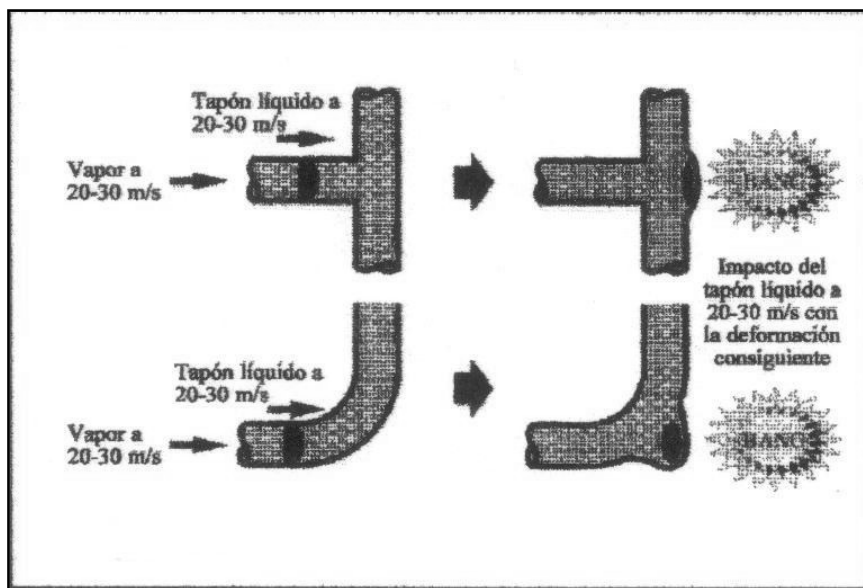
El vapor circula por las tuberías a una velocidad que normalmente se encuentra entre 20 y 30 metros por segundo. Si por cualquier razón se forma un tapón de condensado, el vapor lo arrastra a lo largo de la tubería a esa misma velocidad. Cuando se produce un cambio brusco de dirección, como por ejemplo en un codo, el tapón, es proyectado violentamente contra la pared de la tubería, dando lugar al llamado golpe de ariete, que se acompaña de un fuerte ruido. Los codos, las tes (T), los tubos de los intercambiadores y las válvulas son los puntos donde se produce más a menudo, pues es en ellos donde se dan los cambios de sección más bruscos.

El golpe de ariete puede generar fuerzas enormes, por lo que sus efectos van desde constituir una molestia para quienes trabajan en la instalación hasta producir daños serios, a veces espectaculares en los equipos que sufren un

golpe de ariete. Las válvulas de control y las reductoras pueden dañarse, los equipos de fundición pueden explotar, las conducciones pueden romperse y las juntas pueden desplazarse y quedar inservibles. Los daños producidos por un golpe de ariete pueden ser catastróficos y nunca deben subestimarse.

En el gráfico 41 se presenta el golpe de ariete debido a tapón de condensado, en un codo y una T.

Figura 41. Golpe de ariete debido a tapón de condensado

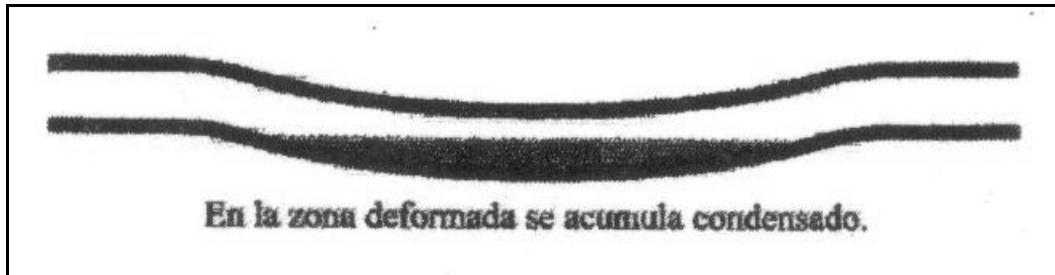


Fuente: www.seditesa.es

La clave para la supresión de los golpes de ariete se encuentra en impedir que el condensado se acumule en las tuberías, purgándolo debidamente a fin de impedir la posibilidad de que puedan formarse tapones de condensado.

En la figura 42 se presenta una tubería deformada, con acumulación de agua

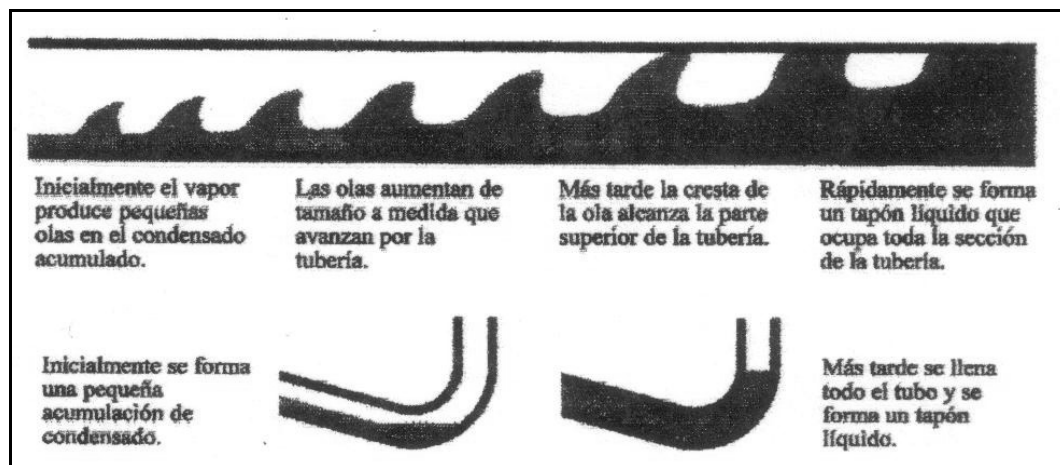
Figura 42. Diagrama de una tubería de vapor



Fuente: www.seditesa.es

La figura 43 muestra como se va acumulando el agua en la tubería hasta formar un tapón de condensado.

Figura 43. Tubería de vapor deformada

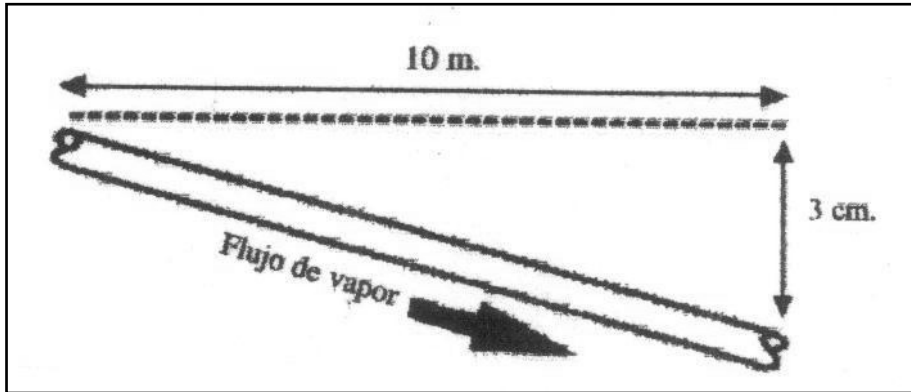


Fuente: www.seditesa.es

Recomendaciones para las tuberías de vapor:

Dar pendiente a las tuberías: Una línea de vapor debe tener siempre una cierta pendiente (alrededor del 3%) en la dirección de avance del vapor. Así se contribuye a que el condensado fluya hacia el próximo purgador y no se acumule en la tubería. La figura 44 muestra una tubería de vapor con cierta inclinación para evitar que se acumule condensado.

Figura 44. Tubería de vapor

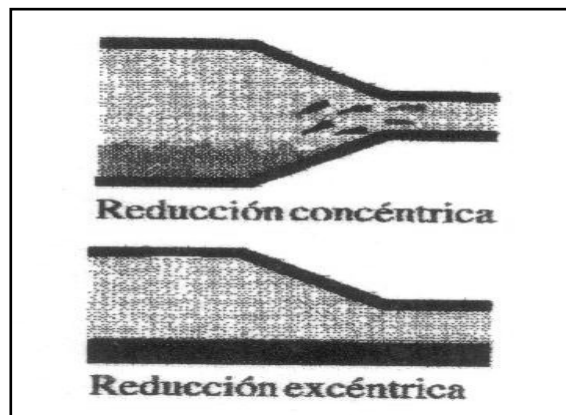


Fuente: www.seditesa.es

Emplear reducciones excéntricas: En las conducciones de vapor no deben emplearse reducciones concéntricas, pues dificultan el desplazamiento del condensado actuando como un dique. Cuando sea necesario, se deben utilizar reducciones excéntricas.

En la figura 45, se presentan conductos de vapor con reducciones concéntricas y excéntricas

Figura 45. Conductos de vapor

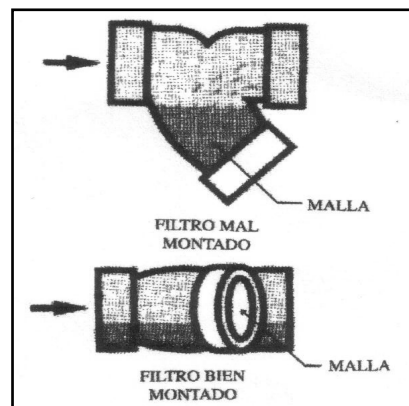


Fuente: www.seditesa.es

Colocación de filtros en un plano horizontal: Los filtros deben instalarse con la malla filtrante situada en un plano horizontal.

Para impedir que el condensado se acumule en ellos, debe evitarse que la malla quede por debajo de la tubería, tal como se hace habitualmente en las tuberías que conducen líquidos. Una representación gráfica de esto se puede observar en la figura 46.

Figura 46. Filtros de vapor

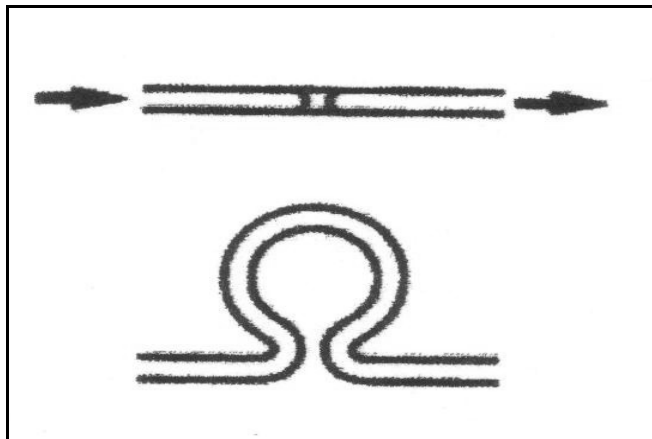


Fuente: www.seditesa.es

Colocación de liras horizontales: Para compensar la dilatación emplee liras, las cuales se deben instalar en posición horizontal. De esta manera se evitara que se acumule condensado en ellas.

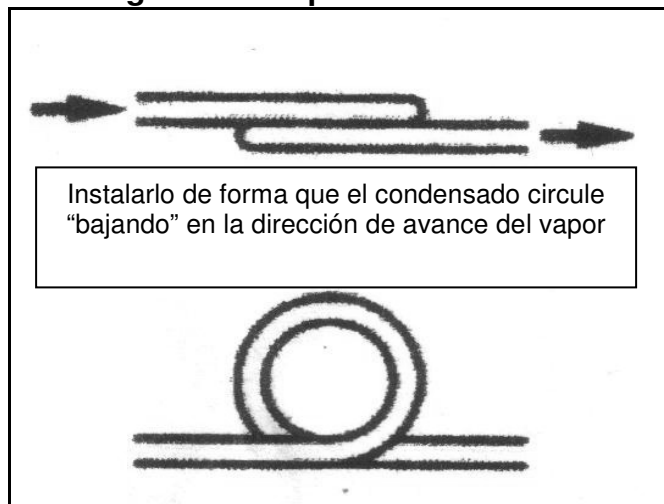
En las figuras 47 y 48 se presentan disposiciones en las que pueden presentarse las liras.

Figura 47. Disposición de liras 1



Fuente: www.seditesa.es

Figura 48. Disposición de liras 2



Fuente: www.seditesa.es

Colocar un purgador antes de cada válvula: Cuando una válvula puede permanecer cerrada durante un periodo relativamente largo, en el tramo de tubería anterior a ella es muy probable que se acumule condensado y que, al abrirla, se produzca un golpe de ariete. Para evitarlo se debe instalar un purgador antes de cada válvula que pueda permanecer cerrada, por un periodo de tiempo muy prolongado.

6. SEGUIMIENTO

En este capítulo se indican las actividades que deben realizarse para llevar un control y seguimiento, sobre el consumo de impermeabilizante en el cartón corrugado, así como del personal encargado de dichas actividades, se presentan los formatos en los cuales tienen que ser documentadas las mediciones que se realicen periódicamente.

5.2 Personal encargado

En el área de corrugadora, las personas encargadas de hacer el muestreo periódico, son los operadores del área húmeda de corrugación, es decir donde van las bobinas de papel o área de liners, es necesario recalcar el extremo cuidado que deben de tener los operadores al tomar las muestras, ya que para obtenerlas, deben arrancarse pedazos de papel en plena corrida, y se corre el riesgo de lesionarse si no se hace de una manera cuidadosa.

Para la saturadora, es más fácil hacer el muestreo, pues se deben tomar 2 muestras de cajas con parafina y pesarlas en la balanza respectiva, y luego tomar el dato, esto lo puede hacer cualquier persona ya que es más seguro y no se corre el riesgo de lesión, como el muestreo que se hace en la corrugadora.

6.1.1 Durante la ejecución

A los operadores se les debe dar la capacitación previa de cómo deben hacer las actividades de toma de datos, también se les debe indicar como tienen que graficar los puntos en el formato que se les proporcionara en el área de trabajo, debe de indicárseles la forma adecuada de hacerlo.

6.1.1.1 Inspección

Se deben hacer chequeos periódicos de cómo se esta haciendo el muestreo, todo esto en la etapa inicial del proceso. Esto deben hacerlo personas encargadas del área de calidad, o el supervisor en turno, para verificar que se este haciendo de la manera correcta.

6.1.2 Post – ejecución

Aquí se debe poner atención en las actividades que deben hacer posterior al muestreo, que en este caso es la documentación de los datos en los formatos establecidos para llevar el control de calidad del consumo de impermeabilizante.

6.1.2.1 Mediciones

Las mediciones se harán de acuerdo al número de unidades producidas, este es un criterio que va a depender de las necesidades que tenga el departamento de calidad de la empresa, no obstante presentamos los rangos establecidos para que sirvan como guía para la toma de datos, esto en el capítulo 5 y subcapítulos del 5.1.2 hasta el 5.4.1.

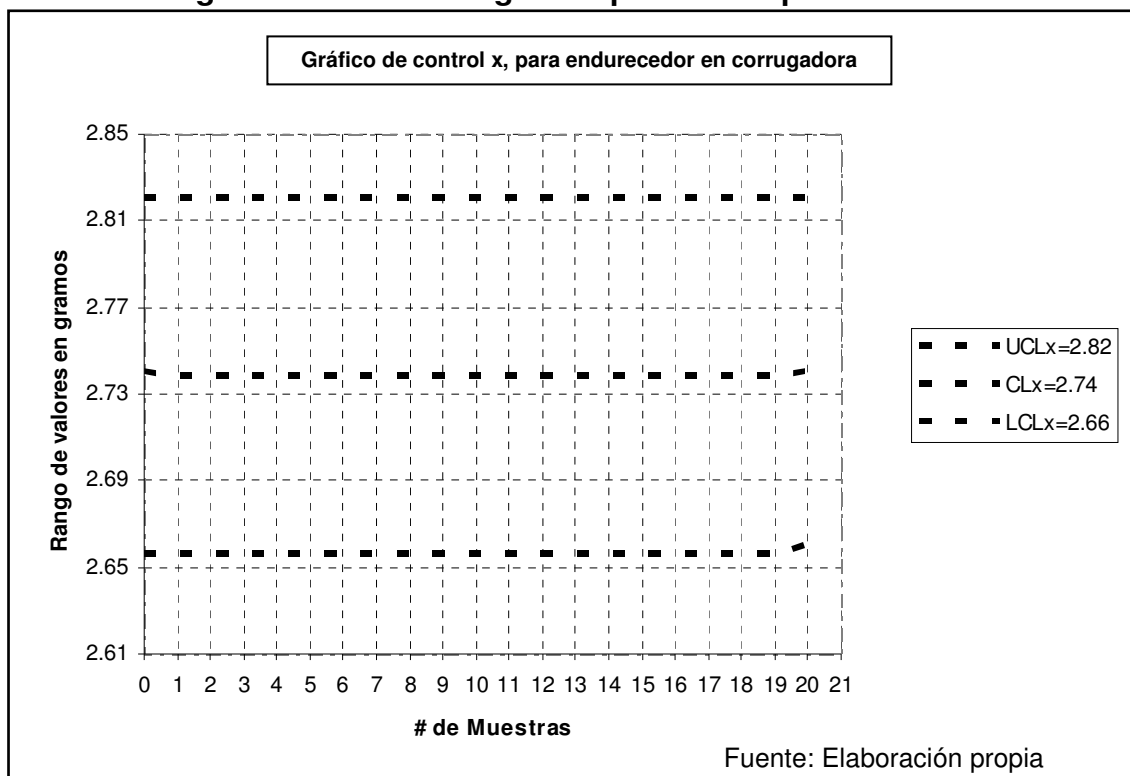
6.2 Actividades a realizarse

Se deben incluir todas aquellas tareas que deben realizarse para las mejoras planteadas durante la ejecución, tomando en cuenta las destrezas y capacidades de los trabajadores, básicamente las tareas que se deben hacer son muestreo y toma de datos, para que con la capacitación adecuada el personal pueda elaborar los gráficos de control en el área de trabajo donde se aplique impermeabilizante.

6.2.1 Durante la ejecución

A continuación en la figura 48 se presenta un formato de tabulación de datos para la elaboración de la gráfica.

Figura 48. Modelo de gráfico para datos promedios x.



Se obtiene una muestra de papel con impermeabilizante, del lado del operador y otra muestra del lado de la maquina, es decir una muestra en cada extremo del papel, se corta un cuadro de 12.5x12.5 cm. para ambos lados, y se pesa en una balanza electrónica, posterior a ello, se procede a sacar un promedio de ambos pesos y se tabula la información en el grafico anterior.

6.2.1.1 Muestreo

Tal y como se indica en la etapa de implementación el muestreo debe hacerse con la debida inspección del área de calidad, pero solo en sus etapas iniciales, ya cuando se tenga mayor confiabilidad en la toma de datos las inspecciones serán cada vez menores.

6.2.2 Post-ejecución.

Después del muestreo, la toma de datos y los gráficos viene el análisis, el operador tiene que tener la capacidad para poder interpretar los gráficos, y el comportamiento de los datos para poder sacar sus propias conclusiones. Todo esto es útil para unificar criterios con los dirigentes de la empresa, y sirve sobre todo para solventar los problemas que puedan surgir en sus áreas de trabajo.

6.2.2.1 Comparación y análisis

La comparación de datos y el análisis de resultados serán efectuados por personal y jefes del área de producción y calidad, para sacar las conclusiones de su comportamiento y verificar si el consumo de impermeabilizante es el adecuado, comparando los datos teóricos con los reales.

No obstante, aunque se tenga un rango ideal en el comportamiento del consumo de impermeabilizante por unidad producida, la documentación y el historial, sirve como referencia para aplicar la mejora continua en las áreas donde se consuma impermeabilizante.

CONCLUSIONES

1. En planta, se trata de solucionar dos problemas que traen como consecuencia un consumo excesivo de materia prima; el primero de ellos es el desperdicio de papel y el segundo, el control en el consumo de impermeabilizante en la corrugadora y saturadora; se hizo una propuesta para proporcionar un control estadístico en el segundo problema, aplicando controles estadísticos de calidad en base a gráficos de control, mediante muestreos periódicos en estas dos áreas para tener una referencia real del impermeabilizante consumido.
2. La corrugadora cuenta con mejoras tecnológicas sumamente importantes, que han ayudado a mejorar la eficiencia en el proceso de producción en los diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido, que ejemplifica la elaboración del cartón corrugado; no existen demoras ni retrasos debidos al funcionamiento de la máquina, tal es el caso de la disposición de tres bobinas adicionales conectadas a unos elementos mecánicos denominados empalmadores, que ayudan a seguir un flujo continuo en la producción, prácticamente eliminando los cuellos de botella.
3. Las máquinas que se encuentran en la planta tienen relación con la producción de cartón o acabados finales en las cajas, y por lo tanto, el desperdicio es cuantificable, ya que éste va a un área destinada al embalaje, donde se lleva un control del mismo. Sin embargo, para el caso del impermeabilizante no existe ningún control del consumo real que se lleva en máquina, ya que los controles que existen son teóricos,

lo cual no da una referencia real de lo que se consume, al no existir una comparación de datos.

4. Los cambios propuestos para las máquinas, se enfocan en las tuberías de vapor, debido al diseño inadecuado de estos elementos, evitando el fenómeno que se denomina como golpe de ariete, el cual es de alto riesgo para la integridad física de los trabajadores, y trae costos elevados en reparaciones para el departamento de mantenimiento de la empresa.
5. Mediante el muestreo, se obtuvieron valores de referencia que sirven como parámetro; para llevar un control en el consumo de impermeabilizante, el procedimiento se realiza por el operador de la máquina, el cual consiste en una toma de muestras periódicas, de papel o caja según sea el caso, ya con una capacitación previa, debe documentar y graficar el comportamiento de consumo en un formato, que se proporciona en su respectiva área de trabajo.
6. Dentro de los elementos con los que se debe contar en cada área de trabajo, para llevar a cabo el muestreo se encuentran: una balanza digital de preferencia, una cuchilla, una probeta de metal con un área de 12x12 cm.
7. El departamento de aseguramiento de calidad, será el encargado de llevar el análisis del muestreo que los operadores de máquina estén realizando, esto servirá para verificar si lo que teóricamente se reporta, es lo que realmente se consume; se podrán controlar los parámetros de consumo e inspeccionar si las unidades producidas están dentro de los límites de control, en caso de que muchas unidades estén saliendo de dichos límites se debe hacer una revisión de la aplicación del

impermeabilizante, la calidad del papel, y los componentes de la maquinaria.

RECOMENDACIONES

1. El control en el consumo de impermeabilizante en la corrugadora será primordial, ya que es la base del proceso de fabricación de cajas de cartón corrugado; si el control es el adecuado en esta área, no habrán problemas derivados de una aplicación inadecuada de impermeabilizante en las áreas de impresión y troquelado, que son otras dos partes importantes de la producción, por lo tanto, esta área tiene prioridad por ser la base de todo el proceso.
2. Durante el estudio para las mejoras en máquina, se tuvo conocimiento de la falla de un elemento mecánico en el sistema de vapor, debido al golpe de ariete, por suerte, nadie salió perjudicado de ese incidente, por ello es necesario que se tomen las medidas respectivas a mejorar la calidad del funcionamiento del sistema de vapor, eliminando este fenómeno, para evitar consecuencias lamentables.
3. Es muy importante que el muestreo en el área de corrugadora se haga con extremo cuidado por parte de los operadores, ya que el papel se desplaza a velocidades sumamente elevadas y un descuido puede ser fatal, ya que la mano puede ser arrastrada por el papel hacia uno de los rodillos de la corrugadora, por eso, antes que nada se debe concientizar, al operario y hacer el muestreo con la importancia y sobriedad que merece.
4. Es notorio que los volúmenes de producción de la planta exceden por mucho la capacidad de almacenamiento de la misma en bodegas, es por

ello que en ciertas áreas se tiene un acumulamiento excesivo por falta de espacio, es necesario que se implementen políticas de logística y seguridad respecto a este tema, ya que la saturación de producto en planta pone en riesgo la integridad física de todos los trabajadores.

5. Es notorio que luego de la aplicación de parafina en las cajas de cartón, el tiempo de secado depende mucho de la temperatura ambiente, es decir, que el tiempo que tarda la máquina en secar cierto número de cajas, es mayor en un día caluroso, que si se hiciera en la madrugada con temperaturas bajas, por eso es importante la implementación de un elemento que enfríe la temperatura del aire para reducir el tiempo de secado y así poder producir a cualquier hora del día y no depender del ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. FEIGENBAUM A. V. **Control Total de la Calidad**. Editorial Continental, S.A. de C. V., MÉXICO.
2. Pérez López, César. **Control Estadístico de la Calidad**. Grupo Editor ALFAOMEGA, S.A. de C.V.
3. Fuerza de trabajo de video, Manual de calidad. **Mejorando la Calidad**. Thecnology Park/Atlanta 1991.
4. Asociación de Corrugadores del Caribe, Centro y Sur América (ACCCSA), **Corrugación Analizando Cada Etapa**.
5. ISO 9000-1, (1994). **Normas Para la Gestión de la Calidad y el Aseguramiento de la Calidad**.
6. Juran (1997). **Análisis y Planeación de la Calidad**. Tercera edición México, Mc Graw Hill.
7. Philip B., Crosby. **La Calidad no Cuesta**, Editorial Continental S.A. de C.V., México.
8. Kume, Hitoshi. **Herramientas Estadísticas Básicas para el Control de Calidad**, Colombia Editorial Norma 1992.

9. Grant, Eugene L. Leavenworth. **Control Estadístico de Calidad.** México CECSA 1986.

10. Sánchez, Antonio. **La Inspección y el Control de Calidad.** México Limusa, 1986.

11. Díaz Cifuentes, Julio Francisco. **Estudio e implementación de sistemas de calidad en la industria del cartón corrugado.** Tesis, Ing. Industrial Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería.