



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Aplicación de la metodología Seis Sigma para reducir el  
desperdicio controlable en una empresa cartonera.”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**Paúl Francisco Polit Suárez**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2021**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi hija Amelia por ser mi mayor motivación.

A mi madre y padre quienes son mi soporte y mi empuje.

A mi esposa Juana que me ha dado su amor y comprensión.

A mi hermano Adrián por su apoyo incondicional.

A mi hermana Roció por sus consejos.

A mi hermana Paola por su ejemplo de superación.

Al Ing. Marcos Buestán quién me dirigió en este proyecto y estuvo en materias claves para mi desarrollo profesional.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la Dedico a mis padres por todo el apoyo que me han brindado durante mi carrera universitaria contribuyendo así a mis logros y metas.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.**  
**DECANO DE LA FIMCP**  
**PRESIDENTE**

---

**Marcos Buestán B., Ph.D.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**María López S., MSc.**  
**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Paúl Francisco Polit Suarez

## RESUMEN

Este proyecto se basó en identificar las mayores fuentes de desperdicio en el proceso de fabricación de cartón corrugado para reducir las principales fuentes de desperdicio de las áreas de materia prima, corrugadora, conversión y planificación, establecer propuestas de reducción del indicador local que maneja cada área e implementar controles en el mediano y largo plazo con el fin de garantizar que las variables definidas para cada área se mantengan dentro de las variaciones aceptadas.

El objetivo principal es mejorar el indicador global de desperdicio de la empresa puesto que mientras tengamos un valor del 7% de desperdicio controlable se tiene una afectación directa en la rentabilidad de la organización y los resultados del grupo. Por esto se considera que la aplicación de la metodología DMAIC como herramienta de mejora.

En la etapa de medición se usó gráfico de Pareto para identificar las áreas que mayor porcentaje agregan al indicador final de desperdicio. Así se identificó las variables de influencia en la medición de cada área y poder tener un problema enfocados para la utilización de la herramienta de los 5 W y 2H. En la etapa de análisis se utiliza la herramienta espina de pescado, luego se procede con la verificación directa de las causas mencionadas por los diferentes equipos de cada área. Para la etapa de mejora se realizó una lluvia de ideas con las áreas de interés y se priorizó más mejoras en una matriz de impacto vs dificultad de implementación. En las propuestas de mejoras para el área de corrugadora se construye un modelo de regresión lineal para poder fabricar la cantidad de láminas necesarias para el proceso de conversión evitando tener excedentes que luego serán destruidos, para el área de planificación se incluye un nuevo ancho de bobinas para la fabricación de láminas. En las ideas que no necesitaron mayor inversión económica se realizó un piloto de un mes. Obteniendo resultados de reducción (0.9%) para el área de corrugado y un (0.2%) de reducción para el área de planificación.

El desperdicio generado en toda la empresa en el resultado de no aprovechar la principal materia prima que se tiene en la fabricación de cartón corrugado, este desperdicio es vendido a un molino que pertenece al mismo grupo a un precio de \$240 por cada Tonelada. Los precios promedio de la tonelada de cartón en el mercado bananero son de \$980 mientras que el precio promedio para los demás mercados es de \$1200. La cantidad que se pierde es de \$740 por cada tonelada de desperdicio en el mercado bananero y de \$960 para los demás mercados.

La aplicación de las diferentes herramientas demostró durante las pruebas piloto que se redujo los porcentajes de desperdicio.

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>I</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>IV</b>
<b>SIMBOLOGÍA .....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>2</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>2</b>
1.1. Definición del problema .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos .....	3
1.3. Metodología .....	4
1.4. Estructura del proyecto.....	4
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>6</b>
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Definición .....	6
2.2. Medición .....	7
2.3. Análisis .....	7
2.4. Mejora.....	8
2.5. Control .....	9
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>11</b>
<b>3. METODOLIGÍA .....</b>	<b>11</b>
3.1. Definición del Problema .....	11
3.2. Medición del problema .....	16

3.2.1. Mapeo del proceso .....	16
3.2.2. Plan de recolección de datos.....	39
3.3. Análisis .....	49
3.4. Mejora.....	66
3.5. Control .....	75
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>78</b>
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS .....</b>	<b>78</b>
4.1. Análisis de resultados .....	78
4.2. Costos.....	83
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>84</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>84</b>
5.1. Conclusiones .....	84
5.2. Recomendaciones .....	84
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	



## ABREVIATURAS

DIN	Demoras Inevitables
DES	Demoras especiales
DPE	Demoras personales
G.V.	Galvanizado
L	Factor de nivelación del desempeño
L.T.	Longitud total
L/C	Laminado en caliente
L/F	Laminado en Frío
N	Número de productos
NPDF	Tolerancia por necesidades personales, fatiga y demoras varias
O	Tiempo de todos los elementos de trabajo
P-Q	Producto – Cantidad
S	Tiempo nivelado por pieza
SMED	Single Minute Exchange of Die
T	Elementos de trabajo
TIR	Tasa interna de retorno
To	Tolerancia
TPS	Toyota Production System
VAN	Valor actual neto

## SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
Hr	Horas
Km	Kilómetros
Kg	kilogramos
m	Metros
mm	milímetros
min	Minutos
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
TON	Toneladas

## INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.1	Porcentaje de desperdicio controlable .....	2
Figura 3.1	Fase de definición .....	11
Figura 3.2	Herramienta 5W.....	12
Figura 3.3	SIPOC del proceso de fabricación del cartón corrugado.....	13
Figura 3.4	Fase de medición .....	16
Figura 3.5	Proceso de Recepcion, Almacenamiento y Abastecimiento.....	17
Figura 3.6	Diagrama de cajas de Toneladas de desperdicio de área de Materia Prima.....	19
Figura 3.7	Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado y local .....	20
Figura 3.8	Diagrama de cajas de los porcentajes de desperdicio importado y compra local.....	20
Figura 3.9	Desperdicio de papel en el área de materia prima papel nacional y compra local.....	21
Figura 3.10	Proceso de fabricación de láminas.....	22
Figura 3.11	Diagrama de cajas de Toneladas de desperdicio de área de Corrugadora.....	24
Figura 3.12	Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado y local nrollado de flejes.....	25
Figura 3.13	Diagrama de cajas de los porcentajes de desperdicio importado y compra local.....	26
Figura 3.14	Desperdicio de papel en el área de corrugadora denominado no conforme .....	27
Figura 3.15	Desperdicio de papel en el área de corrugadora denominado empates y reventones .....	27
Figura 3.16	Desperdicio de papel en el área de corrugadora devolución de imprenta (sobrantes).....	28
Figura 3.17	Proceso de producción de cajas.....	29
Figura 3.18	Estadísticos Descriptivos de la Toneladas procesadas en conversión.....	31
Figura 3.19	Porcentajes de desperdicios en el área de conversión.....	32
Figura 3.20	Desperdicio de cartón en el área de conversión denominado no conforme .....	33
Figura 3.21	Proceso de planificación.....	34

Figura 3.22	Diagrama de barras de medias de porcentaje de trim para cada ancho programados durante 1 año .....	36
Figura 3.23	Estadísticos Descriptivos de la Toneladas procesadas en conversión.....	37
Figura 3.24	Desperdicio de papel en el área de Planificación denominado TRIM .....	38
Figura 3.25	Gráfica de barras de los desperdicios por papel importados 4 meses noviembre a febrero 2020.....	43
Figura 3.26	Gráfica de barras de las categorías de desperdicio durante 4 meses noviembre a febrero 2020.....	44
Figura 3.27	Gráfica de barras de los desperdicios por sobrantes de 4 meses noviembre a febrero 2020 .....	45
Figura 3.28	Gráfica de barras de los desperdicios por sobrantes de 4 meses noviembre a febrero 2020.....	45
Figura 3.29	Gráfica de barras de los desperdicios por sobrantes de 4 meses noviembre a febrero 2020.....	46
Figura 3.30	Fase de análisis .....	49
Figura 3.31	Diagrama causa efecto para el desperdicio por tránsito de importación .....	50
Figura 3.32	Llantas lisas en montacarga de clamp.....	51
Figura 3.33	Tenazas de montacarga no adecuadas.....	52
Figura 3.34	Montacarga con fuga de aceite.....	52
Figura 3.35	Bobinas llegan con golpes.....	53
Figura 3.36	Diagrama causa efecto para el desperdicio por sobrantes de planificación .....	54
Figura 3.37	Planificación de 300 cajas adicionales en pedido de 3600 cajas..	55
Figura 3.38	Planificación de 500 cajas adicionales en pedido de 7500 cajas..	55
Figura 3.39	Planificación de 500 cajas adicionales en pedido de 7500 cajas..	56
Figura 3.40	Sobrante de lámina cabida 2 con ruta de conversión WA.....	56
Figura 3.41	Diagrama causa efecto para el desperdicio por producto no conforme defecto de ranurado.....	58
Figura 3.42	Cajas con defecto por corte defectuoso.....	59
Figura 3.43	Cajas con defecto de descuadre.....	59
Figura 3.44	Cuchillas ranuradoras gastadas.....	60
Figura 3.45	No hay stock en bodega.....	60
Figura 3.46	Diagrama causa efecto para el desperdicio por sobrante de planificación.....	61
Figura 3.47	Refile alto en la producción de mango y aplicación de recubrimiento.....	62
Figura 3.48	Ancho útil en la planificación de mango de 2.338m.....	63
Figura 3.49	Fase de análisis .....	66
Figura 3.50	Matriz de esfuerzo impacto .....	68
Figura 3.51	Lista de chequeo para auditoria de montacarga .....	69
Figura 3.52	Formato para auditoria de proveedores .....	70

Figura 3.53	Formato para auditoria de proveedores .....	71
Figura 3.54	Tamaños de pedidos procesados en la maquina WA2.....	71
Figura 3.55	Regresión para programar cantidad a fabricar de láminas para la imprenta WA2.....	72
Figura 3.56	Lámina de mango actual .....	74
Figura 3.57	Fase de control.....	75
Figura 3.58	Indicadores revisados en la reunion de control.....	76
Figura 3.59	Participantes en la reunión de control.....	77
Figura 4.1	Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado antes y después de la mejora articipantes en la reunión de control.....	78
Figura 4.2	Diagrama de cajas de los Kg de desperdicios antes y después de la mejora.....	79
Figura 4.3	Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado antes y después de la mejora.....	80
Figura 4.4	Diagrama de cajas de los Kg de desperdicios sobrantes antes y después de la mejora.....	80
Figura 4.5	Desperdicio Controlable 2019-2020.....	83

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Hallazgos y CTQ'S de la herramienta VOC .....	14
Tabla 2	Project Charter definición .....	15
Tabla 3	Porcentajes de Desperdicio del área de Materia Prima.....	21
Tabla 4	Toneladas procesadas en las máquinas de conversión durante un año .....	23
Tabla 5	Toneladas procesadas en las máquinas de conversión durante un año iagrama de flujo de recorrido.....	26
Tabla 6	Pedidos procesados por maquina en el área de conversión durante 1 año.....	30
Tabla 7	Porcentajes de Desperdicio del área de conversión.....	32
Tabla 8	Porcentajes de Desperdicio del área de planificación.....	35
Tabla 9	Porcentajes de Desperdicio del área de Conversión.....	37
Tabla 10	Factores enfocados para cada área .....	38
Tabla 11	Plan de recolección de datos.....	40
Tabla 12	Calculo de tamaño de muestra.....	41
Tabla 13	Herramienta 5W Y 2 H para los problemas enfocados.....	48
Tabla 14	Tabla de identificación de causas raíces.....	65
Tabla 15	Soluciones para desperdicios por área .....	67
Tabla 16	Predicción de cantidades de láminas necesarias en el proceso de conversión según la cabida .....	73
Tabla 17	Escenario Inicial Trim planificado en fabricación de cajas de mango .....	81
Tabla 18	Escenario Actual Trim planificado en fabricación de cajas de mango.....	82
Tabla 19	Soluciones para desperdicios por área .....	83

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se realiza en una empresa que diseña, fabrica y comercializa empaques de cartón corrugado, actualmente satisface las necesidades de cartón a diferentes mercados como el bananero, industrial, floricultor y el sector pesquero. La organización no tiene mayores problemas con sus clientes ya que sus productos son de una calidad aceptable, sin embargo, uno de los indicadores que se ha dejado de lado es el desperdicio generado en la operación, tanto en la fabricación de la lámina y posteriormente la conversión en empaque.

La dirección de producción está preocupada por el uso que se está dando a la principal materia prima que es el papel, un alto desperdicio en la operación tiene un efecto negativo en la rentabilidad de la organización.

El desperdicio en la cartonera tiene dos clasificaciones, la primera es un desperdicio denominado no controlable, este tipo de desperdicio tiene una relación lineal con las cajas fabricadas y son todas aquellas perforaciones de las cajas como las de banano o las perforaciones de cajas con agarraderas, se incrementa mientras más cajas se fabriquen, mientras que el desperdicio controlable es todo aquello que se genera por la operación del alistamiento de máquina, defectos de calidad, excedentes. La organización procesa en promedio 12.000 Toneladas por mes y el porcentaje de desperdicio controlable es el 7% esto tiene un impacto mensual de 924 toneladas de desperdicio en la operación., Si el porcentaje se reduce la operación es más rentable.

Richard J. Schonberger (1982 pp 208-209) analizan los dos sistemas como si fueran uno, el desperdicio se reduce cuando todos los pasos del proceso se observan indefinidamente y las causas del desperdicio son enumeradas por los trabajadores en conjunto; menos desperdicio significa menos trabajo y eso hace más fácil la labor de todos.

Para la identificación de las reales causas que tienen el desperdicio elevado se utilizará la metodología seis sigmas, esta metodología puede dar como resultado una mayor penetración en el mercado, mayor productividad y costos totales más bajos de manufactura.

## CAPÍTULO 1

### 1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se describen los antecedentes que llevaron a la realización del proyecto, además se definen los objetivos generales y específicos, así como también la estructura y metodología que se sigue en el desarrollo del proyecto.

#### 1.1. Definición del problema

Actualmente el indicador del desperdicio controlable de la organización no ha llegado a la meta definida del 6%, todos los meses este KPI termina por encima del 7%, tal como se muestra en la figura 1.1

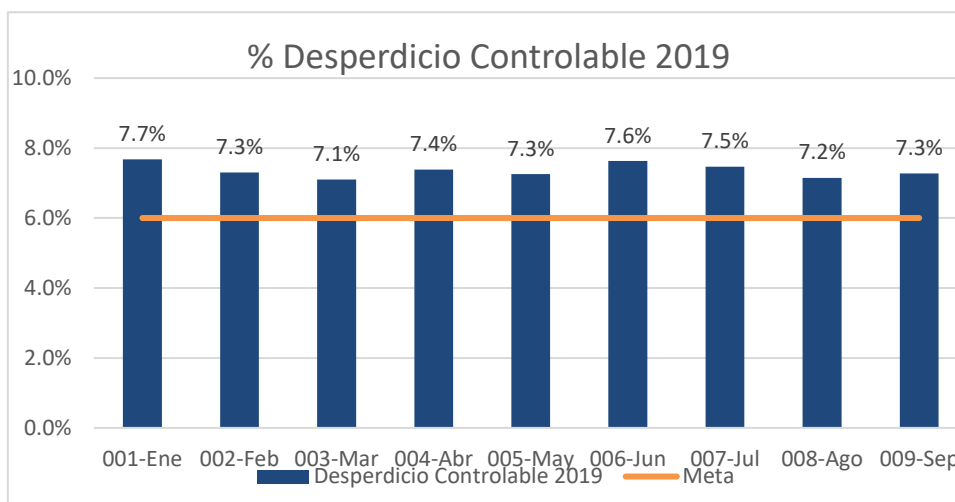


Figura 1.1 Porcentaje de desperdicio controlable

(Fuente: Autor del proyecto)

Es de interés de la gerencia de producción y gerencia general reducir los porcentajes de desperdicio en todas las áreas que tiene relación directa con porcentaje de desperdicio controlable y así tener un proceso más eficiente. A continuación, se muestra la métrica del indicador global de planta.

$$\%Desperdicio\ Controlable = \frac{Desperdicio\ Total\ Controlable}{Consumo\ total\ de\ Planta}$$



Las áreas que generan desperdicios controlables son las que están relacionadas de manera directa a la fabricación y transportes, estas son:

- Materia prima: Un área donde se realiza la logística de bobinas de papel, esta es la materia prima para la fabricación del cartón, el desperdicio generado en esta área tiene la clasificación de daño por tránsito.
- Corrugadora: Un área donde se realiza la fabricación de las láminas de cartón, el desperdicio generado en esta área tiene la clasificación de daño por operación.
- Planificación: Un área donde se realiza la programación del proceso buscando optimizar la utilización de los anchos de las bobinas para la fabricación de las láminas de cartón.
- Conversión: Un área donde se realiza la fabricación de las cajas de cartón, el desperdicio generado en esta área tiene la clasificación de daño por operación.

Todas las áreas mencionadas de manera conjunta componen el indicador global de desperdicio controlable, A continuación, se muestra la fórmula detallada de la medición del indicador.

$$\% \text{ Desp. Controlable} = \frac{\sum \text{Desperdicio}(MP + \text{Corrugadora} + \text{Planificación} + \text{Conversión})}{\text{Consumo total de Planta}}$$

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

Reducir el porcentaje de desperdicio controlable utilizando la metodología Seis Sigma en una empresa cartonera.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar la situación problema en el exceso de desperdicio.
- Definir las variables de entrada que intervienen y la forma en que afectan en la generación del desperdicio.
- Analizar el comportamiento de las variables del proceso por medio de mediciones de datos y análisis estadísticos de los mismos para definir las causas directas de la situación problema.
- Implementar estrategias de reducción de desperdicio, así como su medio de control para asegurar continuidad en el tiempo y efectividad de las mismas.

### 1.3. Metodología

La metodología Seis Sigma según Pyzdek, T.(2003). es la implementación rigurosa, focalizada y altamente eficaz de principios y técnicas de calidad probados. Al incorporar elementos del trabajo de muchos pioneros de la materia, Six Sigma apunta a un funcionamiento del negocio prácticamente sin errores.

Para Gutierrez, P. H, De la Vara, S. R, (2009) tiene como fin último la reducción de la variación en los procesos, a través de la identificación y posterior control de las variables críticas de calidad (Xs). Esto a través del conocimiento obtenido de las relaciones causales entre las variables de entrada identificadas (Xs) y las variables de salida definidas como métricos del proyecto (Ys).

La metodología seis sigma tiene una serie de pasos definidas por sus siglas en inglés como DMAIC , según Herrera, A. R, Fontalvo, H. T,(2000) ,cada sigla se dividen en fases de implementación, en su primera fase de definición se tiene como objetivo establecer el propósito del proyecto, su alcance y contexto con respecto al negocio, en su segunda fase de medición nos permite entender y describir de forma más precisa el proyecto, con el fin de establecer problemas enfocados sobre los que sea más eficiente la identificación de causas de influencia, en la tercera fase de análisis se identifica y verifica las causas de influencia sobre las variables de respuesta definidas, en la cuarta fase de mejora se establecen niveles de operación adecuados para las variables influyentes a través del desarrollo de experimentos. Se formulan planes de acción y se presenta evidencia que muestre el impacto positivo de su aplicación, en su fase final en la etapa de control se busca mantener los beneficios de las mejoras implementadas a través de la estandarización de procesos y la anticipación y prevención de futuras fallas.

La aplicación de la metodología Seis sigmas para la organización representa un desafío debido al empleo de herramientas de análisis estadístico, donde su uso ha sido limitado en la organización.

### 1.4. Estructura del proyecto

El proyecto está estructurado por 5 capítulos, de la siguiente manera:

- En el Capítulo 1, se presentan el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, así como la metodología a utilizarse y la estructura que sigue el proyecto.
- En el Capítulo 2, se presenta el marco teórico de la metodología a seguir y también cada una de las herramientas utilizadas

- El Capítulo 3, presenta el estado en que se encuentra la empresa, mediante un diagnóstico estadístico preliminar con información de registros de cada área se identifica las principales fuentes de desperdicio, luego se realiza un plan de recolección de datos de las variables de interés buscando enfocar el problema, también se identifican las variables críticas para cada una de las áreas. En este capítulo también se presentan el análisis de los datos identificando las posibles causas de desperdicio verificando cada una de las causas.
- El Capítulo 4, presenta las propuestas de mejoras para las ideas de mayor viabilidad e impacto, se realiza un piloto para las principales propuestas.
- El Capítulo 5, presenta el análisis de los resultados y costos.
- El Capítulo 6, presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto en base a los resultados obtenidos.

## CAPÍTULO 2

### 2. MARCO TEORICO

En el presente capítulo se podrá conocer el conjunto de actividades que involucra la fabricación de cajas de cartón corrugado, con el fin de tener una visión general de lo que hace la empresa enfocándose en el área donde se presentan mayores problemas que es el área de la bodega de Materia Prima y la bodega de Producto Terminado.

#### 2.1. Definición

La primera fase o letra de la metodología DMAIC, D de Definir o en inglés Define; se enfoca o busca definir cuál es el problema que afecta a la compañía y por consecuente hallar la solución mediante procesos o criterios que establezcan a lo largo de la implementación de toda la metodología como tal.

La fase “definir” da inicio a la formulación de tres preguntas vitales, tales como: ¿Qué debe ser mejorado? ¿Cuál es el sector afectado dentro de la compañía? Y ¿Cuán grande es el problema a ser resuelto?, entre otras.

Los elementos identificados en esta etapa incluyen: identificación del problema general, descripción detallada del problema específico a resolver, descripción de los eventos problemáticos indicando el número de ocurrencias y la localización, identificación de clientes internos y externos del proceso, expectativas de los clientes, objetivos y alcance del proyecto de mejora. (Másmela, 2007, p. 93)

De acuerdo a la cita anterior, se fundamenta la necesidad de conocer la situación actual y tener conocimiento del área que se está tratando para proponer un plan de mejora, lineamientos y beneficios esperados para la compañía, a través de la identificación de oportunidades y necesidades de la empresa.

La metodología DMAIC sigue el proceso universal de solución de problemas, mismo que se encuentra segmentado en 3 partes: problema, causa y solución; cada uno de estos a su vez se relaciona con una de cada fase o letra de la metodología DMAIC, la fase “Definir” se encuentra relacionado a la primera parte o segmento del proceso universal, el problema.

El autor Jonatan Tagle (2016) en su proyecto de graduación de cuarto nivel denominado “Aplicación de la metodología Seis Sigma en el proceso de envasado de aceites lubricantes” detalla que algunos de las herramientas de mayor utilidad que se deben de tomar en esta etapa son:

- Diagrama de flujo de proceso.
- Hoja de verificación o recogida de datos.
- Diagrama de Pareto.
- Histogramas.

## 2.2. Medición

Medir o Measure es la segunda fase de la metodología DMAIC, misma que se encuentra estrechamente vinculada a la primera fase ya que sigue siendo foco de la problemática a ser estudiada. Una vez que se ha definido problemas, actores, objetivos, entre otros; se establecen métricas a seguir, mismas que puedan ser medidas y permitan averiguar a través de diferentes parámetros la situación actual de la problemática y permita analizarla en la siguiente fase.

Másmela (2007) menciona que “la etapa medir establece técnicas para recolectar datos acerca del desempeño actual y como las expectativas del cliente están siendo satisfechas. Al final de esta etapa el equipo de mejora cuenta con un plan para la recolección de información, un sistema de medición valido que asegura la exactitud y consistencia de los datos recolectados, así como información suficiente para llevar a cabo el análisis de problemas” (p. 94) Esta fase, medir, es una etapa clave en el desarrollo de la metodología DMAIC, ayuda a refinar el problema y comenzar a buscar las causas raíz, lo que será el objetivo de la siguiente etapa denominada analizar. Al igual que la fase anterior, la fase medición genera una pregunta clave ¿Cómo se encuentra realmente el problema a ser solucionado? esta pregunta permitirá entender y cuantificar la magnitud del problema, los cuales permiten establecer cuantitativamente las oportunidades que se desarrollen en las fases posteriores. La medición se soporta con la recolección de la información y datos a través de herramientas tales como: estadísticos descriptivos, mapeo de flujo de valor, análisis de capacidad de proceso, reportes e informes que darán como resultado general la determinación del estado actual de la empresa.

El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar. Se maneja los CTQs para determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizaran durante el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la recolección de las distintas fuentes, logrando así un enfoque más claro para los esfuerzos de mejora. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida. (Coronel, 2012, p. 7)

## 2.3. Análisis

Tagle (2016) indica que “La tercera fase de la metodología, permite enfocarse en las oportunidades de mejora observada en la etapa de medición. Esta fase comienza con la identificación de las causas raíces para entender el problema” (p. 19)

La etapa Analizar permite establecer las oportunidades de mejora basados en la totalidad de información recolectada, durante esta etapa el equipo determina tres preguntas claves: ¿por qué? ¿cuándo? y ¿cómo? los comportamientos no deseados del proceso ocurren, selecciona herramientas de análisis y las aplica

a la información recolectada para encontrar un conjunto potencial de soluciones a ser implementadas. Después del análisis el equipo de mejora puede entregar un mapa detallado del proceso, refinar la descripción del problema y ajustar las estimaciones sobre los posibles comportamientos no deseados del proceso.

Las técnicas de análisis y tratamiento de información de mayor utilidad son:

- Técnica de los 5 porqués.
- Diagrama de Causa-Efecto.
- Diagrama de Correlación.
- Matriz de priorización de soluciones.
- Estas técnicas aplicadas, permitirán:
- Analizar los datos recolectados.
- Determinar las entradas críticas del proceso.
- Identificar causas potenciales.
- Analizar relación entre causa raíz y el problema.

Es aquí en la etapa del análisis el momento de elaborar teorías sobre la causa de los defectos. Sin embargo, no se puede aceptar una hipótesis a la primera: debe verificarse que realmente contribuye el problema que se está estudiando.

Una hipótesis que se proponga esta semana puede ser descartada por los datos; si recogen nuevos datos la semana próxima, estos pueden dirigir sus sospechas hacia otra parte, y así hasta que el equipo sea capaz de confirmar sus hipótesis con los datos y obtener las causas que lo provocan. (Lara, 2012, p. 96)

## 2.4. Mejora

El autor Rodrigo Másmela (2007) en su libro denominado Como implementar Sistemas para la Gestión de Proyectos en Organizaciones de indica que “La etapa Mejorar permite validar, desarrollar e implementar las diferentes soluciones para rectificar el comportamiento del proceso. Al empezar esta etapa se proponen las posibles alternativas de mejora y se prueban por medio de pilotos que validan el nivel de mejora que aportan al sistema. Posteriormente el equipo de mejora debe elaborar un mapa del proceso mostrando el nuevo flujo, así como el análisis costo-beneficio que asegura que la implementación de la mejora potencial es viable” (p. 94)

Dicho en otras palabras, el objetivo principal de la fase de mejora es diseñar, proponer e implementar soluciones acordes al plan de implementación desarrollado en la fase previa esperando obtener como resultado una mejora en el flujo de procesos, funciones e información que se realizan en la compañía, logrando así evitar que el problema a ser erradicado crezca a través de correcciones o eliminaciones totales/parciales de las causas raíces.

De acuerdo al autor Tagle (2016) en su proyecto de graduación Aplicación de la metodología Seis Sigma en el proceso de envasado de aceites lubricantes menciona que “las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son lluvias de ideas, diseño de experimentos y análisis de regresión.” (p. 23)

Siguiendo el proceso universal de solución de problemas, la fase Improve o Mejorar pertenece a la tercera y última etapa del proceso universal, la solución,

es decir la acción que elimina la causa del problema introducido en las primeras fases de la metodología DMAIC.

El propósito de esta fase es implementar a gran escala las soluciones recomendadas en las fases anteriores para determinar, mejorar y optimizar el funcionamiento de los procesos que se encuentra afectados por el problema a del proceso analizado de la compañía. No obstante, pasar de un plan de implementación teórico a una solución práctica puede ser algo difícil pero no imposible, se debe tener en consideración todas las opciones de mejora, así como aquellas propuestas preventivas en caso de que algo no se desarrolle conforme lo esperado.

## 2.5. Control

Finalmente, la última fase de la metodología DMAIC; misma que al igual que las fases anteriores, sigue el proceso universal de soluciones de problemas, dando en este punto por finalizado las 3 fases indicadas (problema-causa-solución) a través de la fase del Control que es la valoración del sistema de medición aplicado en la solución practica propuesta.

El objetivo de controlar es sencillo: una vez que las mejoras han sido implantadas y los resultados documentados, debe de seguir midiendo el rendimiento del proceso de forma continúa ajustando su funcionamiento cuando los datos le indiquen que es necesario o cuando cambien los requisitos del cliente. (Lara, 2012, p. 94)

La etapa Control formaliza las mejoras realizadas al proceso y monitorea el desempeño actual del sistema para corroborar el cumplimiento de los objetivos del proyecto de mejora. Durante la etapa Control el equipo de mejora desarrolla una estrategia de control soportada en los resultados de las cuatro etapas previas, planea la introducción de los cambios de forma cronológica, actualiza el plan de desempeño del sistema y elabora un plan de entrenamiento para transmitir a los implicados en el proceso las nuevas competencias que requieren para asumir el cambio.

Tagle (2016) menciona que “La quinta y última fase consiste en diseñar un sistema que mantenga las mejores logradadas, mediante la estandarización de los controles manuales y de vigilancias desarrollando una documentación u otras alternativas tanto que puedan ser monitoreadas” (p.24)

En esta fase final de la metodología DMAIC se generan las siguientes preguntas ¿Cómo garantizo el desempeño esperado? ¿Cómo se puede mantener las mejoras propuestas? Dichas interrogantes pueden ser verificadas a través de herramientas tales como: Gráficos de Control, Documentación archivada y monitoreada, Estandarización de trabajo, Pruebas de error, entre otros.

La implementación y el rendimiento actual del proceso deben ser monitoreados por un período de tiempo para asegurar y garantizar que los beneficios sean mantenidos y se cumplan conforme lo estipulado previamente.

Desde su creación la metodología Seis Sigma ha sido ampliamente utilizada para reducir variabilidad e incrementar calidad y productividad de las empresas que la aplican. La misma se ha considerado por diferentes autores como filosofía, metodología, meta, herramientas, métrica, que utiliza datos y herramientas estadísticas para evaluar y mejorar los procesos con el objetivo de satisfacer al cliente y, por ende, elevar las utilidades de una organización. El éxito de Seis Sigma radica en la mejora del rendimiento de los procesos y en el aumento de la satisfacción de los clientes (Grima et al., 2014, p. 198).

Las cinco fases de la metodología DMAIC - Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar – son una herramienta de Six Sigma que debe ser utilizada en toda la compañía, permitiendo buscar, detectar, analizar y reducir/eliminar los errores o defectos que se han presentado, mismos que son causales de inconformidades y deben ser solucionados a través de proyectos de mejoras al problema conocido o en su defecto, cuando no se conozca la causa raíz que lo haya originado.

De acuerdo a lo indicado por Alor et al en su tesis de maestría “Reducción de stock en los almacenes de repuestos en una empresa que fabrica cajas de cartón corrugado, aplicando Metodología Six Sigma” (2014) indican que:

El uso de un modelo de mejora como Six Sigma con su metodología DMAIC, marca la pauta para resolver el problema y dice que aplicada adecuadamente da resultados importantes, pero el éxito depende de la correcta identificación de los problemas, es por ello que la etapa de definir el problema es vital luego medir y definir el alcance del problema para un buen resultado. (p. 95)

Dado que en la industria cartonera cada vez cuenta con mayor número de máquinas realizando las actividades que solían ser manejadas por personas, esto genera un mayor incremento de activos que al tener un mal funcionamiento, da como resultado no solo un problema en la producción, sino también con los tiempos de entrega y la seguridad de los colaboradores. Dicho esto, se aplicó la metodología DMAIC proponiendo por cada fase las herramientas que se utilizarían para maximizar los resultados y cumplir con el objetivo de cada uno de estos; lo que permitiría estructurar, analizar y determinar las diferentes acciones y planes de mejoras propuestos.



## CAPÍTULO 3

### 3. METODOLIGÍA

Para describir la situación actual de la empresa en relación al porcentaje de desperdicio se emplearon algunas herramientas de la metodología DMAIC como son: Diagrama Sipoc, VOC (Voice of Customer), diagramas de procesos, 5W&1H, diagrama de Pareto, se enfocará el problema utilizando herramientas estadísticas. Se plantean soluciones que resuelvan las causas raíces encontradas para que así se reduzca o se elimine el problema según sea el caso. Se enfoca en pensar alternativas diversas que ataquen la fuente del problema y no su efecto. En ocasiones se aplica una prueba piloto para comprobar la solución en un ambiente real.

#### 3.1. Definición del Problema

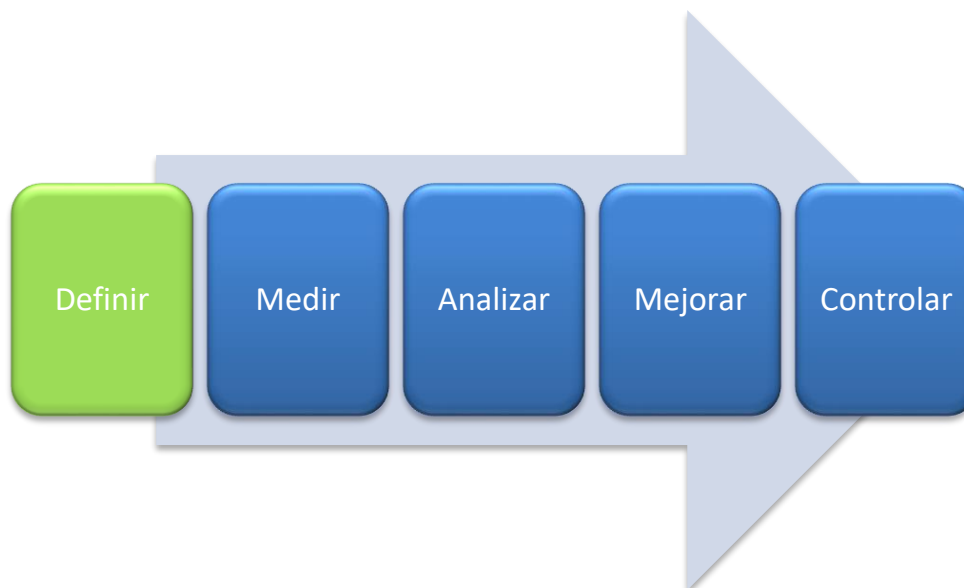


Figura 3.1 Fase de definición

(Fuente: Autor del proyecto)

Se utilizó la herramienta 5w+1h para lograr definir el problema para poder entender y comunicar la problemática que afecta al proceso de fabricación. Ver figura 3.2.

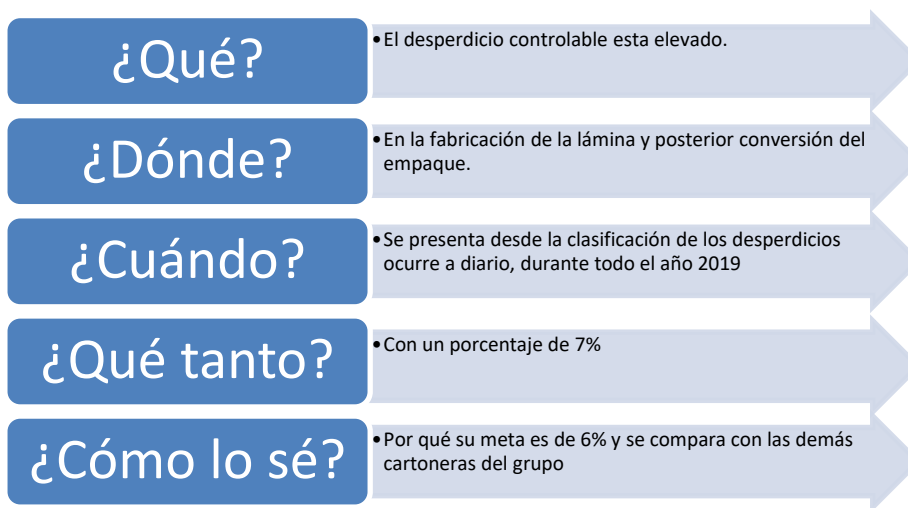


Figura 3.2 Herramienta 5W(Fuente: Autor del proyecto)

(Fuente: Autor del proyecto)

*“El desperdicio controlable está elevado en la fabricación de la lámina y posterior conversión del empaque, se presenta desde la clasificación de los desperdicios ocurre a diario durante todo el año 2019 con un porcentaje de 7%, se sabe por qué su meta es de 6% y se compara con las demás cartoneras del grupo.”*

Es importante recalcar que para este análisis solo se utilizó 4w y 1 h debido a que la pregunta alineada al ¿Quién? no aplica para el presente proyecto.

El proyecto de reducción de desperdicio nació de la necesidad de administrar de una manera más eficiente el papel que es usado en la fabricación del cartón, el proceso en todas sus operaciones genera desperdicio que se va sumando al indicador global de la empresa, se hace la revisión de la parte operativa desde recepción de la materia prima hasta el ingreso del cartón a la bodega de producto terminado, se usó la herramienta SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Output, Customers) ver figura 3.3, para visualizar el alcance del proyecto sobre el proceso actual de fabricación de cartón. Se identificaron las entradas como las materias primas e insumos para las dos actividades de transformación como son el corrugado y conversión, como entrada para el proceso de planificación se identificó los anchos de bobinas disponibles, esta información es importante para enviar el plan detallado de producción a la corrugadora, también se identificaron las salidas entre ellos están los diferentes desperdicios generados por cada una de las áreas de materia prima, corrugadora, conversión, y planificación, estos desperdicios son de interés para su posterior análisis.

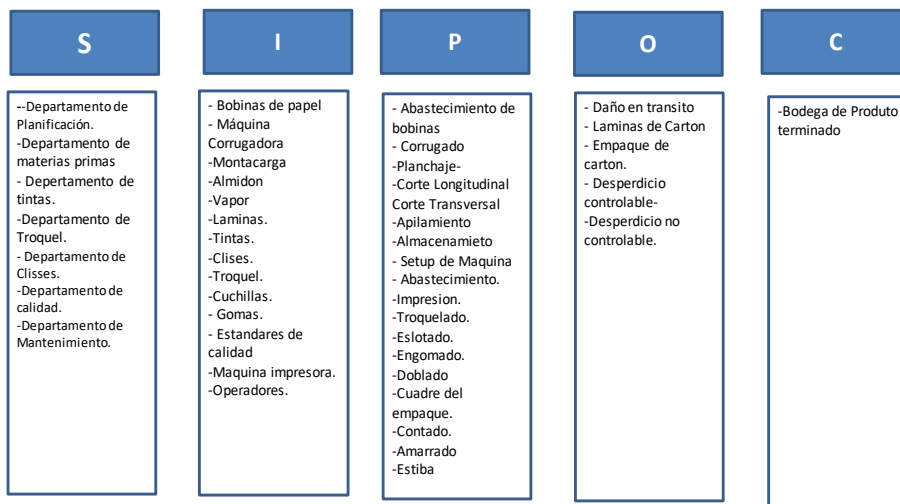


Figura 3.3 SIPOC del proceso de fabricación del cartón corrugado

(Fuente: Autor del proyecto)

Se analizó el proceso de fabricación de cartón corrugado observando en las salidas los diferentes desperdicios, papel por daño en tránsito en el área de materia prima, producto no conforme y sobrante en el área de corrugadora, producto no conforme en el área de conversión y por último en el área de planificación se tiene un desperdicio por refil también denominado Trim. Se va a considerar estas 4 áreas para el desarrollo de este proyecto

Habiendo identificado las áreas de interés se realiza entrevistas verbales con los diferentes clientes de la medición de los porcentajes de desperdicios, se realiza a las siguientes personas:

- Jefe de Bodega de Materia Prima, es el responsable del desperdicio generado por la manipulación de las bobinas en la descarga, almacenamiento tránsito, abastecimiento.
- Jefe de Corrugado, es el responsable de todo el desperdicio generado por la operación de esta área.
- Jefe de Conversión, es el responsable de todo el desperdicio generado por la operación de esta área.
- Planificador de la producción, es el responsable de todo el desperdicio por refiles de cuchillas en la actividad de trimado.
- Gerente de Planta. Es el responsable de toda la operación en la elaboración de cajas de cartón corrugado.

Las preguntas utilizadas fueron:

¿Controla Ud. su proceso?

¿Cuál es la meta de desperdicio de su área?

¿Conoce el personal de la meta de desperdicio y su impacto?

¿Está interesado en identificar fuentes no visibles de desperdicios?

¿Considera que haya oportunidades de reducción de desperdicio?

En la tabla 1 se muestran los resultados y los CTQ'S identificados con esta herramienta VOC.

Hallazgos	CTQ's
Bobinas llegan con capas dañadas	Porcentaje de desperdicio por tránsito
Exceso de refiles por bobinas en anchos no adecuados	Porcentaje de desperdicio por refile
Exceso de refiles por bobinas en anchos no adecuados	Porcentaje de desperdicio por operación en proceso de corrugado
Condiciones de máquinas convertidoras por mejorar.	Porcentaje de desperdicio por operación en proceso de conversión
Si se hacen las mediciones de los desperdicios en los diferentes procesos.	Porcentaje de desperdicio excedentes de láminas fabricadas
Jefes si conocen la meta de desperdicio mas no toda la línea en la operación.	
Se tiene disposición a la mejora	
Se tienen devoluciones y problemas de calidad	

Tabla 1 Hallazgos y CTQ'S de la herramienta VOC

(Fuente: Autor del proyecto)

Se puede evidenciar que las variables que más influyen en el proceso son las que van directamente relacionadas a la operación en el área de corrugadora e imprentas, tránsito y planificación por lo que se define las variables de respuesta de la siguiente manera:

$$Y = \text{Porcentaje de Desperdicio}$$

$$\% \text{Desperdicio} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4$$

Donde tenemos:

- X1: Porcentaje de desperdicio por tránsito.

- X2: Porcentaje de desperdicio por refile.
- X3: Porcentaje de desperdicio por operación en el proceso de corrugado.
- X4: Porcentaje de desperdicio por operación en el proceso de conversión.

Project Charter					
Project Authorization					
Organization:	Cartonera	Champion:	Gerente de Planta	Project Number:	1
Project Title:	Reducción del desperdicio en proceso de fabricación de cartón corrugado				
<p>Problem Statement: El desperdicio controlable está elevado en la fabricación de la lámina y posterior conversión del empaque, se presenta desde la clasificación de los desperdicios ocurre a diario con un porcentaje de 7%, se sabe por qué su meta es de 6% si se compara con las demás cartoneras del grupo.</p>					
<p>Project Objective: Se espera después de la aplicación de la metodología seis sigma haber reducido el desperdicio controlable a un 6%, habiendo identificado las mayores fuentes de desperdicio en el proceso de fabricación de cajas. También se espera establecer controles efectivos que hagan mantengan la reducción de una forma sostenible.</p>					
<p>Scope: El alcance del proyecto es desde la recepción de materia prima, producción de la lámina, producción de la caja y planificación.</p>					
<p>Business Case: El proyecto se inició para minimizar el porcentaje de desperdicio en todo el proceso, los costos por tonelada fabricada están en \$950 incluido el costo de materia prima y costos operativos, mientras el precio de la tonelada de desperdicio está en \$200 por tonelada</p>					
Project Team					
Name			Role		
Tutor			Asesor		
Gerente de planta			Champion:		
Jefe de bodega de productos terminados			Lider del equipo		
Jefe de bodega de materia prima			Equipo		
Jefe de conversión			Equipo		
Jefe de corrugado			Equipo		
Planificador de la producción			Equipo		

Tabla 2 Project Charter

(Fuente: Autor del proyecto)

Se usó la herramienta Project Charter, puesto que nos brinda una idea general del proyecto y fácil identificación a las necesidades, el alcance, los diferentes objetivos y los participantes del presente proyecto y representantes.

### 3.2. Medición del problema

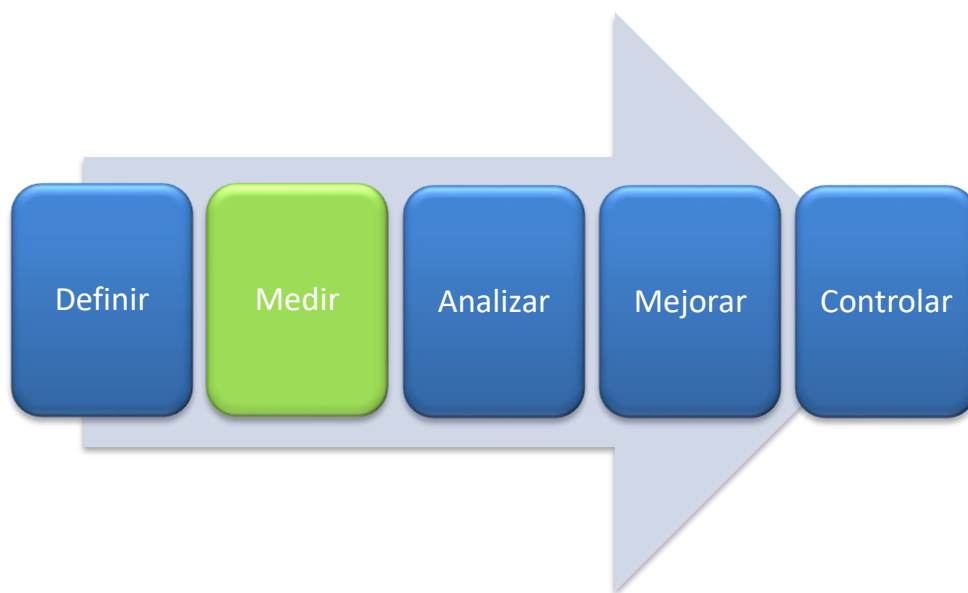


Figura 3.4 Fase de medición

(Fuente: Autor del proyecto)

En esta etapa el objetivo es identificar la influencia de algunos factores que afecten de manera directa e indirecta al desperdicio de la planta y así poder enfocar el problema para realizar un correcto análisis de causas en la tercera fase de la metodología.

Para esto se levantaron los procesos de las principales áreas de fuentes en la generación de desperdicio.

#### 3.2.1. Mapeo del proceso

##### Materia Prima

En área de materia prima se analiza desde el proceso de la recepción de la orden de compra, descarga, transportes, abastecimiento de insumos incluyendo el proceso de corrugado. En la figura 3.5 se muestra el proceso actual que realiza esta área.

En esta área se pudo identificar que el desperdicio que se genera está altamente relacionado con la actividad de descarga y todos los transportes.

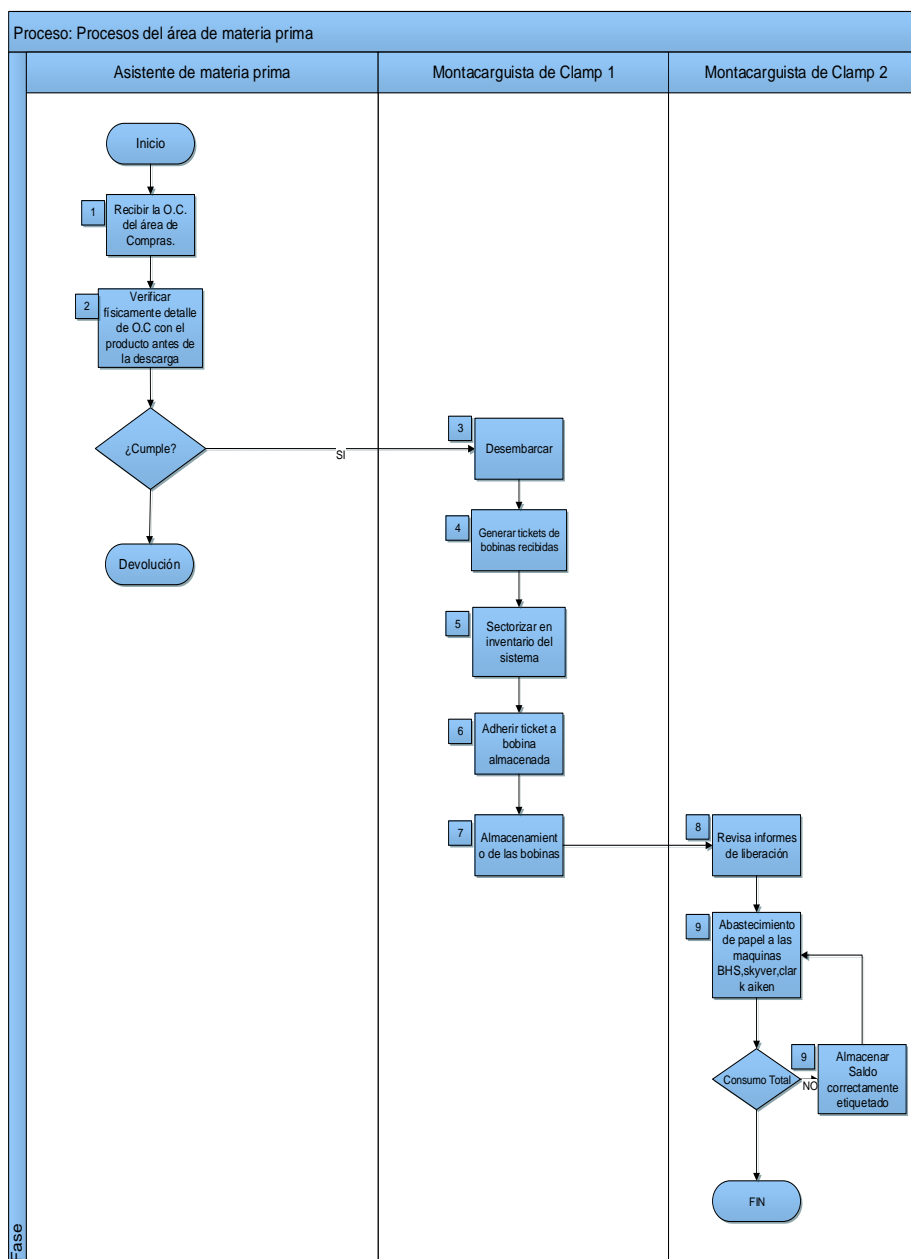


Figura 3.5 Proceso de Recepcion, Almacenamiento y Abastecimiento

(Fuente: Investigación de campo)

Existen dos clasificaciones al tipo de bobinas que se tienen en el área de materia prima, la primera es compra local que hace referencia al abastecimiento interno de bobinas fabricadas por 100% de papel reciclado, el proveedor local es socio estratégico por lo cual tenemos un tiempo de respuesta a la solicitud de bobinas de 48 h, este proveedor fabrica diferentes tipos de papel como son:

- CM (Corrugado Medio) son los corrugados y el papel que va en forma de honda
- TL(Test Liner) los liner que son los papeles que van en la parte interna del cartón o en la externa donde va la impresión.
- LC La (Liner Central) es el papel que se utiliza en la mitad de las cajas doble pared.

Para las compras de bobinas importadas se solicitan únicamente Liner donde en su fabricación se usa una combinación de fibra virgen más papel reciclado, dentro de las clasificaciones de las bobinas de kraft liner importado tenemos:

- KL normal (Kraft Liner) es el papel que se usa en la parte solo de la impresión de la caja, no se utiliza en todos los mercados.
- KL Blanco (Kraft Liner) son los papeles que van en la parte de la impresión del cartón.
- KI blanco brillante (Kraft Liner) son los papeles que van en la parte de la impresión este papel se compra en anchos pequeños desde 1.55 m hasta 1.95 m.

La descarga de estas bobinas en la empresa se las realiza en plataformas solicitada por la misma organización ya que son bobinas que tienen un proceso de nacionalización en el puerto, aquí es donde se genera una manipulación mayor, las bobinas no llegan en contenedores sino de manera unitaria, son descargadas desde los contenedores con montacargas tipo calmp y almacenadas hasta la liberación, luego se continúa con el proceso de envío de las bobinas a la empresa donde ya llegan maltratadas, golpeadas.

En los desperdicios asignados al área de Materia prima tenemos el desperdicio generado tanto en las bobinas importadas y las que son de fabricación local. Para las bobinas importadas tenemos dos principales proveedores el primero ubicado en el este de Estados Unidos y el segundo Europa en el país de Alemania teniendo una logística de entre 30 a 60 días vía marítima, para las compras de papel local la logística es corta con recorridos de 1 hora.



La empresa si lleva registros generales por área para la recolección de desperdicio, se utiliza la información de los últimos 4 meses del año 2019 para identificar la mayor fuente de desperdicio. En la figura de 3.6 se muestra un gráfico de cajas de las toneladas de desperdicio totales de Materia prima continuando con el desperdicio generado por bobinas importadas y culminando con las toneladas de desperdicios de compras locales con el fin de identificar cual es la fuente de mayor generación de desperdicio.

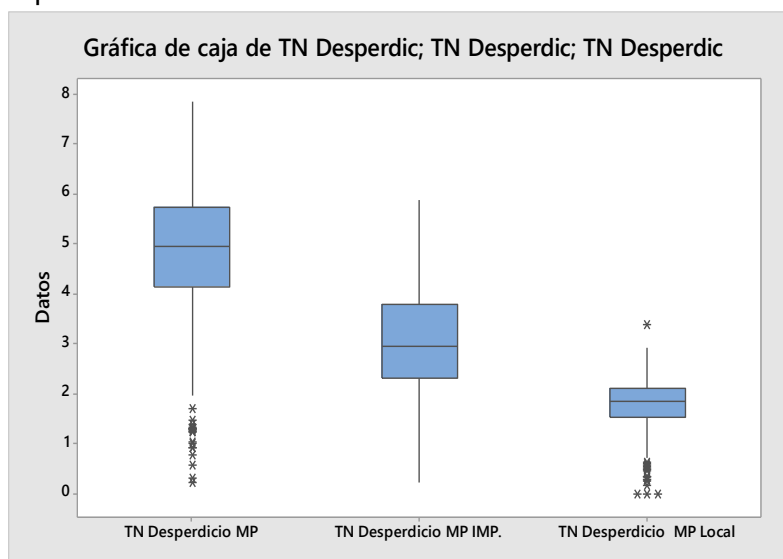


Figura 3.6 Diagrama de cajas de Toneladas de desperdicio de área de Materia Prima

(Fuente: Investigación de campo)

Como la medición del indicador de desperdicio se elabora en porcentajes se divide cada valor de toneladas de desperdicio para el consumo de papel teniendo el aporte real en porcentaje al indicador global de la planta, también se realiza una prueba de hipótesis para determinar si el porcentaje de desperdicio importado es mayor que el porcentaje de desperdicio generado por bobinas compradas de manera local, obteniendo los resultados de la figura 3.7.

$\mu_1$ : Porcentaje promedio de desperdicio de papel importado

$\mu_2$ : Porcentaje promedio de desperdicio de papel comprado localmente

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

Vs

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

**Prueba T e IC de dos muestras: % Desperdicio MP Importado; % Desperdicio MP Local**

T de dos muestras para % Desperdicio MP Importado vs. % Desperdicio MP Local

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
% Desperdicio MP Importa	352	0.01395	0.00572	0.00030
% Desperdicio MP Local	355	0.00817	0.00285	0.00015

Diferencia =  $\mu$  (% Desperdicio MP Importado) -  $\mu$  (% Desperdicio MP Local)  
 Estimación de la diferencia: 0.005782  
 IC de 95% para la diferencia: (0.005114; 0.006450)  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. #): Valor T = 17.00 Valor p = 0.000 GL = 514

Figura 3.7 Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado y local

(Fuente: Investigación de campo)

Se rechaza la hipótesis nula por el estadístico de prueba, y se puede concluir que no hay evidencia estadística para indicar que los porcentajes de desperdicios tienen medias iguales, en la figura 3.8 se puede observar la grafica de cajas de la prueba de hipótesis para diferencias de medias.

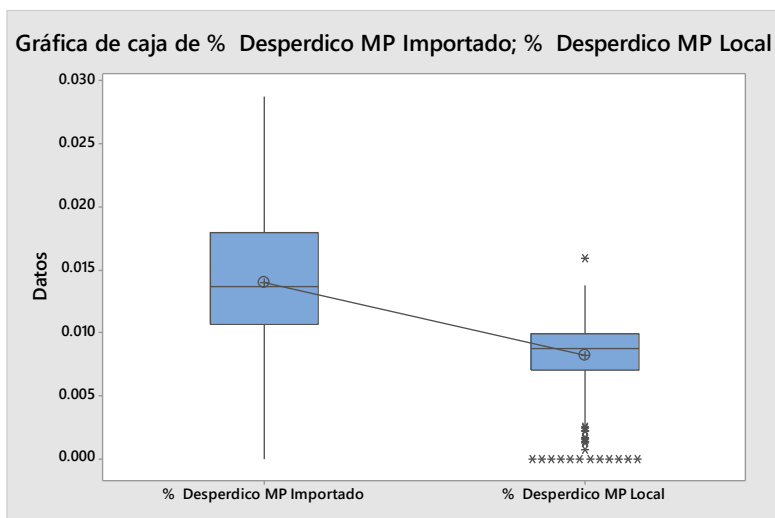


Figura 3.8 Diagrama de cajas de los porcentajes de desperdicio importado y compra local

(Fuente: Investigación de campo)

En la revisión del proceso de descarga de papel importado encontrado una gran cantidad de capas dañadas identificadas en la actividad de descarga. Ver figura 3.9.



Figura 3.9 Desperdicio de papel en el área de materia prima papel nacional y compra local

(Fuente: Investigación de campo)

En la tabla 3 se muestra el resumen de los porcentajes de desperdicios asignados al área de materia prima, esta información fue verificada con el jefe del área indicando que se tiene una cantidad mayor de desperdicio en los papeles que vienen desde el extranjero.

Desperdicios del área de Materia Prima	
Factor X	Porcentajes
Porcentaje desperdicio papel importado	1.40%
Porcentaje desperdicio papel nacional	0.80%
Porcentaje total de desperdicio Materia Prima	2.20%

Tabla 3 Porcentajes de Desperdicio del área de Materia Prima.

(Fuente: Investigación de campo)

**Conclusión:** Se demostró estadísticamente que existe una diferencia significativa entre el porcentaje de desperdicio de papel importado y de compra local. Resulta que la logística que tiene la bobina que viene desde el extranjero tiene diferentes manipulaciones desde el momento

que se despacha la bobina desde el molino hasta el puerto, se suma la descarga y carga en los barcos que transportan desde el extranjero a Ecuador, luego se tiene el desembarque y carga de las bobinas hacia las instalaciones de la empresa, una descarga y subida de inventario al Kardex y por último la logística hacia el punto de consumo.

### Corrugadora

En área de fabricación de láminas se analiza desde la revisión del programa de producción, la operación y la distribución de láminas al proceso de conversión. Se pudo identificar una gran cantidad de desperdicio por sobrantes de láminas. En la figura 3.10 se muestra el proceso de fabricación.

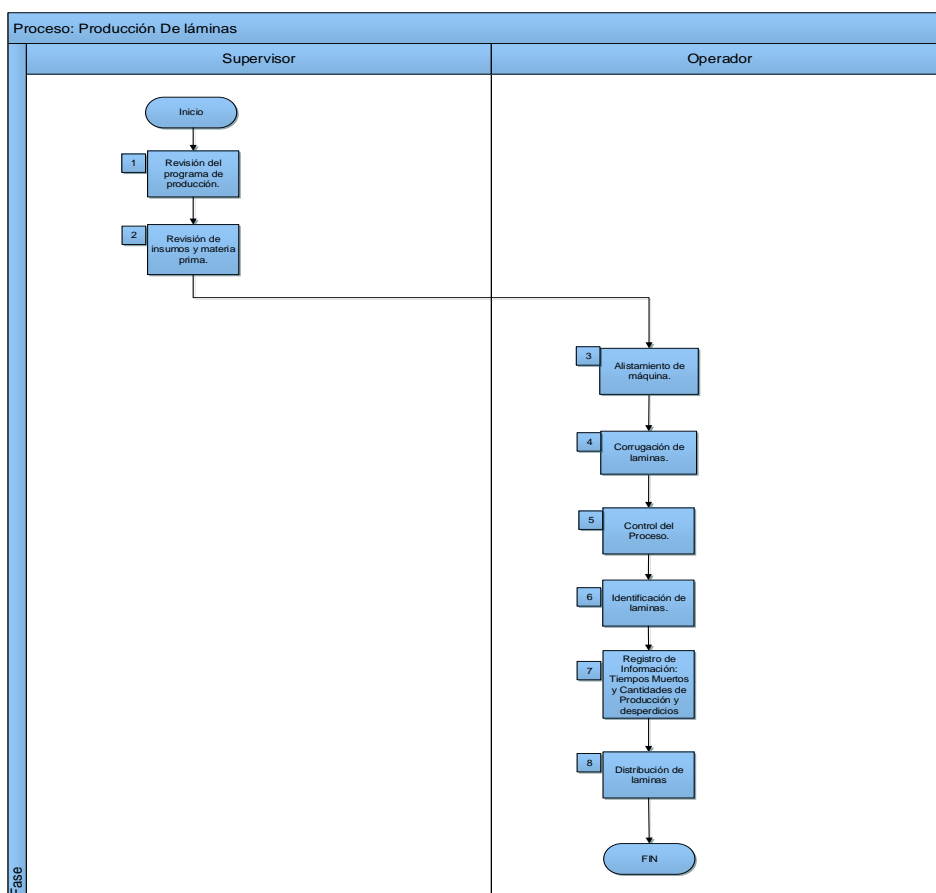


Figura 3.10 Proceso de fabricación de lamina(

Fuente: Investigación de campo)

En el área de corrugadora se tiene una sola máquina que es donde se fabrican las láminas de cartón, en esta máquina se procesan todos los pedidos de la empresa, las láminas procesadas se clasifican según la flauta que la compone, tenemos: Flauta B, Flauta C, Flauta D, Flauta BC, Flauta BD.

Las láminas fabricadas con flauta B están direccionados hacia un mercado de estiba que se auto soporta como es el mercado atunero, la flauta C Y D se usan en el mercado industrial y las flautas BC Y BD se usan en el mercado bananero y agrícola de mango. Dentro de los desperdicios generados en esta área tenemos desperdicios operativos y dependiendo de la parte del proceso se clasifica como desperdicio en parte húmeda y seca, los desperdicios de la parte húmeda son generados antes que el cartón pase por la actividad de planchado y los desperdicios de la parte seca con todos los defectos de calidad de la lámina de cartón en su etapa final de fabricación, otro desperdicio que se asigna al área de corrugadora son los sobrante de láminas , estos se devuelven para ser revisados ,si se pueden usar en un próximo pedido se las almacena y si no hay pedidos ingresados de las mismas características de lámina se destruye y se vende como desperdicio.

Se realiza una revisión de las toneladas de cartón procesadas en esta máquina, se utiliza información ya registrada por la empresa durante el periodo del año 2019. En la tabla 4 se muestran las toneladas de cartón corrugado para máquina del proceso de conversión.

Maquina	Toneladas Procesadas
KO6	4,757,991
WA2	3,818,018
KO5	2,625,409
JS1	1,545,507
MA1	1,474,079
JS2	1,131,651
KO7	686,275
MA2	635,155
WA1	573,527
SI1	567,265
<b>Total</b>	<b>17,814,877</b>

Tabla 4 Toneladas procesadas en las máquinas de conversión durante un año

(Fuente: Investigación de campo)

En los desperdicios asignados al área de Corrugadora tenemos el desperdicio generado en la parte húmeda de la fabricación de lámina (empates y reventones) llamada así por que en esta parte del proceso las bobinas están en contacto con vapor para abrir la fibra y aplicación del adhesivo de almidón el cual tiene la función de juntar los diferentes papeles que conforman la lámina de cartón, este desperdicio se genera por algún error operativo o de máquina en el momento de cambio de bobinas. Los otros dos indicadores de desperdicio de esta área son las láminas que tienen problemas de calidad, estas se rechazan y no continúan al siguiente proceso y por último el desperdicio que se genera por todos los sobrantes que no fueron procesados en el proceso de conversión que se devuelven al área de corrugadora, en el caso que no se vaya a procesar pasa a destrucción y suma al desperdicio del área de corrugadora, este desperdicio es denominado devolución de impresas, mientras las láminas sobrantes no hayan sido destruidas no está clasificado como desperdicio sino como un producto en proceso.

Se utilizan los datos de la recolección de desperdicio de los últimos cuatro meses del 2019 para identificar la mayor fuente de desperdicio. En la figura de 3.11 se muestra un gráfico de cajas de las toneladas de desperdicio totales de corrugadora continuando con el desperdicio generado por devolución de impresas, producto no conforme culminando con el de empates y reventones, identificando que en toneladas la devolución de productos terminado es la de mayor fuente de desperdicio del área de corrugadora.

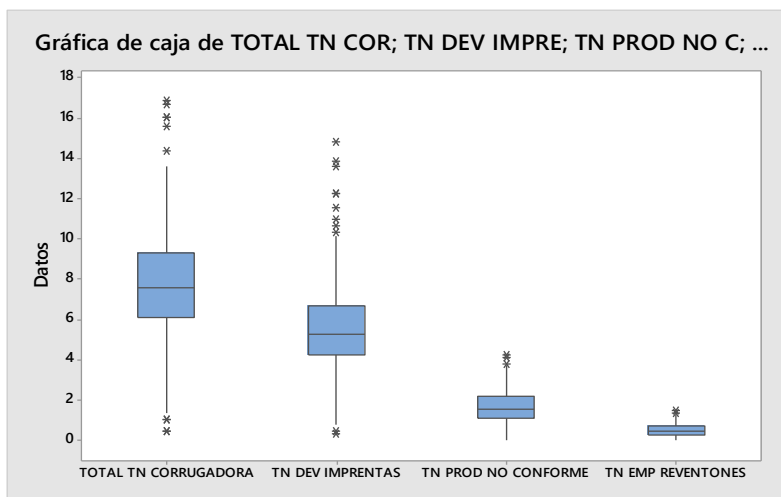


Figura 3.11 Diagrama de cajas de Toneladas de desperdicio de área de Corrugadora

(Fuente: Investigación de campo)

Como la medición del indicador de desperdicio se elabora en porcentajes se divide cada valor de toneladas de desperdicio para el consumo de papel de toda la organización teniendo el aporte real en porcentaje al indicador del área de corrugadora, también se realiza una prueba de hipótesis para identificar que el porcentaje de desperdicio de las dos mayores fuentes de desperdicio es el mayor, obteniendo los resultados de la figura 3.12.

$\mu_1$ : Porcentaje promedio de desperdicio por devolución de imprenta

$\mu_2$ : Porcentaje promedio de desperdicio de producto no conforme corrugadora

Ho:  $\mu_1 < \mu_2$

Vs

H1:  $\mu_1 > \mu_2$

Prueba T e IC de dos muestras: % Desperdicio Dev. Imprenta; %Desperdicio No Confome				
T de dos muestras para % Desperdicio Dev. Imprenta vs. %Desperdicio No Confome				
	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
% Desperdicio Dev. Impre	332	0.01293	0.00516	0.00028
%Desperdicio No Confome	348	0.00416	0.00283	0.00015

Diferencia =  $\mu$  (% Desperdicio Dev. Imprenta) -  $\mu$  (%Desperdicio No Confome)  
 Estimación de la diferencia: 0.008770  
 Limite inferior 95% de la diferencia: 0.008240  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 27.28 Valor p = 0.000 GL = 508

Figura 3.12 Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado y local

(Fuente: Investigación de campo)

Se rechaza la hipótesis nula por el estadístico de prueba, y se puede concluir que no hay evidencia estadística para indicar que el porcentaje de desperdicio por devolución de imprenta es menor que el porcentaje de desperdicio por producto no conforme, en la figura 3.13 se puede observar la gráfica de cajas de la prueba de hipótesis para diferencias de medias

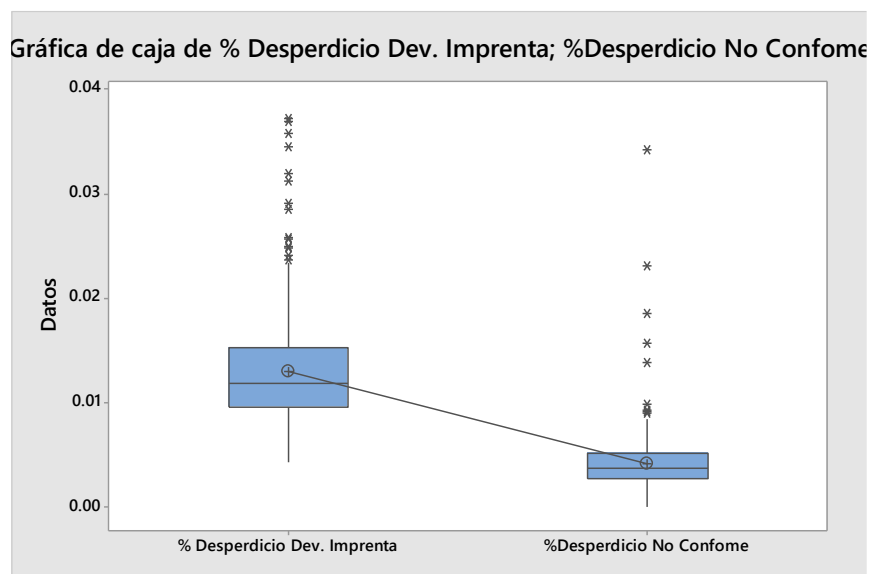


Figura 3.13 Diagrama de cajas de los porcentajes de desperdicio importado y compra local

(Fuente: Investigación de campo)

Para la fabricación de las láminas de producto en proceso se tiene una política en la cual todos los pedidos menores o igual a 1.000 unidades se tiene que fabricar 100 unidades adicionales mientras que para los pedidos entre 1.000 a 5.000 se fabrican 200, para pedidos entre 5.000 a 10.000 se fabrican 300 láminas adicionales y para mayores a 10.000 unidades se sacan el 5% adicional al pedido.

En la tabla 5 se muestra el resumen de los porcentajes de desperdicios asignados al área de corrugadora, esta información fue verificada con el jefe del área indicando que se tiene una cantidad mayor por trituración de material sobrante.

Desperdicios del área de Corrugadora	
Factor X	Porcentajes
Empates y Reventones	0.12%
Devolución de imprentas	1.29%
Producto No conforme	0.40%
Desperdicio total corrugadora	1.81

Tabla 5 Toneladas procesadas en las máquinas de conversión durante un año

(Fuente: Investigación de campo)



En la revisión del proceso de corrugado se pudo identificar los desperdicios por producto no conforme ver figura 3.14, desperdicios de empates y reventones ver figura 3.15 y desperdicio de material sobrante ver figura 3.16.



Figura 3.14 Desperdicio de papel en el área de Corrugadora denominado no conforme

(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.15 Desperdicio de papel en el área de Corrugadora denominado empates y reventones

(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.16 Desperdicio de papel en el área de Corrugadora devolución de imprenta (Sobrantes)

(Fuente: Investigación de campo)

**Conclusión:** Se demostró estadísticamente que existe una diferencia, significativa y que la hipótesis en la que indicamos que el desperdicio por devolución de imprenta es mayor que el desperdicio generado por el producto no conforme de la máquina corrugadora es aceptado. Este resultado nos indica que hay un problema en los sobrantes de láminas que no son procesados en el área de conversión, estas laminas adicionales se fabrican con el fin de realizar el alistamiento de máquina, y cubrir algún problema en la operación de conversión.

### **Conversión**

En área de fabricación de cajas se analiza desde la revisión del programa de producción, producción hasta el ingreso a la bodega de materia prima. En la figura 3.17 se muestra el proceso de fabricación.

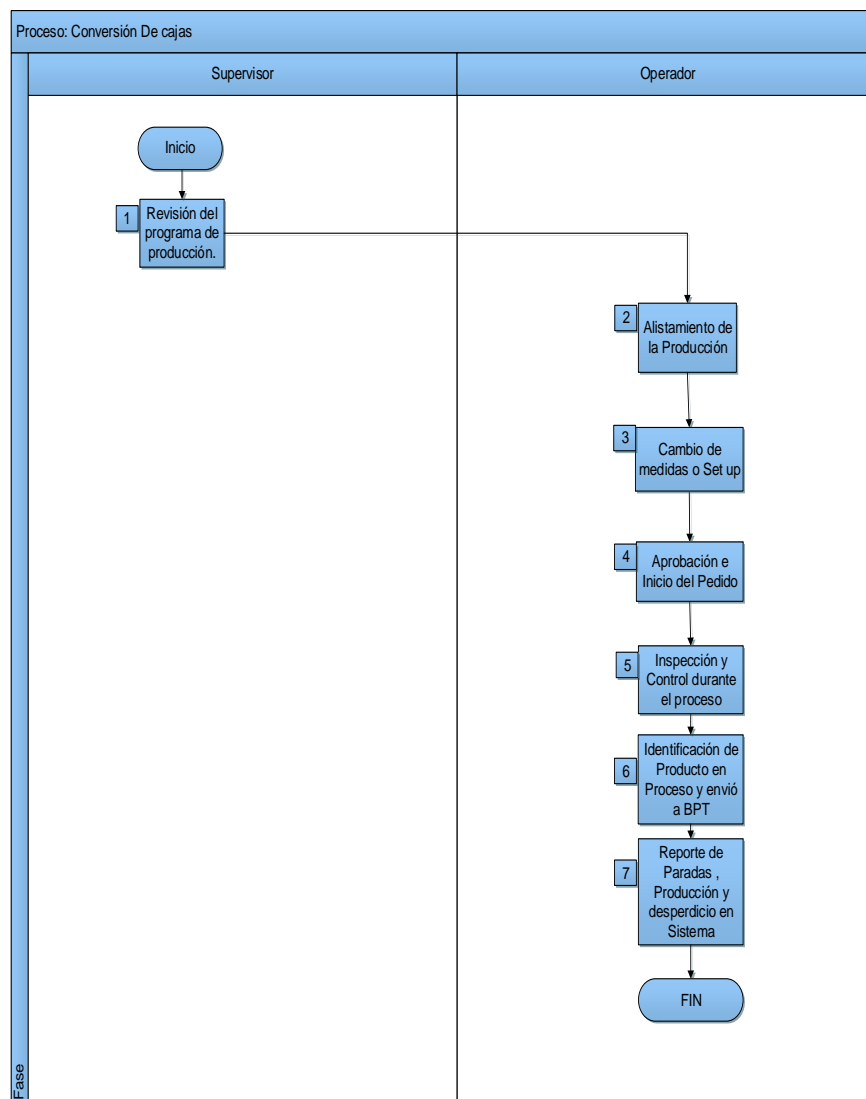


Figura 3.17 Proceso de producción de cajas

(Fuente: Investigación de campo)

En el área de conversión se tienen diez máquinas impresoras que transforman la lámina de cartón corrugado en una caja. Dentro del proceso de conversión existen tres clasificaciones que identifican el tipo de producto que procesa cada máquina.

El primer segmento es el bananero y son 3 máquinas que procesan este tipo de productos y son:

- Maquina KO6, fabrica fondos de banano
- Maquina KO5, fabrica tapas de banano
- Maquina WA2, fabrica tapas/fondos de banano

El segundo segmento es el industrial con fabricación de cajas tipos regulares y son 4 máquinas que procesan este tipo de productos y son:

- Maquina MA1, fabrica fondos de banano
- Maquina MA2, fabrica tapas de banano
- Maquina JS1224, fabrica tapas/fondos de banano
- Maquina SI1, fabrica tapas/fondos de banano

El tercero segmento es el industrial con fabricación de cajas tipos troqueladas abiertas y son 3 máquinas que procesan este tipo de productos y son:

- Maquina WA1, fabrica fondos de banano
- Maquina JS1628, fabrica tapas de banano
- Maquina KO7, fabrica tapas/fondos de banano

En la tabla 6 se muestra el total de ordenes procesadas durante el año 2019, las máquinas que más pedidos fabrican son la MA1 Y JS1224.

Máquina	Ordenes procesadas
MA1	7,550
JS1224	4,430
WA2	4,269
KO6	3,840
WA1	3,515
SI1	3,492
JS1628	2,664
KO5	2,465
KO7	2,412
MA2	2,207
Total	42,496

Tabla 6 Pedidos procesados por maquina en el área de conversión durante 1 año

(Fuente: Investigación de campo)

El desperdicio asignado al área de Conversión tiene una sola clasificación y es producto no conforme. Se realiza un análisis de estadística descriptiva mostrado en la figura 3.18 se puede identificar que la máquina KO6 es la de mayor flujo en toneladas, esto se debe al tipo de producto que se procesa en esta imprenta. La máquina procesa

únicamente fondos de bananos donde el peso de cada metro cuadrado es de los más altos que se fabrican en la organización, a continuación, está la imprenta KO5 y la imprenta WA2 estas dos últimas procesan el complemento del fondo de banano que es la tapa de banano.

La caja de banano en sus diferentes partes tanto en la tapa como el fondo tienen un peso por metro cuadrado alto por lo que los desperdicios de estas imprentas representan el 51 % del total de desperdicio del área de conversión.

En un cuarto lugar está la imprenta MA1 que fabrica cajas regulares o convencionales para el mercado industrial, esta es una imprenta con características de alistamientos rápidos y es la máquina que más pedidos procesa en un rango de registros de un año, ver tabla 1

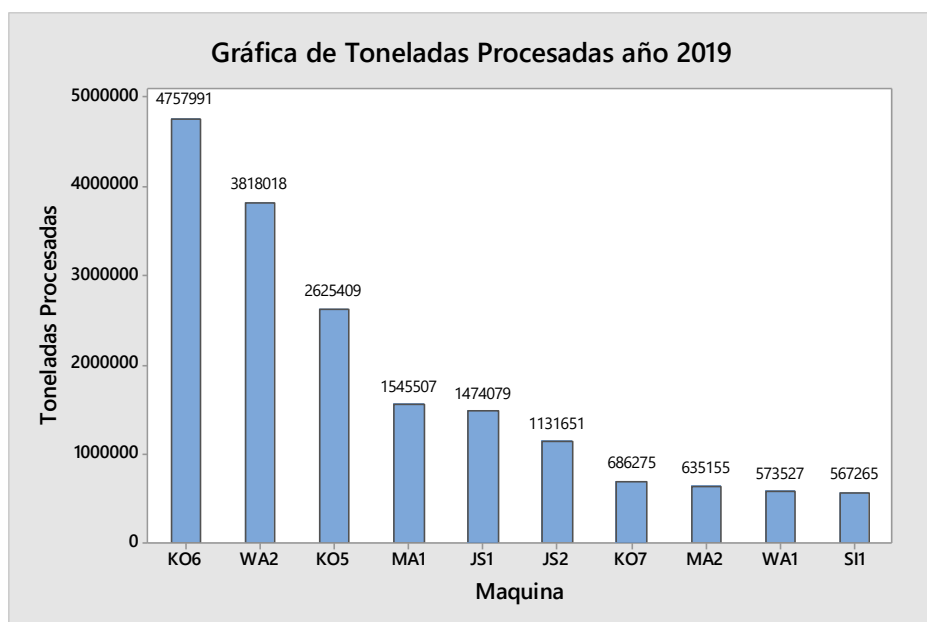


Figura 3.18 Toneladas procesadas en conversión año 2019

(Fuente: Investigación de campo)

El indicador de desperdicio del área de conversión se calcula dividiendo la sumatoria de todos los desperdicios de las diferentes máquinas para consumo de papel global de la organización sin embargo para tener una medición unitaria para cada máquina se utiliza un indicador local el cual se calcula dividiendo el desperdicio generado en la máquina para el total de toneladas procesadas por esa misma máquina, mediante este indicador se puede identificar cuáles son las máquinas por las que están generando un desperdicio mayor tomando como referencia las toneladas

procesadas. En la figura 3.19 se muestran los estadísticos descriptivos de los porcentajes de desperdicios para cada una de las imprentas.

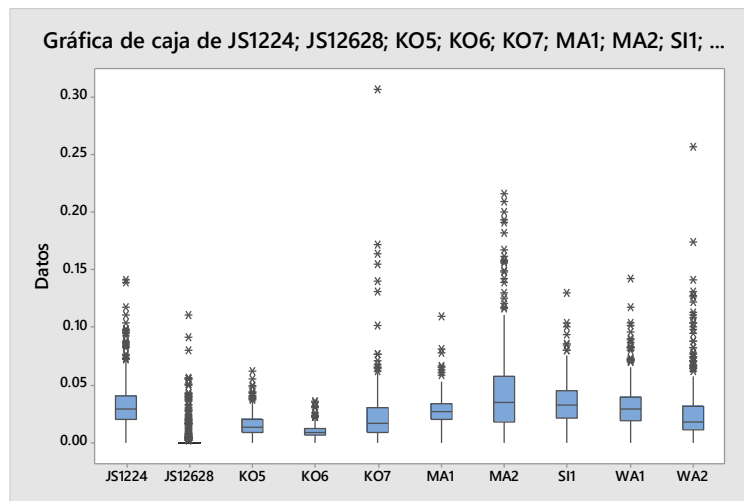


Figura 3.19 Porcentajes de desperdicios en el área de conversión

(Fuente: Investigación de campo)

En la tabla 7 se muestra el resumen de los porcentajes de desperdicios asignados al área de conversión, esta información fue verificada con el jefe del área indicando que se tiene una cantidad mayor de desperdicio en las imprentas del mercado industrial específicamente en la MA1 Y JS1, indicándonos que la máquina que procesa más pedidos es la MA1 esto fue verificado en la tabla 6 mostrada anteriormente.

Desperdicios del área de Conversión	
Factor X	Porcentajes
Desperdicio KO5	1.52%
Desperdicio KO6	1.00%
Desperdicio KO7	2.27%
Desperdicio MA1	4.28%
Desperdicio MA2	1.40%
Desperdicio S11	3.22%
Desperdicio WA2	2.66%
Desperdicio WA1	3.16%
Desperdicio JS1224	3.34%
Desperdicio JS1628	5.27%

Tabla 7 Porcentajes de Desperdicio del área de Conversión

(Fuente: Investigación de campo)

En la revisión del proceso de conversión se pudo identificar los desperdicios de la imprenta MA1 como se muestra en la figura 3.20



Figura 3.20 Desperdicio de cartón en el área de Conversión denominado no conforme

(Fuente: Investigación de campo)

**Conclusión:** Se identificó las tres máquinas de mayor flujo de material en el proceso de conversión y son las que procesan cajas para el mercado bananero, para estas máquinas el indicador de desperdicio es inversamente proporcional al consumo de la imprenta debido al tamaño de los lotes que se procesan y al peso básico de las cajas, mientras la maquina MA1 tiene un porcentaje de desperdicio de 4.28% el más alto de todas las máquinas, así como también la de más pedidos fabricados

### Planificación

En área de planificación se analiza desde la revisión del inventario de papel hasta el lanzamiento del programa de producción. Se pudo identificar una gran cantidad de desperdicio en combinaciones de papeles de uso estacional. En la figura 3.21 se muestra el proceso de fabricación.

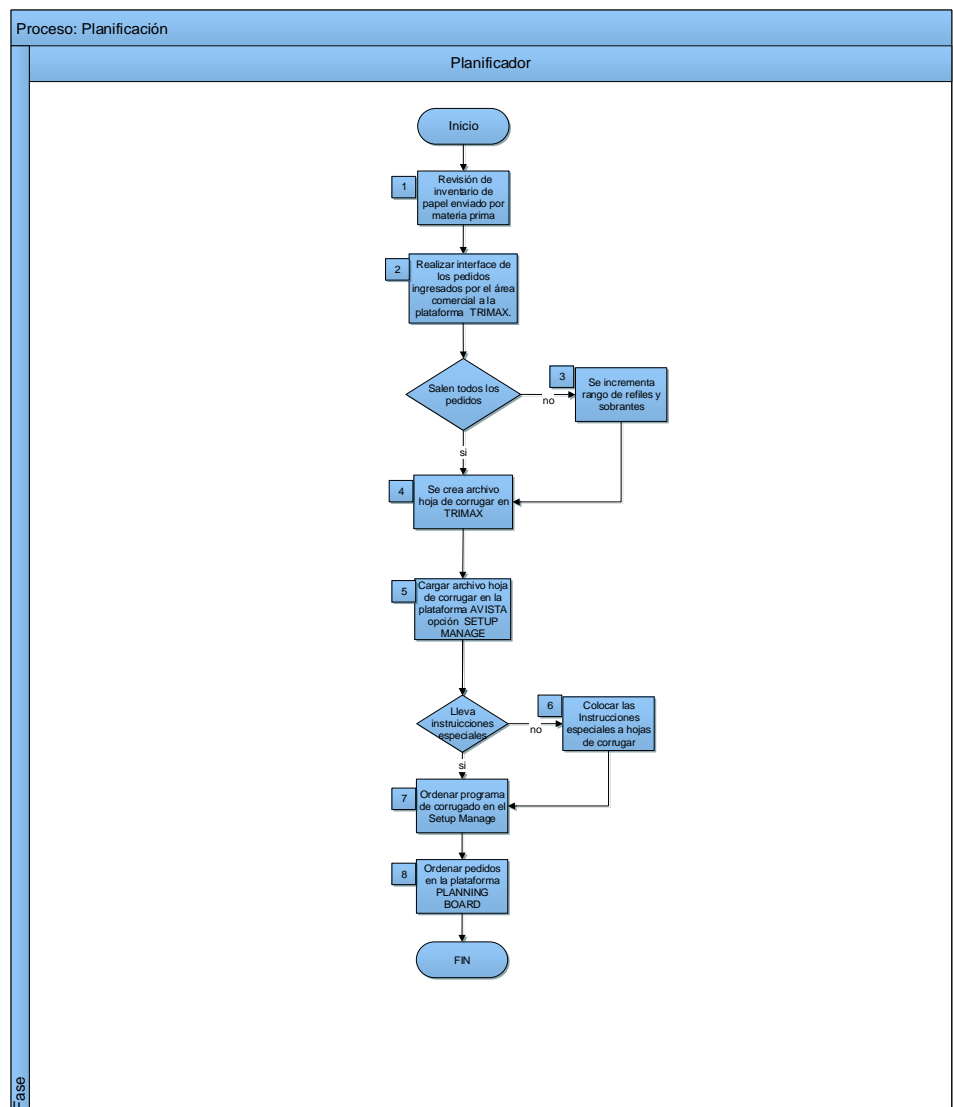


Figura 3.21 Proceso de planificación

(Fuente: Investigación de campo)

En la planificación se tienen diez anchos disponibles para poder combinar los diferentes pedidos solicitados por los clientes. El ancho



mínimo que se puede procesar es de 1.500 m, cualquier bobina menor a ese ancho simplemente no se puede producir, estos anchos también hacen ineficiente al proceso de corrugado sin embargo desde la planificación se programan anchos de 1.550 m, 1.750 m y 1.900m debido a que son bobinas que ya tienen un proceso previo de impresión de alta gráfica, estas cajas son de exportación atunera , cajas tipo maletín navideñas, donde los costos por refiles altos están incluidos en el costo de fabricación de esos pedidos el cual es de \$1500 dólares la tonelada. La impresión de las bobinas es un valor agregado que se tiene sobre la competencia puesto que en Ecuador solo en esta empresa se imprime de esta manera, la manera convencional de dar la impresión al cartón es luego de la fabricación de la lámina.

Los anchos mayores a 1.90 m se usan para la fabricación de cartón para los todos mercados no solo el industrial y es donde se debe buscar optimizar la utilización del ancho de las bobinas, se combinan pedidos según su peso básico independiente del mercado de destino, siempre y cuando cumplan indicadores de resistencia, calibre, humedad. Las cajas de mango y tapa de banano tienen las mismas combinaciones de papales utilizándose el ancho 2.50 m debido a que en anchos mayores no se puede programar otra lamina adicional. En los fondos de banano se utiliza los anchos más grandes ya que permiten sacar 7 cabidas con una utilización alta del ancho programado. En la tabla 8 se muestran los anchos disponibles para planificación.

Anchos útiles	Metros
Ancho 1	1,55
Ancho 2	1,75
Ancho 3	1,90
Ancho 4	2,05
Ancho 5	2,24
Ancho 6	2,50
Ancho 7	2,61
Ancho 8	2,68
Ancho 9	2,70
Ancho 10	2,74

Tabla 8 Anchos actuales de bobinas

(Fuente: Investigación de campo)

El desperdicio asignado al área de Planificación tiene una sola clasificación y es el refile por corte longitudinal llamado trim, los tres primeros anchos que mayor refile tienen en el proceso de corrugado son los de 1.55 m, 1.75 m y 1.90 m sin embargo en estos anchos se cobra el

desperdicio generado por el proceso de impresión de bobina más no así en el resto de anchos donde no hay diferenciación con la competencia. El cálculo del porcentaje trim es estándar para la industria de las empresas cartoneras y se calcula dividiendo el ancho Programado para el ancho útil de planificación.

$$TRIM = \left( 1 - \left( \frac{\text{Ancho Programado}}{\text{Ancho Util}} \right) \right) * 100$$

En la siguiente grafica 3.22 se muestra que el ancho de 2.50 m y 2.24 m son los más altos en media de trim, luego de descartar los anchos que se usan para el proceso de impresión de alta gráfica.

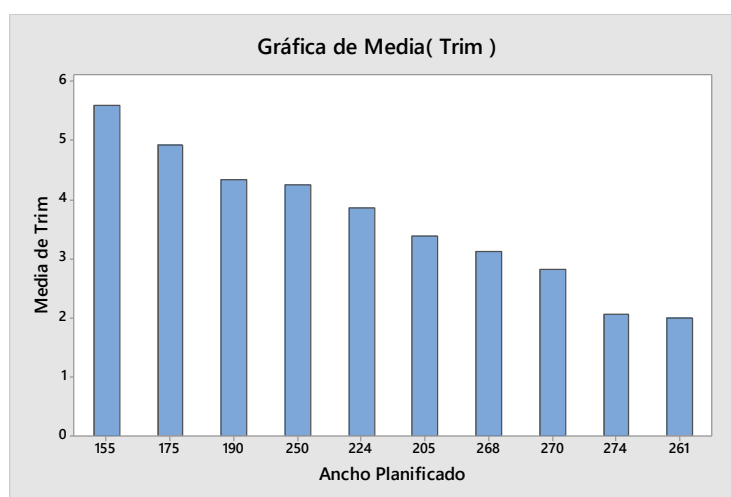


Figura 3.22 Diagrama de barras de medias de porcentaje de trim para cada ancho programados durante 1 año

(Fuente: Investigación de campo)

Se hace la revisión de un análisis estadístico de la media de trim y de las toneladas procesadas obteniendo una media de trim de 4.2% la desviación estándar de 2.73 nos indica que hay ocasiones donde se tiene una variación alta.

Estadísticos descriptivos: Trim; Kg Consumidos							
Variable	Ancho Planificado	N	N <sup>a</sup>	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mediana
Trim	155	342	0	5.601	0.285	5.276	2.452
	175	304	0	4.921	0.128	2.223	4.000
	190	508	0	4.345	0.217	4.887	1.744
	205	104	0	3.388	0.208	2.119	2.907
	224	1895	0	3.8532	0.0589	2.5627	3.1168
	250	957	0	4.2505	0.0884	2.7354	3.8223
	261	679	0	1.9669	0.0781	2.8336	1.1236
	268	6309	0	3.1267	0.0119	2.2715	2.4137
	270	20	0	2.807	0.365	1.633	2.148
	274	1903	0	2.0697	0.0457	1.9939	1.1678
Kg Consumidos	155	342	0	2104	126	2333	1428
	175	304	0	1874	116	2020	1290
	190	508	0	2147	135	3042	800
	205	104	0	4181	552	5633	2328
	224	1895	0	4485	176	7665	1457
	250	957	0	2468	144	4457	610
	261	679	0	4662	185	4816	3658
	268	6309	0	2501.8	28.6	5459.2	819
	270	20	0	1757	485	2169	1039
	274	1903	0	4747	163	7107	2088

Figura 3.23 Estadísticos Descriptivos de la Toneladas procesadas en conversión

(Fuente: Investigación de campo)

En la tabla 9 se muestra el resumen de los porcentajes de desperdicios asignados al área de planificación, esta información fue verificada con el jefe del área y con el planificador

Porcentajes de desperdicio según el ancho programado	
Ancho	Porcentajes
1.55	5.6
1.75	4.9
1.90	4.3
2.50	4.3
2.24	3.9
2.05	3.4
2.68	3.1
2.70	2.8
2.74	2.1
2.61	2.0

Tabla 9 Porcentajes de Desperdicio del área de Conversión

(Fuente: Investigación de campo)

En la revisión del proceso de corrugado observando el desperdicio asignado a planificación por refiler se pudo identificar refileres altos en el ancho 2.5 m. Ver figura 3.24



Figura 3.24 Desperdicio de papel en el área de Planificación denominado TRIM

(Fuente: Investigación de campo)

**Conclusión:** Se identificó el ancho de 2.5m es el de mayor desperdicio por refile, los anchos menores a 1.90 m no son considerados en el análisis pues el valor agregado que tiene el proceso de alta impresión si justifica el porcentaje de trim adicional.

En la tabla 10 se muestran los factores que afectan directamente al desperdicio, obtenidos mediante la utilización de la herramienta estadísticas y verificadas con los responsables de cada área

Factores enfocados	
Factor X	Área
Desperdicio por daño de capas en el papel importado	Materia Prima
Devolución Lamina por sobrantes	Corrugadora
Producto no Conforme Conversión MA1	Conversión
Porcentaje de trim ancho 2.500 m	Planificación

Tabla 10 Factores enfocados para cada área

(Fuente: Investigación de campo)

El enfoque actual presentado corresponde a la revisión de los registros de cada área durante los últimos cuatro meses del 2019, estos valores son recolectados de manera diaria por el montacarguista que

recolecta los desperdicios de todas las áreas , sin embargo para cada responsable de área no se está identificando nada nuevo por lo que se propone realizar una categorización de cada uno de estos desperdicios y elaborar un plan de recolección de datos para así tener un problema enfocado no con causas generales sino específicas.

### **3.2.2. Plan de recolección de datos**

Se realizó un plan de recolección de datos para las variables de acuerdo a los diferentes factores de desperdicio, en el que se definen las mediciones a realizar y se responden en cada caso el qué, quién, cómo y dónde realizar dicha medición. En la tabla 11 se muestra el plan de recolección de datos definido para el proyecto.

¿Que se mide?			¿Quién la mide?	¿Cómo se mide?		¿Cómo serán usados los datos?
Variable	Unidad	Tipo de dato	Encargado	Método de medición	Método de toma de datos	Como serán usados
Desperdicio por daño de capas en papel importado	Kg	Continuo	Operador / Montacarguista de desperdicio	Pesado por básculas	Registro del peso por montacarguista	Identificar causas que más contribuyen al desperdicio
Desperdicio por sobrantes de laminas	Kg	Continuo	Operador/Montacarguista de desperdicio	Pesado por básculas	Registro del peso por montacarguista	Identificar causas que más contribuyen al desperdicio
Desperdicio por trim ancho 2500	Kg	Continuo	Operador/Montacarguista de desperdicio	Pesado por básculas	Registro del peso por montacarguista	Identificar causas que más contribuyen al desperdicio
Desperdicio en imprenta MA1	Kg	Continuo	Operador/Montacarguista de desperdicio	Pesado por básculas	Registro del peso por montacarguista	Identificar causas que más contribuyen al desperdicio

Tabla 11 Plan de recolección de datos

(Fuente: Investigación de campo)

Para la recolección de datos se diseñaron distintos formatos de acuerdo a la información requerida. Se usó el Formato n°1 (Ver Apéndice A) para la recoger la información de desperdicios de papel importado, sobrantes de láminas, y trim ya que los tres desperdicios están conectados a la maquina corrugadora y para el desperdicio por conversión en la maquina MA1 el formato n°2 (Ver Apéndice A).

Para el calcular el tamaño de la muestra se utiliza el muestreo aleatorio simple para población finita. El proceso de fabricación de cartón es lineal por lo que cada variable de desperdicio corresponde a la operación del eslabón en la cadena de fabricación. Se calcula solo un tamaño de muestra que será usado para cada una de las variables de desperdicio en materia prima, desperdicio en corrugadora, desperdicio en conversión y planificación.

La fórmula utilizada para calcular el tamaño de la muestra se presenta a continuación, y los datos de entrada en la tabla 12.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Simbología	Descripción	Valor
N	Tamaño de la población, se toman los turnos de producción de todo un año	936 turnos
$\sigma$	Desviación estándar de la población	0.5
Z	Valor para un nivel de confianza 95%	1.96
e	Limite aceptable de error muestral	5%
n	Tamaño de muestra	273 turnos

Tabla 12 Calculo de tamaño de muestra

(Fuente: Investigación de campo)

Una vez realizada las mediciones de los diferentes pesos de desperdicios en las diferentes áreas de materia prima, corrugadora, conversión y planificación, se procede al análisis de estos datos con el fin de identificar tendencia que nos puedan ayudar a segmentar un poco más el problema e identificar donde se debe trabajar para reducir el desperdicio controlable de la organización.

Se determinaron las distintas categorías de desperdicio en el área de materia prima enfocados en el daño de capas del importado:

- Desperdicio por manipulación interna: Esta pérdida se genera por la manipulación de la bobina con el montacarga de camp.
- Desperdicio por manipulación externa: Esta pérdida se genera debido al recorrido alto que tiene la importación de bobinas y al embarque y desembarque de las bobinas, esto se importa al granel no viene en contenedor.

Se determinaron las distintas categorías de desperdicio en el área de corrugadora enfocados en los sobrantes de láminas.

- Desperdicio por sobreproducción: Este excedente se genera por evitar dejar saldos de bobinas y se consume todo.
- Desperdicio por defectos de calidad: Este excedente se genera por recuperar el material defectuoso con el fin de enviar el pedido completo al área de conversión
- Desperdicio por planificación: Este excedente se genera desde el envío del plan de producción.

Se determinaron las distintas categorías de desperdicio en el área de conversión enfocados en la imprenta MA1.

- Desperdicio por sobreproducción: Este desperdicio se genera por evitar dejar saldos de láminas, cuando el sobrante es de caja se carga al proceso que lo transformo
- Desperdicio por defectos de calidad: Este defecto se genera en la operación.

Se determinaron las distintas categorías de desperdicio en el área de planificación enfocados en la utilización del ancho 2.50 m.

- Desperdicio de trim en el mercado bananero: Este desperdicio se genera por la combinación de pedidos direccionados a este mercado
- Desperdicio de trim en el mercado industrial: Este desperdicio se genera por la combinación de pedidos direccionados a este mercado

### **Materia Prima**

En la categorización de desperdicio en materia prima por desperdicio de capas en el papel importado se realizó un análisis de todas las causas relacionadas al desperdicio generado en las bobinas importadas desde el mes de noviembre hasta febrero 15 del 2020, se analizaron los 273 turnos de recepción de material y de producción en el punto de consumo, obteniendo el diagrama de barras que se muestra en la figura 3.25.



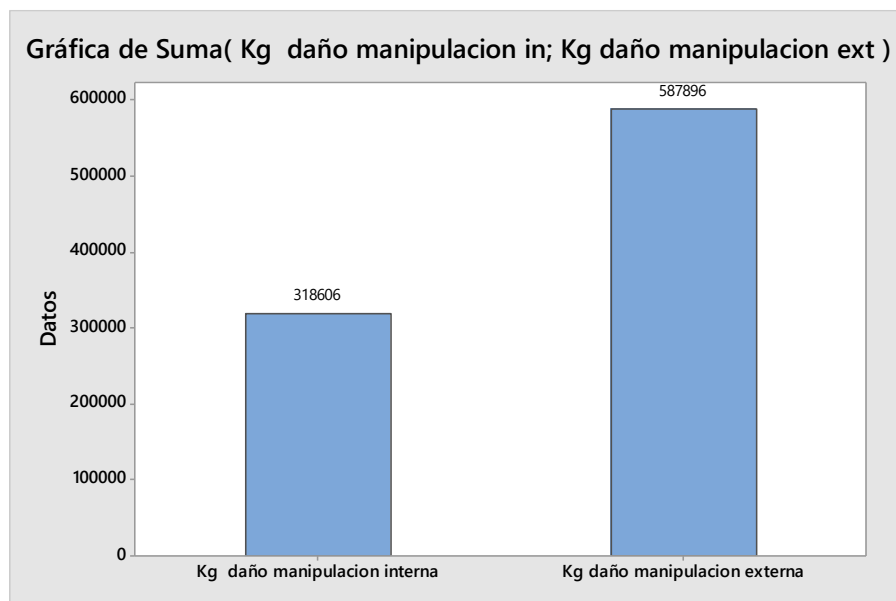


Figura 3.25 Grafica de barras de los desperdicios por papel importados 4 meses noviembre a febrero

(Fuente: Investigación de campo)

El daño de capas que se tiene en la bobina se genera por una mala operación interna o externa, la mala operación interna lo realizan los montacarguistas del área de materia prima y la mala manipulación externa la realizan los operadores logísticos que dan servicio en el puerto marítimo. Se puede observar en la figura 3.25 que la principal causa de desperdicio son las capas dañadas por la manipulación externa, estas bobinas presentan golpes antes de ser descargadas, en segundo lugar, las capas dañadas en la manipulación interna por almacenamiento y tránsito, el proyecto se enfoca en reducir, esta pérdida que representan 1,40 puntos porcentuales de desperdicio.

### Corrugadora

En la categorización de desperdicio en corrugadora por sobrantes de láminas se realizó un análisis de sobrantes para todas las imprentas del área de conversión desde el mes de noviembre hasta febrero 15, se analizaron los 273 turnos, obteniendo el diagrama de barras que se muestra en la figura 3.26.

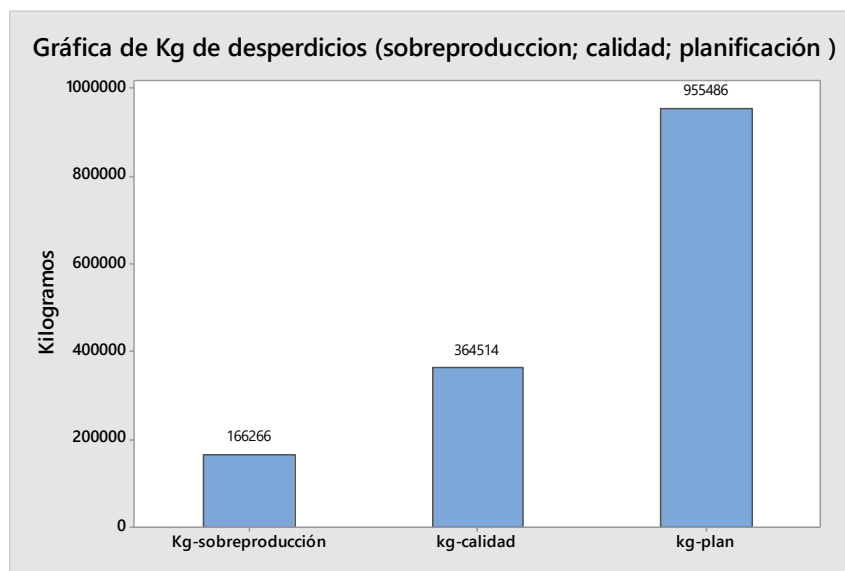


Figura 3.26 Grafica de barras de las categorías de desperdicio durante 4 meses noviembre a febrero

(Fuente: Investigación de campo)

Se puede observar en la figura 3.26 que la principal causa de desperdicio son los sobrantes que vienen desde la planificación, este adicional de láminas se programa para absorber las variaciones de calidad del proceso de conversión y el alistamiento de la máquina. Los sobrantes identificados en el proceso de conversión que tienen defecto de calidad debieron haberse identificado en la actividad de corrugado y no continuar hacia el proceso de conversión, en tercer lugar, el desperdicio generado por la sobreproducción, el proyecto se enfoca en reducir, esta pérdida que representan 1,29 puntos porcentuales de desperdicio en el indicador global de desperdicio.

Se puede observar en la figura 3.27 que la principal máquina que devuelve laminas no procesadas al proceso de corrugadora es la imprenta wa2, el proyecto se enfoca en reducir, esta pérdida que representan 1,29 puntos porcentuales de desperdicio en el indicador global de desperdicio.

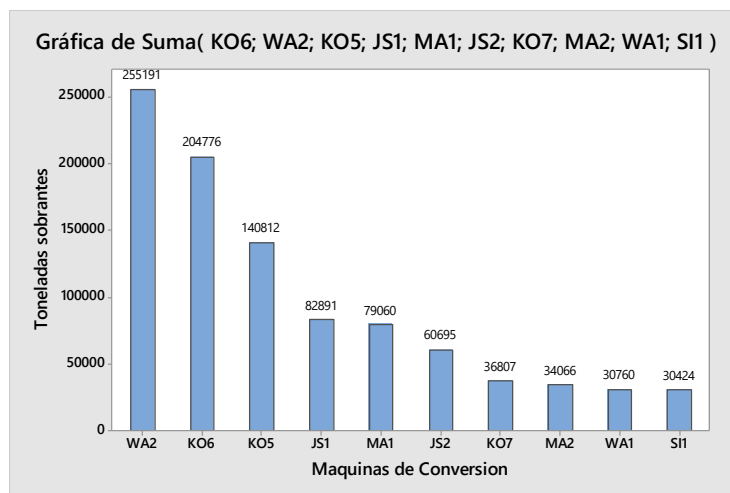


Figura 3.27 Grafica de barras de los desperdicios por sobrantes de 4 meses noviembre a febrero (Fuente: Investigación de campo)

### Conversión

En la categorización de desperdicio en el área de conversión por en la imprenta MA1 se realizó un análisis de todas las causas relacionadas al desperdicio generado en la imprenta MA1 desde el mes de noviembre hasta febrero 15, se analizaron los 273 turnos, obteniendo el diagrama de barras que se muestra en la figura 3.28.

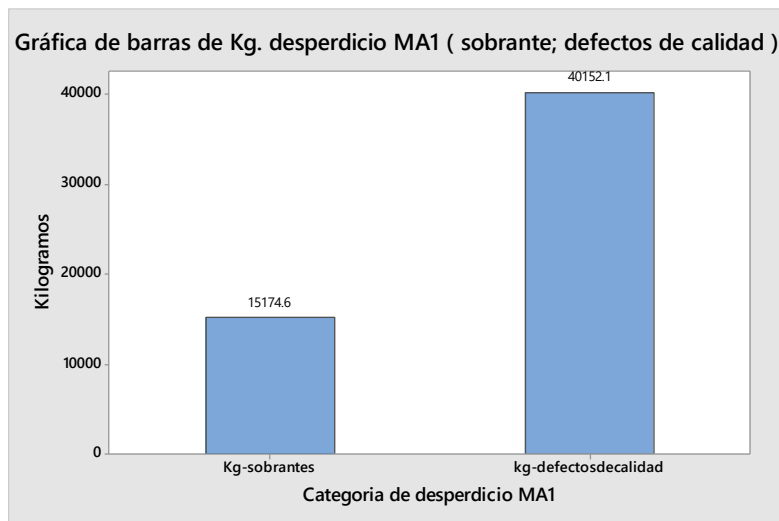


Figura 3.28 Gráfica de barras de los desperdicios por sobrantes de 4 meses noviembre a febrero (Fuente: Investigación de campo)

Se puede observar en la figura 3.28 que la principal causa de desperdicio son los defectos de calidad generados en la operación de la conversión de cajas, entre los diferentes defectos se tiene descuadres problemas de impresión , problemas de ranurados , en segundo lugar el desperdicio generado por la sobreproducción, este adicional de cajas no se puede ingresar a la bodega de producto terminado ya que la mayoría de pedidos se trabajan con cantidades exactas , el proyecto se enfoca en reducir, esta pérdida que representan 4,28 puntos porcentuales de desperdicio en el indicador local de conversión.

### Planificación

En la categorización de desperdicio en el área de planificación en el ancho de bobina 2.5 m se realizó un análisis de todas las causas relacionadas al desperdicio generado en los anchos de 2.5 m desde el mes de noviembre hasta febrero 15, se analizaron los 273 turnos, obteniendo el diagrama de barras que se muestra en la figura 3.29.

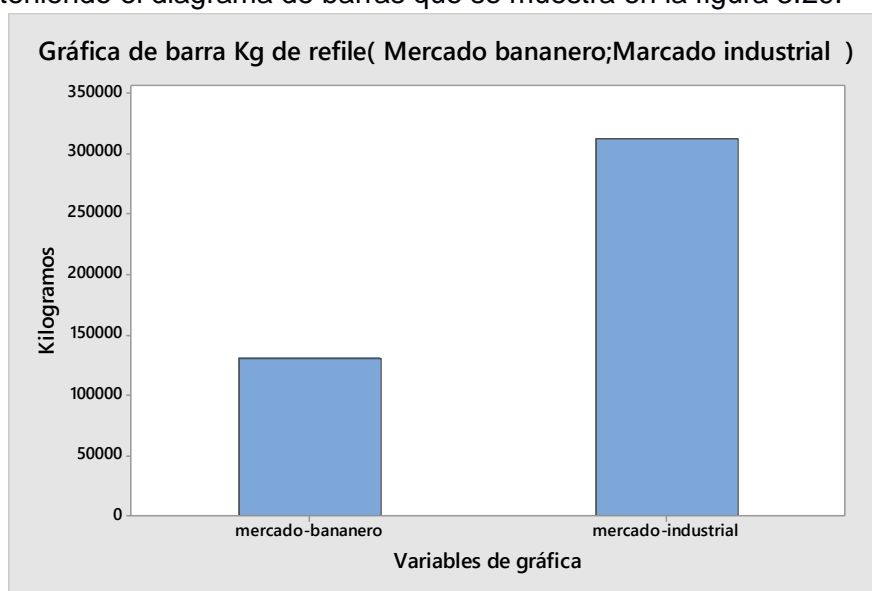


Figura 3.29 Grafica de barras de los desperdicios por sobrantes de 4 meses noviembre a febrero

(Fuente: Investigación de campo)

Se puede observar en la figura 3.30 que la principal causa de desperdicio es re refile en el mercado industrial en este sector se combina cajas regulares del sector industrial y cajas troqueladas del sector agrícola, en segundo lugar, el desperdicio generado por el refile del mercado bananero, el proyecto se enfoca en reducir, esta pérdida que representan

4,28 puntos porcentuales de desperdicio en el indicador local de conversión.

Habiendo revisado los resultados de las mediciones luego del plan de recolección de datos, se utilizó la herramienta de 5W y 2H para identificar los problemas enfocados. Ver tabla 13 .

5W 2H						
QUÉ	DONDE	CUANDO	CUÁNTO	CÓMO	POR QUÉ	QUIÉN
El desperdicio por capas dañadas	En el momento de la recepción de bobinas importadas	En cada desembarque de bobinas	Representa el 1.49% del desperdicio global de la compañía	El daño de las capas se genera en la manipulación de la bobina con el montacarga.	Daño en tránsito de bobinas	Afecta a los resultados locales de bodega de materia prima y los resultados globales de la organización.
Los sobrantes de láminas	En la imprenta WA2	Son generado por cada pedido	Representa el 1.29% del desperdicio global de la compañía	Los sobrantes se generan por el exceso de unidades planificadas	Por las políticas actuales de planificación	Afecta a los resultados locales del arrea y los resultados globales de la organización.
El desperdicio por refile	En la máquina corrugadora	Se genera cuando se fabrica cartón en ancho 2.5 m	Representa el 4.3% del desperdicio de las toneladas procesadas en la corrugadora	El desperdicio de refile al programar los anchos de las diferentes láminas solicitadas en la corrugadora	Por los defectos de ranurados	Afecta a los resultados locales del arrea y los resultados globales de la organización.
El desperdicio por producto no conforme	En la imprenta MA1	Se genera en cada pedido	Representa el 4.28% del desperdicio de las toneladas procesadas en esta imprenta	El desperdicio se genera por el mal corte que realiza la cuchilla ranuradora	Por los defectos de ranurados	Afecta a los resultados locales del arrea y los resultados globales de la organización.

Tabla 13 Herramienta 5W Y 2 H para los problemas enfocados

(Fuente: Investigación de campo)

### 3.3. Análisis

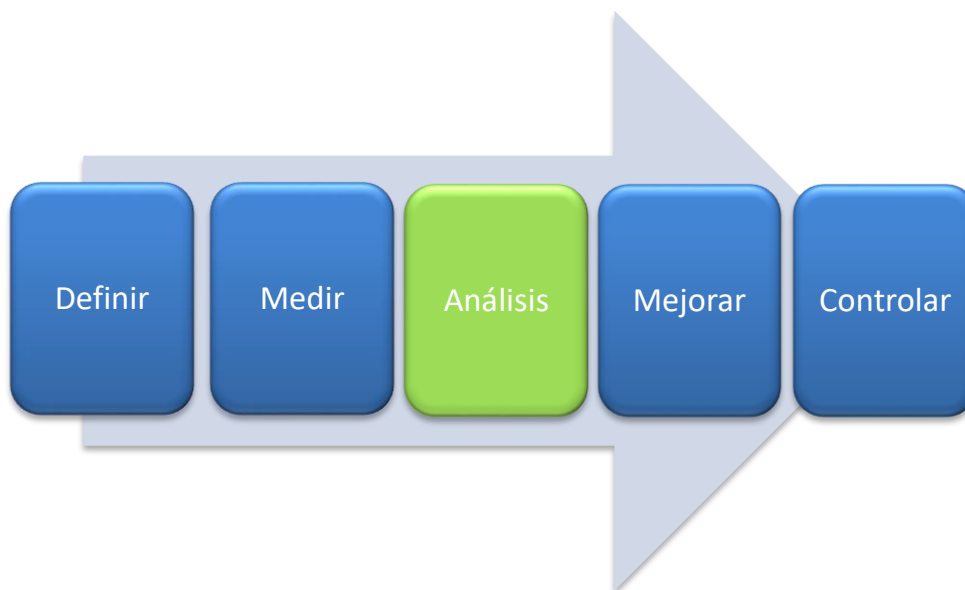


Figura 3.30 Fase de análisis

(Fuente: Autor del proyecto)

Para realizar esta actividad se efectuaron los siguientes pasos:

- Identificar casusas potenciales mediante reuniones con todo el equipo
- Plan de verificación de causas
- Priorizar causas.
- Determinar la causa raíz de cada problema

#### **Materia Prima**

Para identificar las causas potenciales de los problemas por daños de capas en el papel importado se trabajó con el jefe de materia prima, coordinador de inventarios, jefe de compras, operador de montacargas quien descarga en la empresa y un representante de la empresa que opera en el puerto de Guayaquil. Para esto se utilizó el diagrama de causa y efecto con el fin de identificar las causas potenciales del desperdicio en el papel importado. A continuación, en la figura 3.31 se muestra el gráfico de Ishikawa del primer problema enfocado relacionado al área de materia prima.

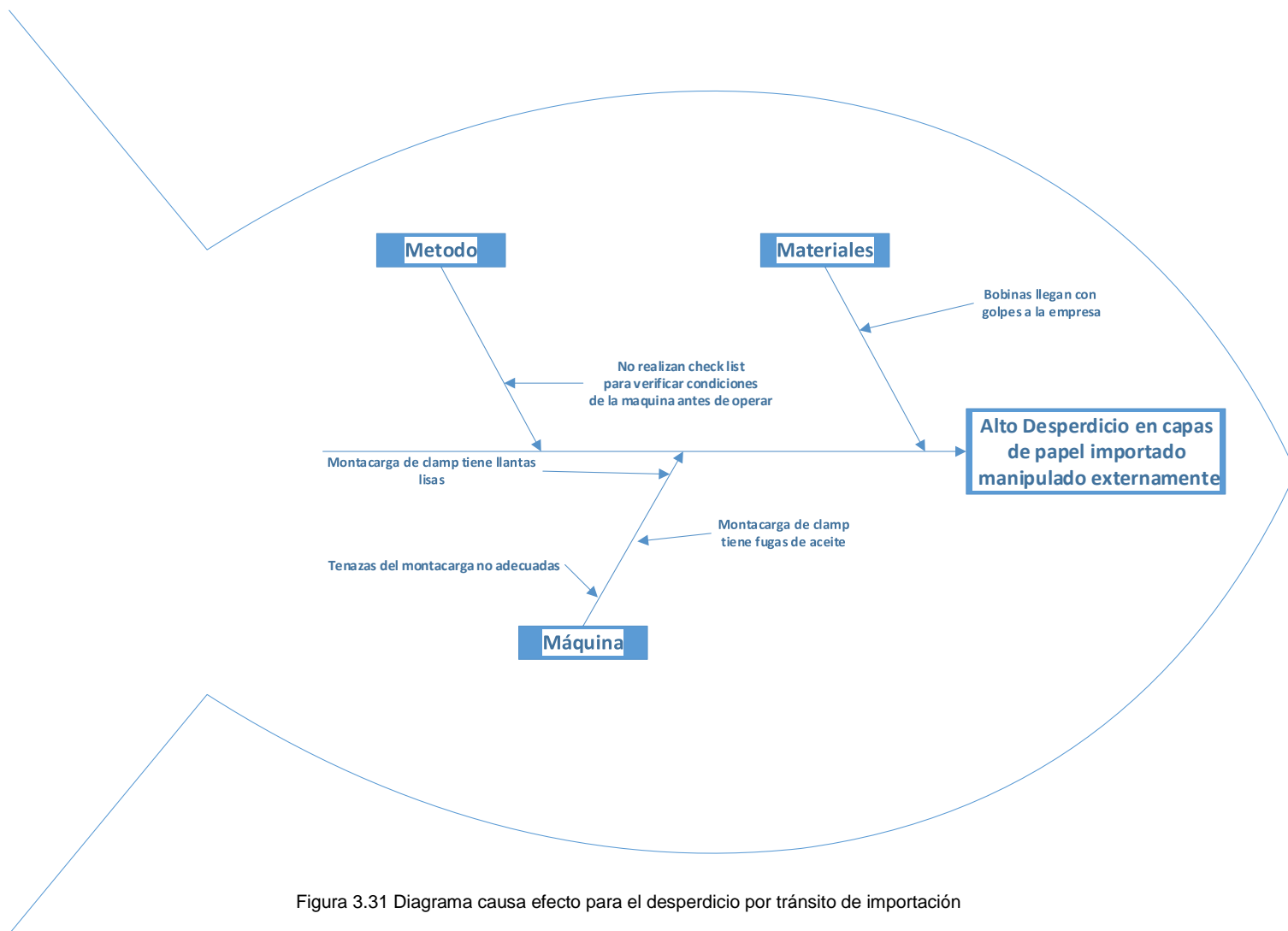


Figura 3.31 Diagrama causa efecto para el desperdicio por tránsito de importación

(Fuente: Investigación de campo)



Para la verificación de causas se utilizó la técnica de observación directa yendo al área de materia prima donde se genera el desperdicio y realizando una auditoría al proveedor que realiza la operación logística en el puerto., también nos indicó que los montacargas tienen una operación estándar para todos los clientes y la revisión de las condiciones del montacarga solo se la realiza cuando entran a mantenimiento.

Entre las causas tenemos:

- Montacarga de clamp tiene las llantas lisas. Ver figura 3.32
- Tenazas del montacarga no adecuadas. Ver figura 3.33
- Montacarga con fuga de aceite. Ver figura 3.34
- No realizan lista de chequeo para verificar condiciones de la maquina antes de operar. (Proveedor no presento lista de chequeo)
- Bobinas llegan con golpes a la empresa. Ver figura 3.35



Figura 3.32 Llantas lisas en montacarga de clamp  
(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.33 Tenazas de montacarga no adecuadas  
(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.34 Montacarga con fuga de aceite  
(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.35 Bobinas llegan con golpes  
(Fuente: Investigación de campo)

### **Corrugadora**

Para identificar las causas potenciales de los problemas definidos se trabajó con el jefe de corrugadora, supervisor de producción, planificador de la producción, operadores del proceso de fabricación de láminas y cajas. Para esto se utilizó el diagrama de causa y efecto con el fin de identificar las causas potenciales del desperdicio generado por sobrantes. A continuación, en la figura 3.36 se muestra el gráfico de Ishikawa del segundo problema enfocado relacionado al área de corrugadora.

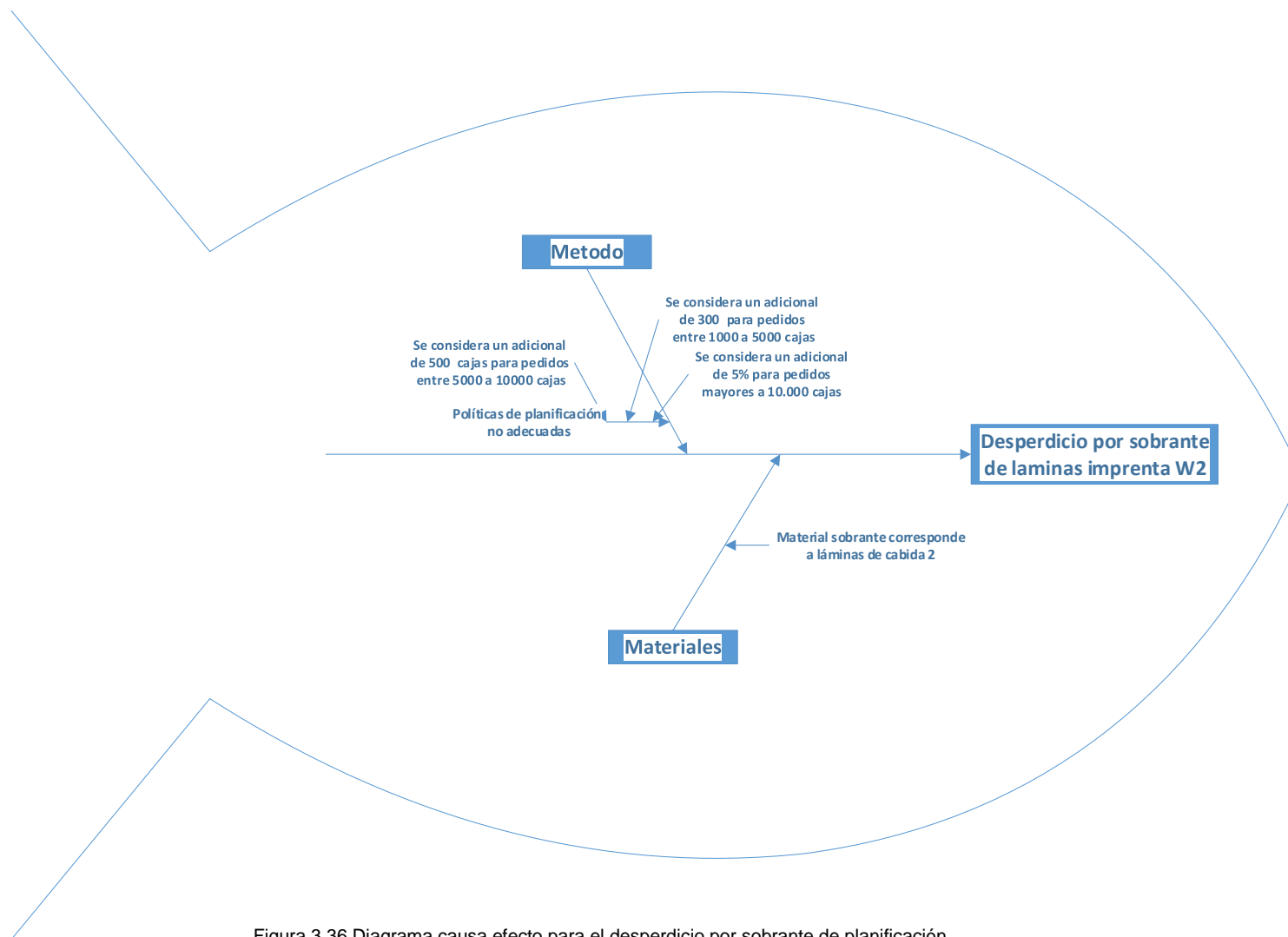


Figura 3.36 Diagrama causa efecto para el desperdicio por sobrante de planificación  
(Fuente: Investigación de campo)

Para la verificación de causas se utilizó la técnica de observación directa yendo al área de corrugadora donde se genera el desperdicio. Se verificaron que los principales sobrantes corresponden a laminas que tienen ruta de operación a la máquina W2, entre las causas tenemos:

- Políticas de planificación no adecuadas.
- Se considera un adicional de 300 para pedidos entre 2001 a 5000 cajas. Ver figura 3.37
- Se considera un adicional de 500 para pedidos entre 5001 a 1000 cajas. Ver figura 3.38
- Se considera un adicional de 5% para pedidos mayores a 10000 cajas. Ver figura 3.39
- Sobrante de láminas cabidas 2. Ver figura 3.40

Procesar Archivo Masters Pedidos Solutions Facturación Inventario de Rollos Producción Producto Terminado Embarques Administración Utilerías														
Ver Pedido														
Pedido Ruta Producción de Clases Troquel FTP Historial Unidades Solicitudes.														
Nro. Pedido:	190313003		Cliente:	JRIANOS S.A. UBESA		Fecha de entrega:	13/03/2019		Status del Pedido:	Embarcado		Prod Status:	SHPC	
Cantidad Pedida:	3600		Cantidad programada:	0		Cantidad en el piso:	0		Cantidad embarcada:	3938		Max Over:	0.0	
Max Qty:	3600		Cantidad a programar:	0		Cantidad a producir:	0		Cantidad a embarcar:	0		Max Under:	0.0	
OC del Cliente:	STOCK		Nro. Artículo:	0101-6996		TAPA PH13K DOLE BIO ORGANIC (DBPH13K) KRAFT		Imprimir		Shipped Loaded%		109 / 0		
Unidades														
Status	No. Unidad	Cantidad de piezas	Tipo	Guia de Remisión	Comentario	Ubicación	Sourceorder	Trailer	Remisiones					
<input checked="" type="checkbox"/>	Consumido	1300							Id Ingreso - Guia					
<input checked="" type="checkbox"/>	Embarcado	3938												
Máquinas														
Máquina	Status	Tiempo de corrida	Cantidad Buena	Cantidad de Desperdicio	Sched Qty	Tipo de Desperdicio	Facturas							
BH51	schedComplete	13/03/2019 22:05:18 - 22:10:35	1332	0	1300		Factura							
W2	Complete	13/03/2019 23:00:01 - 23:51:00	3938	45	1332	CCTB - Laminas no Conforme	Tiempo							

Figura 3.37 Planificación de 300 cajas adicionales en pedido de 3600 cajas  
(Fuente: Investigación de campo)

Procesar Archivo Masters Pedidos Solutions Facturación Inventario de Rollos Producción Producto Terminado Embarques Administración Utilerías														
Ver Pedido														
Pedido Ruta Producción de Clases Troquel FTP Historial Unidades Solicitudes.														
Nro. Pedido:	190103000		Cliente:	JRIANOS S.A. UBESA		Fecha de entrega:	04/01/2019		Status del Pedido:	Embarcado		Prod Status:	SHPC	
Cantidad Pedida:	7500		Cantidad programada:	0		Cantidad en el piso:	0		Cantidad embarcada:	7735		Max Over:	0.0	
Max Qty:	7500		Cantidad a programar:	0		Cantidad a producir:	0		Cantidad a embarcar:	0		Max Under:	0.0	
OC del Cliente:	STOCK		Nro. Artículo:	0101-5187		TAPA SF-101_SV_PREMIUM_DOLE_BANANAS_PR1120NPH_T_KRAFT.		Imprimir		Shipped Loaded%		103 / 0		
Unidades														
Status	No. Unidad	Cantidad de piezas	Tipo	Guia de Remisión	Comentario	Ubicación	Sourceorder	Trailer	Remisiones					
<input checked="" type="checkbox"/>	Consumido	2648							Id Ingreso - Guia					
<input checked="" type="checkbox"/>	Embarcado	7735												
Máquinas														
Máquina	Status	Tiempo de corrida	Cantidad Buena	Cantidad de Desperdicio	Sched Qty	Tipo de Desperdicio	Facturas							
BH51	partial	04/01/2019 17:37:57 - 17:39:31	199	0	197		Factura							
BH51	schedComplete	04/01/2019 17:39:31 - 17:48:07	2432	0	2438		Tiempo							
K05	Complete	05/01/2019 16:35:01 - 17:54:00	7735	105	2631	CCTB - Laminas no Conforme								

Figura 3.38 Planificación de 500 cajas adicionales en pedido de 7500 cajas  
(Fuente: Investigación de campo)

Vof Pedido									
Pedido	Ruta	Producción de Clases	Troquel	FTP	Historial	Unidades	Solicitudes		
Nro. Pedido:	190226009	Cliente:	UNION DE BANANEF	Fecha de entrega:	27/02/2019	Status del Pedido:	Embarcado	Prod Status:	SHPC
Cantidad Pedida:	30000	Cantidad programada:	0	Cantidad en el piso:	0	Cantidad embarcada:	30750	Max Over:	0,0
Max Qty:	30000	Cantidad a programar:	0	Cantidad a producir:	0	Cantidad a embarcar:	0	Max Under:	0,0
OC del Cliente:	STOCK	Nro. Artículo:	0101-6023	TAPA 22XU_PREMIUM_DOLE_BANANAS_PR22XUW_L/B		Imprimir	Shipped Loaded%	103 / 0	
Unidades									
Status	No. Unidad	Cantidad de piezas	Tipo	Guia de Remisión	Comentario	Ubicación	Sourceorder	Trailer	Remisiones
Consumido		10500							
Embarcado		30750							
Máquinas									
Máquina	Status	Tiempo de corrida	Cantidad Buena	Cantidad de Desperdicio	Sched Qty	Tipo de Desperdicio	Facturas		
BH51	partial	27/02/2019 0:01:27 - 0:16:55	1240	0	0		Factura	Tempo	
BH51	schedComplete	27/02/2019 0:36:47 - 1:21:27	9164	0	10500				
WA2	Complete	27/02/2019 2:47:01 - 6:01:00	30750	150	10404	CCTB - Laminas no Conforme			

Figura 3.39 Planificación de 5% de cajas adicionales en pedido de 30000 cajas  
(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.40 Sobrante de lámina cabida 2 con ruta de conversión WA2

(Fuente: Investigación de campo)

En conjunto con el planificador se fue a revisar los sobrantes de láminas ubicados junto a la maquina corrugadora, se identificó mucho material sobrante de cabida 2 sin embargo por ningún lado encontró laminas cabidas 3, las cabidas son las unidades de producto terminado luego de procesar 1 lámina en el área de conversión, se revisaron los criterios para incluir laminas adicionales para el proceso de conversión, indicándonos que se lo hace de manera estándar , no se revisa la cabida al momento de ingresar las unidades adicionales ya que la única variable que se considera es el tamaño del pedido.

### **Conversión**

Para identificar las causas potenciales de los problemas que afectan a la imprenta MA1 por alto desperdicio por defecto de calidad de se trabajó con el jefe de conversión, supervisor de producción, planificador de la producción, operadores del proceso de fabricación de láminas y cajas. Para esto se utilizó el diagrama de causa y efecto con el fin de identificar las causas potenciales del desperdicio generado por sobrantes. A continuación, en la figura 3.41 se muestra el gráfico de Ishikawa del tercer problema enfocado relacionado al área de conversión.

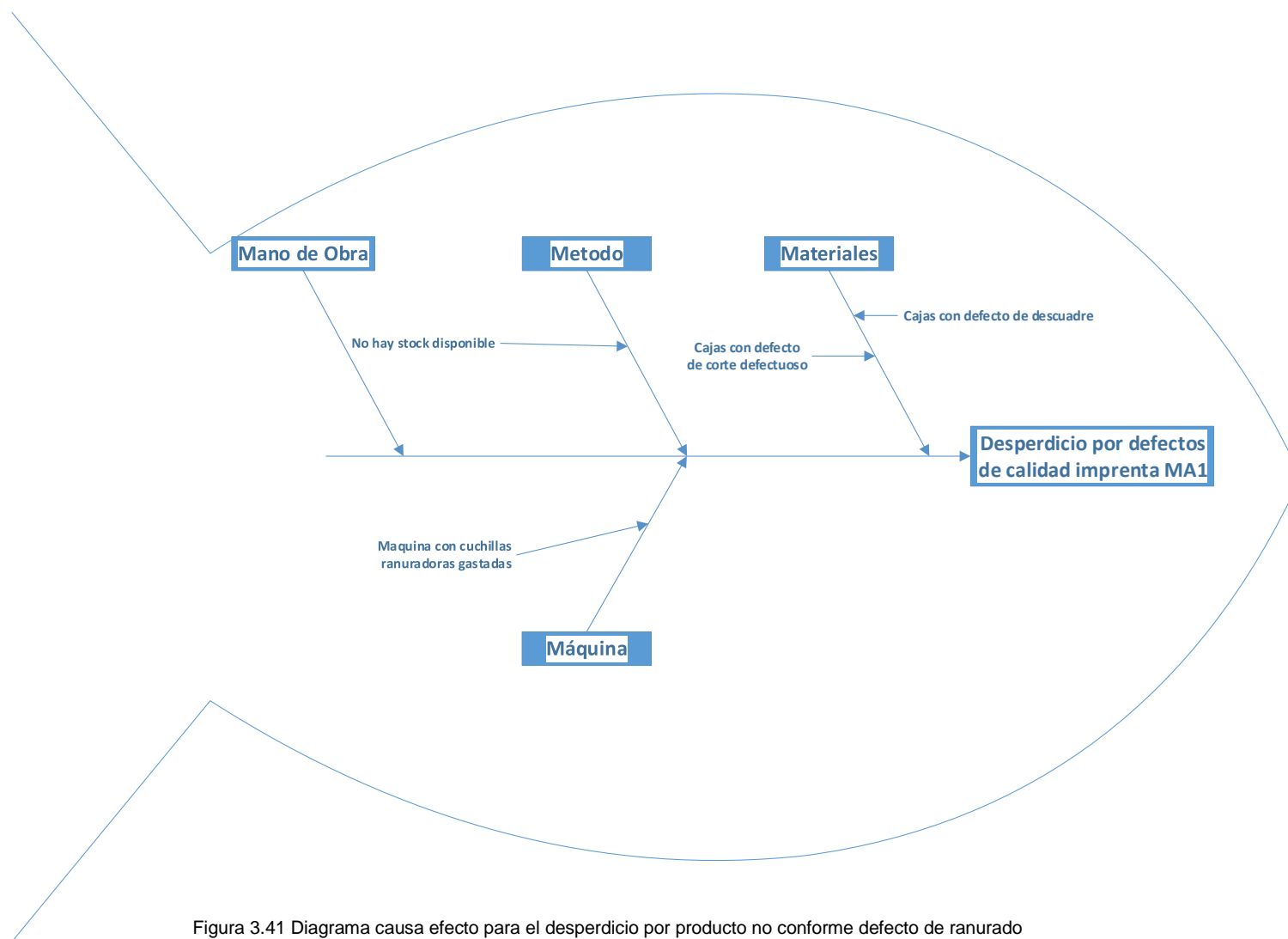


Figura 3.41 Diagrama causa efecto para el desperdicio por producto no conforme defecto de ranurado (Fuente: Investigación de campo)



Para la verificación de causas se utilizó la técnica de observación directa yendo al área de conversión, específicamente a la imprenta MA1 donde se genera el desperdicio, entre las causas tenemos:

- Cajas con defecto por corte defectuoso. Ver figura 3.42
- Cajas con defecto de descuadre. Ver figura 3.43
- Cuchillas ranuradoras gastadas. Ver figura 3.44
- No hay correcto abastecimiento de consumibles. Ver figura 3.45



Figura 3.42 Cajas con defecto por corte defectuoso

(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.43 Cajas con defecto de descuadre

(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.44 Cuchillas ranuradoras gastadas

(Fuente: Investigación de campo)



Figura 3.45 No hay stock en bodega

(Fuente: Investigación de campo)

## Planificación

Para esto se utilizó el diagrama de causa y efecto con el fin de identificar las causas potenciales del desperdicio generado por refile del mercado industrial. A continuación, en la figura 3.46 se muestra el gráfico de Ishikawa del cuarto problema enfocado relacionado al área de planificación.

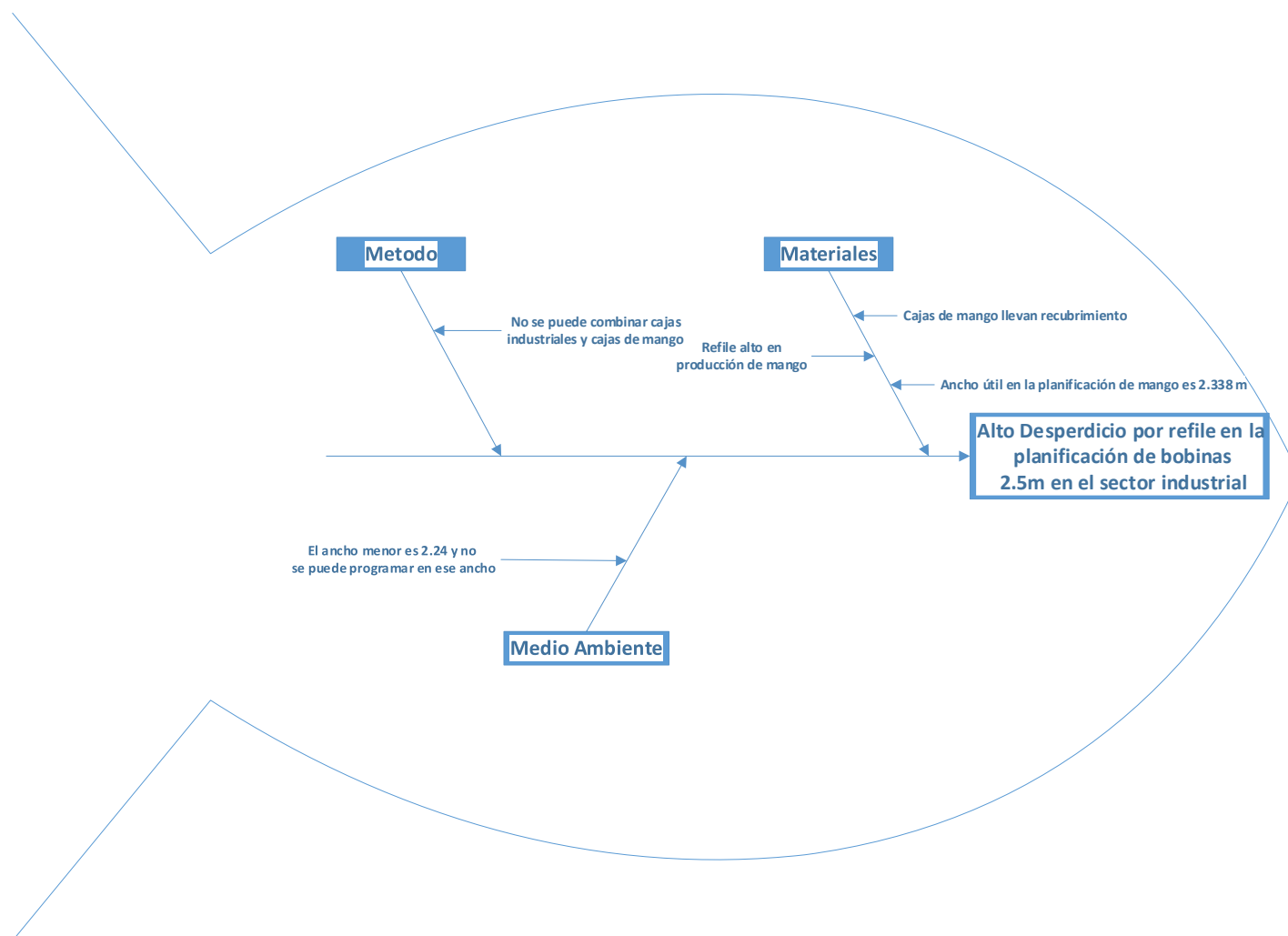


Figura 3.46 Diagrama causa efecto para el desperdicio por sobrante de planificación

(Fuente: Investigación de campo)

Para la verificación de causas se utilizó la técnica de observación directa yendo al área de planificación, específicamente se revisó el programa en ancho 2.5 m. En la revisión de lo planificado en el ancho 2.50m tenemos productos de cajas regulares y cajas de mango, estas últimas tienen un proceso de aplicación de recubrimiento a la lámina con el fin de evitar que la humedad ingrese al cartón debido al contacto directo de la caja de mango con la fruta. Se verificó que la principal fuente de desperdicio es el refile en el ancho de papel 2.5 m en producciones de cajas de mango, entre las causas tenemos:

- Refile alto en producciones de mango. Ver figura 3.47
- Cajas de mango llevan recubrimiento. Ver figura 3.47
- Ancho útil en la planificación de mango de 2.338m. Ver figura 3.48
- No se puede combinar cajas de mango con cajas regulares del sector industrial, en este tipo de cajas no se aplica recubrimiento.
- Ancho menor es 2.24 m Ver tabla 8

Figura 3.47 Refile alto en la producción de mango y aplicación de recubrimiento

(Fuente: Investigación de campo)

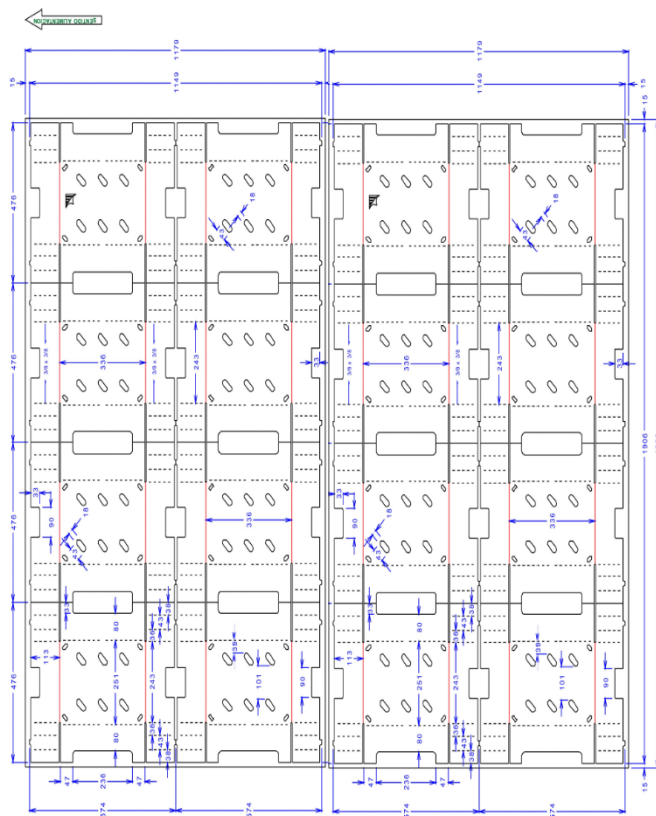


Figura 3.48 Ancho útil en la planificación de mango de 2.338m

(Fuente: Investigación de campo)

### Priorizar causas

Una vez culminada la identificación de las causas de los diferentes problemas es importante determinar cuál causa es la de mayor impacto sobre cada variable de desperdicio, se revisa con cada equipo las diferentes causas antes identificadas y se establece que las de mayor impacto son:

- Para el desperdicio en el área de materia prima en las importaciones de papel la causa identificada es que los montacargas utilizados por el operador logístico no son los adecuados, debido a las condiciones de llantas lisas, derrames de aceite, condiciones de las tenazas.
- Para el desperdicio en el área de corrugadora en los sobrantes de láminas la causa identificada es la política de planificación no adecuada por parte del programador, él agrega unidades adicionales acorde a un rango ya establecido siendo este el generador de los sobrantes.

- Para el desperdicio en el área de conversión la maquina MA1 por corte defectuoso que se tiene en las ranuras de la caja la causa principal es que no hay stock disponible en la bodega de repuestos.
- Para el desperdicio en el área de planificación en el ancho de bobina 2.50 m la causa identificada está en el mercado industrial por un alto refile en las producciones de cajas de mango.

### **Análisis de los cinco porqués**

Una vez culminado el análisis de causas significativas verificadas que influyen en los desperdicios de las diferentes áreas se procede a realizar un análisis 5 porqués que es una técnica utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿por qué?" hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las acciones necesarias para erradicarla y solucionar el problema. Ver tabla 14 identificación de causas raíces

Identificación de Causas Raíces					
Área	Causa Verificada	PQ1	PQ2	PQ3	Causa Raíz
Materia prima	Montacargas utilizados por operador logístico no son los adecuados	Estos montacargas necesitan regularizar los bares de presión a lo que se trabaja con bobinas de papel	Operador logístico utiliza montacargas de clamp estándar en toda su operación, papel, metal	No se comunicó los bares de presión con los que se debe operar	No se han establecido controles en la operación de descarga y carga
Corrugadora	Política de planificación	Así fue capacitado el planificador	El método actual para agregar unidades al pedido no ha sido revisado por la actual gerencia	No se consideran variables importantes como la cabida	No se tiene un modelo que de planificación de láminas que incluya variables de conversión
Conversión	No hay stock disponible de cuchillas	No se abastece correctamente este insumo			Se trabaja con varios proveedores y cada uno ofrece diferentes horas de uso
Planificación	Alto refile en producción de mango	Se utiliza el ancho 2500 pues no hay otro ancho de papel menor en la que se pueda combinar las láminas de mango	Estándar de ancho no ha sido revisado por la actual gerencia		No se tiene un ancho óptimo para la producción de mango

Tabla 14 Tabla de identificación de causas raíces

(Fuente: Investigación de campo)

### 3.4. Mejora

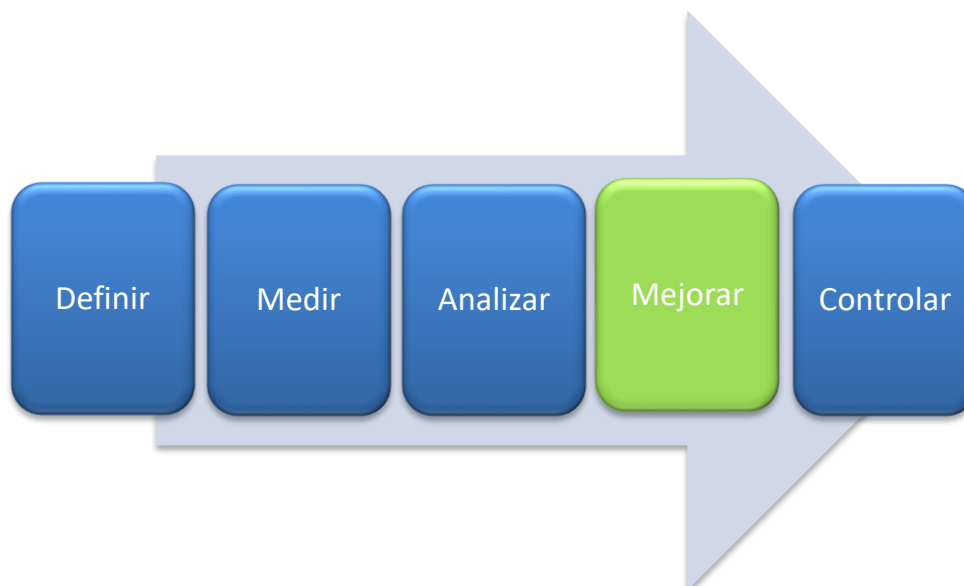


Figura 3.49 Fase de análisis

(Fuente: Autor del proyecto)

Habiendo concluido con la identificación de las causas raíces de los desperdicios de las áreas de materia prima, corrugadora, conversión y planificación se establece también soluciones para cada una de las causas y así poder disminuir los desperdicios de cada área y el de toda la organización. El mismo equipo que participo en el análisis de causas es quien también ayudó en la lluvia de ideas para las posibles soluciones. Ver tabla 15 soluciones propuestas.



<b>Soluciones para desperdicios por área</b>			
<b>Área</b>	<b>Causa Verificada</b>	<b>Causa Raíz</b>	<b>Soluciones</b>
Desperdicio de materia prima	Montacargas utilizados por operador logístico no son los adecuados	No se han establecido controles en la operación de descarga y carga	Establecer proceso de auditoría a operador logístico
Desperdicio de corrugadora	Planificación empírica	No se tiene un modelo que incluya variables del proceso de conversión	Modelo de planificación para láminas
Desperdicio de conversión	Alto desperdicio en ranurado	Se trabaja con varios proveedores y cada uno ofrece diferentes horas de uso	Solicitar Cuchillas con especificaciones necesarias para la operación
Desperdicio de planificación	Alto refile en producción de mango	No se tiene un ancho óptimo para la producción de mango	Solicitar ancho de 2.37m para producción de cajas de mango

Tabla 15 Soluciones para desperdicios por área

(Fuente: Investigación de campo)

Determinada las soluciones es importante identificar cuáles de ellas son factibles implementar. Mediante la ayuda de una matriz de esfuerzo impacto, herramienta de decisión basada en el impacto de la solución teniendo en consideración el grado de dificultad de la implementación como el factor a evaluar, se realiza la siguiente clasificación para utilizarla en la matriz.

1. Establecer proceso de auditoría a operador logístico
2. Modelo de planificación para laminas
3. Solicitar Cuchillas con especificaciones necesarias para la operación
4. Solicitar ancho de 2.37m para producción de cajas de mango

La matriz mide las soluciones de alto y bajo impacto contra una alta y baja dificultad de implementación, donde las mejores soluciones son las de que tiene

un alto impacto y en especial las que no son muy complejas de implementar y dependen de actividades internas, cuando se involucra actividades externas se coloca con dificultad alta. Ver figura 3.50 Matriz de impacto dificultad.

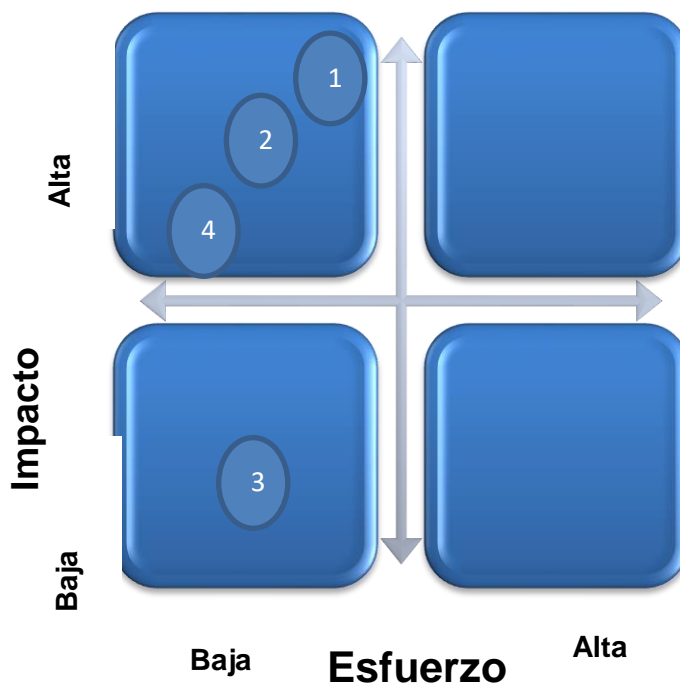


Figura 3.50 Matriz de esfuerzo impacto

(Fuente: Investigación de campo)

Se decide trabajar sobre las tres soluciones que tienen un impacto alto en la reducción de desperdicio, iniciando con la mejora de materia prima estableciendo un plan de auditorías para el operador logístico, en la segunda solución se trabaja para reducir el desperdicio del área de corrugadora estableciendo un modelo para planificación de láminas y por último la solución propuesta para el área de planificación que es incluir un nuevo ancho de papel.

**Primera propuesta de mejora área de materia prima (Establecer proceso de auditoría a operador logístico)**

En la propuesta de mejora para la reducción de desperdicio de papel importado se establece elaborar un plan de auditorías al operador logístico que da servicio en el puerto, este plan de auditorías incluye desde las condiciones de los montacargas utilizados para el desembarque de bobinas hasta la propia empresa en sus procesos, estas medidas nos darán seguridad de que están operando con estándares establecidos y una reducción del desperdicio generado en el tránsito de desembarque. En la figura 3.51 se muestra una lista

de chequeo para la auditoria del montacarga que va a ser utilizado en la operación de desembarque, en la figura 3.52 se muestra el formato para auditoria de proveedores.

		FORMATO				MANTENIMIENTO	
		CHECK LIST				N° REVISIÓN: 02	
		INSPECCION DE MONTACARGAS				20/02/2020	
Responsable de la Auditoria:			Fecha:			Area:	
Marca:	Número:	Horas/Km:		Próximo Mnto Horas/KM:			
INSPECCION VISUAL					SI	NO	N/A
OBSERVACION							
1.- Llantas/revestimiento/presión de aire **							
2.- Luz halógeno **							
3.- Luz estrobo **							
4.- Número de horas/Km							
5.- Relojes indicadores							
6.- Estado del asiento							
7.- Estado de la carrocería							
8.- Fugas de aceite/fluido/combustible/agua **							
9.- Nivel de aceite del motor **							
10.- Nivel de agua / tapa del radiador **							
11.- Nivel de combustible **							
12.- Nivel de aceite hidráulico **							
13.- Estado batería, condición de bordes/agua destilada en celdas, seguridad de batería **							
14.- Puntos de lubricación externa							
15.- Esponja fibra de vidrio en capotte							
INSPECCION OPERACIONAL					SI	NO	N/A
OBSERVACION							
16.- "Pito" **							
17.- Dirección hidráulica **							
18.- Estado de Freno "pedal" / Liquido de frenos **							
19.- Freno de parqueo "de emergencia" **							
20.- Seguro de arranque en posición neutral **							
21.- Aislante termico "rejilla" del tubo de escape							
22.- Inclinação de las horquillas clamp							
23.- Estado del sistema de elevación "Subir y bajar"							
24.- Espejos retrovisores **							
25.- Estado y seguro de las horquillas **							
26.- Cinturón de seguridad **							
27.- Estado de Transmisión y Dirección **							
28.- Extintor **							
29.- Señal acústica marcha atras **							
29.- Presion Hidraulica							Estandar 150 bares
Comentarios:							
Nombre de Operador:				Firma de Operador:			
Nombre Téc. Automotriz:				Firma de Técnico:			
Instrucciones: Marque según corresponda en los renglones indicados. SI, NO ó N/A (No aplica).							
Nota: Este formato también aplica para los equipos pesados de los contratistas y en caso de:							
a) ** los items señalados con doble asterisco son de cumplimiento obligatorio.							
b) Si se incumple en los items no señalados se permitirá laborar, siempre y cuando no se exponga la Seguridad del Operador y demás trabajadores.							
Por lo que se otorgará un plazo necesario para su corrección en caso se requiera mantenimiento.							

Figura 3.51 Lista de chequeo para auditoria de montacarga

(Fuente: Autor del proyecto)

		AUDITORÍA DE PROVEEDORES			Página No. : 1/1	
<b>COMPANIA</b>						
<b>DIRECCION</b>						
<b>TELEFONO</b>						
<b>PERSONA DE CONTACTO</b>						
<b>EMAIL CONTACTO</b>						
<b>1. INFORMACION GENERAL</b>						
1.1	Producto o Servicio que provee					
1.2	Persona de contacto en caso reclamos o de retirada de productos	Nombre:				
		Telefono:				
		Email:				
1.3	Cuenta con alguna de las siguientes certificaciones adjuntar certificado	BPM				
		HACCP				
		ISO 2200				
		BRC				
		OTRAS				
<b>IMPORTANTE: EN CASO DE POSEER ALGUNA DE LAS CERTIFICACIONES ARRIBA INDICADAS O CUALQUIER CERTIFICACION RECONOCIDA POR GFSI, POR FAVOR PASAR A SECCION 9.</b>						
<b>NC= No Conformidad</b>		<b>CP= Conformidad Parcial</b>		<b>= Conformidad</b>		<b>A= Aplica</b>
		<b>NC</b>	<b>CP</b>	<b>C</b>	<b>A/NA</b>	<b>NA= No Aplica</b>
<b>TEMA DE CALIDAD</b>		<b>0</b>	<b>1-2</b>	<b>3</b>		<b>Comentarios</b>
2.1	Existe una política documentada de calidad?					
2.2	Se ha implementado un sistema de calidad en la empresa?					
2.3	Existe un procedimiento de atención a las quejas de los clientes?					
<b>3. CONTROL DE LA OPERACION</b>						
3.1	Existen instrucciones documentadas de trabajo?					
3.2	Se realizan mediciones operacionales					
3.3	Se realizan mediciones, para verificar la calidad del producto o servicio que brinda					
3.5	Cuenta con un manual de BPM?					
<b>4. OPERACIONES DE LIMPIEZA</b>						
4.1	Se han implementado un programa Maestro de limpieza para tareas de limpieza periodicas y diarias?. Este programa incluye los terrenos exteriores, edificios, desagues, utensilios y equipo.					
4.2	Son aptos para la industria alimenticia todos los productos de limpieza usadas en las lineas de produccion de material de empaque para alimentos					
4.3	Disponen de fichas tecnicas de los productos de limpieza usados					
<b>5. CONTROL DE PLAGAS</b>						
5.1	Existe un programa formalizado de control de plagas en la instalacion? Dicho programa puede ser ejecutado por personal interno capacitado o proporcionado por un contratista externo de control de plagas					
5.2	Se dispone de fichas tecnicas y hojas de seguridad para todos los productos de control de plagas?					
5.3	El establecimiento cuenta con un croquis sanitario actualizado? Describalo					
5.4	Durante el recorrido por la planta se observaron presencia o actividad de plagas?					
<b>6. ENTRENAMIENTO DE PERSONAL</b>						
6.1	Se dispone de un procedimiento de capacitacion e induccion de personal que cubra como minimo normas de higiene y procedimientos de trabajo?					
<b>8. INOCUIDAD</b>						
8.1	Realiza control de presencia de materiales de extranos en el producto? Describalo					
<b>CALIFICACIÓN</b>						
% Cumplimiento =		Puntos obtenidos x 100		X		100
		puntuación Maxima		81		
<b>EQUIVALENCIAS:</b>		90-100 CONFORMIDAD		80-89 CONFORMIDAD PARCIAL		≤ 79 NO CONFORMIDAD
<b>10. FIRMA DE REPRESENTANTE DEL PROVEEDOR</b>						
NOMBRE						
CARGO						
FIRMA Y SELLO						
<b>11. FIRMA DE REPRESENTANTE</b>						
NOMBRE						
CARGO						
FECHA						
FIRMA Y SELLO						

Figura 3.52 Formato para auditoria de proveedores

(Fuente: Autor del proyecto)

Habiendo establecido los requisitos a ser auditados se establece también el plan de auditorías con una proyección de 3 meses, se incluye al equipo de mejora al técnico de montacargas quien en conjunto con el asistente del sistema integrado de gestión van a realizar las auditorias que van a tener frecuencia semanal hasta evidenciar las mejoras en reducción de desperdicio. En la figura 3.53 se muestra el plan a seguir iniciando el 17 de febrero de 2020

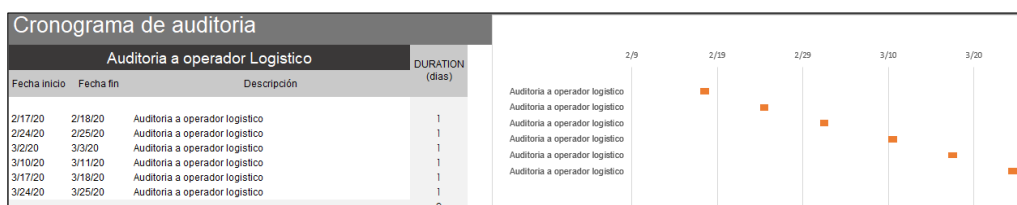


Figura 3.53 Formato para auditoria de proveedores

(Fuente: Autor del proyecto)

### Segunda propuesta de mejora área de corrugadora (Modelo de planificación para láminas)

La propuesta de un modelo de planificación para laminas tiene como finalidad calcular la cantidad de láminas necesarias en el proceso de conversión para que el pedido sea procesado completo incluyendo las láminas del alistamiento, a esta variable la llamaremos variable de respuesta. Para esta propuesta se trabaja en conjunto con los equipos de mejora del área de corrugadora y del área de conversión, la primera imprenta en la que elabora el modelo de planificación es la WA2.

En la revisión de los tamaños de lotes de los pedidos procesados en esta imprenta tenemos una media de 10567 unidades y es bastante lógico este número pues esta imprenta esta direccionada a la fabricación de pedidos de cajas de banano, donde los lotes son mayores que en el sector industrial. Ver figura 3.54 estadísticos descriptivos del tamaño de pedidos procesados en la imprenta Wa2.

Estadísticos descriptivos: Cant Solicitada										
Variable	N	N°	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Cant Solicitada	495	0	10967	512	11392	2000	3080	6600	15000	53000

Figura 3.54 Tamaños de pedidos procesados en la maquina WA2

(Fuente: Investigación de campo)

Se hace la revisión de las variables o factores que intervienen en el proceso de conversión y que intervienen de manera directa con la variable de respuesta,

tenemos que una variable de entrada es la cantidad del pedido solicitado, una segunda variable es la cabida o salida que se tiene como el resultado de transformación de una lámina procesada. Para la imprenta W2 tenemos cabidas 2 y cabidas 3.

Se construye un modelo de regresión para la imprenta W2 teniendo como variable de respuesta la cantidad de láminas a fabricar y con variables de entrada las cantidades solicitadas más la cabida asignada, en el proceso actual no se identifican las cantidad de láminas sobrantes en unidades sino en kilos por lo que se solicita al operador de la máquina que registre por cada pedido procesado la cantidad de cajas defectuosas en unidades de esta manera se tiene la realidad de láminas que se necesita para fabricar un pedido sin tener sobrantes de láminas, si sumamos el pedido fabricado más las cajas defectuosas tenemos la cantidad justa que se necesita fabricar en el proceso de corrugado sin tener sobrantes. En la figura 3.55 se muestra el análisis de la regresión generada.

Análisis de regresión: Q Planificada W2 vs. Cant Solicitada; cabida2; cabida3						
Análisis de Varianza						
	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Regresión	3	41997813111	13999271037	234670.04	0.000	
Cant Solicitada	1	33518834128	33518834128	561896.98	0.000	
cabida2	1	750284	750284	12.58	0.000	
cabida3	1	779495	779495	13.07	0.000	
Error	363	21654073	59653			
Falta de ajuste	191	11146644	59359	0.96	0.622	
Error puro	172	10507429	61050			
Total	366	42019467184				
Resumen del modelo						
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)			
244.240	99.95%	99.95%	99.95%			
Coeficientes						
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	VIF	
Constante	216.8	38.6	5.62	0.000		
Cant Solicitada	1.03282	0.00138	745.60	0.000	1.25	
cabida2	-137.8	38.9	-3.55	0.000	2.12	
cabida3	-129.9	35.9	-3.62	0.000	1.95	
Ecuación de regresión						
Q Planificada = 216.8 + 1.03282 Cant Solicitada - 137.8 cabida2 - 129.9 cabida3						

Figura 3.55 Regresión para programar cantidad a fabricar de láminas para la imprenta WA2

(Fuente: Investigación de campo)

$$Y_{W2} = 216.8 + 1.03282 Q \text{ SOLICITADO} - 137.8 \text{ CABIDA2} - 129.9 \text{ CABIDA3}$$

Habiendo culminado con la elaboración del modelo de planificación de láminas se procede con la predicción de las láminas a fabricar desde el tamaño de lote 1000 hasta 30000 unidades, los resultados se muestran en la tabla 16 donde se evidencia que para lotes menores a 7000 cajas se estaba programando muchas laminas adicionales a lo que necesita el proceso de conversión, a partir de lotes mayores a 10.000 cajas en cabida 2 se evidencia que también se estaba fabricando muchas más láminas de las necesarias. En la tabla 16 se muestran las cantidades a fabricar desde la corrugadora para la imprenta WA2.

<b>Laminas Programadas para la imprenta WA2</b>			
<b>Tamaño de pedido</b>	<b>Inicial</b>	<b>Cabida 2</b>	<b>Cabida3</b>
2,000	2,300	2,145	2,153
3,000	3,300	3,177	3,315
4,000	4,300	4,210	4,348
5,000	5,500	5,243	5,381
6,000	6,500	6,276	6,414
7,000	7,500	7,309	7,447
8,000	8,500	8,342	8,479
9,000	9,500	9,374	9,512
10,000	10,500	10,407	10,545
11,000	11,550	11,440	11,578
12,000	12,600	12,473	12,611
13,000	13,650	13,506	13,643
14,000	14,700	14,538	14,676
15,000	15,750	15,571	15,709
16,000	16,800	16,604	16,742
17,000	17,850	17,637	17,775
18,000	18,900	18,670	18,808
19,000	19,950	19,703	19,840
20,000	21,000	20,735	20,873
21,000	22,050	21,768	21,906
22,000	23,100	22,801	22,939
23,000	24,150	23,834	23,972
24,000	25,200	24,867	25,004
25,000	26,250	25,900	26,037
26,000	27,300	26,932	27,070
27,000	28,350	27,965	28,103
28,000	29,400	28,998	29,136
29,000	30,450	30,031	30,169
30,000	31,500	31,064	31,201

Tabla 16 Predicción de cantidades de láminas necesarias en el proceso de conversión según la cabida

(Fuente: Autor del proyecto)

### Tercera propuesta de mejora Planificación (Solicitar ancho de 2.37m para producción de cajas de mango)

Para esta propuesta se identificó que no existía un ancho óptimo para fabricar láminas de mango, en esta solución buscamos incluir un ancho único para la fabricación de cajas de mango. Recordemos que el ancho de la lámina de mango es 1.179 m y se procesan 2 láminas en la corrugadora, por lo que el ancho útil para este tipo de productos es 2.358m a esto se suma 30 mm de reflete teniendo un nuevo ancho de 2.388m.

Con el equipo de planificación se cuestionó por qué la utilización de un trim adicional en impresas de 15mm de cada lado de la lámina, no se cuestionó la utilización del trim pues es necesario por corte de cuchilla de impresiones que van al filo de la caja se utiliza el trim en imprenta, se hace de una vez la propuesta de reducir 5 mm de cada lado de la lámina, teniendo ahora una lámina de mango de 1.169m con esta medida final se calcula el ancho útil de 2.338m más 30 mm de trim en corrugadora 2.368m y este es el nuevo ancho que se va a solicitar. Ver figura 3.56 plano de la caja de mango modificado.

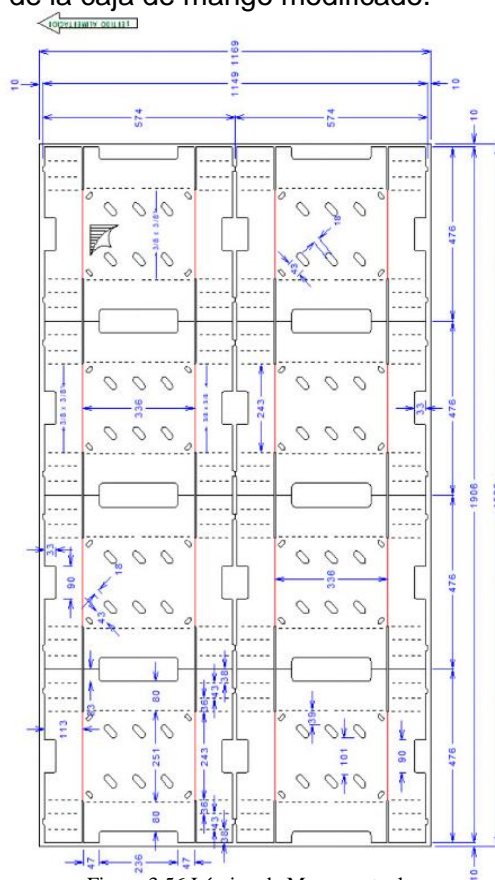


Figura 3.56 Lámina de Mango actual

(Fuente: Autor del proyecto)



### 3.5. Control

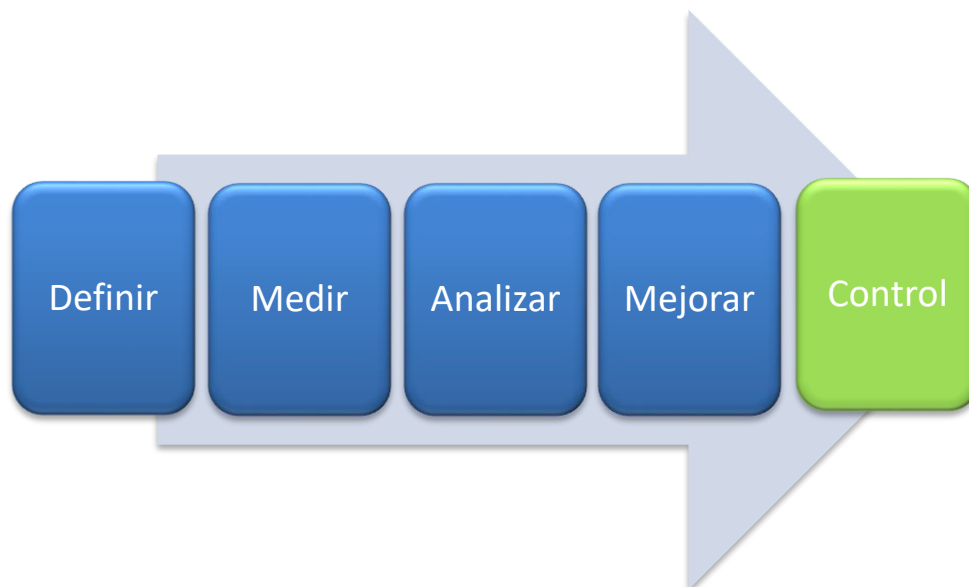


Figura 3.57 Fase de control

(Fuente: Autor del proyecto)

Para la etapa de control se establece una reunión semanal para revisar los indicadores de cada área liderada por el gerente de planta y cada jefe responsable de cada área, donde deben exponer los resultados de la semana y las variaciones presentadas por cada proceso. Cada área ya manejaba su propio indicador antes de la elaboración del proyecto sin embargo no se realizaba ninguna gestión.

En la figura 3.58 se muestra los indicadores de desperdicio de las áreas de materia prima, corrugadora y planificación, estos son los principales indicadores que se revisan en la reunión semanal, específicamente cada viernes en horario de 09:00 am a 10:00 am.

REPORTE PRODUCCION, CONSUMOS DE PAPEL Y DESPERDICIOS					
DESPERDICIO POR ÁREAS					
MES =====>		FEB--29			
		Ton.	%	Meta	
Materia prima	<b>ALMACEN</b>	<b>84.31</b>	<b>0.74%</b>	<b>0.85%</b>	<b>0.79%</b>
	Pelado Papel Importado	55.94	0.49%		0.52%
	Nota de Credito papel IMP	0.42	0.00%		
	Pelado Papel Nacional	29.36	0.26%		0.27%
	Pelado MP	No se reporta	0.00%		
	Pelado Skiver 1	14.53	0.13%		0.14%
	Pelado Clark Aiken	2.17	0.02%		0.02%
	Nota de credito SPC	0.00	0.00%		0.00%
	Saldo Rollos	0.00	0.00%		0.00%
	Laminadora PP	0.00	0.00%		0.00%
(-)Recuperacion de Papel	(17.69)	-0.16%		-0.16%	
Corrugadora	<b>PROCESO</b>	<b>176.74</b>	<b>1.55%</b>	<b>1.60%</b>	<b>1.65%</b>
	Empates y Reventones	12.50	0.11%		0.12%
	Reventones SPC	5.49			
	Rotary	26.60	0.23%		0.25%
	Laminas No Conformes	38.61	0.34%		0.36%
	Dev de Imprentas	99.93	0.88%		0.93%
	Dev de Imprentas SPC	8.79			
	NO CONFORMIDADES	0.00	0.00%		
	RECLAMO CLIENTE	0.00	0.00%		
	Sobrantes Laminas	0.00	0.00%		-0.03%
	(-)Recuperacion de Laminas	(2.90)	-0.03%		
	TACO DE POLVO	0.00	0.00%		0.00%
	<b>PROCESO OTRAS AREAS</b>	<b>20.81</b>	<b>0.18%</b>	<b>0.25%</b>	<b>0.19%</b>
	Preprint	5.26	0.05%	0.05%	0.05%
Skiver	10.30	0.09%	0.05%	0.10%	
Aditamentos	5.25	0.05%	0.15%	0.05%	
Planificación	<b>PLANIFICACIÓN</b>	<b>241.18</b>	<b>2.12%</b>	<b>2.20%</b>	<b>2.25%</b>
	Trim total	241.18	2.12%		2.25%
	Trim	205.46	1.81%	1.70%	1.91%
	Extra Trim	35.71	0.31%	0.50%	0.33%
	TRIM AP	0.00			
	Trim Lamina	0.85			
	Dif. Peso Basico	0.00	0.00%	0.00%	0.00%

Figura 3.58 Indicadores Revisados en la reunión de control

(Fuente: Investigación de campo)

En la figura 3.59 se muestra los participantes de la reunión. Se realiza la revisión de las desviaciones de cada uno de los indicadores, cada responsable de área debe explicar los resultados de la semana de su indicador.

FORMATO		RECURSOS HUMANOS			
REGISTRO DE ASISTENCIA		N° SECCION: DE			
		15/04/2018			
		PÁGINA 1 DE 1			
CAPACITACIÓN <input type="checkbox"/>		REUNIÓN <input checked="" type="checkbox"/>			
Tema:	Revisión de Evidencias de Aprendizaje				
Fecha:	29 febrero 2018	Hora Inicio:	09:00		
		Hora Final:	12:00		
Facilitador:					
No.	NOMBRE PARTICIPANTE	COMPANIA	N.- CEDULA	AREA	FIRMA
1	Jose Mejia		0923051940	Planificacion	Jose Mejia
2	Franklin Velez		0931071955	Atencion Pasa	Franklin Velez
3	Luis Sison		0950283023	M.P.	Luis Sison
4	Hugo Marquez		09211438 5	Comunicacion	Hugo Marquez
5	Juan Bat		0971055900	BET	Juan Bat
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

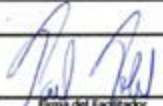
  
 Firma del Facilitador

Figura 3.59 Participantes en la reunión de control

(Fuente: Investigación de campo)

## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS

El objetivo de esta etapa es la interpretación de los resultados, se evalúan como favorables las propuestas logrando reducir el desperdicio en las propuestas implementadas, se calcula también el ahorro que tiene la organización.

#### 4.1. Análisis de resultados

##### Materia prima

Para analizar los resultados esperados para la propuesta de mejora en el área de materia prima se dio seguimiento a los desperdicios generados luego de la implementación del plan de auditoría al proveedor logístico que da servicio en los desembarques de las bobinas. Se realiza una prueba de hipótesis para identificar si el promedio de desperdicio en kilogramos antes de la mejora es mayor que el desperdicio registrado luego de la implementación del plan de auditoría.

$\mu_1$ : Kg promedio de desperdicio por tránsito antes de la mejora

$\mu_2$ : Kg promedio de desperdicio por tránsito luego de la mejora

Ho:  $\mu_1 < \mu_2$

Vs

H1:  $\mu_1 > \mu_2$

Prueba T e IC de dos muestras: Kg MP importado antes; KG. MP importado despues				
T de dos muestras para Kg MP importado antes vs. KG. MP importado despues				
	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Kg MP importado antes	276	3284	766	46
KG. MP importado despue	72	1846	251	30

Diferencia =  $\mu$  (Kg MP importado antes) -  $\mu$  (KG. MP importado despues)  
 Estimación de la diferencia: 1438.5  
 Limite inferior 95% de la diferencia: 1348.2  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 26.27 Valor p = 0.000 GL = 330

Figura 4.1 Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado antes y después de la mejora

(Fuente: Investigación de campo)

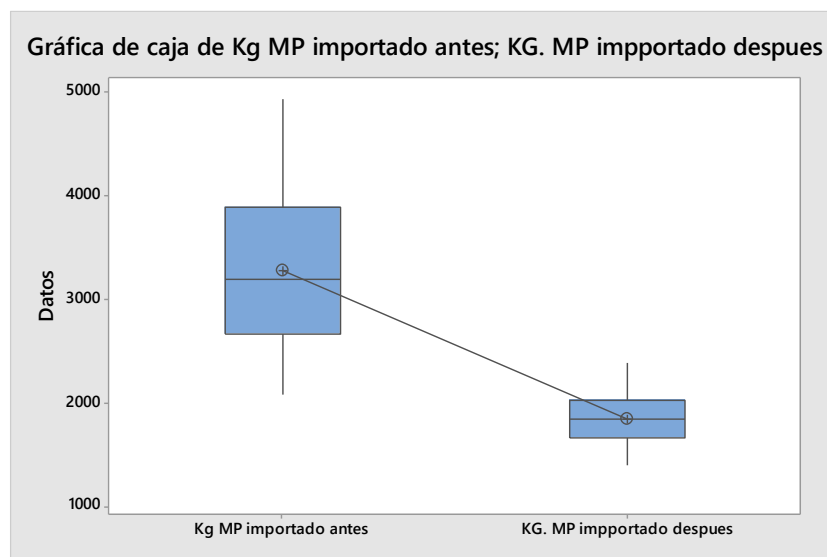


Figura 4.2 Diagrama de cajas de los Kg de desperdicios antes y después de la mejora

(Fuente: Investigación de campo)

En la figura 4.1 podemos visualizar el valor p de 0.000, la hipótesis nula se rechaza aceptando la hipótesis alterna, se puede concluir que hay suficiente evidencia estadística para decir que los promedios en kilogramos de los desperdicios por importación de papel son mayores a los desperdicios luego de haber implementado el plan de auditoría. En la figura 4.2 se muestra visualmente mediante un diagrama de cajas los promedios de papel luego de la implementación.

### Corrugadora

Para analizar los resultados esperados para la propuesta de mejora en el área de corrugadora se dio seguimiento a los desperdicios generados luego de la implementación modelo de planificación para láminas. Se realiza una prueba de hipótesis para identificar si el promedio de desperdicio en kilogramos de la imprenta W2 antes de la mejora es mayor que el desperdicio registrado luego de la implementación del modelo de planificación.

$\mu_1$ : Kg promedio de desperdicio por sobrantes antes de la mejora

$\mu_2$ : Kg promedio de desperdicio por sobrantes luego de la mejora

Ho:  $\mu_1 < \mu_2$

Vs

H1:  $\mu_1 > \mu_2$

**Prueba T e IC de dos muestras: Kg sobrantes W2 antes; Kg sobrantes W2 despues**

T de dos muestras para Kg sobrantes W2 antes vs. Kg sobrantes W2 despues

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Kg sobrantes W2 antes	76	722	103	12
Kg sobrantes W2 despues	76	609.7	96.9	11

Diferencia =  $\mu$  (Kg sobrantes W2 antes) -  $\mu$  (Kg sobrantes W2 despues)  
 Estimación de la diferencia: 112.5  
 Límite inferior 95% de la diferencia: 85.7  
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 6.95 Valor p = 0.000 GL = 149

Figura 4.3 Prueba de Hipótesis para medias de desperdicio importado antes y después de la mejora

(Fuente: Investigación de campo)

En la figura 4.3 podemos visualizar el valor p de 0.000, la hipótesis nula se rechaza aceptando la hipótesis alterna, se puede concluir que hay suficiente evidencia estadística para decir que los promedios en kilogramos por sobrantes de láminas en la máquina W2 son mayores a los desperdicios luego de haber implementado el modelo de planificación de láminas. En la figura 4.4 se muestra el diagrama de cajas de los Kg de desperdicios antes y después de la mejora

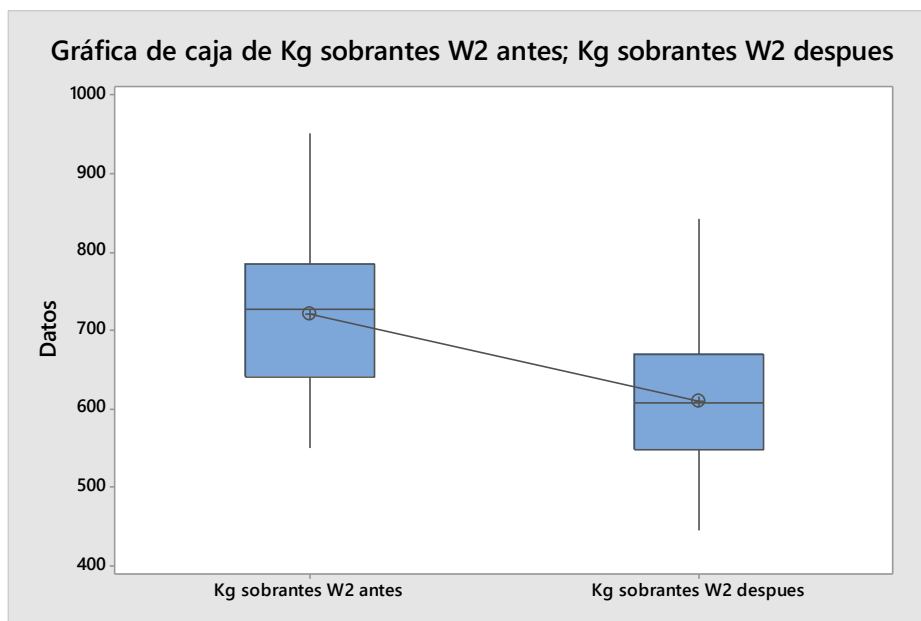


Figura 4.4 Diagrama de cajas de los Kg de desperdicios antes y después de la mejora

(Fuente: Investigación de campo)

## Planificación

Para esta propuesta no se pudo realizar un piloto pues implicaba hacer una solicitud de compra al proveedor de bobinas para que programe corte en el ancho solicitado sin embargo se realiza una simulación para identificar cuáles serían los resultados esperados para la propuesta incluir un nuevo ancho de 2.338 m para la producción de cajas de mango.

Se calculan los metros lineales necesarios para la fabricación de esta cantidad de cajas, se dividen los 6 millones para la cantidad de unidades que salen por cada corte en la corrugadora, estas son dos láminas sin embargo cada lámina sirve para fabricar 8 cajas de mango en el proceso de impresas, con esto se calcula la cantidad de cortes que tenemos que realizar en la corrugadora (375.000 cortes) luego se multiplica por el largo de cada lámina 1.926m y obtenemos la totalidad de metros lineales necesarios para fabricar los 6 millones de unidades, obteniendo el número de 762.300 metros lineales.

El ancho de trim utilizado en el escenario inicial es el que resulta de la diferencia del ancho de 2.50m menos el ancho útil con lámina de ancho 1.179, obteniendo un ancho de trim de 142 mm, el precio de papel promedio utilizado es de \$719.72. Las toneladas de trim utilizados en el escenario inicial es de 99.078 Tn. Ver tabla 17 resumen de toneladas de refile antes de la propuesta de mejora.

Papel	Papel Gr/m2	TRIM (m)	Factor	ML+Factor	Metros cuadrados	Tn*m2
LB DB	175	0.142	1	722,250	102,560	17,948
CM B	175	0.142	1.35	975,038	138,455	24,230
L	175	0.142	1	722,250	102,560	17,948
CM D	160	0.142	1.28	924,480	131,276	21,004
L	175	0.142	1	722,250	102,560	17,948
						99,078

<b>Costo del Trim</b>	<b>\$71,308,13</b>
-----------------------	--------------------

Tabla 17 Escenario Inicial Trim planificado en fabricación de cajas de mango

(Fuente: Autor del proyecto)

Con los cambios realizados en el abastecimiento del papel se tiene un trim de 30 mm, las toneladas de trim necesarias para fabricar los 6 millones de unidades se reducen a 2.0932 Tn, teniendo una reducción de 78.146 Tn, El ahorro final en dólares es de \$56.243.

Se muestra en la tabla siguiente los resultados obtenidos con el nuevo ancho de 2.368 m, el desperdicio de trim se reduce de 2.54% a 2.19% teniendo una reducción del desperdicio de 0.35%. Ver tabla 18 resumen de toneladas de refile antes de la propuesta de mejora.

Papel	Papel Gr/m2	TRIM (m)	Factor	Metros Lineales	Metros Cuadrados	TM*M2
LB DB	175	0.03	1	722,250	21,668	3,792
CM B	175	0.03	1.35	975,038	29,251	5,119
L	175	0.03	1	722,250	21,668	3,792
CM d	160	0.03	1.28	924,480	27,734	4,438
L	175	0.03	1	722,250	21,668	3,792
						20,932

<b>Precio papel</b>	\$ 15,065,099
---------------------	------------------

Tabla 18 Escenario Actual Trim planificado en fabricación de cajas de mango

(Fuente: Autor del proyecto)

Habiendo analizado las diferentes propuestas de mejora y luego del seguimiento de 1 mes de seguimiento se revisan los datos globales de desperdicio real de la empresa del mes de marzo en las áreas de materia prima, corrugadora, la mejora de planificación no se pudo implementar, pero si se obtuvo una proyección de reducción de desperdicio por la implementación de un nuevo ancho de bobina, logrando alcanzar la reducción de desperdicio al 6%. En la figura 5.5 se muestra la comparación entre el porcentaje de desperdicio del 2019 con el 2020.



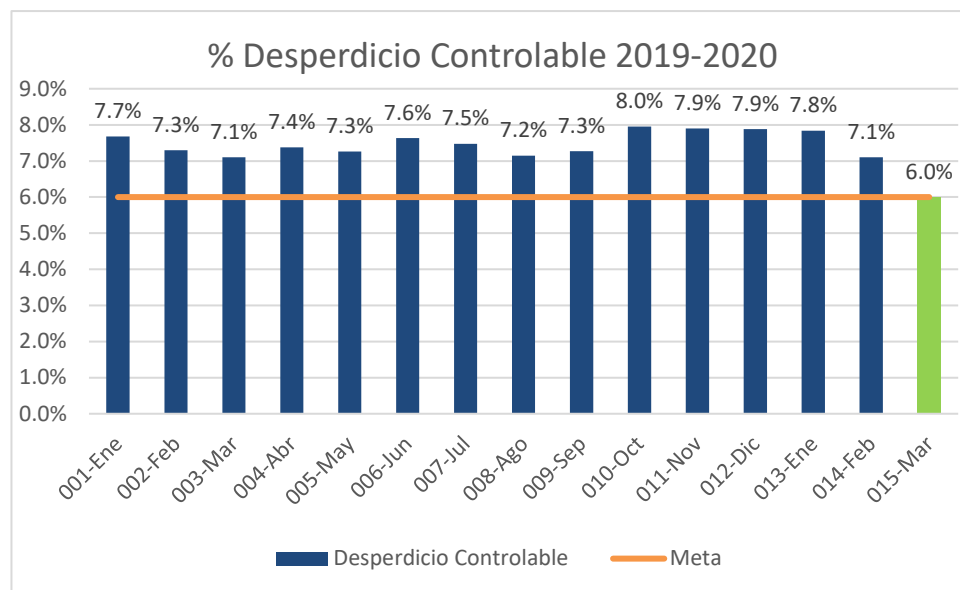


Figura 4.5 Desperdicio Controlable 2019-2020

(Fuente: Investigación de campo)

## 4.2. Costos

Los resultados esperados generaron un fuerte ahorro en costos, debido que se aprovechan los recursos y se mejora los tiempos improductivos. Un proceso controlado y estandarizado genera poca variabilidad. El costo del kg de papel es el mercado bananero es de \$0.98 y de \$1.20 en el mercado industrial, actualmente la producción de cajas en la empresa está al 50% banano y 50 % domestico por lo que promediamos los costos de papel de ambos mercados para tener un costo predio de \$1.090. Cada kilogramo de papel desperdiciado representa un \$1,09 a la empresa. Para el presente análisis se calcula la diferencia entre el costo que se hubiera tenido con una cantidad de desperdicio del 7,1% con la cantidad de desperdicio (6%), como se muestra en la tabla 19.

Ahorro por reducción de desperdicio		
Producción	Desperdicio	Costo
12500	7.1%	\$ 967,375
13000	6.0%	\$ 850,200
Ahorro		\$ 117,175

Tabla 19 Ahorro por reducción de desperdicio

(Fuente: Investigación de campo)

## CAPÍTULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se identificó las mayores fuentes de desperdicio por cada área.
- Se definió las variables que afectan directamente al indicador de desperdicio, el principal desperdicio del área de materia prima son las capas dañadas en las bobinas importadas, en el área de corrugadora se identificó gran cantidad de sobrantes de láminas direccionados a la imprenta WA2 y en planificación se identificó un exceso de refile en las producciones de cartón para el ancho 2.50m
- Se analizó el comportamiento de las variables que mayor aporte generan al desperdicio de la organización utilizando herramientas estadísticas, se pudo enfocar cada problema en las diferentes áreas trabajadas.
- Se implementó diferentes soluciones para reducir los desperdicios locales, en el área de materia prima se estableció un plan de auditorías al proveedor logístico, en el área de corrugadora se incluyó un modelo de planificación de láminas para evitar los excesos y el área de planificación se incluye un nuevo ancho de papel que reduzca el refile.
- Se implementó una reunión semanal que garantice la revisión de los indicadores con los responsables de cada área.

#### 5.2. Recomendaciones

- Analizar la base de datos y dar seguimiento a los registros de tipo de desperdicio para monitorear las mejoras periódicamente.
- Revisar los desperdicios operativos del área de corrugadora, no tuvieron enfoque en este proyecto, pero deben establecerse controles en la parte húmeda y seca.
- Generar cultura de registro de información al personal de las áreas de control de desperdicio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Richard J. Schonberger (1982) Best practice in lean six sigma process improvement.
- Aleu González, F. G. (2003). Seis Sigma para Gerentes y Directores. [Versión de Google Books]. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=CZZgkLDC2qoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_atb#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=CZZgkLDC2qoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false)
- Alor Salome, E. D., Aparicio Martínez, E. E., Calatayud Figueroa, M. L. & Rojas Blas, D. J. (2014). Reducción de stock en los almacenes de repuestos en una empresa que fabrica cajas de cartón corrugado. (Tesis de maestría en Dirección de Operaciones y Logística, Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas, Esc. de Postgrado, Perú, San Isidro). Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337997/Tesis%20Aparicio%20-%20Rojas%20-%20Calatayud%20-%20Alor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coronel Egas, F. (2012). Mejoramiento del proceso de producción de caramelo duro, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma en la empresa Ecuagolosinas Cia Ltda. (Tesis de grado en Ingeniería de Producción Industrial, Univ. de las Américas, Fac. de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Ecuador, Quito). Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2472/1/UDLA-EC-TIPI-2012-07%28S%29.pdf>
- Eckes, G. (2004). El SixSigma para todos. [Versión de Google Books]. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=wcPI\\_l47fk4C&pg=PA92&dq=dmamc&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjT3\\_aWsdPiAhUorVvKkHRVUCqUQ6AEIMTAC#v=onepage&q=dmamc&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=wcPI_l47fk4C&pg=PA92&dq=dmamc&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjT3_aWsdPiAhUorVvKkHRVUCqUQ6AEIMTAC#v=onepage&q=dmamc&f=false)
- Grima, P., Almagro, Ll. M., Santiago, S. y Tort-Martorell, X. (2014): Six Sigma: hints from practice to overcome difficulties. Total Quality Management & Business Excellence, Volume 25, Issue 3-4, pp 198-208.
- Lara Turrent, A. (2012). Reducción de desperdicio de plástico, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma DMAIC. (Tesis de grado en Ingeniería Industrial, Univ. de las Américas Puebla, Fac. de Ingeniería Industrial y Mecánica, México, Cholula). Recuperado de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/lara\\_t\\_a/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/lara_t_a/)
- Másmela Carrillo, R. A. (2014). Como implementar Sistemas para la Gestión de Proyectos. [Versión de Google Books]. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=9206BAAAQBAJ&pg=PA93&dq=masmela+dmamc&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjiNvhntPiAhUF0FkKHUI2BEQQ6AEIJzAA#v=onepage&q=Los%20elementos%20identificados%20en%20esta%20etapa%20incluyen&f=false>

Tagle Merchan, J. L. (2016). Aplicación de la Metodología Seis Sigma en el proceso de envasado de aceites lubricantes. (Tesis de maestría en Gestión de la Productividad y la Calidad, Esc. Superior Politécnica del Litoral, Fac. de Ciencias Naturales y Matemáticas, Ecuador, Guayaquil). Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/3249>

Valenzuela A. (2017). Reducción de Desperdicio de papel en una Línea de conversión de Rollos de Papel (tesis de pregrado). ESPOL, Guayaquil.

Instituto uruguayo de normas técnicas. (2009). Herramientas para la mejora de la calidad, Montevideo Uruguay.

Berrú. K. A. y Naranjo K. N. (2016). Rediseño de la Línea de Servicio de Tipificación Sanguínea mediante la aplicación de la Metodología Lean Seis Sigma (tesis de pregrado). ESPOL, Guayaquil.

Pineda Henry (2012) Pensamiento Lean: Ejemplos y aplicaciones en la industria.

Pat Hammett, Ph. D., (2003) Basic Probability and Statistic Review.

## **ANEXOS**

# ANEXO A

## FORMATO PARA RECOLECCION DE DATOS

### REGISTRO

CONTROL DESPERDICIO PLANTA POR TURNO

FECHA:

OPERADOR:

HORAS:  7:00 - 15:00  15:00 - 23:00  23:00 - 07:00  7:00 - 19:00  19:00 - 07:00

TURNO:

CORRUGADOR BHS	Capas de Papel Importado	Capas de Papel Nacional	EFECTO BOBINAS SUBPAPEL	Empastes y Reventones	Saldo de Rollos	Lamina No Conforme	Devolucion Terminado	Rotary Shear	DEFECTOS/LAMINAS / ROTARY	Cores	TRIM LAMINA	TACO HOCKER
TURNO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>												
<b>SKIVER - 1</b>	Capas de Papel Importado	Capas de Papel Nacional	DEFECTO BOBINAS SUBPAPEL	Empastes y Reventones	Refleje	Saldo de Rollos	Devolucion BHS	Devolucion Empaques	DEFECTOS/LAMINAS	Cores	Fundas Zunchos	Tazos
TURNO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>												
<b>PRE PRINTER</b>	Capas de Papel Importado	Capas de Papel Nacional	DEFECTO BOBINAS SUBPAPEL	Empastes y Reventones	Refleje	Saldo de Rollos	Devolucion BHS	Devolucion Empaques	DEFECTOS/LAMINAS	Cores	Fundas Zunchos	Tazos
TURNO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>												
<b>PELADO DE ROLLOS EN BMP</b>	Capas de Papel Importado	Capas de Papel Skiver	<b>CAPAS BOBINAS</b>	Capas de Papel IN-CASA	COMENTARIOS							
TURNO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>												
<b>KODPER 6</b>	Empaque No Conforme Turf	JSI	Empaque No Conforme Turf	MARTIN 1	Empaque No Conforme Turf	MARTIN 2	Empaque No Conforme Turf	WARD 2	Empaque No Conforme Turf			Peso Pacas
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>KODPER 5</b>	Empaque No Conforme Turf	J52	Empaque No Conforme Turf	Word 1	Empaque No Conforme Turf	KODPER 7	Empaque No Conforme Turf	SIMON	Empaque No Conforme Turf			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**VIARIOS:**

