

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



**MEJORA CONTINUA DE PROCESOS PARA LA REDUCCIÓN
DEL DESPERDICIO GENERADO EN LA MÁQUINA
CORRUGADORA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
EMPAQUES DE CARTÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ELABORADO POR:
LUIS ROBINSON ZUÑIGA NATIVIDAD**

LIMA - PERÚ

2013

**Dedicado a mis Padres y hermanos por
sus múltiples esfuerzos y consejos.**

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, ser omnipotente que nos da salud y bienestar.

A mis familiares y amigos, ustedes saben que han sido un apoyo importante, siempre estaré agradecido con todos.

A los lugares de trabajo, en donde he fortalecido mis conocimientos, a mis compañeros de trabajo y profesionales que me han brindado su apoyo.

ÍNDICE

RESUMEN	5
DESCRIPTORES TEMÁTICOS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPITULO I: PENSAMIENTO ESTRATÉGICO	
1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL	8
1.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	8
1.1.2 PRODUCTOS	12
1.1.3 CLIENTES	15
1.1.4 PROVEEDORES	15
1.1.5 PROCESOS	15
1.1.5.1 PROCESO DE CORRUGADO	15
1.1.5.2 PROCESO DE ACABADO	22
1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO	25
1.2.1 VISIÓN, MISIÓN Y VALORES DE LA EMPRESA	25
1.2.2 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	25
1.2.3 FORTALEZAS Y DEBILIDADES	25
1.2.4 OPORTUNIDADES Y AMENAZAS	26
1.2.5 MATRIZ FODA	27
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	
2.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL DESPERDICIO	28
2.2. MEJORA CONTINUA	30
2.3. CICLO DE DEMING	31
2.4. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	33

CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	34
3.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	45
3.3. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	46
3.4. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	47

CAPITULO IV: ANÁLISIS BENEFICIO - COSTO

4.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN	54
4.2. INFORMACIÓN DE LA SITUACION ECONOMIA	56
4.3. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA	57

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	62

BIBLIOGRAFÍA.....	63
--------------------------	-----------

GLOSARIO.....	64
----------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO N°1: GUÍA DE PROCEDIMIENTOS PARA DISMINUIR EL ARQUEO.....	65
--	-----------

TABLAS

Tabla N°1. Matriz FODA	27
Tabla N°2. Selección de la alternativa de Solución	46
Tabla N°3. Arqueo aceptado para diversos anchos de hoja.....	48
Tabla N°4. Arqueo aceptado para diversos anchos de hoja.....	55

GRÁFICOS

Gráfico N°1: Distribución de la generación de desperdicio en la planta, Año 2012.....	35
Gráfico N°2: Total de Toneladas de desperdicio de la máquina corrugadora, Año 2012	36
Gráfico N°3: Toneladas de Desperdicio de Producción Año 2012 – 2013....	56
Gráfico N°4: Porcentaje de desperdicio de Producción Año 2012 – 2013....	56
Gráfico N°5: Toneladas total de desperdicio de la máquina corrugadora, Año 2013 Enero - Marzo.	57
Gráfico N°6: Toneladas total de desperdicio de la máquina corrugadora, Año 2013 Abril-Junio.....	58
Gráfico N°7. Costo de Desperdicio obtenido durante el año 2012 - 2013	59

FIGURAS

Figura N°1. Organigrama Trupal S.A.....	11
Figura N°2. Organigrama Planta de Cajas.....	11
Figura N°3. Cajas Estándar	13
Figura N°4. Cajas Troqueladas.....	14
Figura N°5. Proceso de producción de cartón corrugado	16
Figura N°6. Diagrama de Operaciones de Corrugadora.....	17
Figura N°7. Puente de la Máquina corrugadora.....	18
Figura N°8. Portabobinas de la Máquina corrugadora.....	18

Figura N°9. Precalentador y rodillo arropador.....	18
Figura N°10. Rodillo Corrugador.....	19
Figura N°11. Sistema COPAR.....	19
Figura N°12. Modulo corrugador.....	19
Figura N°13. Salida del SingleFace del modulo corrugador	20
Figura N°14. Mesa de Secado.....	20
Figura N°15. Centro de Máquinas	20
Figura N°16. Salida de las láminas.....	21
Figura N°17. Stacker o Apiladores.....	21
Figura N°18. Rampas transportadoras	21
Figura N°19. Tipos de Toqueladoras.....	24
Figura N°20. Ciclo PHVA.....	31
Figura N°21. Etapas en el Ciclo PHVA	32
Figura N°22. Desperdicio ocasionado por programación	34
Figura N°23. Diagrama de Causa - Efecto para las láminas arqueadas.....	37
Figura N°24. Arqueo en dirección contraria a la máquina	38
Figura N°25. Fuerzas que causan el arqueo normal	39
Figura N°26. Fuerzas que causan el arqueo invertido o hacia abajo.....	40
Figura N°27. Bobina con franjas húmedas	41
Figura N°28. Esquema de la relación entre el ancho de la lámina (medida horizontal) y el arqueo (medida vertical)	48
Figura N°29. Esquema para colocar la lámina.....	49
Figura N°30. Esquema de medición del arqueo	49
Figura N°31. Conjunto Single Facer	51
Figura N°32. Conjunto Double Backer.....	52
Figura N°33. Flujograma de la alternativa de solución	53

RESUMEN

La empresa en estudio es líder en la industria de empaques de cartón corrugado. Dicha empresa cuenta con la tecnología adecuada para brindar soluciones de empaque, brindando a los clientes productos de alta calidad que les permitan conservar los productos para los consumidores finales.

El presente Informe de Suficiencia esta orientado a la mejora de procesos para la disminución del desperdicio generando por una máquina corrugadora, ya que la máquina que se estudiará es el núcleo del proceso productivo. Se empleó como metodología el ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar y Actuar) para el mejoramiento continuo. En la etapa de planificación se hizo un diagnóstico del desperdicio generado por la máquina corrugadora agrupándolo. Profundizando este análisis, y previa clasificación de los defectos en las láminas, se determinaron las fallas más recurrentes y se seleccionó la más crítica para su estudio (láminas arqueadas). Para finalizar esta etapa, una vez detectadas las causas raíces, se plantearon soluciones que disminuirán el exceso de desperdicio.

Mediante la mejora continua de procesos la disminución del desperdicio y las sugerencias implantadas se logró un aumento de la eficiencia y productividad de los proceso de fabricación del cartón corrugado, específicamente en la máquina corrugadora. Esto se ve reflejado en la disminución entre un 20% y un 25% el desperdicio de material.

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

- ✓ **Flexografía**
- ✓ **Troquelado**
- ✓ **Singleface**
- ✓ **Double Backer**
- ✓ **Bobina**
- ✓ **Liner**
- ✓ **corrugar**
- ✓ **PHVA**
- ✓ **Corrugadora**
- ✓ **Desperdicio**
- ✓ **Láminas**
- ✓ **Láminas Arqueadas**

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, ante una creciente y agresiva lucha por mantener y penetrar nuevos mercados, es obligación de muchas empresas poseer un alto nivel de competitividad de tal manera que puedan consolidar el liderazgo en su sector productivo.

Por tal razón es de vital importancia que las empresas consideren como, la flexibilidad, rapidez, calidad y reducción de costos como factores estratégicos para poder adaptarse a los cambios y no quedar fuera del mercado.

El desperdicio genera costos adicionales en los procesos productivos. Es evidente la importancia de la reducción de los costos variables como un arma competitiva para la empresa, debido a que es un factor condicionante del precio de los productos, mientras los costos sean menores se tiene una ventaja sobre los competidores

El presente trabajo esta orientado a la disminución del Desperdicio generado en una máquina primordial dentro del Proceso de Fabricación de Cajas, identificando el defecto que genera el mayor desperdicio y adoptando mejoras en el proceso para reducir el desperdicio.

CAPITULO I: PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL

1.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Empresa papelera dedicada a la fabricación de papeles y cartones a partir de bagazo desmenuzado de caña de azúcar. Está ubicada en el distrito de Santiago de Cao, provincia de Ascope, en el departamento de La Libertad. Inició sus operaciones el 27 de noviembre del año 1968. Forma parte del Grupo Gloria desde el 17 de febrero del 2006, año en el que el Grupo toma la administración de la empresa.

Trupal S.A. tiene una importante participación en el mercado nacional, con la fabricación de pulpa de bagazo como con la de papel-cartón, abasteciendo a las convertidoras de cajas tanto del Grupo como de terceros y destinando el 50% de su producción al mercado de exportación.

Actualmente Trupal S.A. opera en dos plantas:

a) Planta Evitamiento.

La planta de Evitamiento cuenta con la siguiente infraestructura

i. Fábrica de Papel

Opera con dos Molinos que alcanzan los 4,000 TM de producción de papel por mes. En 1998 sé repotenció el Molino 1 adquiriendo en Europa 20 cilindros secadores, una máquina

SOFT CALANDRA, un equipo de dispersión en caliente y la moderna planta de tratamiento de efluentes, con lo que se incrementó la capacidad de producción así como la calidad de los productos.

A inicios del año 2005 entro en operación el Molino 2 para poder atender la creciente demanda de nuestra planta convertidora de cajas.

ii. Fábrica de empaques flexibles

Dentro de la estrategia de crecimiento la empresa decidió incursionar en la fabricación y comercialización de empaques flexibles.

Para ello se adquirido dos Coextrusoras de origen italiano, de 5 y de 3 capas, lo que permitirá estar a la vanguardia en desarrollos de productos especializados como son los de alta barrera.

También se cuenta con una moderna impresora flexográfica de 6 colores, una laminadora de última generación, 2 modernas máquinas selladoras para todo tipo de bolsas, mangas termocontraíbles para, etiquetas, una cortadora entre otros. Las coextrusoras son automatizadas con un sistema Plast-Control de origen alemán. En estas máquinas serán utilizados materiales de ultima generación como son los: metalocenos y aditivos Schulman, además de los ya conocidos polietilenos lineales de uso general y uso pesado

iii. Línea de Perfiles de cartón – esquineros

Se ha adquirido una Línea Completa PACK INDUSTRIE de origen francés para la fabricación y comercialización de perfiles de cartón a fin de cubrir la alta demanda de los exportadores

b) Planta Huachipa.

i. Planta de cajas

La planta convertidora de cartón y cajas cuenta con modernas maquinarias para la conversión de cartón.

Corrugadoras

- Corrugadora United
- Corrugadora Marquip Ward United

Troqueladora Impresoras

- Troqueladora Martin 1628
- Troqueladora Martin 1622
- Troqueladora Dong Fang
- Troqueladora Langston

Impresoras Flexo Gluer

- FFG Martin 618
- FFG Martin 616
- Ward
- S&G
- Langston
- Hooper

Estructura organizacional:

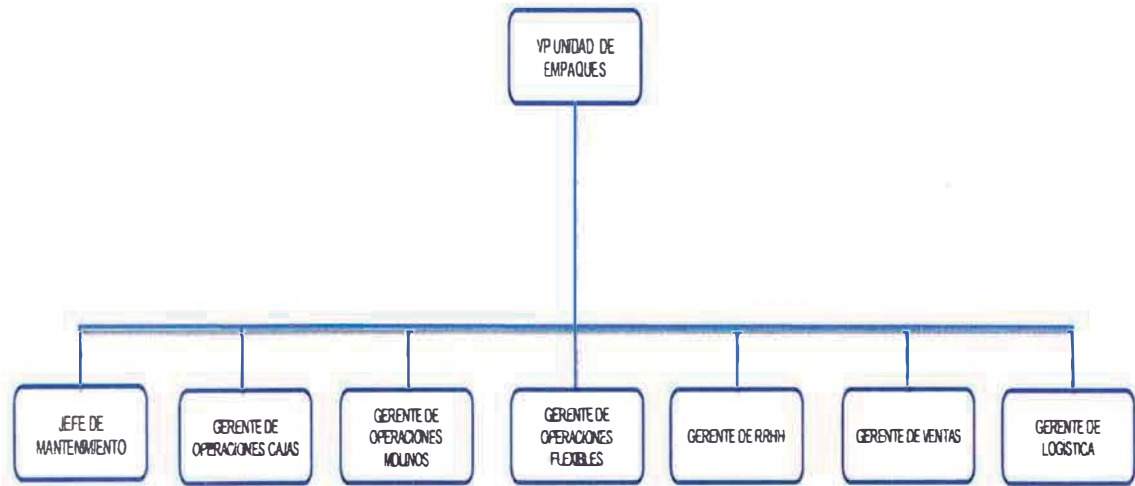


Figura N°1. Organigrama Trupal S.A.

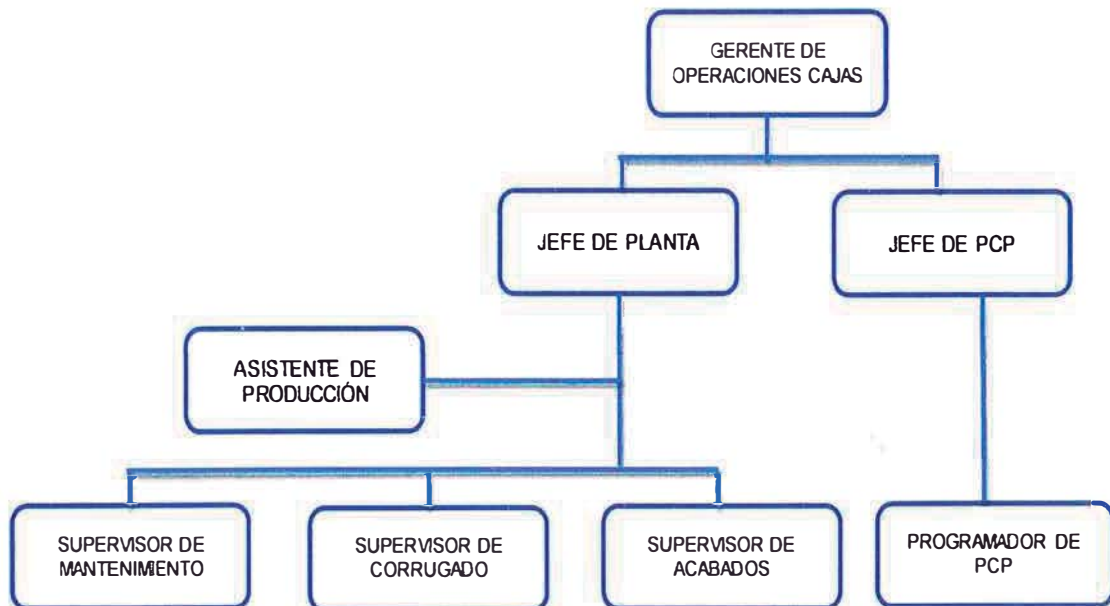


Figura N°2. Organigrama Planta de Cajas

1.1.2 PRODUCTOS

Los productos que ofrece TRUPAL S.A. se dividen en:

Bobinas de papel

En nuestra planta de papeles fabricamos diferentes calibres y calidades de cartón liner, cartón para corrugar y papel kraft para su procesamiento en nuestra planta de conversión y atender a nuestros clientes nacionales y extranjeros.

Empaques de Flexibles

En nuestra planta de empaques flexibles se pueden fabricar bobinas para el envasado automático de alimentos como arroz, leche, menestras, azúcar, fideos, cereales, etc., bolsas de sobre empaque (para empacar empaques más pequeños como bolsas de 1 kg, 1 lt, cajas, etc) bolsas de campaña de supermercados, etiquetas de polietileno para yogurt, gaseosas, pasacalles con impresiones multicolores.

Cajas Estándar

Impresas hasta con cuatro colores planos o policromías en sistema flexográfico. Son elaboradas en ondas BC, C, B y E. De acuerdo a los requerimientos de resistencias los gramajes y la composición del cartón puede tener variaciones. Normalmente son utilizadas para el transporte y protección del producto, pudiendo llevar algún tipo de aditamento como casilleros o divisiones interiores.



Figura N°3. Cajas Estándar

Cajas Troqueladas

Impresas hasta con 4 colores planos o policromías en sistema flexográfico y alta gráfica. Son elaboradas en ondas BC, EC, EB, C, B y E. Según los requerimientos de resistencias los gramajes y la composición del cartón pueden variar. Actualmente con este tipo de cajas estamos cubriendo la demanda del mercado en los siguientes sectores:

Sector Agro-exportador

Dado el auge que venían tomando las Agro exportaciones en el país a partir de Julio de 2003 se obtuvo la Licencia P-84 para producir y comercializar en forma exclusiva en el Perú las bandejas de cartón P-84 para frutas y hortalizas, estas bandejas están fabricadas con materiales de alta resistencia a la humedad y temperaturas bajas.

Asimismo se cuenta con 10 Máquinas Armadoras de cajas las que en forma itinerante van brindando servicio a nuestros clientes en sus packings a lo largo y ancho del país permitiendo bajar los costos de operación.

Sector Industrial

Principalmente se atienden con este tipo de cajas troqueladas y con diseños especialmente elaborados según la necesidad para cada producto como: cerámicos, calzado, alimentos, artículos de tocador entre otros.



Figura N°4. Cajas Troqueladas

1.1.3 CLIENTES

Clientes Principales:

- Gloria S.A
- Alicorp S.A.
- Procter & Gamble
- Cerámicas San lorenzo
- Camposol S.A.
- Celima S.A.

1.1.4. PROVEEDORES

Proveedores Principales:

- International Paper
- Harper / Love Adhesivos Corporación
- MarquipWardUnited Company
- Tintas Gráficas Vencedor S.A.

1.1.5. PROCESOS

El proceso de elaboración de empaques de cartón corrugado, consiste en dos grandes procesos: el primero es el de corrugado, el cual consiste en unir tres capas de papel, una ondulada y dos lisas. El segundo proceso consiste en darle acabados a las láminas de cartón corrugadas para convertirlas en cajas.

1.1.5.1. PROCESO DE CORRUGADO

El cartón corrugado está hecho en la máquina corrugadora que, además del papel trabaja con 2 elementos básicos: el vapor y el adhesivo, compuesto fundamentalmente de almidón. Inicialmente, un subconjunto de la máquina corrugadora (SINGLE FACER) produce una cara simple, que es una combinación de la lámina acanalada u onda con un liner o tapa interna. Eso

se hace pegando el elemento plano (liner interno) en la cresta de las ondas de la lámina acanalada (onda). A continuación, la cara simple avanza, por el puente y se junta con una lámina externa o liner externo agregando adhesivos a las crestas de las ondas de la cara simple en la unidad pegadora. Enseguida ingresa a la mesa de secado que contiene planchas calientes donde se produce el pegado y secado del cartón. Ver la figura N°5 que es una representación esquemática del proceso de fabricación del cartón corrugado.

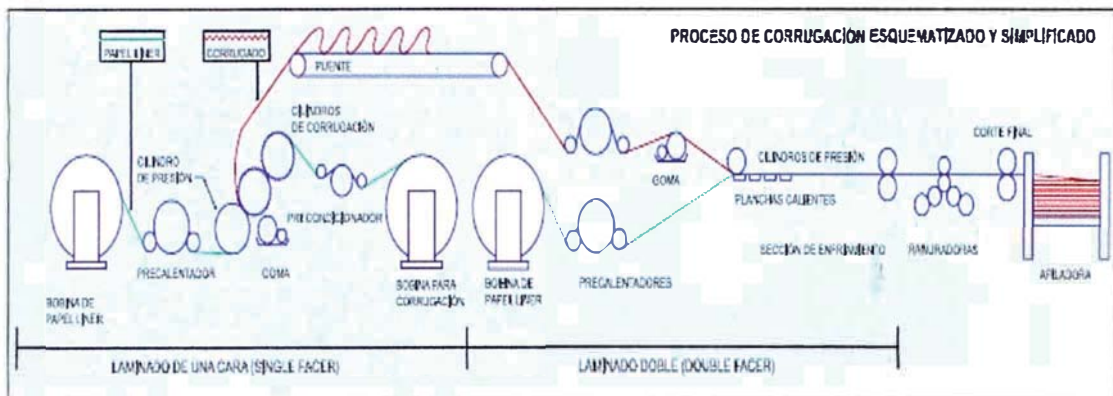


Figura N°5. Proceso de producción de cartón corrugado

En la fabricación de los paños de cartón corrugado intervienen diferentes procesos los cuales se detallan a continuación:

- Corrugar Single Face.
- Engomado Single face y Liner exterior.
- Secado.
- Corte transversal y longitudinal.
- Apilar paños.

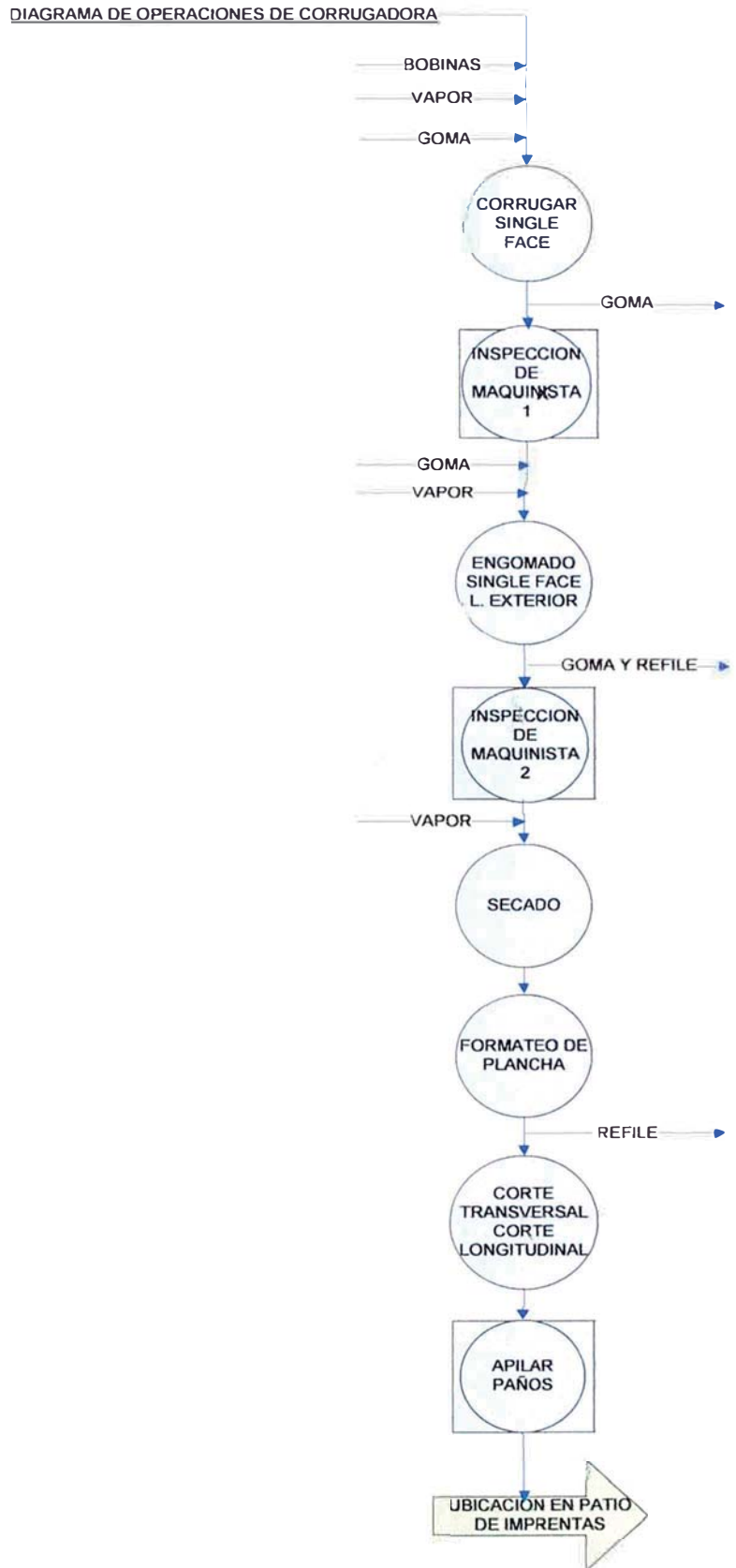


Figura N°6. Diagrama de Operaciones de Corrugadora

- **Corrugar Single Face:** Inicia desde la instalación de la bobina hasta la unión del liner interior con el corrugar medio.



Figura N°7. Puente de la Máquina corrugadora

- Instalación de bobinas en unidades de bobinado y etapa de secado en los rodillos secadores, se busca acondicionar a una humedad uniforme del papel.



Figura N°8. Portabobinas de la Máquina corrugadora

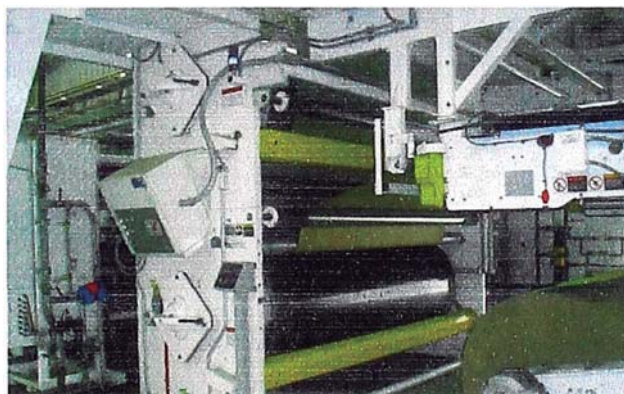


Figura N°9. Precalentador y rodillo arropador

- El acondicionamiento para el corrugar medio se logra inyectando vapor; controlando las variables de velocidad y temperatura.



Figura N°10. Rodillo Corrugador

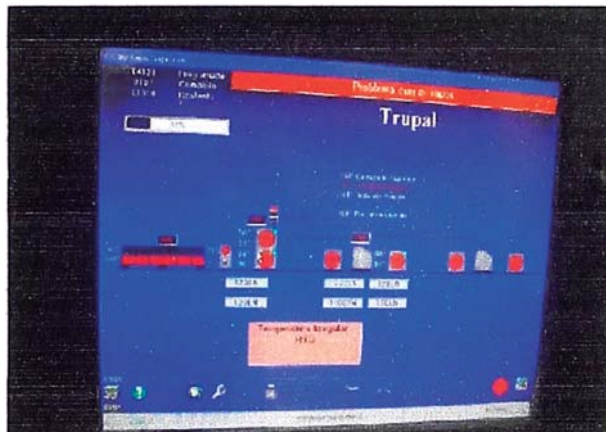


Figura N°11. Sistema COPAR

- Engomado del corrugar medio y unión de con el liner interior, pasando por el rodillo corrugador y rodillo plano; con esto se logra el Single face.

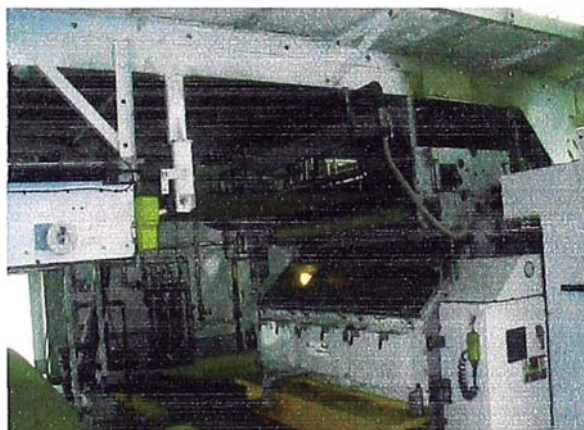


Figura N°12. Modulo corrugador



Figura N°13. Salida del SingleFace del modulo corrugador

- **Engomado Singleface - Liner exterior y Secado:** Previo secado del liner exterior pasa a unirse y engomado pasa a unirse con el single face, esta unión continúa a la mesa de secado.

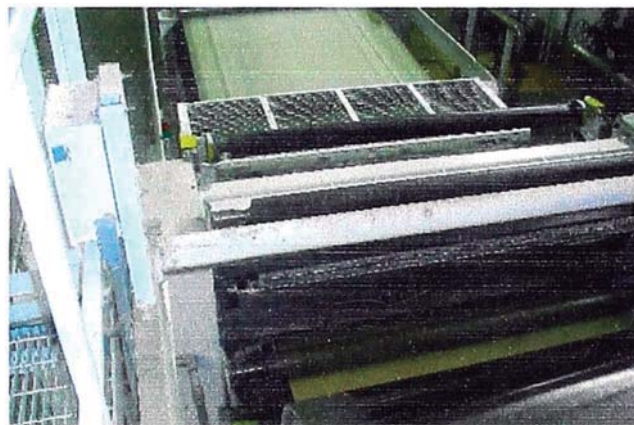


Figura N°14. Mesa de Secado

- **Formateo, corte transversal y corte longitudinal:** Las variaciones de la Compac y Master son controlados desde el centro de máquinas.



Figura N°15. Centro de Máquinas



Figura N°16. Salida de las láminas

- **Apilar paños y traslado a patio de imprentas:** El sistema de apilamiento es automático, contabilizándose un total de 25 paquetes según la FTP de las cajas. Las rampas transportadoras llevan los paños para su ubicación en el patio de imprentas.



Figura N°17. Stacker o Apiladores



Figura N°18. Rampas transportadoras

1.1.5.2. PROCESO DE ACABADO

- **Proceso flexográfico y de Impresión**

Las láminas provenientes de la corrugadora son introducidas manualmente en las máquinas flexográficas. Estas máquinas. Aunque poseen entre sí algunas diferencias en diseño, cumplen la misma función y trabajan de manera similar.

La operación de impresión a colores se realiza en uno o varios cuerpos según la combinación que se requiera. Para generar dicha impresión se utiliza un clisé o grabado en relieve, el cual es colocado en un rodillo portador de clisés que, al girar, recoge la tinta de un rodillo Anilox, y la imprime sobre el lado liso de la lámina (Liner Exterior) a través de la aplicación de presión.

La impresión tiene dos objetivos primordiales:

1. **Decorar:** Hacer el embalaje de venta atractivo para promocionar el producto.
2. **Diferenciar:** Indicar el nombre y la marca del producto para distinguirlo de los competidores.

La flexografía permite un mayor ritmo de producción, siendo el proceso más utilizado en la industria del cartón para la impresión y fabricación de empaques. Las máquinas de la empresa pueden imprimir hasta 5 colores diferentes por diseño (un clisé por cada color); esto indica que existe un mecanismo sincronizado de ajuste de los clisés, a fin de que los colores no se superpongan y la impresión quede en el lugar requerido.

Una vez impresas las láminas, estas pasan a través del cuerpo de cuchillas y rayado cuya finalidad, es cortar y rayar al mismo tiempo la

lámina de cartón según las medidas del empaque requerido. El rayado se realiza mediante la aplicación de cierta presión a las láminas de cartón, conformado por unos cabezales porta-cuchillas y porta-rayadoras circulares rotativos, montados sobre ejes paralelos. A diferencia del rayado, el cual se realiza sobre un cabezal de polimetano que sirve de yunque, el ranurado o corte de las láminas se realiza por una cuchilla tipo macho que se introduce en una cuchilla hembra.

Las láminas cortadas y ranuradas son dirigidas al puente de doblado, donde se engoman sus solapas respectivas (cortadas previamente), se doblan y cierran mediante un sistema de correas-poleas para conformar finalmente su forma.

Una vez plegadas y conformadas las cajas, son apiladas automáticamente en bultos según el pedido y transportadas a las máquinas amarradora donde son amarradas mediante sunchos de plástico en bultos de cajas que luego son apilados por un operario para ser llevadas al almacén y para su posterior despacho.

- **Proceso de troquelado**

Existen dos tipos de troquelado, el plano y el rotativo, cuyos procesos son prácticamente similares salvo ligeras diferencias.

Troquel plano: Su perfil es plano y la base contra la que actúa es metálica. Su movimiento es perpendicular a la plancha consiguiendo así una gran precisión en el corte.

Troquel rotativo: El troquel es cilíndrico y la base opuesta está hecha con un material flexible. Al contrario que en el troquelado plano, el movimiento es continuo y el registro de corte es de menor precisión.

Ello es debido a que la incidencia de las cuchillas sobre la plancha se realiza de forma oblicua a la misma. Los embalajes fabricados en rotativo son, por tanto, aquéllos que no presentan altas exigencias estructurales tales como las Wrap Around o algunas bandejas. Por su movimiento continuo, el troquelado rotativo consigue mayores productividades en fabricación que el plano.

Por ello el proceso de troquelado, es utilizado para darle las formas a las cajas, como Ventilación a las piezas, piezas con cierres automáticos o cualquier otro diseño, que se requiera; esto se logra gracias a los troqueles que regularmente son de madera con sierras especiales de acuerdo al diseño.

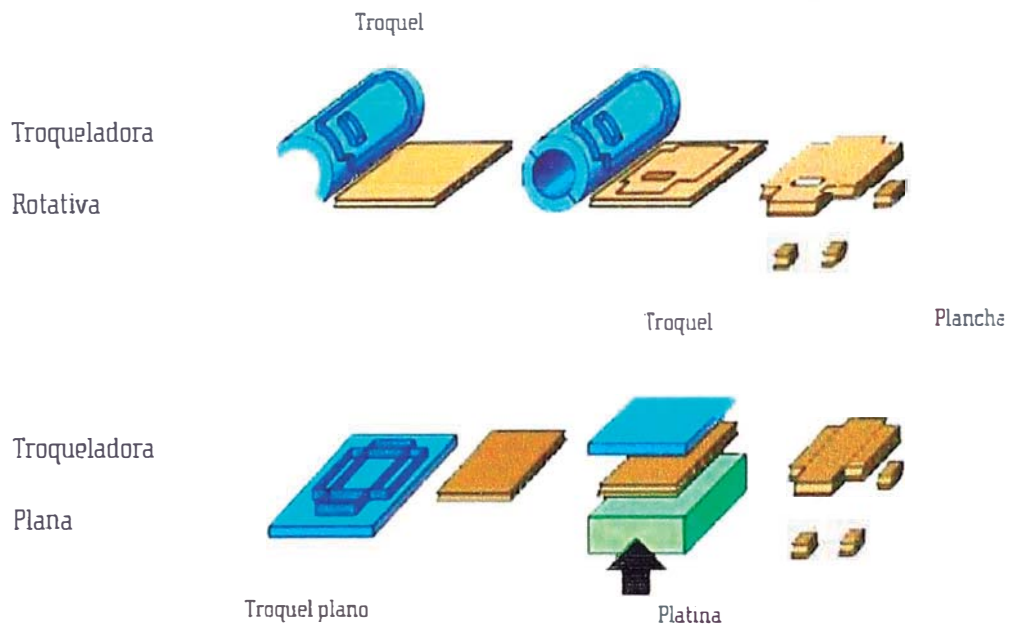


Figura N°19. Tipos de Troqueladoras

1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

1.2.1. VISION, MISION Y VALORES DE LA EMPRESA

Visión:

En el 2015 seremos una corporación con ventas mayores a los 400 millones de dólares con un 25% fuera del Perú.

Misión:

Brindar un servicio extraordinario e innovador a nuestros clientes.

Valores:

- Calidad.
- Eficiencia.
- Productividad.
- Servicio.
- Austeridad.
- Metas exigentes.

1.2.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Ser operadores eficientes con el menor ciclo de entrega.
- Fidelizar a nuestros clientes.
- Innovar rápida y efectivamente.
- Crear nuevos nichos de mercado.

1.2.3. FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Fortalezas:

- Es una de las empresas más grandes que producen productos de cartón corrugado.

- Cuenta con instalaciones adecuadas para el desarrollo de la producción de materiales de cartón corrugado.
- Solidez de conocer el mercado de cajas de cartón corrugado a nivel nacional e internacional, logrando dar a conocer a potenciales clientes sus productos.
- Personal calificado y con experiencia.

Debilidades:

- Fallas frecuentes en la maquinaria para la producción, con esto una gran cantidad de horas muertas.
- Existe una cantidad considerable de devoluciones o rechazos de productos.
- Alto porcentaje de desperdicios.
- Altos inventarios de materias primas.
- No cuenta con transporte propio de sus productos.

1.2.4. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS

Oportunidades:

- El crecimiento urbano ha provocado que potenciales clientes se ubiquen cerca de sus instalaciones.
- Se está promoviendo en el país el uso de biocombustibles, los cuales reducirían sus costos de producción.

Amenazas:

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

A continuación se presenta la matriz FODA:

1.2.5. MATRIZ FODA

	<p><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Es una de las empresas más grandes que producen productos de cartón corrugado. • Cuenta con instalaciones adecuadas para el desarrollo de la producción de materiales de cartón corrugado. • Solidez de conocer el mercado de <i>cajas de cartón corrugado</i> a nivel nacional e internacional, logrando dar a conocer a potenciales clientes sus productos. • Personal calificado y con experiencia. 	<p><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fallas frecuentes en la maquinaria para la producción, con esto una gran cantidad de horas muertas. • Existe una cantidad considerable de devoluciones o rechazos de productos. • Alto porcentaje de desperdicios. • Altos inventarios de materias primas. • No cuenta con transporte propio de sus productos.
<p><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • El crecimiento urbano ha provocado que potenciales clientes se ubiquen cerca de sus instalaciones. • Se está promoviendo en el país el uso de biocombustibles, los cuales reducirían sus costos de producción. 	<p><u>ESTRATEGIAS FO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservar el buen desempeño de la empresa y crecimiento por el que esta pasando. • Aprovechar nuestro conocimiento del mercado de cajas para promover su uso y reciclaje. 	<p><u>ESTRATEGIAS DO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar mejoras en los procesos para reducir los desperdicios y reclamos. • Realizar un mejor control de los productos terminados para evitar devoluciones.
<p><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparición de nuevos competidores. • Baja cultura de reciclaje en el país y con ello el deterioro del ambiente de donde obtiene la materia prima. • Encarecimiento de los hidrocarburos, que incide en los costos globales. 	<p><u>ESTRATEGIAS FA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la calidad de los productos desarrollando capacitaciones al personal. • Promover incentivos a los empleados que generen mayor producción y que generen menos desperdicios. 	<p><u>ESTRATEGIAS DA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar cronogramas de mantenimiento Preventivos para evitar las fallas frecuentes de las máquinas. • Elaborar proyectos de capacitación del personal para identificar los problemas durante el proceso para poder reducir los reclamos y devoluciones

Tabla N°1. Matriz FODA

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL DESPERDICIO

DEFINICIÓN DE DESPERDICIO

Según Fujio Cho de Toyota Motor Company “Un desperdicio es toda actividad que genera costo y no agrega valor en una empresa” más específicamente, el desperdicio lo define como: “todo aquellos distinto a las cantidades mínimas de insumos necesarios para realizar una actividad”. Se entiende como insumos todo lo relacionado con equipos. Materiales. Componentes, espacio y tiempo del trabajador.

CLASIFICACIÓN DEL DESPERDICIO

Los principales tipos de desperdicio que se presentan en un proceso productivo son:

- **Sobreproducción:** Se presenta cuando se produce más cantidad de lo que demanda el mercado.
- **Tiempo de espera:** Se presenta cuando existe tiempo improductivo por inactividad tanto de mano de obra como de maquinaria.
- **Transporte:** Por lo general debido a movimientos innecesarios, ya que se consideran aspectos como distancia entre procesos y la distribución de la planta.
- **Inventario:** Consecuencia del desperdicio de sobreproducción.
- **Procesamiento:** Que es consecuencia de los procesos.
- **Productos defectuosos:** Aquel que resulta de los defectos en los productos.

También puede ser clasificado según su cuantificación: Desperdicio Controlable y desperdicio no controlable.

El desperdicio controlable es el desperdicio de insumos que puedan ser contabilizados más fácilmente, después de una corrida de producción. Estos insumos son los materiales y la mano de obra directa. El desperdicio no controlable es el desperdicio de aquellos factores que parecieran existir en tal cantidad que no es necesario atacar siendo difícil su cuantificación.

También puede clasificarse según su frecuencia de aparición, es decir, puede generarse de forma tanto intermitente como permanente. El desperdicio del tipo permanente se caracteriza porque se presenta continuamente en un periodo de tiempo. Sus causas pueden ser diversas y estar combinadas con otras haciéndolas difícil de eliminar.

Para realizar un análisis eficiente de desperdicios dentro de un proceso productivo se requiere una metodología que permita identificar la fuente de los mismos aislando las causas de forma ordenada. Consiste en agruparlos en cuatro elementos básicos o perdidos:

- Equipo: se refiere a las pérdidas que impiden el máximo aprovechamiento de los equipos.
- Esfuerzo: Son pérdidas que disminuyen el máximo de aprovechamiento de la gente.
- Materiales: Pérdidas producidas por el desaprovechamiento de materias primas, productos en proceso, productos terminados, y otros materiales.
- Otras: pérdidas que se reflejan en costos adicionales no contemplados en los puntos anteriores como el transporte.

2.2. MEJORA CONTINUA

La mejora continua, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como sabemos, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente.

La Mejora Continua no solo tiene sentido para una empresa de producción masiva, sino que también en empresas que prestan servicios es perfectamente válida y ventajosa principalmente porque si tienes un sistema de Mejora Continua (al ser un sistema, quiere decir que es algo establecido y conocido por todos en la empresa donde se está aplicando) entonces tienes las siguientes características:

1. Un proceso documentado. Esto permite que todas las personas que son partícipes de dicho proceso lo conozcan y todos lo apliquen de la misma manera cada vez
2. Algún tipo de sistema de medición que permita determinar si los resultados esperados de cierto proceso se están logrando (indicadores de gestión)
3. Participación de todas o algunas personas relacionadas directamente con el proceso ya que son estas personas las que día a día tienen que lidiar con las virtudes y defectos del mismo.

Viéndolo desde este punto de vista, una de las principales ventajas de tener un sistema establecido de Mejora Continua es que todas las personas que participan en el proceso tienen capacidad de opinar y proponer mejoras lo que hace que se identifiquen más con su trabajo y además se tiene la garantía que la fuente de información es de primera mano, ya que quien plantea el problema y propone la mejora conoce el proceso y lo realiza todos los días.

2.3. CICLO DE DEMING

El ciclo PHVA que significa “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” fue desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado luego por W. Edwards Deming. Por esta razón es conocido como “Ciclo de Deming”. EL ciclo PHVA como lo menciona su nombre se divide en 4 etapas básicas: Planear, Hacer, Verificar, Actuar como se muestra en la Figura 1.

Es una metodología de mejoramiento continuo de procesos mediante la realización de tareas repetitivas.



Figura N°20. Ciclo PHVA

El PHVA es una metodología que es aplicada continuamente de manera formal e informal, consciente e inconscientemente tanto en lo profesional y personal. No importa lo simple o compleja que sea la actividad, esta puede ser realizada mediante un ciclo interminable de mejoramiento continuo.

Enmarcado en el contexto de gestión de la calidad, el PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cualquier proceso dentro de una organización, estando íntimamente relacionado con la planificación, implementación, control y mejora continua en la elaboración de un producto o servicio.

Dentro de las principales etapas se siguen ocho procesos básicos:

1. **Identificación del Problema:** consiste en definir claramente el problema y reconocer su importancia, estableciendo objetivos y metas.
 2. **Observación:** consiste en investigar las características específicas del problema con una visión amplia y de diferentes puntos de vista.
 3. **Análisis:** consiste en descubrir las causas fundamentales del problema.
 4. **Plan de Acción:** Establecer planes para eliminar las causas raíz del problema, definiendo métodos y estándares.
 5. **Acción:** Consiste en educar y entrenar a las personas involucradas llevando a la práctica las soluciones planteadas.
 6. **Verificación:** Verificar si las causas que originan el problema fueron bloqueadas.
 7. **Estandarización:** Para prevenir la reaparición del problema atacado.
 8. **Conclusión:** Se hace un recuento del proceso de resolución del problema, haciendo énfasis en lo aprendido, que dificultades se presentaron. Finalmente se realiza un análisis estableciendo prioridades para reducir las desviaciones que se atacaran al iniciar el PHVA nuevamente.
- En la siguiente figura se muestra en que etapa del ciclo se realizan los procesos descritos anteriormente.

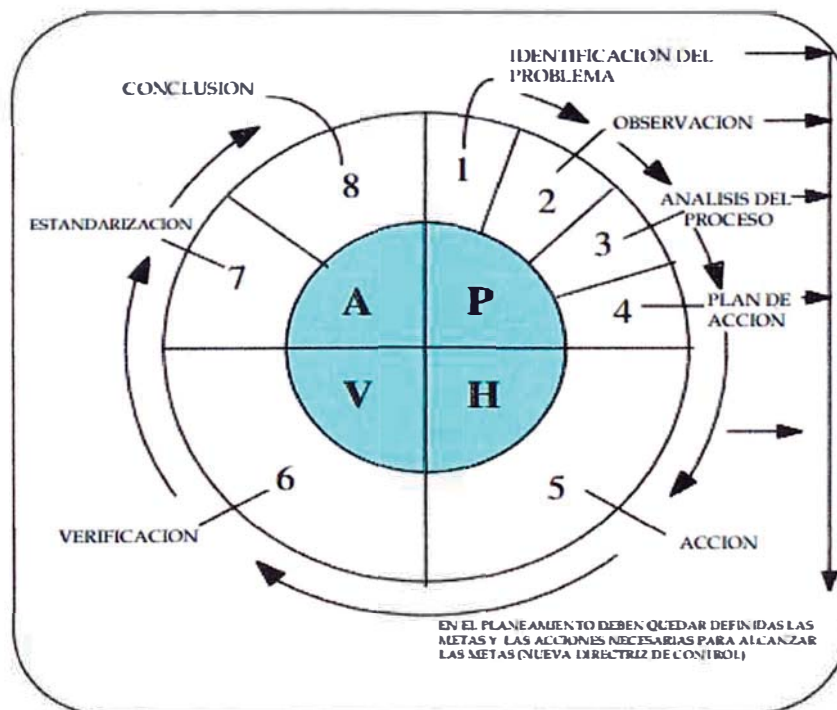


Figura N°21. Etapas en el Ciclo PHVA

2.4. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

El control y la reducción de los costos de calidad puede ir apoyado por un grupo de herramientas que, entre otras cosas, buscarán los mayores costos de calidad, para así poder tomar medidas para reducirlos, o las causas que los provocan, para poder eliminarlas; vigilando cómo se reducen y, en caso contrario, intentando averiguar los motivos que llevan a que no se reduzcan; y buscando oportunidades para reducir los costos.

Es conveniente realizar mediciones del proceso de mejora continua de la calidad, seleccionando en cada área o departamento los indicadores más adecuados; ya que de esta forma se pueden observar los progresos y establecer cursos de acción. Los indicadores son el mecanismo de diagnóstico y gestión que nos servirán de información para las herramientas de calidad y que ayudarán a saber que áreas son las problemáticas y, de éste modo, poder enfocar los esfuerzos y los recursos hacia ellas. Ahora bien, los indicadores no deben de servir para encontrar culpables de los fallos cometidos; el liderazgo y la participación de todo el personal favorecerán el uso correcto de los indicadores.

Entre las principales herramientas tenemos:

- Diagrama de Pareto
- Histogramas
- Gráficos de control
- Encuestas o Cuestionarios
- Diagrama de flujo
- Diagrama causa efecto o Ishikawa

CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El desperdicio del empaque de cartón corrugado puede clasificarse en desperdicio controlable y no controlable. El desperdicio controlable está directamente relacionado al proceso de programación y fabricación, mientras que el desperdicio no controlable es propio del diseño del formato de la caja el cual es asumido por los clientes.

Desperdicio controlable en el proceso de fabricación de empaques de cartón corrugado.

- **Desperdicio de programación**

Es aquel desperdicio que se genera durante la programación y combinación de pedidos para la fabricación de la plancha de cartón corrugado. (Ver la fig. N°22)

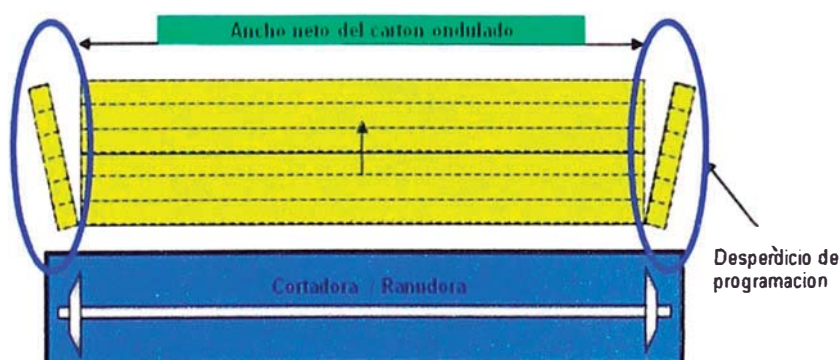


Figura N°22. Desperdicio ocasionado por programación

- **Desperdicio del proceso de corrugado del cartón.**

Es todo desperdicio generado durante la fabricación del cartón corrugado, estos pueden ser identificados y cuantificados según la zona en la cual se generó como:

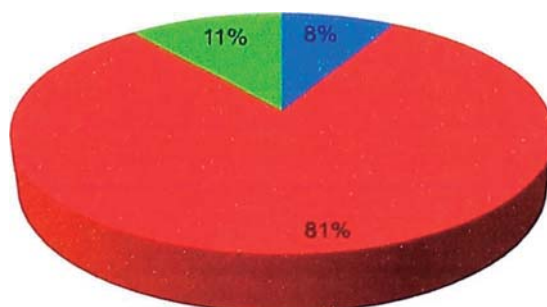
- Desperdicio por peladas de bobinas de papel.
- Desperdicio por saldo de bobinas.
- Desperdicio en la zona de la guillotina.
- Desperdicio por una falla operativa o láminas defectuosas.
 - Láminas arqueadas
 - Láminas fuera de medidas
 - Láminas despegadas
 - Láminas resacas
 - Láminas Húmedas

- **Desperdicio del proceso de impresión y acabado de la caja de cartón corrugado**

Es todo desperdicio generado durante la impresión y cerrado de la caja y este puede ser clasificado por:

- Desperdicio propio de la impresión y cerrado de las cajas.
- Desperdicio no detectado en la corrugadora.

Al presentar el análisis del origen de desperdicio controlable, el desperdicio del Proceso de Corrugado generaba entre el 80% y 82% del total del desperdicio controlable.



■ Programación y varios ■ Proceso de corrugado ■ Proceso de impresión y acabado

Gráfico N°1: Distribución de la generación de desperdicio en la planta, Año 2012

Por lo cual, se realizó un diagnóstico del defecto de mayor recurrencia en las láminas que se producen en dicha área. En el gráfico N°2, se muestra un análisis de Pareto que evidencia los defectos donde se concentra el mayor porcentaje de láminas defectuosas.

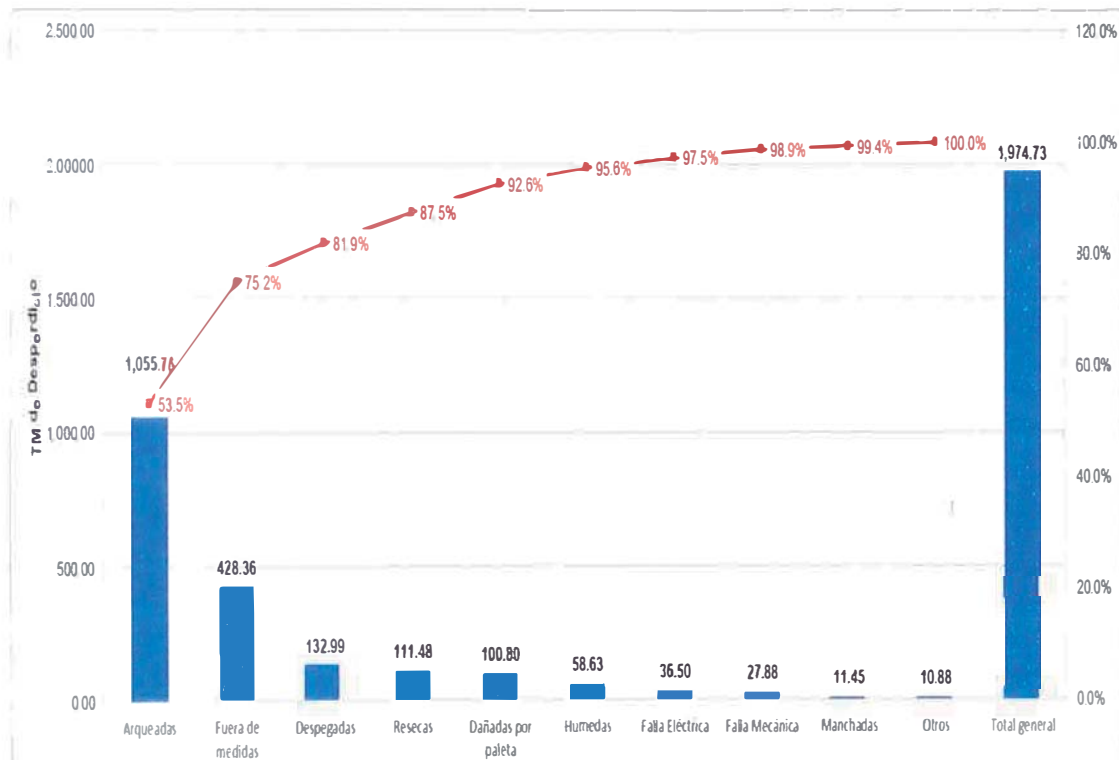


Gráfico N°2: Total de Toneladas de desperdicio de la máquina corrugadora, Año 2012

Como se evidencia en la gráfica, el principal defecto presentado en las láminas corresponde al arqueado (53.5%).

Una vez identificado el defecto mas recurrente se realizó una tormenta de ideas en conjunto con el personal del Área de producción que permitiera identificar las causas. De esta manera, se logró realizar un diagrama de Ishikawa para el defecto del Arqueo en las láminas.

Láminas Arqueadas

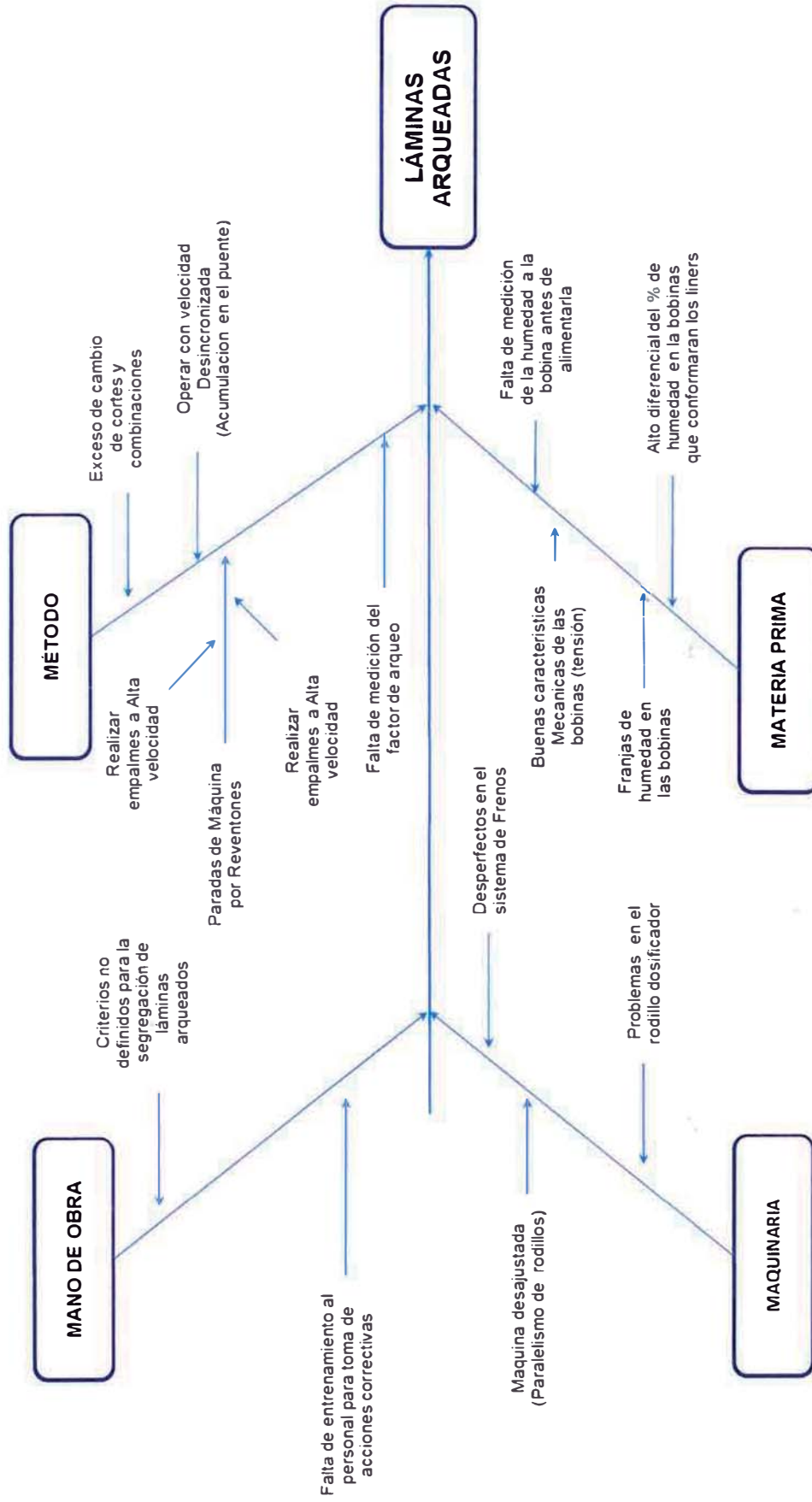


Figura N°23. Diagrama de Causa - Efecto para las láminas arqueadas

Para entender como afectan estas causas en la generación de este tipo de defecto es necesario conocer el mecanismo de acción que genera el arqueado en una lámina. A continuación se describirá la causa del arqueado, específicamente el arqueado en la dirección transversal al movimiento del cartón a través de la máquina (Arqueo en dirección contraria a máquina). Según las investigaciones realizadas por el CID (Corrugated Industry Development), el nivel de expansión y encogimiento de una lámina corrugada es mucho mayor en la dirección contraria a máquina que en la dirección máquina.

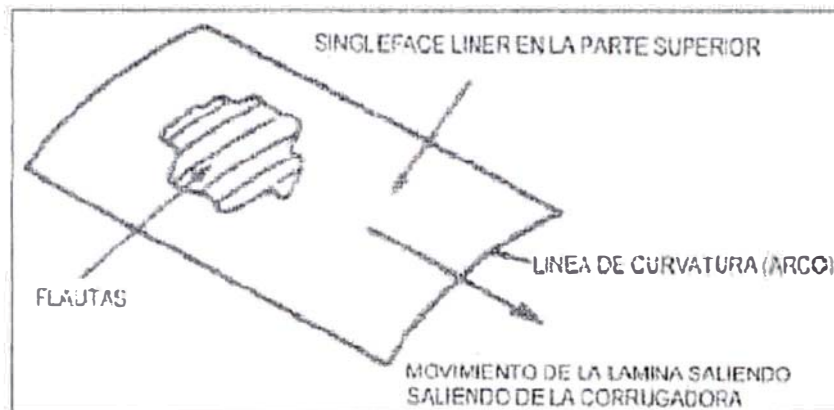


Figura N°24. Arqueo en dirección contraria a la máquina

El arqueado en dirección contraria a máquina ocurre debido a dos factores que interactúan:

- El primer factor tiene que ver con la naturaleza del papel. El papel es higroexpansivo. Esto significa que el papel al adquirir humedad se expande aumentando su tamaño. De igual manera, cuando el papel pierde humedad se encoge disminuyendo su tamaño. Si se tiene un pedazo de papel con un 7% de humedad (que es lo que se espera contenga un papel que este expuesto al aire de una habitación normal), y se expone a un ambiente con 90% de humedad, este se humedecerá y se expandirá. Ahora, si se toma este mismo papel humedecido y es secado hasta devolverle su humedad original de 7%, este se encogerá a un tamaño menor al que tenía inicialmente.

- Segundo factor se refiere a que la lámina corrugada está compuesta de múltiples hojas de papel. Estas hojas de papel que conforman la lámina, no tendrán exactamente la misma humedad cuando sean combinadas en la corrugadora. Solo después de ser combinadas las distintas hojas de papel en la corrugadora y después de someterlas a una humedad dada, estas hojas alcanzaran el mismo nivel de humedad (humedad de equilibrio).

Todas las hojas comienzan en la corrugadora con distintas humedades, pero terminarán con la misma humedad. Esto quiere decir, que las hojas se expandirán y/o encogerán de diferente manera y medida, lo que resulta en esfuerzos mecánicos que producirán el arqueado de la lámina.

- **Causas del Arqueo Normal o Hacia Arriba:**

Cuando el liner interno (singleface liner) se une con el liner externo (doubleface liner) en la sección de platos calientes, ambos son planos. Si el liner interno esta más húmedo que el liner externo, a la hora de ser combinados los dos alcanzarán el mismo contenido de humedad en el almacén. Esto hace que el papel del singleface se seque y reduzca su tamaño. Las fuerzas creadas por este encogimiento halarán los bordes de la lámina hacia arriba. Simultáneamente, el papel doubleface adquirirá mayor humedad y se expandirá. Las fuerzas expansivas creadas empujaran los bordes de la lámina hacia arriba. (Ver figura N°25)



Figura N°25. Fuerzas que causan el arqueado normal

- **Causas de Arqueo Invertido o Hacia Abajo:**

Análogamente, el arqueo hacia abajo ocurre por que el liner externo esta mas húmedo que el liner interno en el instante en que se combinan. El liner interno se expande y liner externo se encoge, cuando la lámina alcanza el equilibrio en el contenido de humedad. (Ver figura N°26)

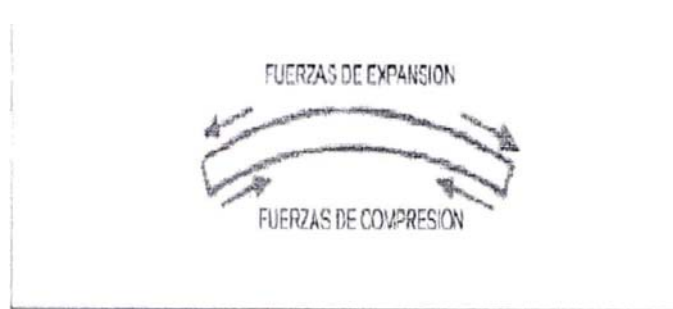


Figura N°26. Fuerzas que causan el arqueo invertido o hacia abajo

Una vez entendido las causas que ocasionan el arqueo en las láminas, se procede a explicar las causas que nos afectan y han sido identificadas en el Diagrama de Ishikawa:

Causas del Arqueo Relacionadas con la Materia Prima

De acuerdo a los desequilibrios de humedad entre las hojas que componen la estructura del cartón corrugado, son los causantes básicos del problema del arqueo.

Estas diferencias en el contenido de humedad, pueden obedecer a problemas intrínsecos de la materia prima. Un diferencial de humedad inicial entre bobinas de Single facer (S. F.) y Doble Backer (D.B.) superior a 3%, casi siempre da lugar a la producción de cartón arqueado. Esto se debe, a que si todos los dispositivos para el control de arqueo puestos al alcance de los operadores en una máquina corrugadora son usados en su totalidad y eficientemente (salvo algún caso específico de una determinada máquina), el proceso permite producir cartón plano con un diferencial de humedad máximo de hasta un 3% entre bobina de S.F. y de D. B. (CID Studies). Esto

quiere decir que la máquina corrugadora como máximo puede eliminar humedad de un papel que sobrepasó un 3% a otro.

El segundo factor importante que produce arqueado son las franjas de humedad (ver Figura N°27). Para que una franja húmeda genere arqueado, la diferencia entre su nivel de humedad y el resto de la bobina, multiplicado por el ancho de dicha franja húmeda (en cm.) debe ser superior a 101.

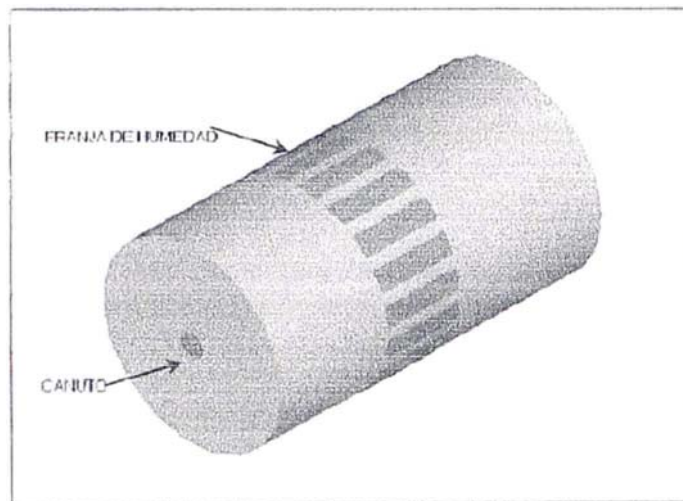


Figura N°27. Bobina con franjas húmedas

Es importante destacar que la lámina arqueada se presentara solo donde este situada la franja de humedad, mientras que el resto de la bobina podría producir una lámina plana.

Otro factor que puede influir es la condición mecánica con que viene formada la bobina. Las características mecánicas de las bobinas, deben ser las siguientes: estas deben ser manipuladas de tal manera que puedan ser mantenidas redondas, el proveedor debe garantizar una bobina bien apretada, es decir densa. Condiciones mecánicas pobres, como bordes flojos y bobinado disparejo son indeseables, ya que no permiten una remoción uniforme de humedad en el proceso de la máquina corrugadora.

Causas del Arqueo Relacionadas con la Maquinaria

Una de las variables que interviene en la generación de arqueo en las láminas es la condición de ciertos componentes específicos de la máquina. Estos componentes son los rodillos por donde va recorrer el papel, los cuales deben estar correctamente paralelos entre sus ejes. Todo desparalelismo entre portabobinas, empalmadores, precalentadores, single facer, baja de puente, máquina de almidón, entrada del doublé facer, y demás componentes impiden una remoción continua de humedad del papel o cartón, y por consiguiente dan origen a un desequilibrio de humedad en la hoja (CID Studies).

En la sección de alimentación o portabobinas, existen tensores neumáticos o sistema de freno que le dan tensión al papel a lo largo de la hoja mientras es desenrollada de la bobina de manera que tenga un contacto uniforme con los rodillos en su recorrido a lo largo de la máquina. De esta manera, una tensión incorrecta o falla en el sistema de tensión de las portabobinas, causan una remoción de humedad no uniforme en los rodillos precalentadores, causando además de arqueo en "S", láminas despegadas y con bombas.

Los rodillos precalentadores presentan una de las herramientas más efectivas de la máquina en remover la humedad del papel o cartón. Ahí radica la importancia de tener en buenas condiciones de nivelación y paralelismo entre éstos y los otros elementos de la línea, la holgura de los brazos del rodillo arropador y su nivelación a través de todo su recorrido.

Se ha demostrado que un precalentador de 36" de diámetro, estando en buenas condiciones tiene la capacidad de remover entre 1,5 a 2,5 % de humedad de un papel de 205 g/m² a una velocidad de 150 m/min. Con un arropamiento de 1.37 m. Este rango de 1,5 a 2,5 % obedece principalmente al porcentaje inicial de humedad del papel. La remoción de humedad está directamente relacionada a la humedad inicial del papel e inversamente proporcional a la velocidad de línea. (CID studies)

Problemas en el sistema de aplicación de almidón puede ser otra de las causas generadoras de arqueo. La falta de paralelismo entre el rodillo aplicador de almidón (rodillo engomador) y el rodillo corrugador, al igual que ente el rodillo dosificador (Doctor) y el rodillo aplicador. Además, la posible presencia de excentricidad, desgaste y holgura en los rodamientos tanto del rodillo aplicador como del dosificador de almidón, son factores que colaboran en la presencia de arqueo en las láminas.

Causas Relacionadas con la Mano de Obra

El desconocimiento del mecanismo de acción que produce el arqueo en una lámina y la falta de entrenamiento en cuanto a la metodología a seguir a la hora de tomar acciones correctivas, son factores que colaboran en la generación de láminas arqueadas. De esta forma, el personal de la corrugadora no posee todas las herramientas necesarias para disminuir la presencia de este defecto de manera eficiente, valiendo únicamente de su experiencia para controlarlo.

Causas Relacionadas con el Método

Al no utilizar un estándar o una especificación que indique cuando una lámina esta arqueada, por lo que se hace de forma cualitativa con una simple inspección visual. Esto trae como consecuencia que la definición de arqueo sea ambigua y muchas veces se acepten láminas arqueadas como láminas buenas para ser utilizadas en el proceso de Acabado.

Determinadas practicas operacionales son fuente generadora de arqueo, específicamente por operar la máquina bajo velocidad no sincronizada entre el S. F. y el D. B. a una velocidad distinta y menor. De esta forma, sale cartón singleface a mayor velocidad acumulándose en el puente mientras que el cartón combinado (cartón doubleface), permanece mayor tiempo en la sección de planchas calientes.

Analizando las causas que producen arqueado se obtiene el porqué de este fenómeno. El cartón formado (single wall) pasa mas lentamente a través de la selección de planchas calientes por lo que el doubleface liner se seca en exceso. Posteriormente al alcanzar el equilibrio, el liner interno (singleface liner) pierde humedad mientras el deshidratado liner externo (doubleface liner) absorbe la humedad perdida por el primero. Por esta razón se produce arqueado normal. En el caso extremo de la desincronización, es decir, llenado del puente con el D.B. parado, el cartón singleface es producido en el S.F. a baja velocidad por lo que se seca en exceso. Posteriormente el liner doubleface pierde humedad, que es absorbida por el liner singleface produciendo el arqueado invertido.

Un problema operacional que esporádicamente se presenta son los reventones de papel que ocasiona la parada de la máquina para realizar nuevamente el recorrido y continuar la operación.

Estas roturas se deben a la baja resistencia del papel (resistencias de elongación y reventamiento) y al realizar los empalmes de bobinas a alta velocidad.

El exceso de cambios de medidas de las láminas, ancho de las bobinas y combinaciones de papel utilizados, hace que los parámetros operativos deban ser ajustados constantemente, por lo que se produce un desperdicio mientras se normaliza y controlan diversos defectos (incluido el arqueado). Esto se debe a que los cambios excesivos de materia prima, hace que varíen las condiciones de los papeles (como la humedad), de tal forma que se tiene que ajustar los parámetros en los dispositivos que proporcionan o retiran el contenido.

Formulación del Problema:

¿Como reducir el desperdicio generado en la máquina corrugadora debido al Arqueo de las Láminas?

3.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Se plantearon dos alternativas de solución:

a) Mejora continua de procesos en la máquina corrugadora para reducir la generación del Arqueo de las Láminas.

Se propone como alternativa de solución la Mejora continua de procesos, debido a que la generación de láminas arqueadas puede ser evitada si las causas son debidamente controladas y se toman las acciones correctivas necesarias durante el proceso de fabricación.

En esta alternativa se plantean estrategias orientadas a reducir el desperdicio generado por Láminas Arqueadas, las cuales fueron elaboradas como medidas preventivas y correctivas a las causas identificadas en el Diagrama de Ishikawa (ver figura N°23) planteadas para este problema.

b) Implementación de un sistema de Detección de bobinas con defectos que puedan generar Arqueo de las Láminas.

Se propone como alternativa de solución la implementación de un Sistema de Detección de Bobinas con defectos, debido a que las bobinas son materias primas esenciales durante el Proceso de Corrugado de las láminas y también causantes de generar Arqueo de las Láminas, al detectar las bobinas con defectos podemos separar estas bobinas para no usarlas y evitar posible generación de láminas defectuosas, este sistema de detección debería ser aplicado para las bobinas de los diferentes proveedores y considerar las inspecciones físicas como químicas del Papel.

3.3. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Criterios	Peso Relativo	Calificación		Ponderación	
		Alternativa 'a'	Alternativa 'b'	Alternativa 'a'	Alternativa 'b'
Costo de Implementación	0.20	4	3	0.8	0.6
Conocimiento de los Procesos	0.15	5	3	0.75	0.45
Control y calidad en los Procesos	0.15	4	3	0.6	0.45
Limitación de Recursos (Materia prima, mano de obra, Método y maquinaria)	0.10	4	3	0.4	0.3
Duración de la Implementación	0.10	3	4	0.3	0.4
Control del Desperdicio	0.20	4	5	0.8	1
Soporte Post Implementación	0.10	3	3	0.3	0.3
	1.00			3.95	3.5

Tabla N°2. Selección de la alternativa de Solución

5 = muy bueno

4 = bueno

3 = promedio

2 = mal

1 = Pésimo

Se uso el esquema de criterios ponderados para la elección de la alternativa de solución, dando como resultado la elección de la Alternativa 'a':

- **Mejora continua de procesos en la máquina corrugadora para reducir la generación del arqueado de las láminas**

3.4. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Una vez identificadas las causas de la producción de desperdicio se trazó un conjunto de medidas para atacar las mismas. De esta forma, mediante un plan de acción se adoptaron medidas y se plantearon mejoras durante el proceso de fabricación para controlar y corregir el principal defecto en las láminas.

1. MÉTODO PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL ARQUEO

Para controlar el arqueado y tener un criterio de aceptación y de rechazo se implantó un parámetro para medirlo, creado por CID que es conocido en la industria como Factor de Arqueo (Warp Factor). El CID determinó, que el arqueado depende del ancho de la hoja, y varía en función del cuadrado del mismo. Dicho factor siempre debe ser expresado en número decimal.

La formula matemática para el cálculo del factor de arqueado es la siguiente:

$$\text{FA} = \frac{14,650 \times \text{Arqueo, en mm}}{(\text{Ancho de la lámina, en mm})}$$

Por convención el CID decidió que el arqueado comercial, (el arqueado máximo que permite los procesos posteriores de conversión sin disminuir su productividad) es de 0,25. Los anchos de hojas que a continuación, tienen todos un F.A. de 0,25. (Ver figura N°28)

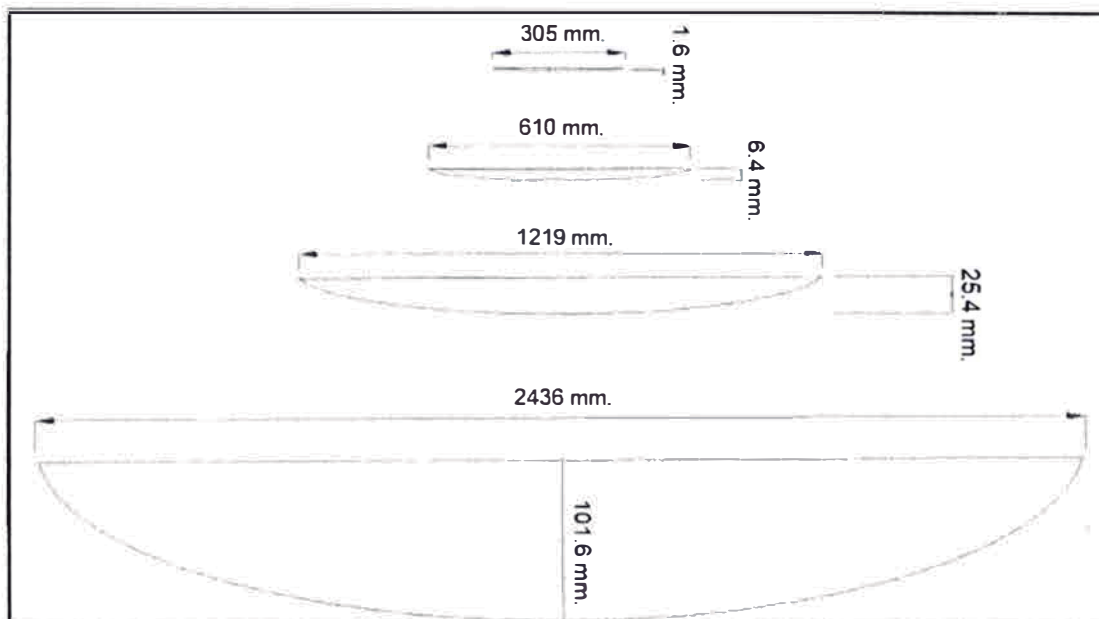


Figura N°28. Esquema de la relación entre el ancho de la lámina (medida horizontal) y el arqueado (medida vertical)

Arqueo	Ancho de lámina	F.A.
1,6 mm	305mm	0.25
6.4 mm	610 mm	0.25
25.4 mm	1219mm	0.25
101.6 mm	2436 mm	0.25

Tabla N°3. Arqueo aceptado para diversos anchos de hoja

2. CAPACITACIÓN EN EL CONTROL DE ARQUEO Y HUMEDAD

Con el método para la identificación de arqueado en las láminas se instruyó al personal de corrugadora para la medición del factor de arqueado. Para ello se dispuso inicialmente de una mesa en la sección de la apiladora o stacker donde el operador puede medir la longitud del arqueado con una regla graduada que esta fija en la mesa.

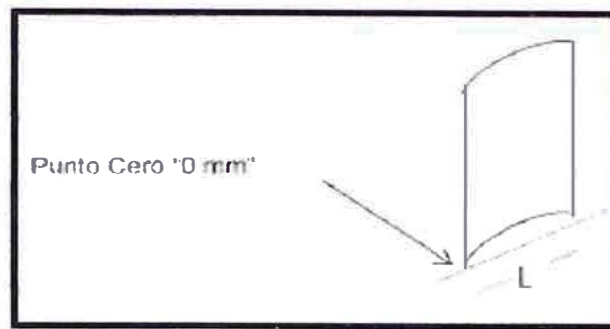


Figura N°29. Esquema para colocar la lámina

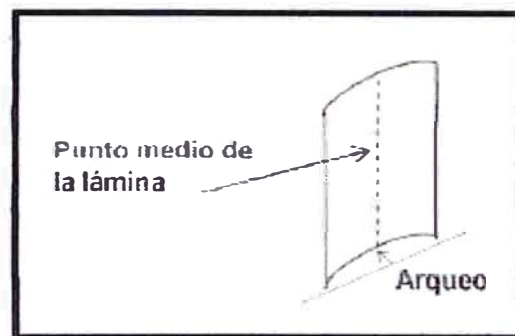


Figura N°30. Esquema de medición del arqueado

Adicionalmente otro factor importante que debemos tener presente y debemos conocer es el contenido de humedad de las bobinas. Por esta razón se le suministró un medidor de humedad al operador del montacargas del almacén de bobinas para que este verifique constantemente el contenido de humedad. Se le dio entrenamiento en cuanto al manejo del medidor de humedad y como debe ser montadas las bobinas en la máquina corrugadora según su contenido de humedad. El operador debe medir la humedad a lo largo de la bobina por lo menos en tres puntos distintos (extremos y centro de la bobina) con el fin de detectar diferencias que evidencien presencia de franjas húmedas.

Lo ideal, es que exista un equilibrio de humedad entre la bobina en la posición de Single facer (S.F.) y Double Backer (D.B.), de no ser posible, la bobina mas húmeda siempre tiene que ser montada en el D.B. ya que esta sección posee mayor capacidad de remover humedad.

Por lo general, los dispositivos para control de arqueado a nivel de D.B. permiten controlar hasta un 1% más de humedad que los de S.F.

3. TRABAJO EN EQUIPO

Si bien el personal que opera la corrugadora cuenta con amplia experiencia, es imprescindible que el operador del montacargas del almacén de bobinas ayude al operador de la corrugadora colocando la bobina más húmeda en el D.B., pues este verifica previamente la humedad antes de alimentar la máquina. De tal manera, se le informa al operador de la corrugadora el contenido de humedad y posible presencia de franjas húmedas en la bobina con la que se alimentará la máquina. Adicionalmente con la ayuda de una pizarra acrílica dentro del área, poder anotar las observaciones que se hayan presentado con algún tipo de papel que haya sido usado en la fabricación de un pedido anterior, procurando que una vez comience a correr el papel de la bobina dentro de la máquina, se realice con precaución los ajustes necesarios para corregir las diferencias de humedad.

4. CAPACITACIÓN EN METODOLOGÍAS CORRECTIVAS

Es necesario el uso de medidas correctivas durante el proceso de corrugado, ya que una vez montadas la bobinas y puesta en marcha la máquina corrugadora se debe de tener los conocimientos necesarios para poder tomar decisiones inmediatas para corregir alguna problema en las láminas. Por tal motivo, se impartió un curso de entrenamiento a todo el personal que labora en la máquina corrugadora empezando por las causas y tipo de arqueo. Una vez entendidas las causas que generan el arqueo, se impartió una metodología operativa para tomar acciones correctivas cuando este se presente.

Este entrenamiento, se le dio énfasis en los elementos y herramientas que posee la máquina para controlar el arqueo y se definió una serie de pasos recomendados para la corrección de esta anomalía (Ver Anexo N°1). Las herramientas disponibles en una máquina corrugadora (Ver figura N°31 y N°32) para el control de arqueo son las siguientes:

- Precalentadores y su Rodillo Arropador
- Preacondicionadores y su Rodillo Arropador

- Duchas de vapor
- Ducha de agua a la bajada del puente para el liner interior(duchas segmentadas)
- Aplicación de Almidón
- Rodillos de Peso muerto en el D.B.
- Planchas Calientes
- Velocidad de la máquina
- Sincronización de velocidad entre S.F. y D.B.

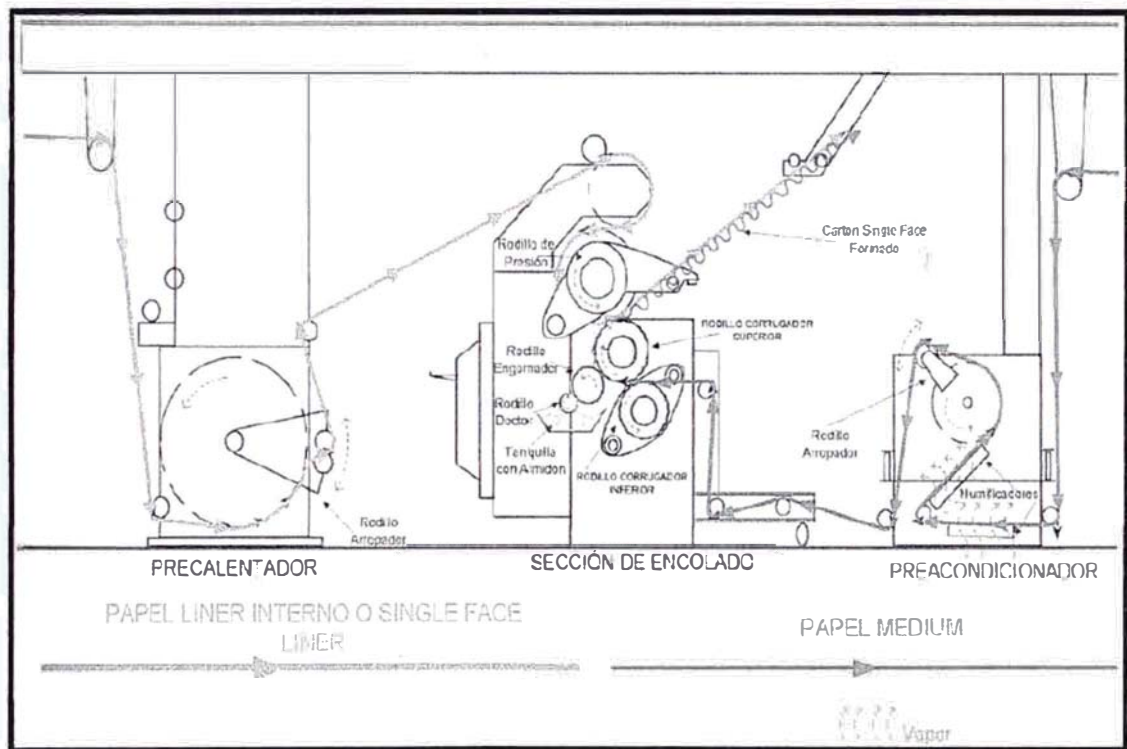


Figura N°31. Conjunto Single Facer

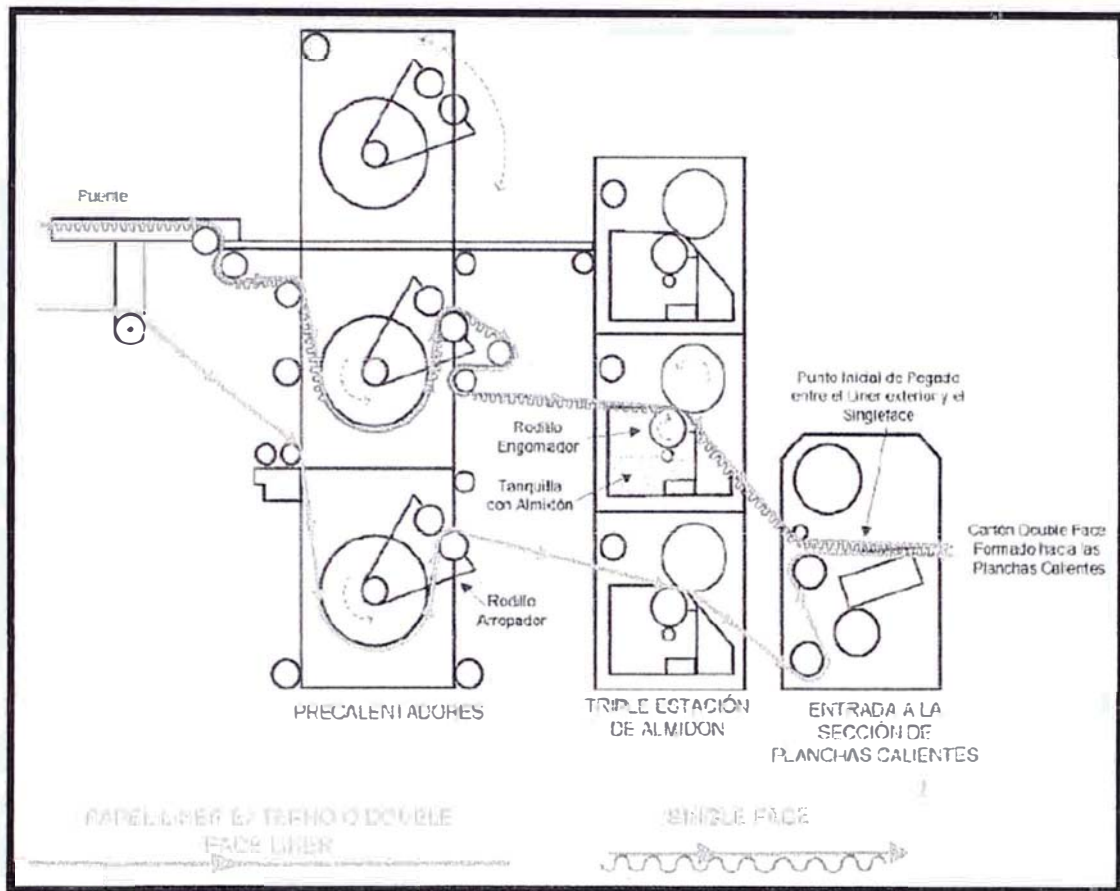


Figura N°32. Conjunto Double Backer

La mejora en los procesos fueron identificadas y desarrolladas junto con el personal operativo de la Máquina Corrugadora y orientada a los factores relacionados a la materia prima (deficientes de calidad e inspección en las bobinas de papel), a la metodología (falta y desconocimiento de parámetros de medición para el control de arqueo, problemas en la operación) y la mano de obra (falta de entrenamiento e información).

Cabe destacar que todos los sistemas de producción y herramientas para corregir defectos en la elaboración del cartón presentaron un correcto funcionamiento, a excepción del sistema de duchas segmentadas las cuales se encontraban en reparación por el área de mantenimiento las cuales al término de las capacitaciones en metodologías correctivas, la puesta en funcionamiento de este sistema (que es una herramienta que se utiliza para la eliminación del arqueo en las láminas) se hizo efectiva.

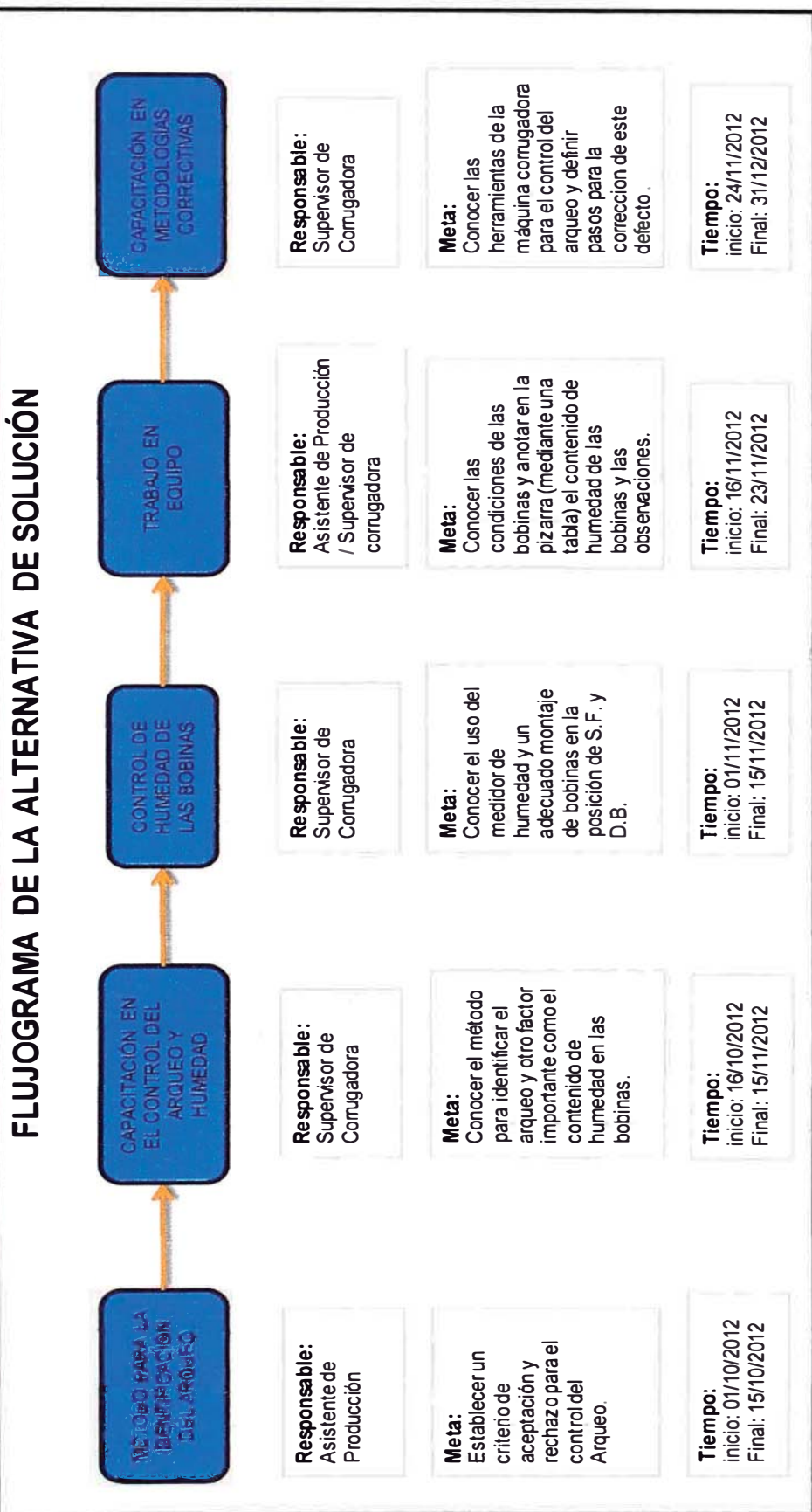


Figura N°33. Flujoograma de la alternativa de solución

CAPITULO IV: ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO

4.3. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El criterio de evaluación para el presente trabajo esta orientado a la **Reducción de Desperdicio** generado en la máquina corrugadora, la cual representa el mayor porcentaje de desperdicio en la Producción.

Dentro de esta área se identificó como defecto principal a las láminas arqueadas las cuales representaban el 53.5% del desperdicio de la máquina corrugadora. Por la cual, se desarrolló e implementó una alternativa de solución para la eliminación y reducción de este defecto.

Esta alternativa de solución fue desarrollada e implementada durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2012, para la cual se conto con el respaldo de todas las áreas, específicamente con el área de mantenimiento para el desarrollo de las Metodologías Correctivas, además del correcto uso de los componentes y contar con las instrucción adecuadas para el mantenimiento de la Máquina Corrugadora.

A continuación se muestra una tabla en donde podemos encontrar el costo aproximado que se tuvo que realizar para desarrollar e implementar la alternativa de solución:

Costos	PARCIAL	TOTAL
Recursos Humanos ➤ Supervisor de área ➤ Asistente de Producción ➤ Capacitaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del Arqueo • Control del Arqueo y humedad • Metodologías Correctivas 	SI. 2800 2000 3000 3000 3000	SI. 13,800
Bienes ➤ 1 Medidor de humedad ➤ 1 Computadora ➤ 1 Módulo de computo ➤ 1 Escritorio ➤ 2 Sillas ➤ 1 Pizarra acrílica ➤ 1 Caja Plumones ➤ 2 Tableros ➤ 1 Mesa ➤ 1 Regla graduada	SI. 2300 2800 450 250 150 180 40 50 120 50	SI. 6,390
Otros Costos Adicionales ➤ Revisión semanal de paralelismo de los rodillos y estado de los rodamientos.	SI. 5000	SI. 5,000
TOTAL		SI. 25,190

Tabla N°4. Arqueo aceptado para diversos anchos de hoja

4.4. INFORMACIÓN DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA

En los siguientes gráficos se muestra la situación durante el año 2012 y el impacto en la reducción de desperdicio de Producción en los meses posteriores al desarrollo e implementación de la alternativa de solución:

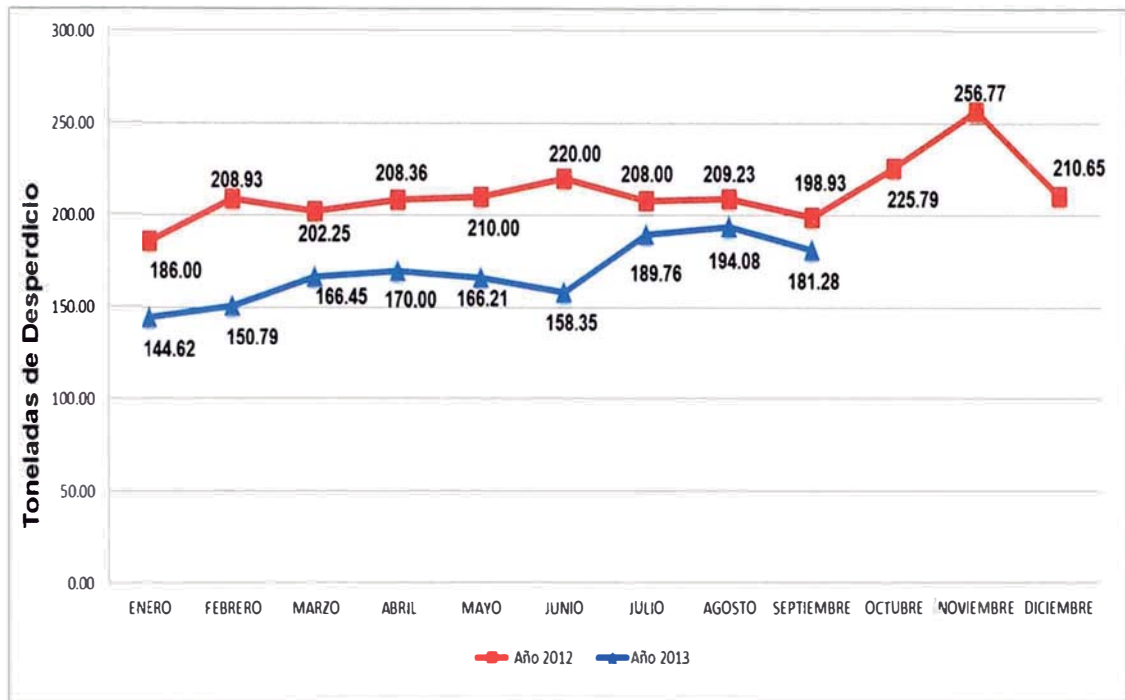


Gráfico N°3: Toneladas de Desperdicio de Producción Año 2012 – 2013

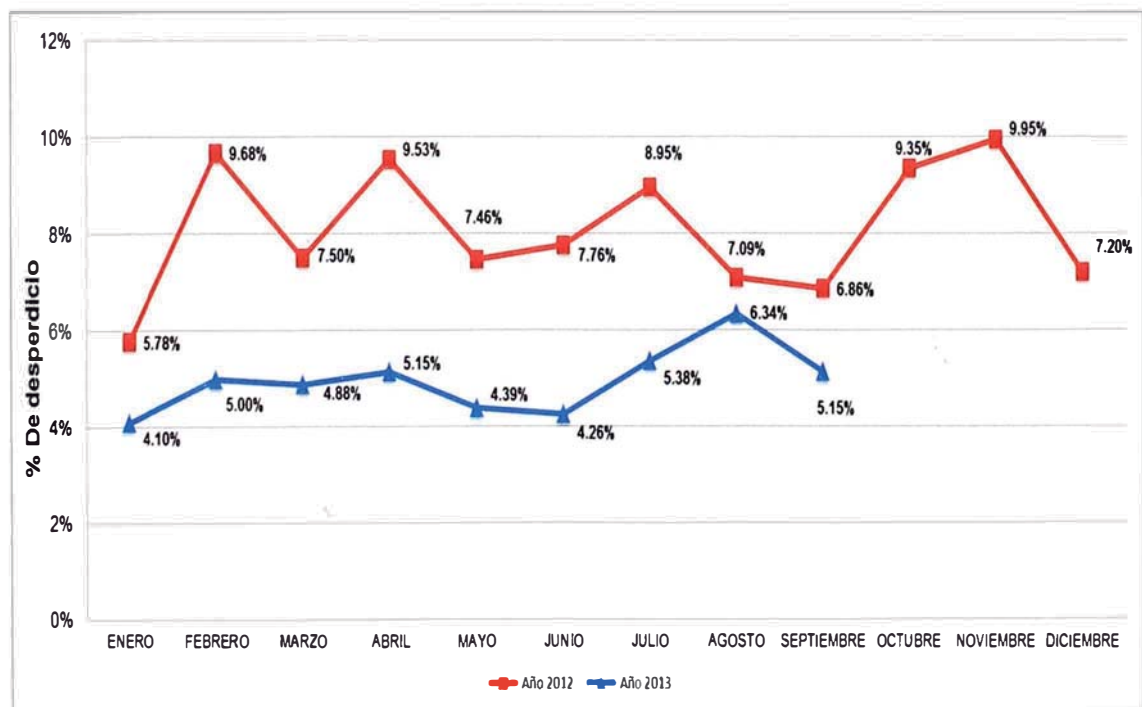


Gráfico N°4: Porcentaje de desperdicio de Producción Año 2012 – 2013

En el gráfico N°4, nos muestra una reducción en el porcentaje de desperdicio de Producción, siendo en promedio 7.95% en el año 2012 y 4.93% durante el 2013, esto es debido a la disminución de la generación de láminas arqueadas en el proceso de Corrugado.

4.5. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Una vez desarrollada e implementada la solución se obtuvieron los siguientes resultados respecto al desperdicio generado en la máquina corrugadora:

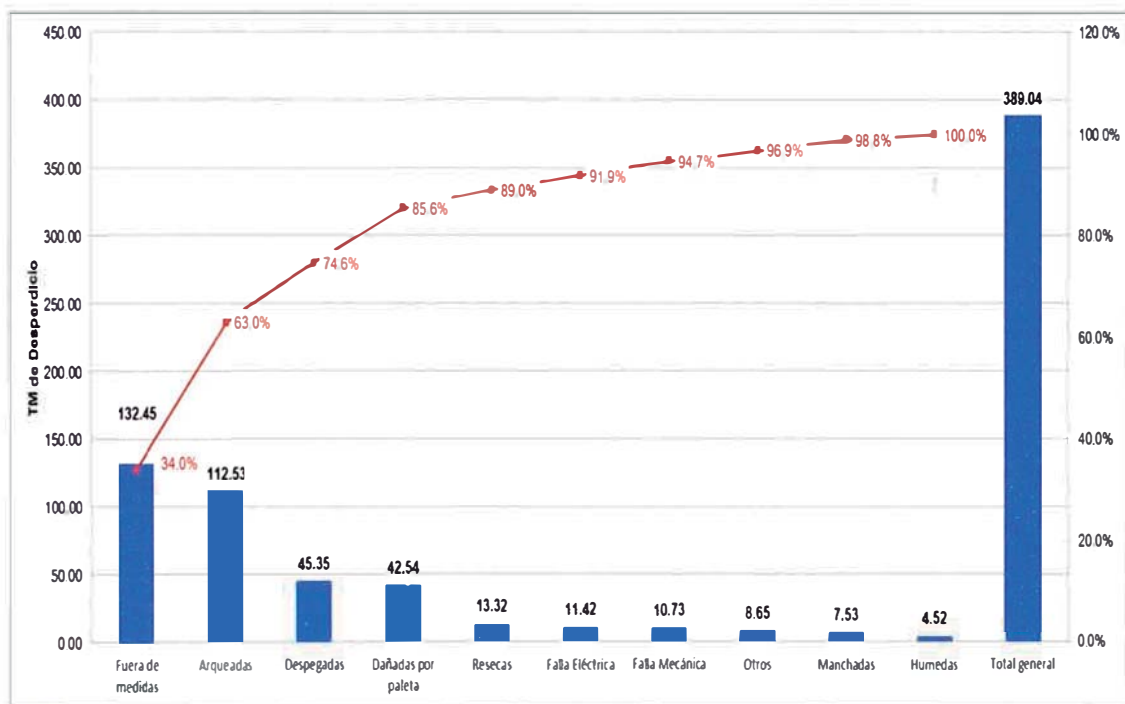


Gráfico N°5: Toneladas total de desperdicio de la máquina corrugadora, Año 2013 Enero - Marzo.

El gráfico N°5, nos muestra que el defecto con mayor desperdicio en la máquina corrugadora pasó a ser las láminas fuera de medidas con un 33.1%, con lo cual se puede observar una disminución considerable en las láminas arqueadas que representan el 29%.

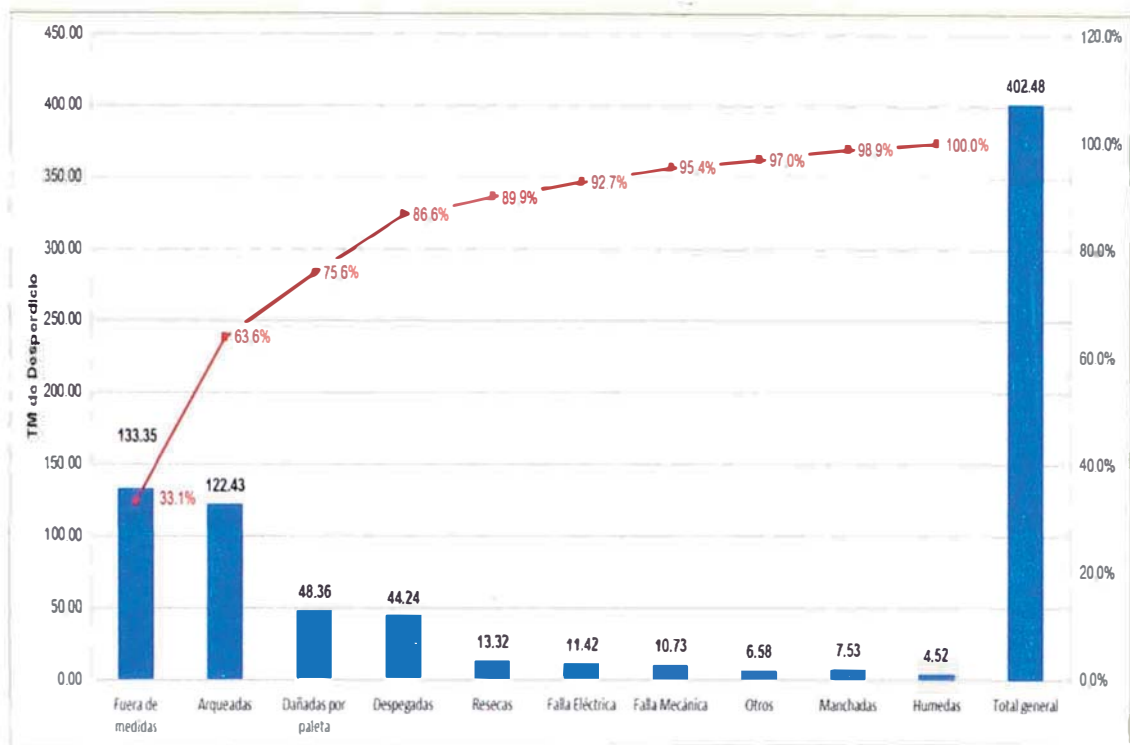


Gráfico N°6: Toneladas total de desperdicio de la máquina corrugadora, Año 2013 Abril-Junio

Los gráficos N°5 y N°6, nos muestran que el porcentaje de láminas arqueadas, el principal defecto que genera desperdicio en la máquina corrugadora, disminuyó comparando con el porcentaje obtenido en la etapa de análisis de causas (ver Gráfico N°2). El Año 2012 el porcentaje de láminas arqueadas fue de 53.5% disminuyendo después de la implementación de la alternativa de solución a niveles de 29% y 30.5% en los periodos de Enero a Marzo y Abril a Junio.



Gráfico N°7: Costo de Desperdicio obtenido durante el año 2012 - 2013

Para el gráfico N°7, se ha considerado **\$ 870 x Tonelada** el Costo de producción aproximado del desperdicio.

Lo presentado en el gráfico N°7, nos muestra que se ha generado un ahorro promedio mensual de **\$ 31,916** durante el año 2013, debido a la reducción de Desperdicio (ver gráfico N°3 - Año 2013).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Mediante el desarrollo de mejoras para la disminución del desperdicio y las sugerencias implantadas se logró un aumento de la eficiencia y productividad de los procesos de fabricación del cartón corrugado, específicamente en la máquina corrugadora. Esto se ve reflejado en la disminución entre un 20 y un 25% en el desperdicio de material.
2. Con la aplicación de las mejoras elaboradas se redujo de forma significativa del desperdicio, logrando disminuir de 7.95% (Promedio del año 2012) a niveles hasta de 4.93% durante el 2013. Esto permitió estandarizar estos procedimientos una vez verificada la mejora. De esta forma, hubo disminución en los gastos operativos, produciendo un ahorro promedio mensual de \$ 31,916 durante el año 2013. Esto trae como consecuencia la reducción del costo por metro cuadrado del cartón fabricado teniendo como resultado final un aumento el margen de utilidad para la empresa.
3. La producción de la mayoría del desperdicio de material en la planta recae sobre la máquina corrugadora (81% del total), siendo las láminas defectuosas generadas por dicha máquina, el desperdicio más significativo. El arqueo representa el defecto con mayor recurrencia con más de la mitad del total (53.5%) de láminas defectuosas presentes.

4. Los factores relacionados a la materia prima (deficientes de calidad e inspección en las bobinas de papel), a la metodología (falta y desconocimiento de parámetros de medición para el control de arqueo, problemas en la operación) y la mano de obra (falta de entrenamiento e información), son los mas importantes en la generación de la lámina arqueada.

5. El ciclo de mejoramiento continuo PHVA es una metodología de mejoramiento continuo, es decir, debe ser aplicada de forma cíclica. Esto implica que se debe comenzar el proceso nuevamente para disminuir cada vez más el desperdicio material generado en la planta. Es posible detectar una nueva fuente de desperdicio, que puede ser la misma o variar dependiendo de la efectividad de las acciones tomadas en el ciclo anterior.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los niveles subalternos reconociendo el valor individual de las personas y promoviendo el trabajo en equipo.
2. Es importante mantener informado e involucrado a todo el personal de los resultados obtenidos relacionados con el desperdicio, siendo indispensable su continuo entrenamiento, y participación en el proceso de mejora escuchando sus ideas y necesidades manteniendo el concepto de cliente interno y externo.
3. Es necesario que se mantengan los planes de mantenimiento preventivo por el área de mantenimiento eléctrico y mecánico, y así conservar las paradas por mantenimiento por debajo de los estándares para no afectar la producción. Se debe de mantener inspecciones periódicas sobre el paralelismo de los rodillos y buenas condiciones de los siguientes elementos como las portabobinas, empalmadores, precalentadores, single facer, bajada puente, máquina de almidón, entrada del double face y precalentadores.
4. Se debe de mantener una comunicación con los proveedores de materia prima y los transportistas, de tal forma, de poder hacer los reclamos pertinentes si no se esta conforme con las especificaciones de la materia prima.
5. Es importante continuar con el uso del mejoramiento continuo (PHVA) como metodología empleada. Esto permitirá identificar nuevas causas de generación de desperdicio, que permitan elaborar diversos planes de acciones culminado con el desarrollo de nuevas mejoras.

BIBLIOGRAFÍA

LEE J. KRAJEWSKI y LARRY P. RITZMAN “Administración de Operaciones, Estrategia y análisis”. Quinta Edición. Editorial Pearson Educación, México 2000.

CHASE, JACOBS y AQUILANO “Administración de la Producción y Operaciones, para una ventaja competitiva”. Décima Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores SA. México 2004.

EDGAR CABRERA, “La gestión de la Operación y de la Producción (GOP), la llave del desarrollo económico”. Primera Edición. Editorial OPM System Inc. USA 1999.

www.corrugando.com/ REVISTA OFICIAL de la Asociación de Corrugadores del Caribe, Centro y Suramérica (ACCCSA). Fecha de consulta 15/10/2013.

www.maripapel.com/ REVISTA de la Asociación de Corrugadores del Caribe, Centro y Suramérica (ACCCSA). Fecha de consulta 15/10/2013.

www.corrugando.com/ Web site asociada a la Asociación de Corrugadores del Caribe, Centro y Suramérica (ACCCSA). Fecha de consulta 15/10/2013.

GLOSARIO

Bobina: Rollo de papel, alambre, hilo, etc.

Clisé: Plancha de goma utilizada para impresión en artes gráficas.

Troquel: Plancha de madera con cuchillas para hacer diversos cortes y hendiduras.

Flexografía: Arte de realizar figuras o textos sobre cartón corrugado.

Liner: Pliego de papel kraft.

Medium: Capa de papel kraft ondulada

Papel Kraft: Papel sin aclarar, utilizado en la industria de empaques.

Polietileno: Material plástico elaborado con etileno.

Parafina: Sustancia sólida que usa como cera sobre el cartón para mejorar resistencia a la absorción de humedad.

Singleface: Unión de dos capas de papel kraft, una lisa y otra ondulada.

S.F. o Single Facer: Sección de la máquina corrugadora donde se montan las bobinas con el liner interno y médium para su acondicionamiento y formación del singleface.

D.B. o Double Backer: Sección de la máquina corrugadora donde se monta la bobina con el liner externo para su acondicionamiento y luego formar la lámina.

Single Wall: Lámina de cartón corrugado formado por una sola onda.

Stacker o Apiladores: Sección de la máquina corrugadora donde las láminas son apiladas

CID: Corrugated Industry Development

ANEXOS

ANEXO N°1: GUÍA DE PROCEDIMIENTOS PARA DISMINUIR EL ARQUEO

Mediante las investigaciones realizadas y según la importancia de las causas se describe a continuación un procedimiento que ayuda a reducir diversos tipos de arqueo.

Arqueo Normal

- Reducir acumulación de cartón en el puente y operar con velocidad sincronizada.
- Reducir o eliminar el uso de la ducha de agua en el liner interior.
- Incrementar el arropamiento del liner en el precalentador del single facer
- Disminuir o eliminar el arropamiento del liner exterior en los precalentadores del D.B.
- Si la formación de onda no se ve afectada, reducir o eliminar la ducha de vapor en el papel medio.
- Reducir la aplicación de almidón en el S.F., sin sacrificar, por ningún concepto, la calidad del pegado
- Cierre la ducha de la lona de la sección de las planchas calientes en caso que se esté usando.
- Disminuir la velocidad de la máquina en caso de que el liner interno este muy mojado.
- Disminuir la temperatura de las planchas calientes, levantar algunos rodillos de peso muerto (para disminuir el contacto y la transferencia de calor), bajar algunas planchas calientes, disminuir presión de vapor en la planchas en caso que las máquinas tengan este dispositivo.
- Recurrir al arropamiento en "S" del singleface, a la bajada del puente, es decir, usar más de un precalentador en el doublé backer.

- Arropear el singleface en el precalentador del S.F., de manera tal que la cara del pegamento esté en contacto con la superficie del precalentador.
- No agregar almidón para corregir arqueo.

Los pasos antes mencionados deben ser aplicados uno a la vez. No debe aplicarse el paso siguiente sin antes haber analizado los resultados del paso anterior. De lo contrario situaciones opuestas pueden presentarse.

Arqueo Invertido

- Reducir acumulación de cartón en el puente y operar con velocidad sincronizada.
- Incrementar el arropamiento del liner exterior en los precalentadores del D.B.
- Disminuir el arropamiento del liner interior en el precalentador del single facer
- Disminuir el arropamiento del cartón singleface en los precalentadores del D.B. a la bajada del puente.
- Disminuir el arropamiento del papel medio en el preacondicionador en el single facer.
- Incrementar al máximo el uso de las duchas de vapor del preacondicionador del single facer.
- Hacer uso de la ducha segmentada de agua en el cartón singleface a la bajada del puente.
- Reducir la aplicación de almidón en el doublé backer, sin sacrificar por ningún motivo la calidad del pegado.
- Incrementar la temperatura en la segunda sección de planchas calientes; asegurándose de que todos los rodillos de peso muerto, estén en contacto con la lona y que todas las planchas calientes, en caso de que sean articuladas, estén en posición alta (aumentar el contacto y la transferencia de calor)

- Tejer el liner exterior de manera tal, que la cara que reciba el pegamento esté en contacto con la superficie del precalentador.
- Reducir la velocidad de la máquina en caso de que el liner exterior esté demasiado mojado.
- Hacer uso de la ducha de vapor de la lona superior.
- Recurrir al arropamiento en "S" para el liner exterior.
- No incrementar almidón para corregir el arqueado.

Al igual que el procedimiento anterior, los pasos antes mencionados deben ser aplicados uno a la vez. No debe aplicarse el paso siguiente sin antes haber analizado resultados del paso anterior. De lo contrario situaciones opuestas pueden presentarse.

Como se sabe, a pesar de que rara vez se presenta el arqueado en "S", este es una combinación de arqueado normal e invertido, razón por la cual los correctivos que se introducen para corregir un tipo de arqueado, perjudican al otro. Por lo tanto, su corrección solo puede ser lograda introduciendo correctivos que conlleven a convertir la parte de arqueado normal (presente en la lámina) en hoja plana o arqueado invertido. Actuando simultáneamente con los correctivos anteriores se emplea la ducha de agua para solventar el problema del arqueado invertido.