

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

"Reducción de Desperdicio de papel en una Línea de conversión de Rollos  
de Papel"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentado por:

Andrés Alfonso Valenzuela Aguilera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme acompañado y guiado en mi carrera. A mis padres Sr. Alfonso Valenzuela, que te recuerdo siempre, y Sra. Marcela Valenzuela Aguilera por haberme inculcado excelentes valores, por apoyarme en todas las decisiones y brindarme todos los recursos necesarios. A mis hermanos Sebastián, Fabrizzio y Ricardo por su apoyo incondicional, confianza, unión y sobre todo amor. A mis profesores, que a lo largo de mi carrera estudiantil han sabido guiarme con sus conocimientos y experiencias, especialmente a la MSc. María Fernanda López S. por su incondicional ayuda y colaboración en esta etapa de mi carrera.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Autor: Andrés Alfonso Valenzuela Aguilera

Tutor de Materia Integradora: MSc. María Fernanda López S.

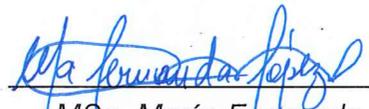
Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".



---

Andrés Alfonso  
Valenzuela Aguilera

**AUTOR**



---

MSc. María Fernanda  
López

**TUTOR DE MATERIA  
INTEGRADORA**

## RESUMEN

Packasa S.A (Se omite el nombre real de la compañía) es una empresa dedicada a la manufactura de papel 100% reciclado para uso doméstico, profesional e industrial. En el presente, la compañía ha registrado cantidades significativas de desperdicio en la línea de conversión de rollos de papel, generando un aumento en los costos de producción. Por este motivo, el presente proyecto se enfoca en reducir el desperdicio generado en dicha línea de producción.

Para solucionar el problema se aplicó la metodología DMAIC. En la primera fase, definición, se establecieron las necesidades del cliente, definiendo la problemática de los altos índices de desperdicio. En la segunda fase, medición, se creó un programa en VBA de Excel para registrar y monitorear el desperdicio diario, con la finalidad de enfocar el problema a causas específicas y analizar la información con el equipo del proceso. En la fase de mejora se propusieron e implementaron soluciones con mayor impacto a las problemáticas. Por último, en la fase de control, se establecieron acciones para que las propuestas puedan persistir en el tiempo.

Mediante el rediseño de layout en la bodega y la implementación del modelo de control de variables del proceso, se pudo mejorar las condiciones de trabajo, alcanzando la meta propuesta de 5% de desperdicio. Con la implementación se estima alcanzar un ahorro anual de \$90.600.

Palabras claves: Desperdicio, Rediseño de Layout, Control de variables del proceso.

## **ABSTRACT**

*Packasa S.A. (It omits the real name of the company) is a company dedicated to the manufacture of 100% recycled paper for domestic, professional and industrial use. At present, the company has registered significant amounts of waste in the line of conversion of rolls of paper generating increase in production costs. For this reason, the present project is aimed at reducing the waste generated in said production line.*

*To solve the problem, the DMAIC methodology was applied. In the first phase, definition, the needs of the client were established, defining the problem of high waste rates. In the second phase, measurement, an Excel VBA program was created to record and monitor daily waste, in order to focus the problem on specific causes and analyze the information with the process operators. In the improvement phase, solutions with greater impact to the problems were proposed and implemented. Finally, in the control phase, actions were established for proposals could persist over time.*

*Through the layout redesign in the warehouse and the implementation the process variable control, the working conditions could be improved, reaching the proposed goal of 5% waste. The saving cost is \$90.600 per year.*

*Keywords: Waste, Redesign of Layout, Control of process variables.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Marco teórico.....	3
1.3.1 Seis Sigma.....	3
1.3.2 VOC (Voice of Customer).....	5
1.3.3 Herramienta 5w+2h.....	5
1.3.4 SIPOC.....	5
1.3.5 Matriz de priorización.....	5
1.3.6 Gráfico de Paretos.....	6
1.3.7 Diagrama causa – Efecto.....	6
1.3.8 Diagramas de flujo.....	6
1.3.9 Lluvia de ideas.....	6
1.3.10 Análisis de falla y efecto.....	6
CAPÍTULO 2.....	7

2.	Metodología .....	7
2.1	Definir .....	7
2.2	Medir .....	13
2.2.1	Confiabilidad de datos .....	18
2.3	Análisis .....	19
2.4	Mejoras.....	25
2.4.1	Soluciones propuestas.....	25
2.4.2	Análisis y selección de soluciones .....	26
2.4.3	Diseño de las soluciones propuestas.....	27
2.5	Controlar.....	36
	CAPÍTULO 3.....	38
3.	Resultados.....	38
3.1	Análisis de costos.....	39
	CAPÍTULO 4.....	41
4.	Discusión y Conclusiones.....	41
4.1	Conclusiones.....	41
4.2	Recomendaciones.....	41
	BIBLIOGRAFÍA.....	42
	APÉNDICES.....	43

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
VOC	Voice of Customer
VBA	Visual Basic Access
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar
AMEF	Análisis modal de falla y efecto

## **SIMBOLOGÍA**

m	Metro
mm	Milímetro
Ton	Tonelada
s	Segundo
Bar	Bares

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Porcentaje de desperdicio mensual del 2017 .....	2
Figura 1.2 Desperdicio de papel por tipo de Sábana.....	2
Figura 2.1 Macroproceso de la línea de Conversión de Rollos .....	7
Figura 2.2 Representación gráfica del proceso de conversión de rollos de papel.....	8
Figura 2.3 Porcentaje y toneladas de desperdicio del año 2017-11-07 .....	9
Figura 2.4 Pérdidas monetarias por desperdicio del año 2017.....	9
Figura 2.5 SIPOC del proceso de conversión rollos de papel .....	10
Figura 2.6 Entrevista con directivos.....	11
Figura 2.7 Voice Of Costumer .....	12
Figura 2.8 Ecuación de variable de respuesta.....	12
Figura 2.9 Árbol de pérdidas para causas de desperdicio.....	15
Figura 2.10 Archivo de registro de desperdicio .....	16
Figura 2.11 Pareto por tipo de desperdicio del mes de octubre .....	17
Figura 2.12 Pareto 2 por tipo de desperdicio del mes de octubre .....	17
Figura 2.13 Reporte diario de desperdicio.....	19
Figura 2.14 Pareto por tipo de desperdicio de Agosto.....	20
Figura 2.15 Ishikawa por manipulación de montacargas.....	21
Figura 2.16 Ishikawa por mal rebobinado.....	22
Figura 2.17 AMEF de causas .....	23
Figura 2.18 Análisis “5 Why’s” para el alto nivel de desperdicio.....	24
Figura 2.19 Verificación de causas potenciales.....	25
Figura 2.20 Matriz de priorización de soluciones causa 1 .....	27
Figura 2.21 Matriz de priorización de soluciones causa 2 .....	27
Figura 2.22 Plan de implementación de solución 1 .....	28
Figura 2.23 Plan de implementación de solución 2 .....	29

Figura 2.24 Rotación por consumo unitario .....	32
Figura 2.25 Ecuación de Stock máximo .....	32
Figura 2.26 Layout y modelo de ubicación .....	33
Figura 2.28 Capacitación a los operadores de la propuesta .....	34
Figura 2.29 Interfaz gráfica de programa de registro.....	35
Figura 2.30 Señalización de posiciones del modelo de ubicación.....	36
Figura 2.31 Porcentaje de cumplimiento de registro del personal .....	37
Figura 3.1 Comparación del porcentaje de desperdicio 2018.....	39
Figura 3.2 Ahorro por reducción de desperdicio.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos.....	13
Tabla 2.2 Tipos de desperdicios presentados en la línea de conversión de rollos .....	14
Tabla 2.3 Nivel de impacto de causas por manipulación de montacargas .....	21
Tabla 2.4 Nivel de impacto de causas por manipulación de montacargas .....	22
Tabla 2.5 Soluciones Propuestas .....	26
Tabla 2.6. Clasificación de la materia prima .....	30
Tabla 2.7 Rotación por consumo unitario .....	31
Tabla 3.1 Desperdicio antes de implementación. Enero 2017 .....	38
Tabla 3.2 Desperdicio después de implementación. Enero 2018.....	38
Tabla 3.3 Ahorro por reducción de desperdicio .....	39

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Packasa S.A. (Nombre ficticio con fin de reservar confiabilidad de información) es una empresa dedicada a la fabricación de papel 100% reciclado y de celulosa para uso doméstico, profesional e industrial.

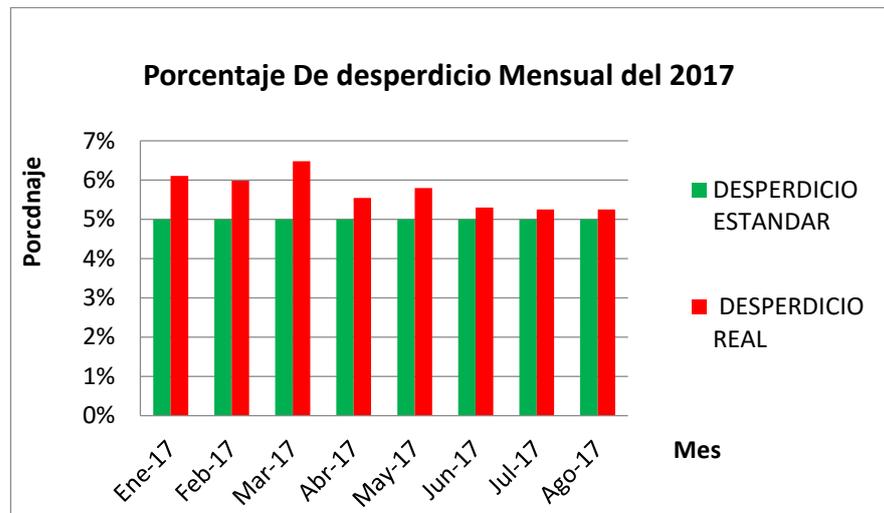
La empresa Packasa cuenta con una línea de producción de rollos de papel higiénico. En la línea de producción de rollos de papel se han registrado cantidades significativas de desperdicio de papel. Este exceso genera un aumento en el costo de producción y desperdicio de materia prima. Por este motivo, es de vital importancia realizar una acción de mejora en el proceso para asegurar un mejor desarrollo, aprovechando recursos y reduciendo los costos de operación. El presente análisis tiene como objetivo priorizar y cuantificar las causas del desperdicio en la línea de producción anteriormente mencionada, para tomar acciones de mejoras sistemáticas de ingeniería.

### 1.1 Descripción del problema

La línea de producción de rollos de papel produce mensualmente una cantidad de desperdicio cuantificable con respecto al peso total producido. Actualmente la proporción de desperdicio que se origina en la línea de rollos de papel higiénico se ha incrementado, lo que ocasiona que no se cumpla el porcentaje de desperdicio estándar de la empresa.

El problema de Packasa se define como: “Durante el último año, el nivel de Desperdicio ha sido 5,7% en promedio (Enero – Agosto), mientras que la compañía tiene un máximo de 5% de nivel de desperdicio estándar.”

En la figura 1.1 se muestra el porcentaje de desperdicio anual con respecto al porcentaje de desperdicio real y en la figura 1.2 se muestra el desperdicio de papel por tipo Sábana.



**Figura 1.1 Porcentaje de desperdicio mensual del 2017**

Elaboración propia.



**Figura 1.2 Desperdicio de papel por tipo de Sábana**

Elaboración propia

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Reducir el porcentaje de desperdicio de materia prima, producto en proceso y producto final de 5.7% a 4.5% causado por fallas en el proceso de producción de rollos de papel higiénico, que impactan en los índices de producción (Rendimiento, calidad y disponibilidad).

## 1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir las variables de entrada y salida que generan alto porcentaje de desperdicio para el planteamiento de alternativas que abonen a la reducción del desperdicio.
- Diseñar un archivo para registrar, monitorear y ubicar el área donde se genera el mayor porcentaje de desechos para la definición de acciones correctivas a las respectivas causas que generan el desperdicio.
- Evaluar las acciones implementadas en la línea de producción para determinar su efectividad.

## 1.3 Marco teórico

### 1.3.1 Seis Sigma

Seis Sigma es una metodología para la mejora y solución de problemas complejos. Sirve como herramienta de control y disminución de la variación de los procesos con la finalidad de reducir el desperdicio generado en ellos. Seis Sigma utiliza la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Implementar, Actuar).

#### **Etapas de la metodología DMAIC:**

##### **Definir:**

Es la primera fase de la metodología, se determinan los posibles proyectos de mejora dentro de la empresa y en conjunto con la administración de la empresa se escogen los más convenientes. De acuerdo con la teoría de Bersbach (2009), para definir correctamente el problema se deben responder las siguientes preguntas: ¿Por qué es importante resolver esto ahora? ¿Qué objetivo de la empresa es compatible con la necesidad a resolver? ¿Cuál y cómo es el flujo del proceso? ¿Qué se desea obtener con la solución en el proceso? ¿Cuáles son los beneficios cuantificables? ¿Cuál es el alcance del proyecto? ¿Qué se necesita para lograr el proyecto?

Las herramientas necesarias para responder estas preguntas son:

- Herramienta 5w+2h
- Voz del Cliente
- Mapa de Proceso SIPOC

### **Medir:**

Una vez definido el problema, se tiene que establecer un plan para la recolección de datos. Para esto es necesario definir cuáles son los requisitos o características en el proceso que el cliente percibe como variables de desempeño, y qué parámetros afectan a estas variables. Se debe definir técnicas de recolección de información para determinar que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente.

Las herramientas más comunes para realizar esta fase son:

- Matriz de priorización
- Gráficos de Pareto

### **Analizar:**

En esta fase se analizan los datos obtenidos en la fase anterior y se determinan las causas que generan el problema y las oportunidades de mejora.

Las preguntas a contestar en esta fase son: ¿Qué variables del proceso afectan más la variabilidad del proceso y cuáles se puede controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso?

Las herramientas más comunes para realizar esta fase son:

- Diagramas causa - efecto
- Diagramas de flujo

### **Mejorar:**

En esta etapa se elimina la causa raíz detectada, mediante propuestas de mejora y su respectiva alimentación. Para hacer esto se requiere de lluvias de ideas para generar propuestas.

Entre las herramientas más comunes para realizar esta etapa son:

- Lluvia de ideas
- Análisis de falla y análisis de efecto

### **Controlar:**

En esta etapa se debe dar seguimiento a las acciones de mejora implementada, para asegurar que la solución puede sostenerse sobre un periodo largo de tiempo.

### **1.3.2 VOC (Voice of Customer)**

Es una herramienta que se utiliza para capturar los requisitos o comentarios de los clientes, para proporcionar al cliente una mejor calidad del servicio o producto de su clase. Esta herramienta se puede capturar de varias maneras: Entrevistas, discusiones, grupos focales, registro de quejas, especificaciones del cliente, observaciones, entre otras.

### **1.3.3 Herramienta 5w+2h**

Su desarrollo permite definir cuál es el problema, mediante las siguientes preguntas a contestar: ¿Qué está ocurriendo? ¿Cuándo ocurre el problema? ¿Dónde ocurre el problema? ¿A quién le sucede el problema? ¿Cómo ocurre el problema? ¿Cuántas veces ocurre el problema? ¿Por qué ocurre el problema?

### **1.3.4 SIPOC**

Es una herramienta útil para describir un problema. El objetivo es mostrar de manera general los elementos básicos que se utilizan en el proceso. Las siglas significan:

- Proveedores: Quién abastece las entradas al proceso.
- Entrada: Qué precisa el proceso.
- Proceso: Las actividades que se realizan sobre las entradas y las convierten en salidas.
- Salidas: Qué entrega el proceso.
- Cliente: Quién recibe las salidas del proceso.

### **1.3.5 Matriz de priorización**

La matriz de priorización de causas evalúa y ayuda a escoger entre varias posibles opciones o alternativas de problemas, utilizando un criterio de decisión específico.

### **1.3.6 Gráfico de Paretos**

El análisis de Pareto separa los pocos vitales de los muchos triviales. Expresa y separa los aspectos significativos de un problema, con la finalidad de enfocarse en las causas raíces.

### **1.3.7 Diagrama causa – Efecto**

El diagrama causa y efecto es conocido también como “diagrama de Ishikawa”. Ayuda a identificar las relaciones entre un efecto y sus posibles causas.

### **1.3.8 Diagramas de flujo**

Los diagramas de flujos son herramientas que se utilizan para representar las operaciones de un proceso de manera gráfica. Sirven para determinar a simple vista las operaciones que agregan y no agregan valor.

### **1.3.9 Lluvia de ideas**

Es una herramienta que permite obtener de un grupo de trabajo, una lista de ideas, problemas, oportunidades, mejoras, causas y soluciones, sin discusiones.

### **1.3.10 Análisis de falla y efecto**

AMEF es un conjunto de directrices que se utilizan para identificar problemas y sus posibles efectos para priorizarlos y poder enfocar todos los recursos para reducir las fallas del sistema.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

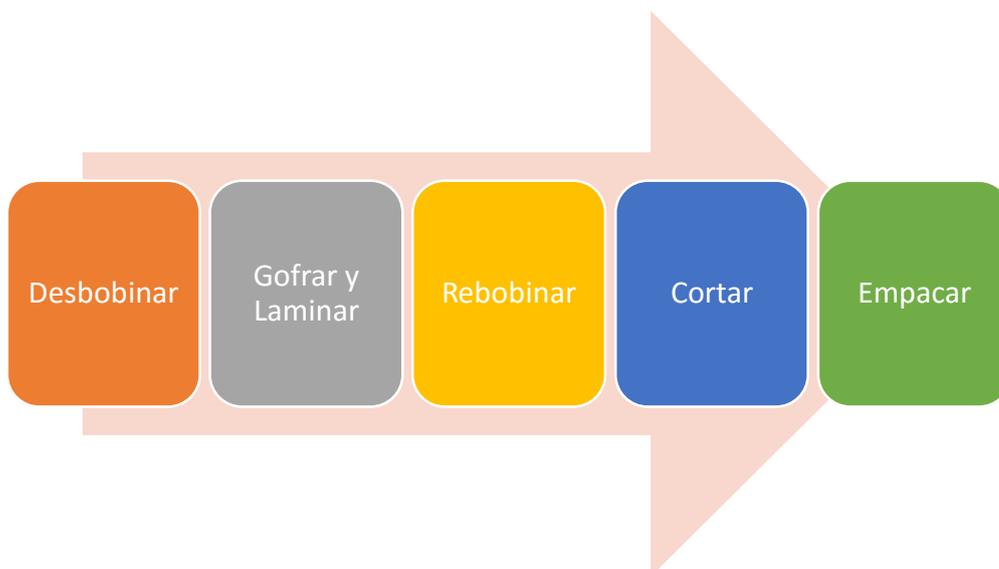
Para realizar el proyecto se ha llevado a cabo la metodología DMAIC.

### 2.1 Definir

En esta fase se determinó cuál es el proyecto de mejora. En conjunto con la administración de la empresa se identificaron las necesidades, se definió el problema y el alcance del proyecto mediante las siguientes herramientas: Observación directa del proceso, entrevistas con los directivos de la empresa, 3W+2H, VOC, SIPOC.

#### Levantamiento de información mediante observación directa

Se reconoció el proceso de línea de producción de rollos de papel, observando todas las actividades que agregan y no agregan valor, con la finalidad de identificar oportunidades de mejora. A continuación, en la figura 2.1 se muestra el flujo del proceso.

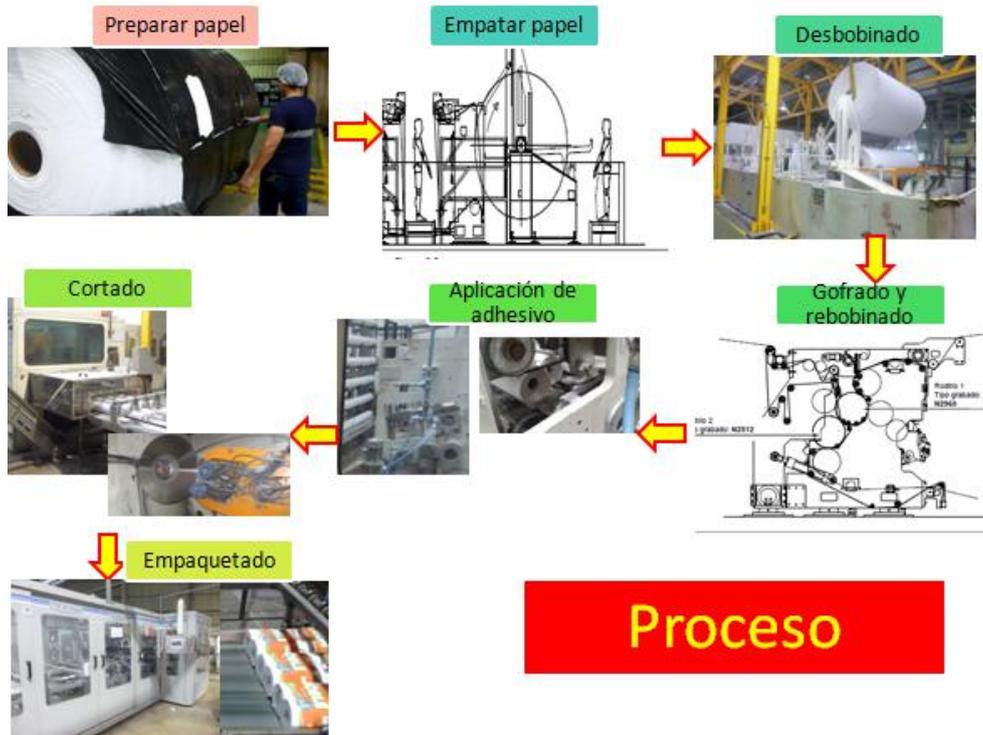


**Figura 2.1 Macroproceso de la línea de Conversión de Rollos**

Elaboración propia

### Explicación de cada paso del proceso

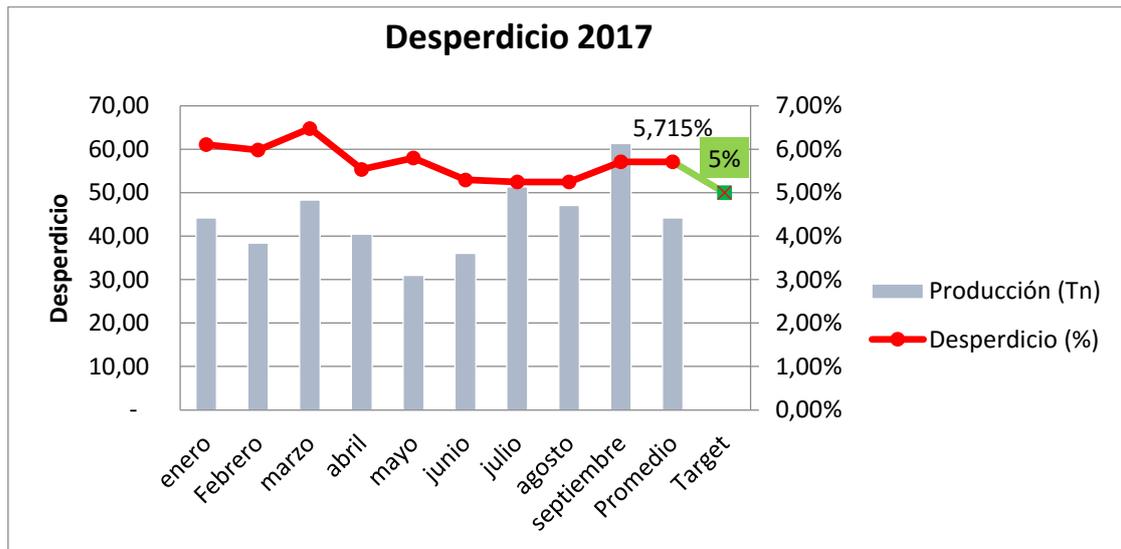
- Desbobinar: Se desenrolla el rollo jumbo (Rollo de papel grande-materia prima) en unos desbobinadores motorizados direccionando la hoja de papel por unos rodillos hacia el lugar de gofrado.
- Gofrar y Laminar: Es el diseño o arte que lleva el papel. Se realiza mediante la presión de un rodillo de acero con diseños (Flores) hacia la hoja de papel y laminar es la unión de las dos hojas de papel (Doble hoja).
- Rebobinar: se rebobina las hojas para obtener un log (Rollo de papel de largo del jumbo).
- Cortar: Se cortan los logs a tamaños comerciales obteniendo los rollos de papel.
- Empacar: se almacenan los rollos en paquetes para la venta.
- En la figura 2.2 se muestra el diagrama del proceso paso a paso.



**Figura 2.2 Representación gráfica del proceso de conversión de rollos de papel**

Elaboración propia

Después de identificar el proceso se procedió a analizar información del desperdicio generado en el proceso de formación de rollos en el periodo del presente año, con lo que se calculó el desperdicio mensual en toneladas como se muestra en la figura 2.3.



**Figura 2.3 Porcentaje y toneladas de desperdicio del año 2017-11-07**

Elaboración propia

Además, se cuantificó la pérdida monetaria del presente año, obteniendo una pérdida de \$73.000 dólares sólo en el mes de septiembre. En la figura 2.4 Se muestran las pérdidas monetarias generadas en el presente año por causas de un excesivo desperdicio en la línea de conversión de rollos de papel.

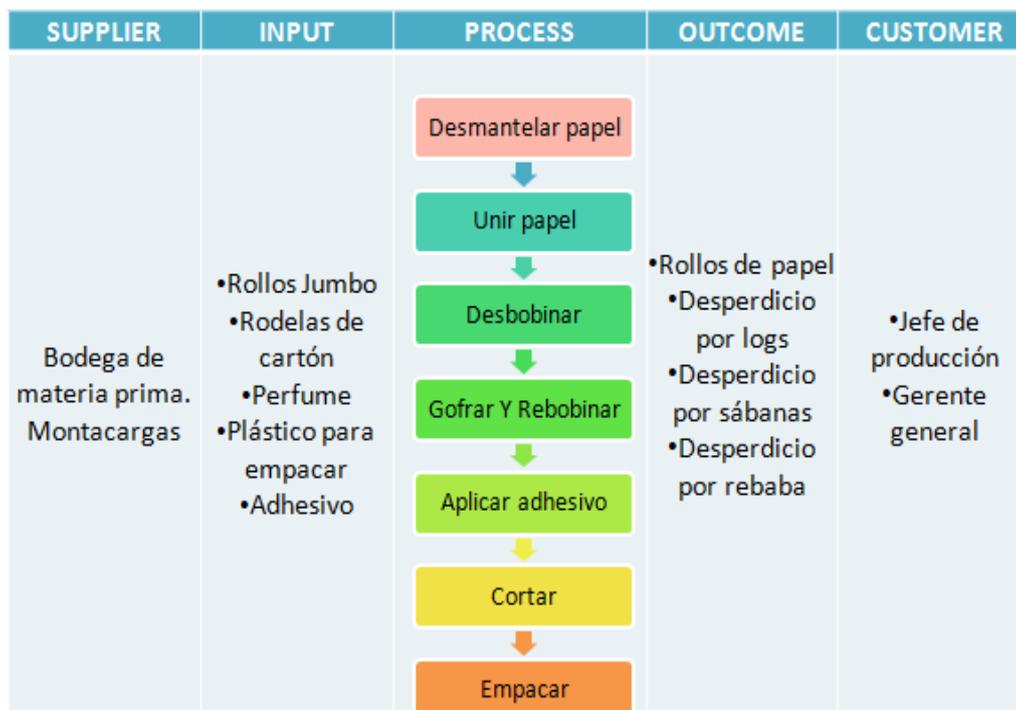
Línea de producción de Rollos de papel	2017									
	enero	Febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	Promedio
Producción (Tn)	723,55	641,31	745,58	730,85	534,86	679,82	977,76	896,983	1073,34	778,23
Desperdicio (Tn)	44,21	38,38	48,33	40,50	31,02	36,03	51,33	47,09	61,34	44,25
Desperdicio (%)	6,11%	5,98%	6,48%	5,54%	5,80%	5,30%	5,25%	5,25%	5,71%	5,71%
Costo % desperdicio Real	\$ 59.682,02	\$ 51.812,65	\$ 65.248,85	\$ 54.671,42	\$ 41.879,87	\$ 48.641,12	\$ 69.298,74	\$ 63.573,67	\$ 82.807,63	\$ 59.735,11
Costo % desperdicio estandar	\$ 48.839,63	\$ 43.288,74	\$ 50.326,59	\$ 49.332,37	\$ 36.103,34	\$ 45.887,85	\$ 65.998,80	\$ 60.546,35	\$ 72.450,45	\$ 52.530,46
Diferencia	\$ 10.842,40	\$ 8.523,91	\$ 14.922,26	\$ 5.339,05	\$ 5.776,53	\$ 2.753,27	\$ 3.299,94	\$ 3.027,32	\$ 10.357,18	\$ 7.204,65

**Figura 2.4 Pérdidas monetarias por desperdicio del año 2017**

Elaboración propia

## SIPOC

Se utilizó la herramienta SIPOC para mostrar de manera general los elementos básicos que se utilizan en el proceso de formación de rollos de papel con el propósito de identificar los proveedores, las entradas al proceso, las actividades del proceso y las salidas del proceso como se muestra en la figura 2.5.



**Figura 2.5 SIPOC del proceso de conversión rollos de papel**

Elaboración propia

## Entrevista con directivos

Para definir el problema se realizó una entrevista con el jefe de procesos, para escuchar sus requerimientos y necesidades en relación a los altos índices de desperdicio en la línea de rollos de papel.



**Figura 2.6 Entrevista con directivos**

Elaboración propia

### **Definición del problema**

Para definir el problema se utilizó la herramienta 3W +2H.

- ¿Qué?

Considerables cantidades de desperdicio se han generado.

- ¿En Dónde?

En la línea de producción de rollos de papel.

- ¿Cuándo?

Durante el último año.

- ¿Cuánto?

El porcentaje promedio de desperdicio es de 5.7%.

- ¿Cómo lo sabemos?

Reportes de producción indican altos índices de desperdicio comparados con el desperdicio estándar de la empresa, el cual es el 5 %.

Mediante la técnica utilizada, el problema queda definido de la siguiente forma:

Durante el último año, el nivel de desperdicio ha sido 5,7% en promedio, mientras que la compañía tiene un máximo permitido de 5% como estándar en la línea de producción de rollos de papel.

## Voz del Cliente (VOC)

Una vez identificado el problema se utilizó la matriz VOC para identificar la necesidad específica del cliente, la variable a medir, la meta y los límites de especificaciones, como se muestra en la figura 2.7.

Voice of Customer				
VOC	CTQ's- Needs	Variable/atribute	Goal	Specification Limits
El nivel de desperdicio estandar no se esta alcanzando actualmente	Reducir el nivel de desperdicio en la linea de rollos de papel	Cantidad de desperdicio en % de la linea de rollos de papel	4,5%	5%
Aumentar el nivel de producción	Incrementar el nivel de producción	Porcentaje de rendimiento	N/A	N/A
Existen muchas fallas operacionales en las máquinas	Identificar las causas de las fallas	Numero de errores en el proceso	N/A	N/A
Existen muchos paros no programados en las máquinas	Reducir tiempos de paros	Numero de paros no programados en las máquinas	N/A	N/A

**Figura 2.7 Voice Of Costumer**

Elaboración propia

Una vez identificado el principal inconveniente por parte del cliente, en una necesidad específica, “reducir el nivel de desperdicio en la línea de conversión de rollos de papel”, se define la variable de medición y respuesta como se muestra en la figura 2.8.

$$Y = \text{Percentage of scrap in the roll line}$$

$$\text{Percentage of scrap} = \frac{\text{Tons of scrap}}{(\text{Tons of scrap} + \text{tons produced})} \quad \text{Ec.1}$$

**Figura 2.8 Ecuación de variable de respuesta**

Elaboración propia

## **Alcance del proyecto**

Para el alcance del proyecto, se definió una meta de dos escenarios, Worst Case y Best Case. Reducir el porcentaje de desperdicio a 5% para el Worst case y 4,5% para el Best Case ahorrando en promedio \$7.000 dólares mensuales en el worst Case y \$12.000 dólares en el Best case.

## **2.2 Medir**

Para la fase de medición, se realizó un plan de recolección de datos para la variable de respuesta, en el que se definen las mediciones a realizar y se responden en cada caso el qué, quién, cómo y dónde realizar dicha medición. A continuación, en la tabla 2.1 se muestra el plan de recolección de datos definido para el proyecto.

**Tabla 2.1 Plan de recolección de datos**

Variable	¿Que se mide?		¿Quién la mide?	¿Cómo se mide?		¿Cómo serán usados los datos?
	Unidad	Tipo de dato	Encargado	Método de medición	Método de toma de datos	Uso de datos
desperdicio	Kilogramos	Continua	Operador	Se pesa usando balanzas	Registro del peso en un archivo disponible en la computadora de la estación	Identificar las causas que mas contribuyen al desperdicio
Cantidad de producción	Kilogramos	Continua	Dep. Procesos	Registros en EPP	Reporte de producción de línea	Comparar la cantidad de kilogramos producidos y la cantidad de kilogramos de desperdicio para calcular el porcentaje de desperdicio

Elaboración propia

Para el registro de la cantidad de desperdicio se formuló un Archivo de registro con la finalidad de clasificar los tipos de desperdicios y sus causas correspondientes.

A continuación, en la tabla 2.2 se muestran los tipos de desperdicio y las definiciones de los mismos.

**Tabla 2.2 Tipos de desperdicios presentados en la línea de conversión de rollos**

Tipo de desperdicio	Definición	Imágen
Sábanas	Desperdicio presentado en rollos Jumbos	
Log"s	Desperdicio presentado en rebobinado de tamaño comercial	
Rebabas	Desperdicio generado por sobrante del log en corte	
Rollos	Desperdicio presentado en producto final	

Elaboración propia

Para el registro de la cantidad de kilogramos se creó un programa de fácil utilización, previo de capacitación a los operadores de cada estación de trabajo en la línea de producción de rollos de papel.

Para la creación de este programa se definieron las causas que generan cada tipo de desperdicio, las cuales se muestran en la figura 2.9.

Causas			
Sábana	Log	Rollo	Rebaba
Bobina con fisura por montacarga	Atasco/Rotura por Punto de goma		Rebaba
Bobina mojada	Atasco/Rotura Acumulador	Rollo sin colete	
Bobina sucia	Atasco/Rotura Encolador	Rollos retirados de la línea (Zona Cortadora)	
Bobina con fisura proveedor	Atasco/Rotura Gofrador/Laminador	Rollos retirados de la línea (Zona Empaquetado Primario)	
Empate de bobina	Atasco/Rotura por problemas con Canuto	Rollos retirados de la línea (Zona empaquetado secundario)	
Mala calidad de papel	Cambio de bobina		
Saldo fin de bobina	Empate de bobina		
Saldo por Punto de goma (papel pegado al final)	Logs aguados por gofrador		
Saldo por fricción de campana (canuto desfasado)	Mala calidad de papel		
Preparación de bobina (sin problemas)	Producto sin encolar		

**Figura 2.9 Árbol de pérdidas para causas de desperdicio**

Elaboración propia

Se determinaron las distintas categorías de desperdicio en el área de desbobinado:

- Desperdicio manipulación de montacargas: Esta pérdida considera el papel retirado de la bobina por golpes o fisuras causados por el montacargas o descargas de los jumbos.
- Desperdicio por mala calidad del insumo: Esta pérdida considera el papel retirado de la bobina por una mala calidad, por ejemplo, mal rebobinado, arrugas superficiales, Bobina Sucia.
- Desperdicio por empate de papel: Esta pérdida considera el papel retirado de la superficie con el punto de eliminar puntos de empates presentes en la bobina.
- Desperdicio por fin de bobina: Esta pérdida se presenta cuando se ha consumido la mayor cantidad posible de las bobinas y es la cantidad de bobina que queda en el canuto de la bobina y no pudo ser procesado.
- Desperdicio por punto de goma: Esta pérdida se presenta cuando el papel está pegado y no se puede Desbobinar
- Desperdicio por Canuto desfasado: Esta pérdida se presenta cuando el canuto no está en posición correcta y las campanas que sostienen el jumbo producen una fricción a la bobina.
- Desperdicio por preparación de bobina: Esta pérdida se presenta cuando se retira papel de la bobina, previo a su uso en la desbobinadora.

A continuación, en la figura 2.10 se muestra una imagen del archivo de registro de desperdicio que utilizan los operadores.

Código:	1188554
Papel:	PAPEL PERÚ DOBLE HOJA
Operador	
Fecha:	10/11/2017
Turno:	1
Tipo de Desperdicio:	Sábana
Causa:	Empate de bobina
Cantidad (kg):	20
Observaciones:	

Tipo de papel

Nombre del operador

Turno

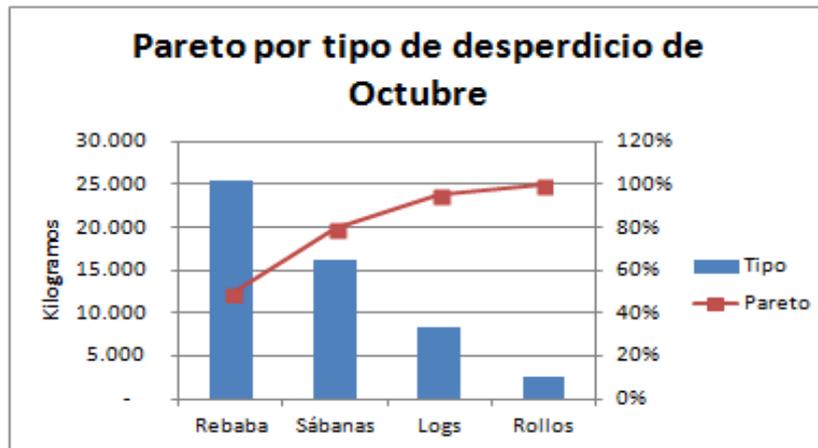
Botón para registrar

Actualizar

**Figura 2.10 Archivo de registro de desperdicio**

Elaboración propia

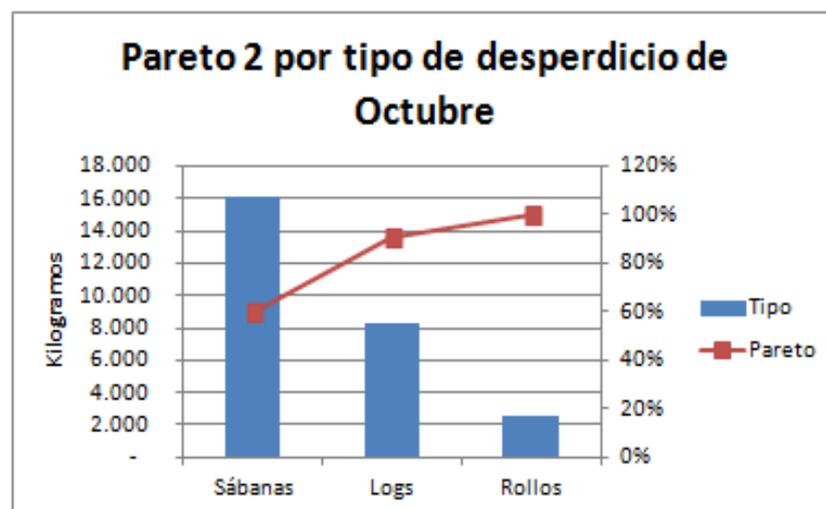
Este archivo de desperdicio se creó para registrar la cantidad de desperdicio por cada causa específica, además se puede observar pestañas de: tipo de papel, Operador y turno para determinar si existe correlación entre estas variables y el alto índice de desperdicio. El archivo alimenta una base de datos que servirá para la fase de análisis. El archivo de registro se programó en Visual Basic, direccionando la información mediante un botón hacia una base de datos. Además, automáticamente se muestran los Paretos de tipo, causa y refleja las pérdidas monetarias, como se muestra en la figura 2.11.



**Figura 2.11 Pareto por tipo de desperdicio del mes de octubre**

Elaboración propia

Se omite el tipo de desperdicio de rebaba debido que es un desperdicio por causa natural del proceso de la cortadora de la línea de producción de rollos, por tal motivo, se presenta en la figura 2.11 omitiendo el desperdicio tipo Rebaba. El desperdicio tipo de rebaba se produce en la cortadora, el cual es un sobrante de los rollos de papel. En la figura 2.12 se muestra el Pareto por tipo de desperdicio omitiendo las rebabas.



**Figura 2.12 Pareto 2 por tipo de desperdicio del mes de octubre**

Elaboración propia

La etapa de medición fue del mes de octubre del presente año en la que se puede evidenciar que la mayor cantidad de desperdicio se genera en el área de desbobinado, obteniendo el mayor índice de desperdicio por tipo de sábanas.

Como se observa en las figuras anteriores, la contribución de la mayor parte del desperdicio es del área de desbobinado por tipo de sábana, seguido por el tipo de desperdicio Logs, es por esto que el foco del proyecto se realizara en estas dos áreas de trabajo.

### **2.2.1 Confiabilidad de datos**

Para determinar la confiabilidad de los datos y que la información obtenida en el mes de octubre es representativa, se comparó con información histórica del mes de Agosto. Esto se realizó para concluir que el problema enfocado está en el área de desbobinado, por parte del desperdicio tipo Sábana.

Para verificar que la información que ingresan los operadores al archivo es real se comparó un día aleatorio entre la cantidad de desperdicio registrada en el archivo propuesto y la cantidad del reporte de desperdicio diario de la empresa, dando como resultado la misma cantidad en ambos archivos. En la figura 2.13 se muestra el reporte diario de desperdicio de la empresa.

**BODEGA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS (ENFARDADORA)**  
**REPORTE DE DESPERDICIO DIARIO**

00000

FECHA: 28 Oct 2020  
 TURNO:   
 OPERADOR:   
 LON:   
 00000

LON			SABANA PUNTAS			BOLLOS			SEVILETA	SABANAS			JUMBO	PAÑAL	CORTE ANATOMICO
PAPER	PERINI	INSTITUC	PAPER	PERINI	INSTITUC	PAPER	PERINI	INSTITUC		PAPER	PERINI	INSTITUC			
15	110		52	85		49			102	85	118	105		120	36.0
			76			30			312					30	45.2
			49	07					254					53	40.0
			200	29					540					100	
									164						
									70						
									70						
									1511						
									321						

*J. B. B.*

**Figura 2.13 Reporte diario de desperdicio**

Elaboración propia

Mediante este análisis se puede concluir que la información obtenida con el plan de recolección de datos es confiable, concluyendo que el problema enfocado es el desperdicio generado en el área de desbobinado por el desperdicio tipo Sábana.

### 2.3 Análisis

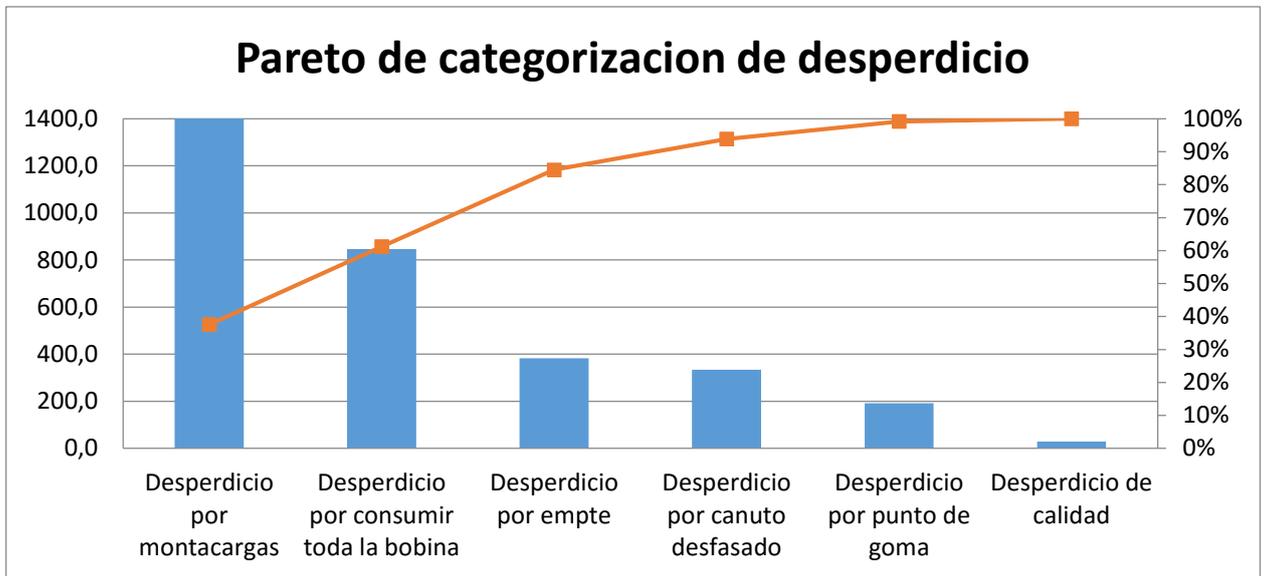
Para realizar esta actividad se efectuaron los siguientes pasos:

- Identificar la categoría generadora de mayor valor del desperdicio.
- Identificar las causas potenciales mediante reuniones con todo el equipo del proceso.
- Priorizar causas.
- Determinar la causa raíz de cada problema.

#### Categorización de desperdicio.

Mediante el archivo de registro propuesto y utilizado en la fase de medición se realizó un análisis de todas las causas del desperdicio en el mes de octubre

por tipo de sábana, aproximadamente se analizaron 60 rollos jumbos, obteniendo el diagrama de Pareto que se muestra en la figura 2.14.



**Figura 2.14 Pareto por tipo de desperdicio de Agosto**

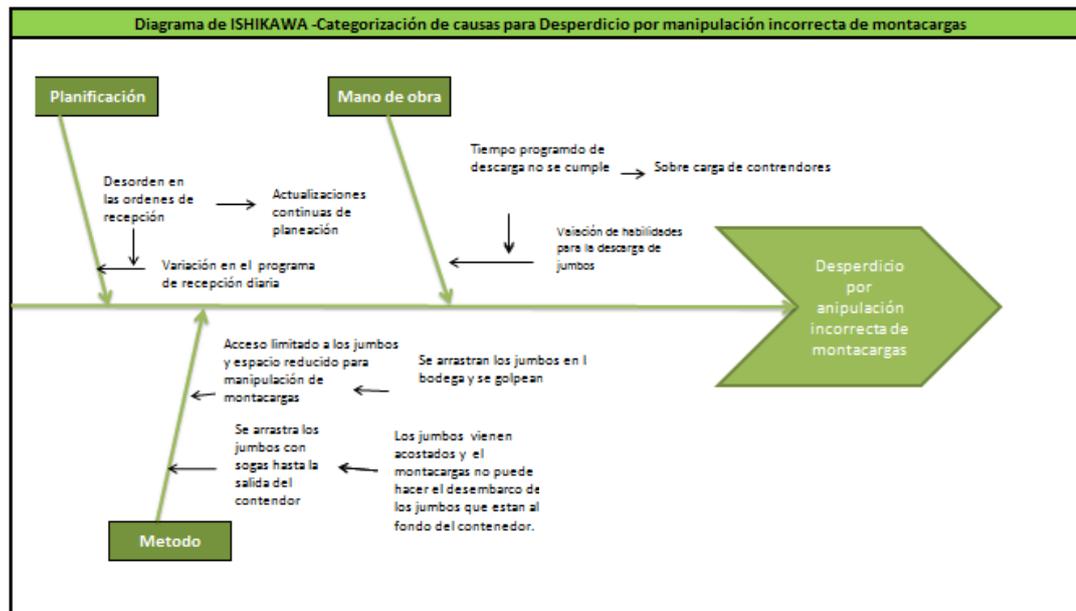
Elaboración propia

Se puede observar en la figura 2.14 que la principal causa de desperdicio es bobina con fisura por montacargas generando el 50% del desperdicio por tipo sábana, por tal motivo, el proyecto se enfoca en reducir, ésta pérdida y la pérdida de tipo log mostrada en la figura 2.12, las cuales en conjunto representan 1,4 puntos porcentuales de desperdicio.

### **Identificar las causas potenciales mediante reuniones con todo el equipo del proceso**

Para identificar las causas potenciales de los problemas definidos se trabajó con dos equipos. El primer equipo de trabajo estuvo conformado por el supervisor de insumos y producto terminado y con el operador de montacargas para recepción de insumos por parte del área de bodega. El segundo equipo de trabajo estuvo conformado por un operador líder de la línea de rollos y un operador de la canutera, los cuales se encargan de preparar y procesar las bobinas de papel en los desbobinadores y

rebobinadora. Para esto se utilizó el diagrama de causa y efecto con cada equipo de trabajo para determinar las causas potenciales de la falla. A continuación, en la figura 2.15 se muestra el gráfico de Ishikawa y la matriz de priorización de causas realizado con el equipo de trabajo #1.



**Figura 2.15 Ishikawa por manipulación de montacargas**

Elaboración propia

### Priorización de causas potenciales

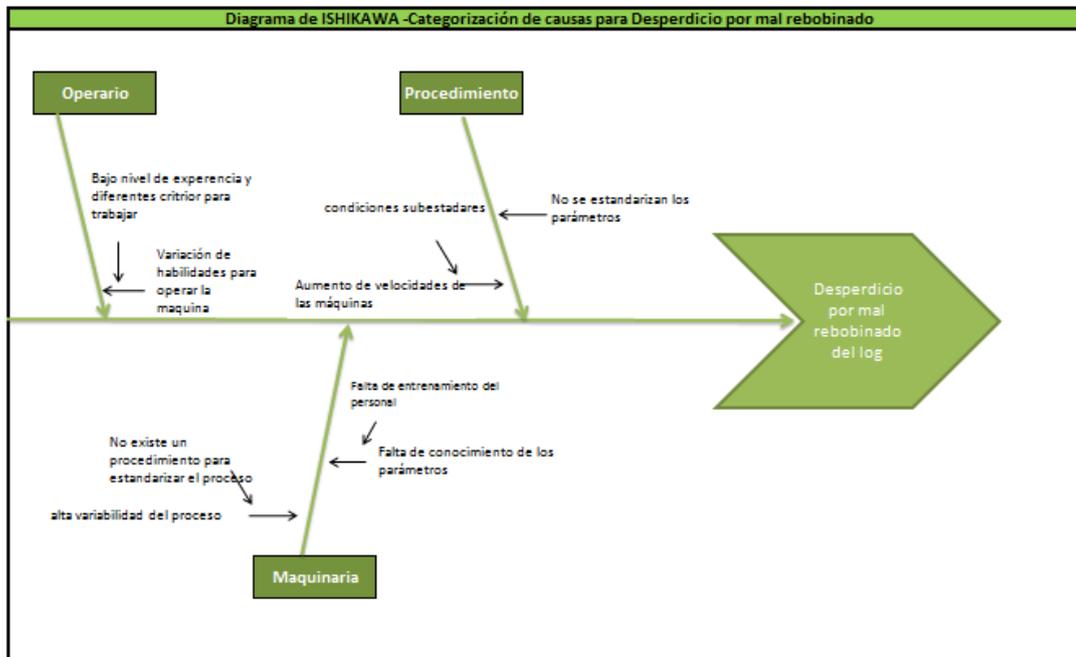
A continuación se muestra una tabla con las causas potenciales que generan el desperdicio por manipulación de montacargas, además se indica el nivel de impacto de cada causa.

**Tabla 2.3 Nivel de impacto de causas por manipulación de montacargas**

Causas	Nivel de impacto
Arrastre dentro del contenedor	Alto
Arrastre y golpes con los montacargas	Alto
Actualizaciones continuas de planeación	Medio
Sobrecarga de contenedores	Medio

Elaboración propia

A continuación, en la figura 2.16 se muestra el gráfico de Ishikawa y la matriz de priorización de causas realizado con el equipo de trabajo #2.



**Figura 2.16 Ishikawa por mal rebobinado**

Elaboración propia

### Priorización de causas potenciales

A continuación se muestra una tabla con las causas potenciales que generan el desperdicio mal rebobinado del log, además se indica el nivel de impacto de cada causa.

**Tabla 2.4 Nivel de impacto de causas por manipulación de montacargas**

Causas	Nivel de impacto
No existe un modelo de control de las variables	Alto
Condiciones sub estándares de la máquina	Alto
Falta de entrenamiento del personal	Medio
Baja Experiencia y diferentes criterios de parametrización	Medio

Elaboración propia

Después de identificar el nivel de impacto de las causas potenciales se realizó un análisis de modo de efecto falla con una matriz AMEF, como se muestra en la figura 2.17, para determinar las condiciones de severidad, ocurrencia y detección de cada una de las causas potenciales.

Modo de falla potencial	Efecto potencial de falla	Severidad	Causa potencial de falla	Ocurrencia	Control de detección diaria	Detección	NPR
Manipulación incorrecta del montacargas	Desperdicio por Manipulación incorrecta del montacargas	10	Actualizaciones continuas de planificación	6	Mediante red corporativa	7	420
			Sobrecarga de contenedores	7	Contenedores en espera	7	490
			Arrastre y golpes con los montacargas	9	No aplica	8	720
			Arrastre dentro del contenedor	6	espacio reducido en bodega	5	300
Mal rebobinado de logs	Desperdicio por mal rebobinado del log	10	Baja Experiencia y diferentes criterios de parametrización	7	No aplica	5	350
			Condiciones sub estandares de la máquina	9	No aplica	7	630
			Falta de entrenamiento del personal	7	No aplica	6	420
			No se controlan las variables del proceso	9	No aplica	8	720

**Figura 2.17 AMEF de causas**

Elaboración propia

Una vez realizada y analizada la matriz AMEF en conjunto con la matriz de priorización, se obtuvo que las causas potenciales del proyecto son: arrastre y golpes por los montacargas y la falta del control de variables del proceso, como se muestra en la figura 2.18.

Alto nivel de desperdicio en la línea de rollos de papel				
ANÁLISIS				
Causa	1° Porqué	2° Porqué	3° Porqué	CR
Arrastre y golpes con los montacargas	No hay espacio para manipular los montacargas	Materia prima esta desorganizada	Los operadores no tienen un lugar específico para almacenar la materia	Ausencia de un modelo de almacenamiento de materia prima
No se controlan las variables del proceso	Operadores no saben que controlar			Falta de un modelo de definición, registro, análisis y control de las variables del proceso

**Figura 2.18 Análisis “5 Why’s” para el alto nivel de desperdicio**

Elaboración propia

### **Plan de verificación de causas**

Para la verificación de causas se utilizó la técnica de observación directa yendo al lugar generador de desperdicio. Se verificaron las causas potenciales que son: Arrastre y golpe por los montacargas y falta de control de las variables del proceso.

- Arrastre y golpes por los montacargas.

En la figura 2.19 se muestra un jumbo de papel fisurado por el arrastre dentro de la bodega.

- Falta de control de las variables.

Se pudo observar que no disponen de planillas de registro de los parámetros operacionales del turno.



**Figura 2.19 Verificación de causas potenciales**

Elaboración propia

## **2.4 Mejoras**

Una vez identificadas las causas raíces se formularon varias alternativas de solución, después se realizó una matriz de esfuerzo impacto y al final se elaboró un plan de implementación para las soluciones propuestas.

### **2.4.1 Soluciones propuestas**

Para cada causa raíz determinada en el análisis 5 porqués se propusieron dos alternativas de mejora, se muestran en la tabla 2.5

**Tabla 2.5 Soluciones Propuestas**

Causa Raíz	Soluciones Propuestas
1) Ausencia de un modelo de localización y almacenamiento de jumbos	A) Rediseño del layout y ubicación de la materia prima en la bodega
	B) Adquisición de un montacargas especial para aprovechar volumétricamente el espacio en la bodega
2) Ausencia de un modelo de definición, registro, análisis y control de las variables del proceso	A) Implementar un sistema PLC en la máquina convertidora de papel
	B) Implementar un sistema de control y análisis de variables

Elaboración propia

#### **2.4.2 Análisis y selección de soluciones**

Mediante una matriz de priorización se evaluaron las soluciones propuestas, analizando dos criterios: Esfuerzo e impacto. Esfuerzo hace referencia a la cantidad de recursos que son necesarios para implementarlo e impacto hace referencia a la aportación de la solución del problema. Estos criterios se analizaron con el jefe del proceso y de producción, escogiendo las propuestas con inversión cero debido que la empresa está en un periodo de ahorro de costos.

Para la causa raíz uno se escogió la alternativa de rediseñar el layout y la ubicación de la materia prima debido que tenía un gran impacto y el esfuerzo es mínimo. Lo mismo ocurrió en la causa raíz 2, escogiendo la implementación del sistema de control y análisis de las variables y estandarización del proceso. En la figura 2.20 y 2.21 se muestran la matriz de solución de la causa raíz 1 y 2 respectivamente.

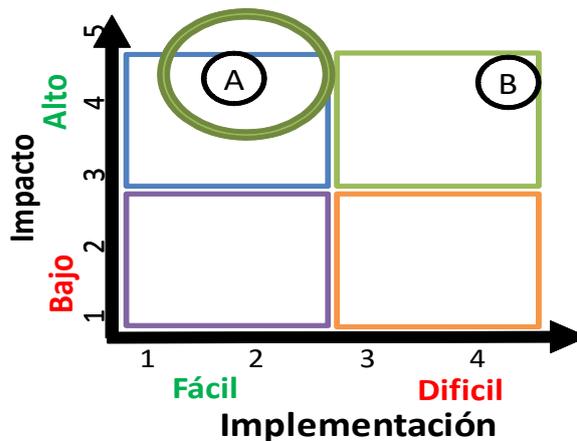


Figura 2.20 Matriz de priorización de soluciones causa 1

Elaboración propia

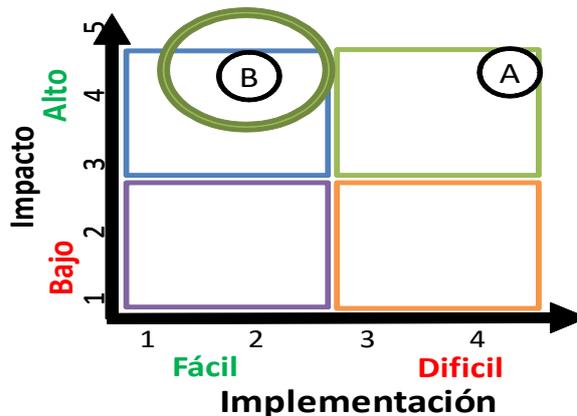


Figura 2.21 Matriz de priorización de soluciones causa 2

Elaboración propia

### 2.4.3 Diseño de las soluciones propuestas

Se desarrolló un plan de implementación de las soluciones propuestas para cada una de las alternativas escogidas de la matriz de priorización, con la finalidad de tener una visión clara de todos los requerimientos necesarios para la implementación. En las figura 2.22 y 2.23 se muestra el plan de implementación de la solución propuesta 1 y 2 respectivamente.

Causa Raíz	Solución Propuesta	¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto Cuesta?	¿Quién?
		Acciones de mejoras	Proposito	Administración de tareas	Alcance	Fecha	Costo	Personas
Ausencia de un modelo de localización y ubicación de Jumbos	Diseñar un modelo de localización y ubicación de la materia Prima	Definir el modelo de localización	Para tener un mejor aprovechamiento dentro de la bodega	Definir la priorización del almacenamiento con personal administrativo	Bodega de materia prima	Enero 1-7	Sin Costo (La Señalización se la realizo el personal de la empresa planificando turnos libres)	Lider del proyecto
		Definir los productos con mayor rotación	Para no tener escasez de materia prima y tener mi stock de seguridad	Por frecuencia de movimiento de unidad de carga		enero 5-12		
		Definir el área para cada material	no tener escasez de materia prima y tener mi stock de seguridad	A través del tiempo máximo de suministro y el máximo consumo por día		Enero 11-19		
		Fase de prueba e implementación	Para garantizar la disponibilidad de la materia prima	Implementación y señalización		Enero 19 - Febrero 8		

**Figura 2.22 Plan de implementación de solución 1**

Elaboración propia

Causa Raiz	Solución Propuesta	¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto Cuesta?	¿Quién?
		Acciones de mejoras	Proposito	Administración de tareas	Alcance	Fecha	Costo	Personas
Ausencia de un modelo de definición, registro, análisis y control de las variables del proceso	Diseñar un modelo de definición, registro, análisis y control de las variables del proceso	Definir las variables que serán controladas	Porque debo saber que voy a medir y efecto tiene esta variable	Defina las variables con el jefe de producción y el supervisor de proceso y crear una presentación con el significado de cada variable. Para que sirva como una lección de un punto	Linea de producción de conversión de Papel	Enero 1-7	Sin costo	Lider del proyecto
		Socialización a los operadores para controlar y registrar variables y el prototipo del Programa	Explicar a los operadores las variables operacionales de las máquinas y cómo registrar las variables, una vez por turno	A través de un entrenamiento de 30 minutos		Enero 5-7		
		Registrar las variables	Analizar las variables y estandarizar los parámetros operativos para no generar residuos	Por un diseño de experimento		Enero 8-19		
		Diseña un programa prototipo para el control de las Variables	Definir el rango operacional de las variables para reducir el desperdicio	Programación en VBA Excel		Enero 10-16		
		Fase de prueba del prototipo	Dar operación al prototipo y las variables estandarizadas	Seguir el rendimiento del prototipo		Enero 16- febrero 9		

**Figura 2.23 Plan de implementación de solución 2**

Elaboración propia

Se detalla a continuación las soluciones propuestas.

### **Propuesta 1: Diseñar un modelo de localización y ubicación de la Materia Prima**

La mayor cantidad de desperdicio tipo sábana se genera en la descarga y almacenamiento de la materia prima jumbos, se arrastran en el piso para poderlos manipular debido que el espacio dentro de la bodega es muy

limitado, además se golpean con las paredes del montacargas por que el montacargas no puede circular dentro de la bodega.

Por lo tanto, se rediseñó el layout de la bodega y se estableció un modelo de localización de la materia prima para que se asignen sus lugares logrando optimizar el espacio, basándome en la rotación de la materia prima y en su stock de seguridad máximo que se detalla más adelante, con la finalidad de que la empresa no se quede sin stock de materia prima.

El análisis del proyecto se enfoca en reducir el desperdicio de los jumbos de la línea de conversión de rollos de papel, pero en la planta se producen otros productos como servilletas, pañales y rollos de largo metraje, se tuvo que realizar la propuesta para todas las materias prima que procesa la empresa.

El primer paso fue clasificar la materia prima que se detalla en la tabla 2.6.

**Tabla 2.6. Clasificación de la materia prima**

Materia Prima		Máquina
Celulosa 1	Celulosa	Pañalera
Jumbo 1	Jumbos	Convertidora
Jumbo 2	Jumbos	Convertidora
Jumbo 3	Jumbos	Convertidora
Jumbo 4	Jumbos	Convertidora
Jumbo institucional 1	Jumbos LM	Largo metraje
Jumbo institucional 2	Jumbos LM	Largo metraje
Rodela 1	Rodelas	Servilletera
Rodela 2	Rodelas	Servilletera
Rodela 3	Rodelas	Servilletera
Rodela 4	Rodelas	Servilletera
Rodela 5	Rodelas	Servilletera
Rodela 6	Rodelas	Servilletera
Rodela 7	Rodelas	Servilletera
Rodela 8	Rodelas	Servilletera

Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 2.6 que solo se tiene 4 materiales de la línea de conversión, pero el análisis será de todos los materiales que se

procesan en la empresa para garantizar localidades correctas en la bodega de materia prima.

El modelo de ubicación se basa en la rotación de la materia prima con una clasificación ABC, con la finalidad de tener la mínima distancia recorrida para los productos de alta rotación unitaria. La unidad de carga para los jumbos es 1 y la unidad de carga para la celulosa y rodela son 2, materiales por movimiento.

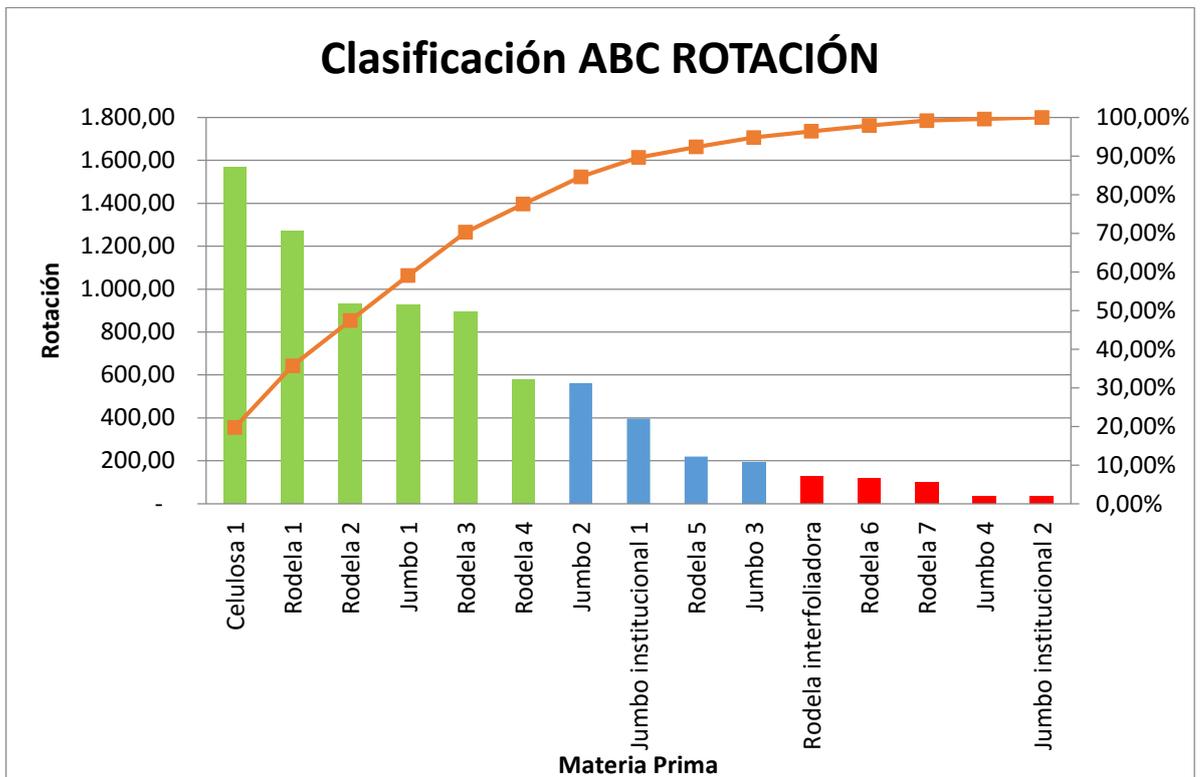
El análisis ABC por rotación unitaria se muestra en la tabla 2.7. Concluyendo que solo un material de tipo A pertenece a los jumbos de la convertidora de papel.

**Tabla 2.7 Rotación por consumo unitario**

Materia Prima	Consumo(kg/año)	Consumo unidades	Rotación(movimientos/año)	% consumo	Acomulado	Tipo
Celulosa 1	1.254.680,96	3.136,70	1.568,35	19,74%	19,74%	A
Rodela 1	456.642,50	2.536,90	1.268,45	15,96%	35,70%	A
Rodela 2	372.431,90	1.862,16	931,08	11,72%	47,41%	A
Jumbo 1	1.848.974,00	924,49	924,49	11,63%	59,05%	A
Rodela 3	357.557,97	1.787,79	893,89	11,25%	70,29%	A
Rodela 4	230.574,31	1.152,87	576,44	7,25%	77,55%	A
Jumbo 2	1.124.275,00	562,14	562,14	7,07%	84,62%	B
Jumbo institucional 1	397.222,40	397,22	397,22	5,00%	89,62%	B
Rodela 5	122.759,10	438,43	219,21	2,76%	92,38%	B
Jumbo 3	384.253,00	192,13	192,13	2,42%	94,80%	B
Rodela interfoliadora	101.978,30	254,95	127,47	1,60%	96,40%	C
Rodela 6	67.111,74	239,68	119,84	1,51%	97,91%	C
Rodela 7	40.420,00	202,10	101,05	1,27%	99,18%	C
Jumbo 4	65.185,00	32,59	32,59	0,41%	99,59%	C
Jumbo institucional 2	65.130,00	32,57	32,57	0,41%	100,00%	C
Total	6.889.196,17		7.946,92		100,00%	

Elaboración propia

En la figura 2.24 se muestra el diagrama de Pareto por clasificación ABC de rotación de los insumos.



**Figura 2.24 Rotación por consumo unitario**

Elaboración propia

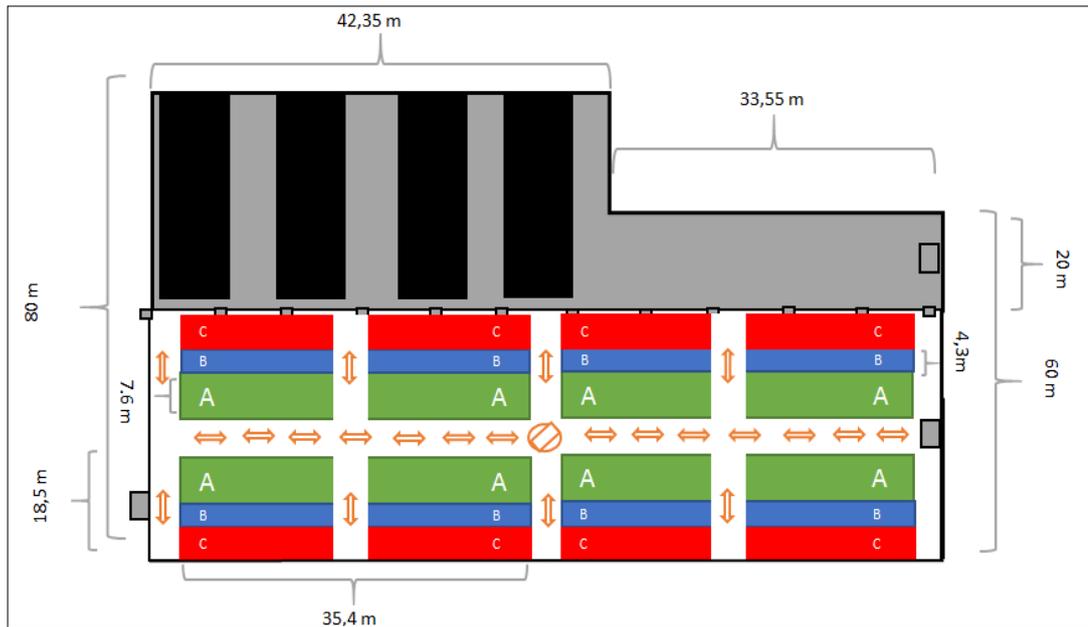
Una vez definido los materiales tipo A,B,C se procedió a calcular el espacio requerido para cada uno en la bodega con un stock de seguridad máximo como se muestra en la figura 2.25. (Ver apéndice 1)

$SS = (\text{Consumo Máximo diario}) \times (\text{Tiempo de abastecimiento Máximo})$	EC.2
---	------

**Figura 2.25 Ecuación de Stock máximo**

Elaboración propia

Mediante el análisis presentado se obtuvo que el área requerida para implementar el nuevo layout y modelo de ubicación es de 2703 m, mientras que el área disponible de la bodega es de 3030 m, asignando el espacio de 327 m para el flujo de montacargas. En la figura 2.26 se muestra en layout con el modelo de ubicación propuesto.



**Figura 2.26 Layout y modelo de ubicación**

Elaboración propia

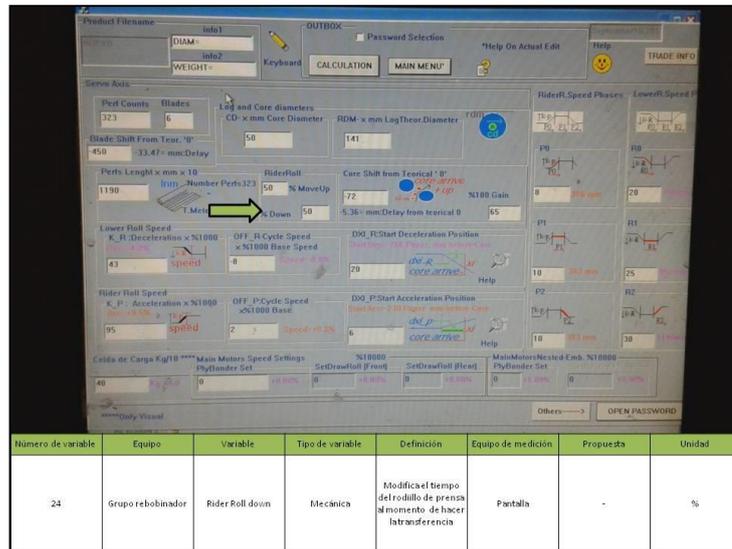
Los materiales tipo A se encuentran en el medio junto al flujo de montacargas, porque en toda la línea de flujo tendrá la misma distancia de rotación. La distancia aumenta mientras se desplaza de forma vertical para arriba o para abajo, por tal motivo se ha definido de esta manera.

**Propuesta 2: Diseñar un modelo de definición, registro, análisis y control de las variables del proceso.**

La siguiente causa a atacar es la de desperdicio por tipo log, esta se produce al momento de rebobinar el papel. Esta propuesta surge al momento de inspeccionar el proceso y evidenciar que no está controlado ni estandarizado, además los operadores manifestaron que no saben las variables a controlar y los parámetros operacionales no están estandarizados, lo que genera una alta variabilidad de los parámetros y variables programadas por el operador.

En consecuencia, se ejecutó una reunión con los operadores líderes y el jefe de la línea para definir las variables que iban a ser controladas, además se creó una presentación para la definición de cada variable que se va a

controlar para posterior estandarizar como se muestra en la figura 2.27. La presentación mencionada se muestra en el Apéndice 2.



**Figura 2.27 Presentación de la Variable “ride roll down” de la máquina rebobinadora.**

Elaboración propia

Una vez definido lo que se va a medir se elaboró una planilla de control para registrar los parámetros operacionales cada turno (ver Apéndice 3). Se dio una capacitación a todo el personal de los lineamientos de la solución propuesta (objetivos, beneficios, frecuencia de registro y análisis), como se muestra en la figura 2.28.



**Figura 2.28 Capacitación a los operadores de la propuesta**

Elaboración propia

Una vez recopilada toda la información se procedió a crear un archivo con una macro en Visual Basic con la finalidad de guardar toda esta información para su posterior análisis, esto hace que la solución sea más amigable debido que un operador debe registrar esta data para que sea analizada turno a turno por el personal administrativo de la planta. En la figura 2.29 se muestra la interfaz gráfica del programa de registro.

Conversión de rollos de papel							
Packasa S.A (nombre ficticio)		Fecha:	jueves, 08 de febrero de 2018			Registrar	
		Turno/Horario	2				
		Código Producto	1TTEC000461				
		Producto	PH ELITE CLÁSICO MANZANILLA 20 MX 1 BULTO 48 U				
		Operador					
		Variable	Unidad	Real Valor	Center Line		
					Valor Máx.	Valor Min	Moda
1	Control de velocidad	Velocidad Programada	m/min				
2		Perf counts (número de perforaciones)	%				
3		RDM-x mm logTheor.Diameter (diámetro del papel)	%				
4		blade shift from teorical ( distacia de la hoja con el prepicado)	%				
5		Ride Roll % move up (Subir el rodillo de prensa)	%				
6		Rider Roll % Down (bajar el rodillo de prensa)	%				
7		Core shift from teorical ( distacia del tubete con el prepicado)	(mm)				
8		%100 gain	%				
9		K_R Deceleration% (% de desaceleración)	%				
10		OFF_R cycle speed (velocidad de ciclo)	%				
11		DXI_R: Start decelaration (inicio de desaceleración)	%				
12		RO: duración de desaceleración mm	%				
13		R1: Duración en velocidad constante	%				
14		R2: Duración de retorno de velocidad	%				
15		K_P: Acceleration % (% de aceleración)	%				
16		OFF_P cycle speed (velocidad de ciclo)	%				
17		DXI_P: Start Acceleration (inicio de aceleración)%	%				
18		PO: Duración de aceleración	%				
19		P1: Duración a velocidad constante	%				
20	P2: Duracion de retorno de velocidad	%					
21	Sellador de coleteo	Velocidad programada	m/min				
22		Longitud de orilla	mm				
23		Posición orilla	mm				
24		Posición de log en rodillo	mm				
25		Ciclo de bomba cola	s				
26		Volante regulador de cuna	vuelatas				
27		Soplos superiores presión (bar)	bar				
28		Soplos inferiores presión (bar)	bar				
29		Bomba de cola (bar)	(psi)				

**Figura 2.29 Interfaz gráfica de programa de registro**

Elaboración propia

Una vez recopilada la información se procedió a analizar la data para poder estandarizar las unidades/parámetros del proceso. Solo se utilizó información de los parámetros que registraron un valor menor a 5% de desperdicio. En el periodo de registro se produjeron 4 productos distintos, lo que da información para estandarizar las variables para los 4 productos. El análisis consistió en utilizar la media y desviación estándar para cada registro, con la finalidad de determinar la parametrización máxima y mínima

de la variable, rangos operacionales. Las variables estandarizadas se muestran en el apéndice 4.

Una vez estandarizadas las variables, se entregó a la línea de producción un control visual/documental, con la finalidad de que los operadores puedan utilizar esta información para programar la máquina.

## 2.5 Controlar

En la fase de control se debe garantizar que las propuestas implementadas se cumplan y perduren en el tiempo a un largo plazo. Se implementó el modelo de ubicación en el área de bodega mediante señalética como se muestra en la figura 2.30.



**Figura 2.30 Señalización de posiciones del modelo de ubicación**

Elaboración propia

Para el modelo de control y estandarización de las variables del proceso, se propuso un archivo para evaluar a los operadores por registros. En la fase de registro de información, se presentó una barrera para cumplir con las planillas de control, esto se debe por la falta de cultura de registro en la empresa. El archivo consiste en la foto del operador con su nota = 100% si registró todas las variables del turno y 0% si no registró las variables con las cuales trabajó. Este archivo de cumplimiento se envía al jefe de línea y de producción día a día, con la finalidad de tener un indicador al final del mes de cumplimiento acumulado. En la figura 2.31 se muestra el archivo de control de cumplimiento de registro del 30 de enero y su acumulado, se observa que los operadores 1

y 3 registrado todas las variables en sus turnos, y el operador 2 no registró en su turno las variables afectando a su acumulado.

ENERO		30-ene	
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		Cumplimiento Diario	Cumplimiento Acumulado
<b>Operador 1</b>			
FOTO		100%	100%
<b>Operador 2</b>			
FOTO		0%	50%
<b>Operador 3</b>			
FOTO		100%	100%

**Figura 2.31 Porcentaje de cumplimiento de registro del personal**

Elaboración propia

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

Para demostrar los resultados se analizaron los resultados antes y después de la implementación de las mejoras.

### Antes de la implementación

En el primer escenario se utilizó los datos históricos de la empresa, como se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Desperdicio antes de implementación. Enero 2017**

Antes	
Producción (ton)	723,55
Desperdicio (ton)	44,21
porcentaje (%)	6,11%

Elaboración propia

### Después de la implementación

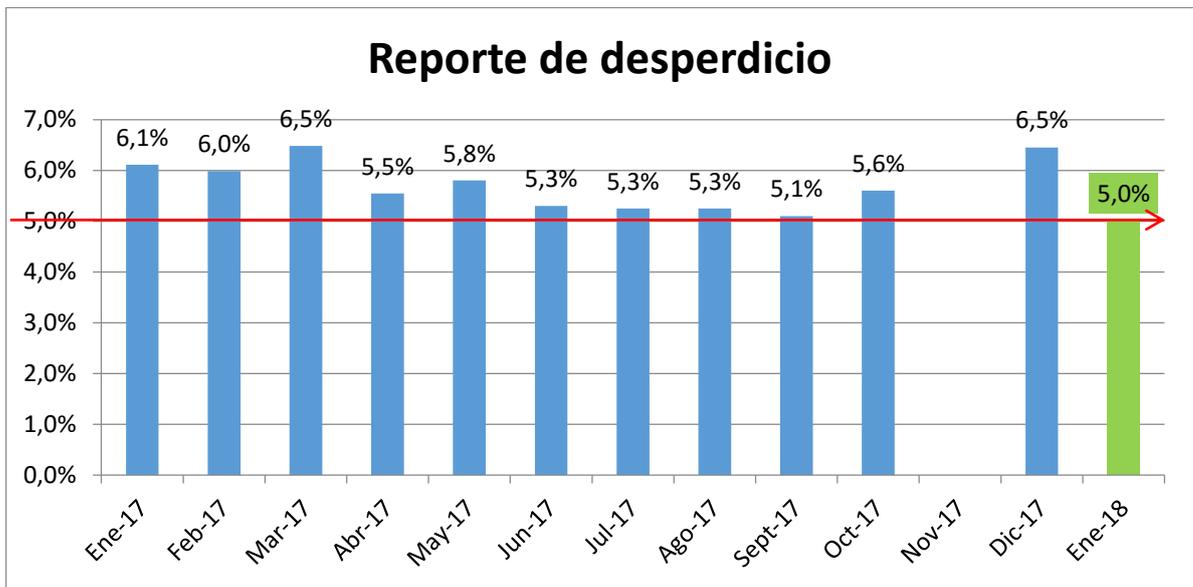
En el segundo escenario se utilizó información real de productividad de la empresa del mes de enero, se muestra en la tabla 3.2. Cabe recalcar que el proyecto se implementó en enero y se pretende para el siguiente mes tener menos porcentaje de desperdicio. El reporte de producción final del mes de enero para corroborar la información se muestra en el apéndice 4.

**Tabla 3.2 Desperdicio después de implementación. Enero 2018**

Después	
Producción (ton)	525
Desperdicio (ton)	27,6
porcentaje (%)	5%

Elaboración propia

En la figura 3.1 se muestra la comparación entre el porcentaje de desperdicio del 2018 con el 2017.



**Figura 3.1 Comparación del porcentaje de desperdicio 2018**

Elaboración propia

### 3.1 Análisis de 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 de \$1,35 en promedio. Cada kilogramo de papel desperdiciado representa un \$1,35 a la empresa. Para el presente análisis se calcula la diferencia entre el costo que se hubiera tenido con una cantidad de desperdicio del 6,11% con la cantidad de desperdicio real (5%), como se muestra en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3 Ahorro por reducción de desperdicio**

Producción (ton)	Desperdicio	Costo (\$)
525	5%	34.125
525	6,11%	41.701
Ahorro		7.576

Elaboración propia

Se puede observar que si se conserva un porcentaje de desperdicio de 5%. El ahorro mensual es aproximadamente \$7.500 dólares al mes, dando un resultado de \$90.000 dólares al año aproximadamente.

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Mediante el análisis y metodología DMAIC se pudo determinar las distintas causas que provocan el desperdicio, convirtiendo un problema general en un problema enfocado para atacarlo y reducirlo, generando impactos en diversas áreas de la empresa. Se demostró analíticamente el ahorro significativo de costos impactando directamente en los indicadores de productividad de la empresa, estandarizando el proceso y reduciendo la variabilidad del mismo.

### 4.1 Conclusiones

1. Se rediseñó el Layout y se propuso un modelo de ubicación y almacenamiento volumétrico para reducir el desperdicio del papel generado en la bodega de materia prima.
2. Se diseñó un modelo de control y estandarización de las variables del proceso que generan altos índices de desperdicio.
3. Se diseñó un archivo para registrar, monitorear y ubicar el área donde se genera el mayor porcentaje de desechos para la definición de acciones correctivas a las respectivas causas que generan el desperdicio.
4. Se obtuvo un ahorro mensual de \$7.500, estimando un ahorro de \$90.000 al año.

### 4.2 Recomendaciones

1. Analizar la base de datos y dar seguimiento a los registros de tipo de desperdicio para monitorear las mejoras periódicamente.
2. Darle prioridad a las capacitaciones de las variables operacionales de la maquina rebobinadora de papel.
3. Darle seguimiento al modelo de ubicación de materia prima en la bodega mediante actualizaciones de materiales.
4. Generar cultura de registro de información al personal de la planta, mediante capacitaciones y controles internos.

# BIBLIOGRAFÍA

*Masaaki imai, kaizen: the key to japan's competitive success, 1986, japon*

Paper:quality improvement through six sigma dmaic methodology patel rumana, darshak  
a. desa

Enríquez, g. 2000. el abc de la instrumentación en el control de procesos industriales.  
editorial limusa. páginas: 11

Acedo, josé. 2006. instrumentacion y control avanzado de procesos. control de  
multivariables. españa. pp 655-678.

Gestión por procesos. tomado de: <http://www.novasoft.es/efqm.html> ,28/03/09

Harrington, h. james .mejoramiento de los procesos de la empresa / h. james  
harrington.—colombia : editorial mcgraw hill, 1992.—309p.

Deming, w. edwards. quality, productivity, and competitive position / w. edwards deming.  
- - cambridge: mit press, 1989. - - 200p

Asq service quality division. (n.d.). retrieved june 9, 2016, from <http://asq.org/learnabout-quality/cause-analysis-tools/overview/fishbone.htm>

# APÉNDICES

# APÉNDICE 1

## Cálculo del área requerida para la materia prima.

Materia Prima	Consumo Máximo por día	Lead time máximo (días)	SS	Área unitaria del material(m)	Maxima altura permitida(m)	Peso por unidad	Número de apilaciones	Área requerida (mt)
Celulosa 1	18,0	60,0	1.080,0	1,2	5,5	0,5	11,5	112,7
Jumbo 1	18,0	45,0	810,0	2,2	5,5	2,8	2,0	891,0
Rodela 1	21,0	45,0	945,0	1,2	5,5	0,4	13,8	82,2
Jumbo 2	15,0	45,0	675,0	2,2	5,5	2,8	2,0	742,5
Rodela 2	18,0	45,0	810,0	1,2	5,5	0,5	11,5	84,5
Rodela 3	18,0	45,0	810,0	1,2	5,5	0,4	13,8	70,4
Jumbo institucional 1	10,0	45,0	450,0	1,5	5,5	2,8	2,0	337,5
Rodela 4	18,0	45,0	810,0	1,2	5,5	0,5	11,5	84,5
Jumbo 3	14,0	45,0	630,0	2,2	5,5	2,8	2,0	693,0
Rodela 5	18,0	45,0	810,0	1,2	5,5	0,6	9,9	98,2
Rodela interfoliadora	11,0	45,0	495,0	1,2	5,5	0,7	8,0	74,3
Rodela 6	18,0	45,0	810,0	1,2	5,5	0,6	9,9	98,2
Rodela 7	18,0	45,0	810,0	1,2	5,5	0,5	11,5	84,5
Jumbo 4	18,0	45,0	810,0	2,2	5,5	2,8	2,0	891,0
Jumbo institucional 2	10,0	45,0	450,0	2,2	5,5	2,8	2,0	495,0
								4.839,5

Lineas de Producción	Área requerida
Línea de pañales	112,7
Línea de conversión 1	445,5
Línea de Servilletas 1	27,4
Línea de conversión 1	371,3
Línea de Servilletas 1	28,2
Línea de Servilletas 1	23,5
Línea de alto metraje	168,8
Línea de Servilletas 2	28,2
Línea de conversión 2	346,5
Línea de Servilletas 2	32,7
Línea de Servilletas 3	n
Línea de Servilletas 2	32,7
Línea de Servilletas 2	28,2
Línea de conversión 2	445,5
Línea de alto metraje	247,5
	2.338,5

	Total área/linea	Total área/ N de materia prima
Línea de conversión 1	1.633,5	816,75
Línea de conversión 2	1.584,0	792
Línea de Servilletas 1	237,1	79,04347826
Línea de Servilletas 2	365,4	121,8023715
Línea de Servilletas 3	74,3	365,4071146
Línea de alto metraje	832,5	416,25
Línea de pañales	112,7	112,6956522
	4.839,5	2703,948617

## APÉNDICE 2

### Modelo del control de proceso. Diapositivas para capacitación del personal.

#### Variables del proceso



#### Variables del proceso



## Variables del proceso



Unidad de rebobinado y grupo sellador de colete

Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
1	Desbobinador Externo	Célula de carga. Ext Unwinder.	Mecánica	tiene la función de mantener la correcta tensión del papel durante el desenvolvimiento.	Manómetro	-	Kgf/10

**Unwinder Secondary Setup**

Core Glueing System Handling  
 Pump: 15 x10 ms, Position Glue on Core: 55 x10 ms  
 Step Core Load (Industrial): 40 x10 ms

Nestled Secondary Setup  
 Nested Setpoint Motors %10000  
 Draw Roll: 110 x1.00%, Spreader: 0 x0.00%  
 Second Station: 0 x0.00%, Third Station: 0 x0.00%  
 Paper Transportation %10000  
 Guide Roll: 0 x0.00%

Unwinders Setup  
 Lead Cell SetPoint: Kg/10  
 Internal Unwinder: 39 x3.38, Central: 0, Ext Unwinder: 45 x4.50

Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
2	Desbobinador interno	Célula de carga. Internal Unwinder	Presión Neumática	tiene la función de mantener la correcta tensión del papel durante el desenrolamiento	Manómetro	-	Kgf/10

Product Filename: Info1, Info2, WEIGHT

Perfs Counts: 323, Blades: 6

Perfs Length x mm x 10: 1190, Number Perfs: 323

Lower Roll Speed: K, P, Acceleration x %1000: 43, OFF, R-Cycle Speed x %1000 Base Speed: 8

Rider Roll Speed: K, P, Acceleration x %1000: 95, OFF, P-Cycle Speed x %1000 Base Speed: 2

Celda de Carga Kg/10: 40

Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
3	Grupo rebobinador	Perfs counts	Mecánica	Número de perforaciones en log	Pantalla	-	Unidad

The screenshot shows a software interface with a scroll bar for the parameter 'CD x mm Core Diameter'. The value 50 is highlighted with a green arrow. Other visible parameters include 'Perf Counts' (323), 'Blades' (6), 'Rider Roll' (50), and 'Core Shift from Teorical' (72).

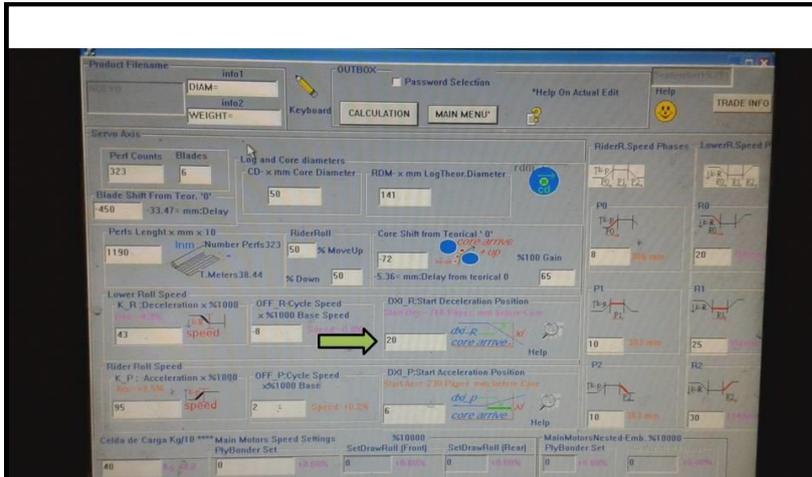
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
4	Grupo rebobinador	CD	Mecanica	Diámetro del tubo	Pantalla	-	mm

The screenshot shows a software interface with a scroll bar for the parameter 'RDM x mm Log Theor Diameter'. The value 141 is highlighted with a green arrow. Other visible parameters include 'Perf Counts' (323), 'Blades' (6), 'Rider Roll' (50), and 'Core Shift from Teorical' (72).

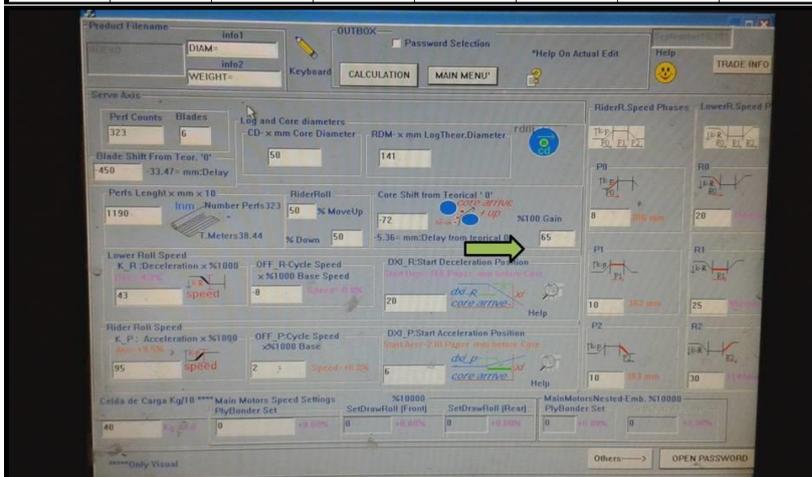
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
5	Grupo rebobinador	RDM	Mecanica	Diámetro final del log	Pantalla	-	mm

Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
6	Grupo rebobinador	Lmm	Mecánica(FUA)	Largo de perforaciones	Pantalla	-	Mm x 10

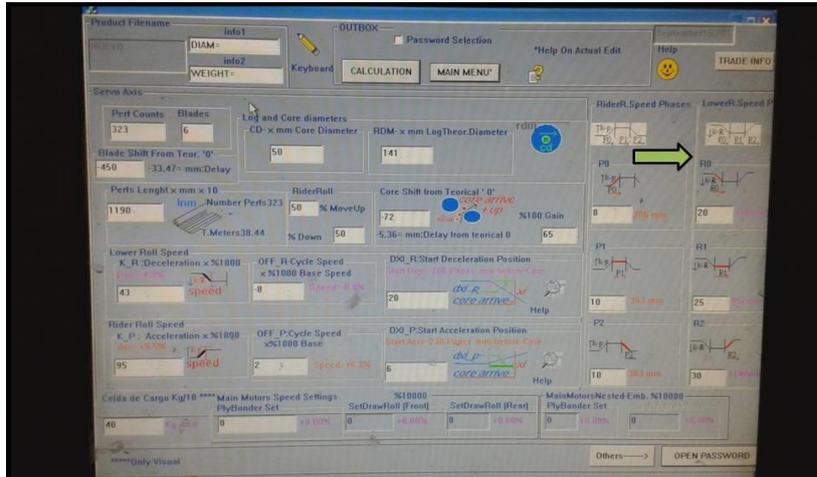
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
7	Grupo rebobinador	D-R	Mecánica	Esta velocidad que reduce el rodillo en desaceleración. Expresada en porcentajes.	Pantalla	-	%



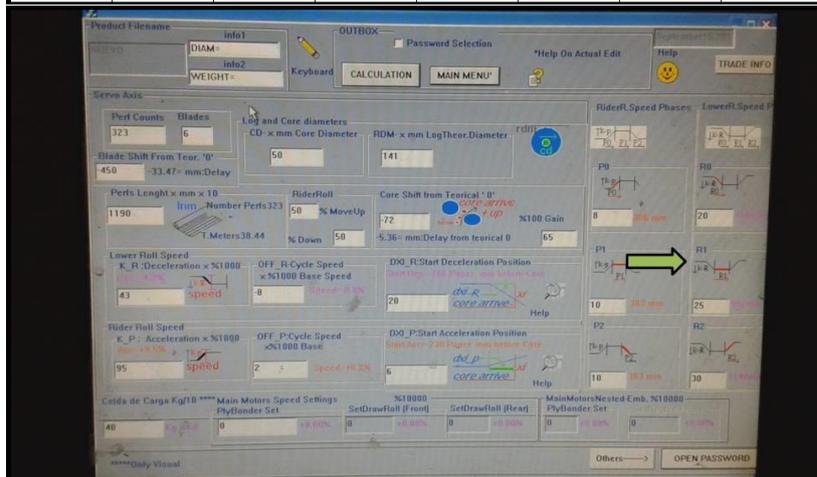
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
8	Grupo rebobinador	DXR-R	Mecánica	Indica el momento en el que empieza la desaceleración cuantos mm de papel faltante de rebobinar para empezar a desacelerar	Pantalla	-	mm



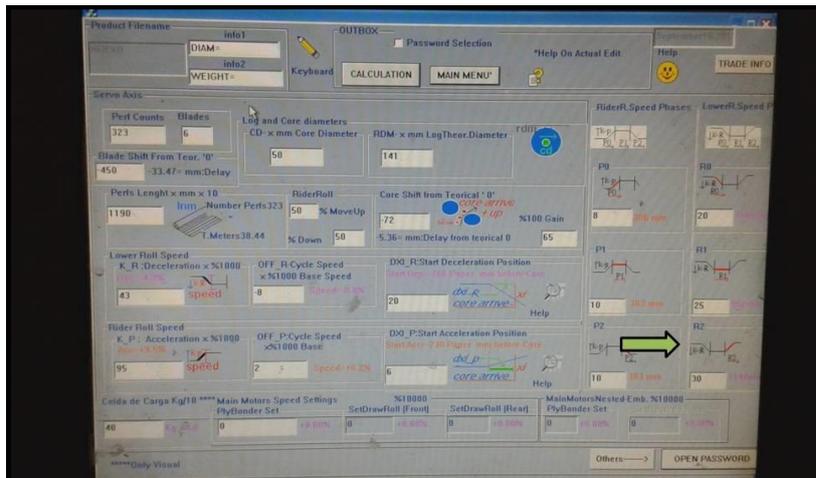
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
9	Grupo rebobinador	100% gan	Mecánica	Regula la velocidad con que se introduce el tubo de cartón en lasquinas	Pantalla	-	%



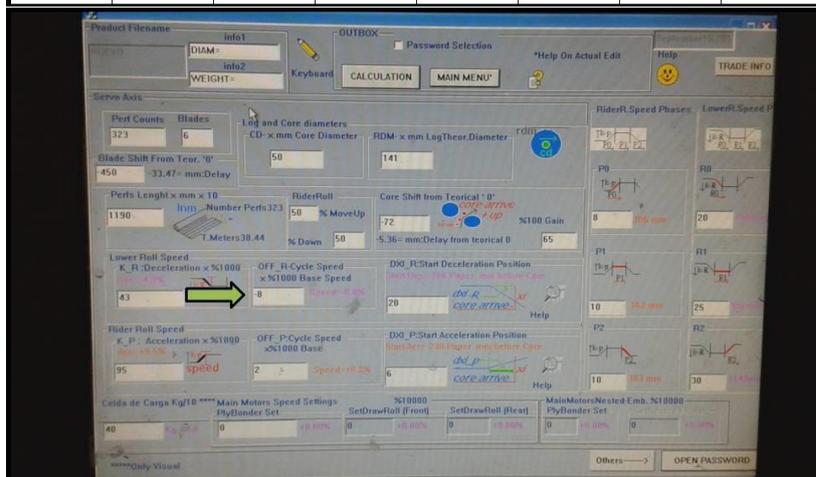
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
10	Grupo rebobinador	R0	Mecánica	Duración de la fase de desaceleración	Pantalla	-	mm



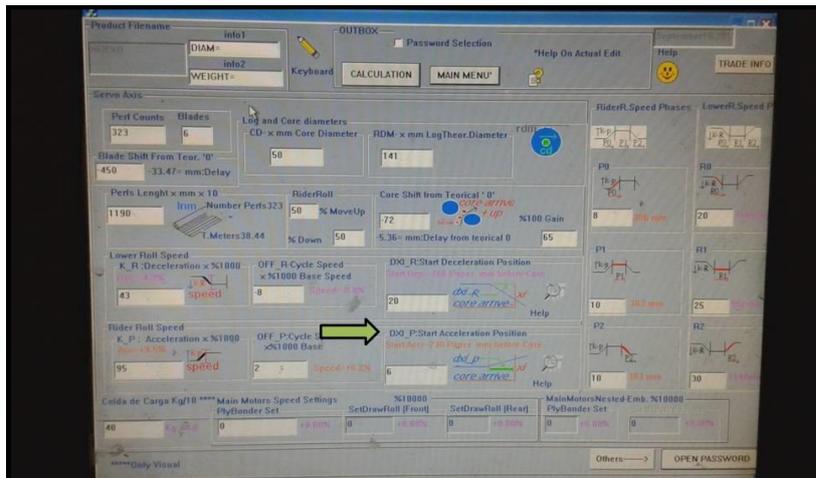
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
11	Grupo rebobinador	R1	Mecánica	Duración a velocidad constante	Pantalla	-	mm



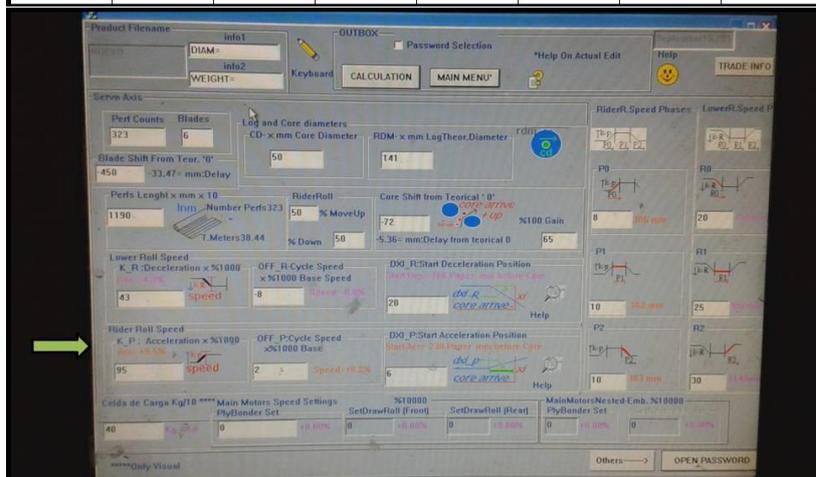
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
12	Grupo rebobinador	DXR-R	Mecánica	Duración de la fase de aceleración	Pantalla	-	mm



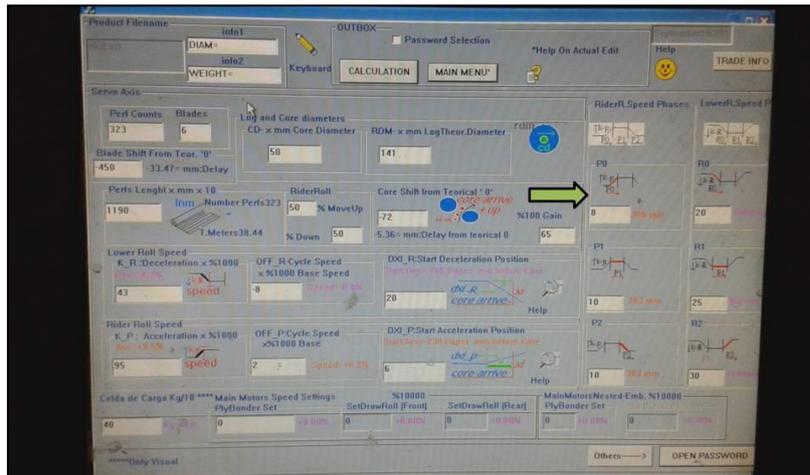
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
13	Grupo rebobinador	OFF_R	Mecánica	Varia la velocidad del rodillo inferior	Pantalla	-	%



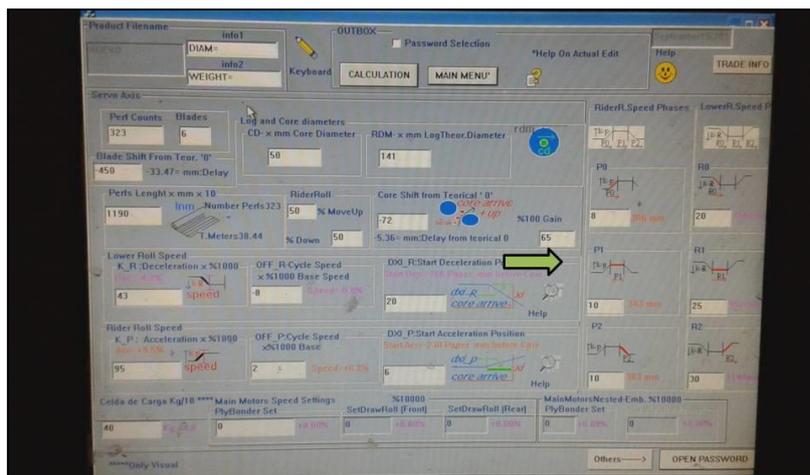
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
14	Grupo rebobinador	OFF_R	Mecánica	Define el paso de aceleración del rodillo de presión, el rodillo acelerador para expulsar el log de la máquina	Pantalla	-	mm



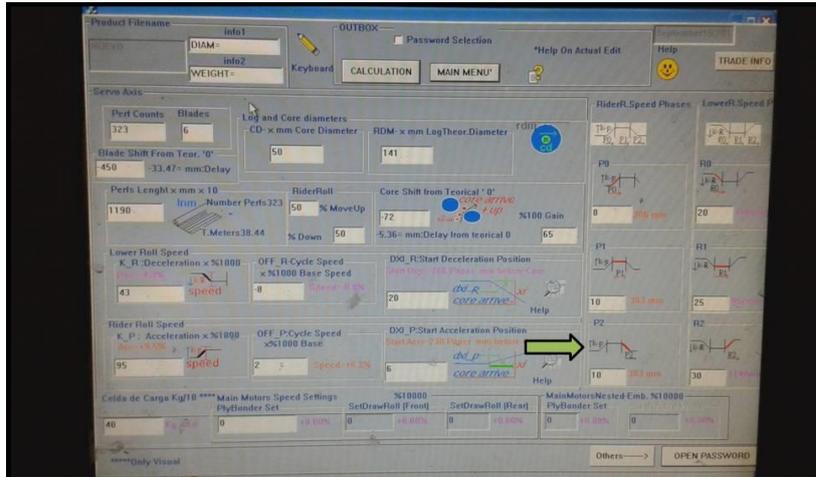
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
15	Grupo rebobinador	KP	Mecánica	% De aceleración del rodillo de prensa	Pantalla	-	%



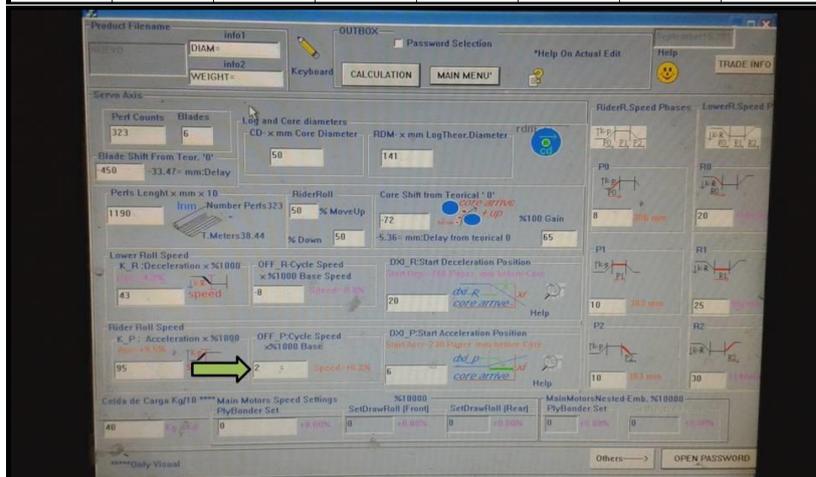
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
16	Grupo rebobinador	PO	Mecánica	Duración de fase en aceleración del rodillo de prensa	Pantalla	-	mm



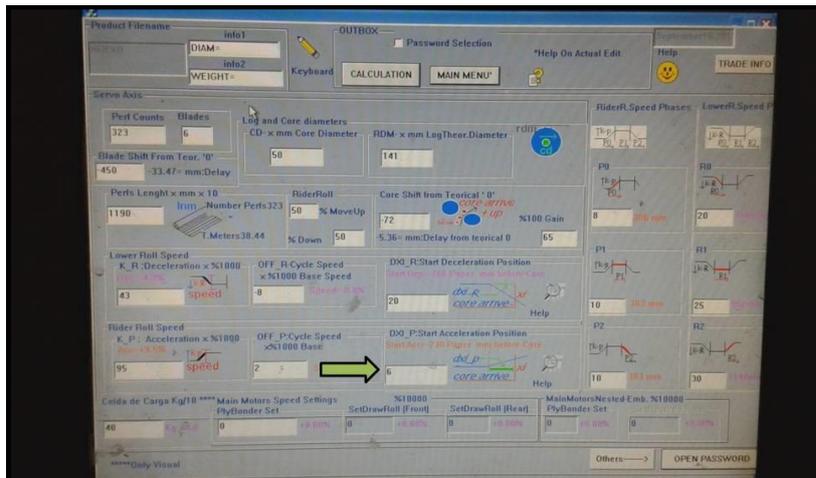
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
17	Grupo rebobinador	P1	Mecánica	Duración de fase a velocidad constante del rodillo de prensa	Pantalla	-	mm



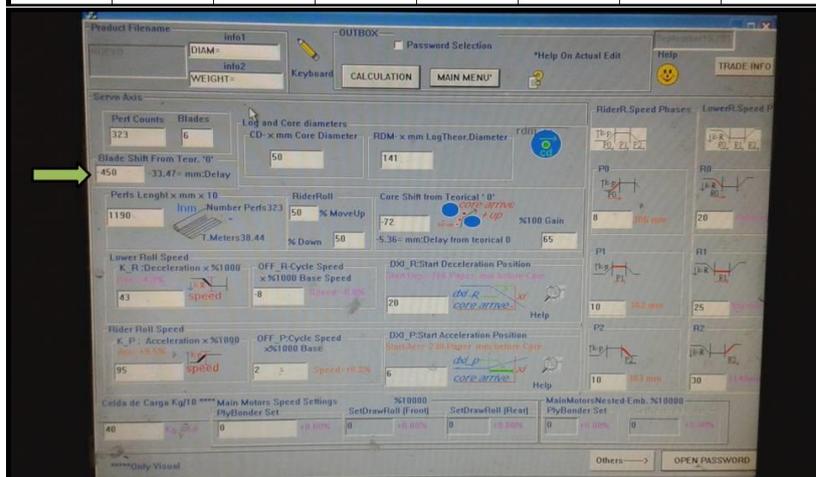
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
18	Grupo rebobinador	P2	Mecánica	Duración de fase de desaceleración del rodillo de prensa	Pantalla	-	mm



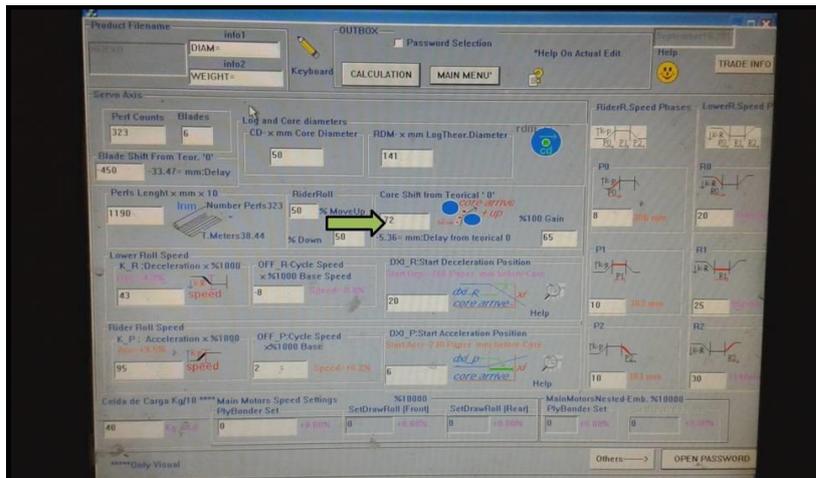
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
19	Grupo rebobinador	OFF_P	Mecánica	Permite variar la velocidad del rodillo de prensa con respecto al papel	Pantalla	-	%



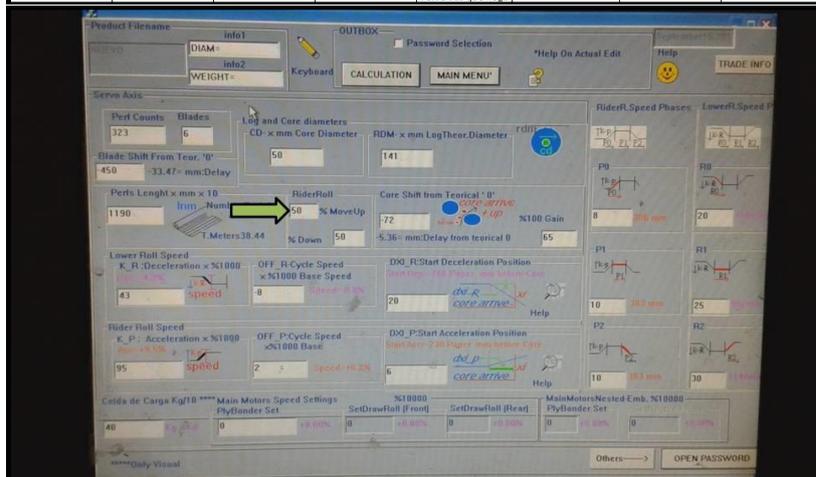
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
20	Grupo rebobinador	DKI_P	Mecánica	Permite variar la velocidad del rodillo de prensa para acelerar la salida del log	Pantalla	-	mm



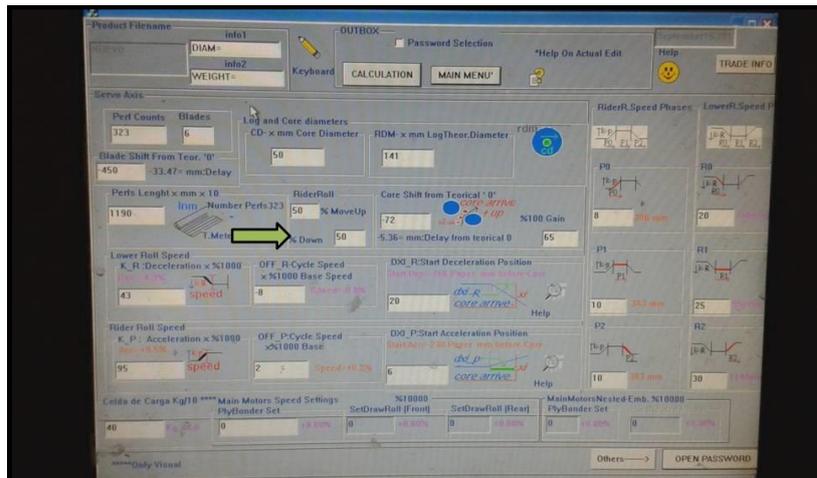
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
21	Grupo rebobinador	Blade shift from teorcal "0"	Mecánica	Distancia de la hoja con el prepicado del rodillo superior rebobinador.	Pantalla	-	mm



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
22	Grupo rebobinador	Core shift from theoretical "0"	Mecánica	Permite desplazar eje de transferencia de caucho con respecto al eje master. Distancia del tubete con el rodillo. Velocidad que llega	Pantalla	-	mm



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
23	Grupo rebobinador	Rider Roll move up	Mecánica	la posición del rodillo de presión en el instante en que se expulsa el log. Un valor mayor de 50 provoca una subelevación del rodillo de presión en	Pantalla	-	%



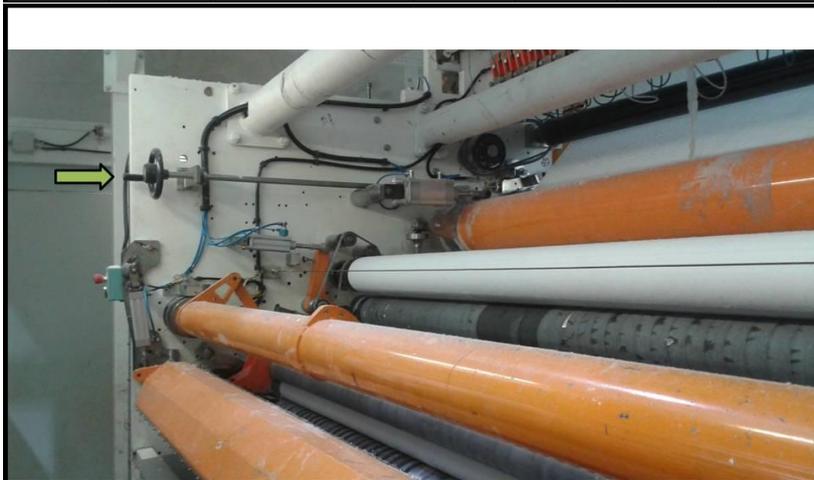
Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
24	Grupo rebobinador	Rider Roll down	Mecánica	Modifica el tiempo del rodillo de prensa al momento de hacer la transferencia	Pantalla	-	%



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
25	Grupo rebobinador	Volante regulador de rodillo rebobinador de cuna	Mecánica	Distancia entre RRS y RRI	Pantalla	-	Unidad



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
26	Grupo rebobinador	Presión de cuchilla prepicado lado operador	Mecánica	Presión aplicada a la cuchilla de prepicado mediante un volante mecánico	Contador mecánico	-	Vueltas



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
27	Grupo rebobinador	Presión de cuchilla prepicado. Ajuste extremo derecho	Mecánica	Presión aplicada a la cuchilla de prepicado mediante un perno mecánico en extremo derecho	Ninguno	-	Vueltas



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
28	Grupo sellador de colete	Longitud de la orilla	Mecánica	Modifica el extremo de papel y la posición de la cola	Pantalla	-	%



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
29	Grupo sellador de colete	Posición de la orilla	Mecánica	Modifica la posición de papel en la salida	Pantalla	-	%



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
30	Grupo sellador de colete	Velocidad programada	Mecánica	Modificala velocidad programada	Pantalla	-	Rpm



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
31	Grupo sellador de colete	Posición del log en rodillo	Mecánica	Modificala posición del log en la salida	Pantalla	-	u



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
32	Grupo sellador de colete	Diametro del log	Mecánica	Modificala posición dellog en la salida	Pantalla	-	mm



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
33	Grupo sellador de colete	Ciclo de bomba cola	Mecánica	Visualiza el tiempo programada para la activación de la bomba entre dos ciclos	Pantalla	-	sec



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
34	Grupo sellador de colete	Soplosinferiores	Mecánica	Visualiza el tiempo programada para la activación de la bomba entre dos ciclos	manómetro	Instalar perilla y control visual	bares



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
35	Grupo sellador de colete	Soplosuperiores	Mecánica	Visualiza el tiempo programada para la activación de la bomba entre dos ciclos	manómetro	Instalar control visual	bares



Número de variable	Equipo	Variable	Tipo de variable	Definición	Equipo de medición	Propuesta	Unidad
36	Grupo sellador de coileto	Bomba de cola	Mecánica	Visualiza el tiempo programada para la activación de la bomba entre dos ciclos	Manómetro	Instalar perilla y control visual	bares

## APÉNDICE 3

### Planilla de control de la máquina-VARIABLES a controlar.

Paper L-10. Regulación de equipos mecánicos y neumáticos							
<b>Operador:</b>							
<b>Fecha:</b>							
<b>Turno:</b>							
<b>Producto:</b>							
Rebobinadora	Perf counts (número de perforaciones)						
	RDM-x mm logTheor.Diameter (diámetro del papel)						
	blade shift from teorical ( distancia de la hoja con el						
	Ride Roll % move up (Subir el rodillo de prensa)						
	Rider Roll % Down (bajar el rodillo de prensa)						
	Core shift from teorical ( distancia del tubete con el						
	%100 gain						
	K_R Deceleración% (% de desaceleración)						
	OFF_R cycle speed (velocidad de ciclo)						
	DXI_R: Start decelaration (inicio de desaceleración)						
	RO: duración de desaceleración mm						
	R1: Duración en velocidad constante						
	R2:Duración de retorno de velocidad						
	K_P: Acceleration % (% de aceleración)						
	OFF_P cycle speed (velocidad de ciclo)						
	DXI_P: Start Acceleration (inicio de aceleración)						
	PO: Duración de aceleración						
	P1: Duración a velocidad constante						
	P2: Duracion de retorno de velocidad						
	Volante regulador de cuna						
Volante de rgulación de presión de perforado lado O.							
Volante de rgulación de presión de perforado lado M.							
Celdas de	Load cell internal desb.						
	Load cell external desb.						
	celda de carga kg/10						
Sellador de colete	Velocidad programada						
	Longitud de orilla						
	Posición orilla						
	Posición de log en rodillo						
	Ciclo de bomba cola						
	Volante regulador de cuna						
	Soplos superiores presión (bar)						
	Soplos Inferiores presión (bar)						
Bomba de cola (bar)							



## APÉNDICE 4

### Estandarización de parámetros de producto rollo x6, x4 de 16 m.

Control de Variables de Proceso					
Paper L-10. Regulación de equipos mecánicos y neumáticos					
Producto = rollo x6,x4 16 mts					
Estandarización					
		Media	Var	Min	Max
Rebobinadora	Perf counts (número de perforaciones)	141	0	141	141
	RDM-x mm logTheor.Diameter (diámetro del papel)	117	0	117	117
	blade shift from teorical ( distancia de la hoja con el	800	0	800	800
	Ride Roll % move up (Subir el rodillo de prensa)	50	0	50	50
	Rider Roll % Down (bajar el rodillo de prensa)	50	0	50	50
	Core shift from teorical ( distancia del tubete con el	1110	0	1110	1110
	%100 gain	60	0	60	60
	K_R Decelerati3n% (% de desaceleraci3n)	47,5	6,25	41,25	53,75
	OFF_R cycle speed (velocidad de ciclo)	-22,5	1,25	-23,75	-21,25
	DXI_R: Start decelaration (inicio de desaceleraci3n)	18	0	18	18
	RO: duraci3n de desaceleraci3n mm	18	0	18	18
	R1: Duraci3n en velocidad constante	25	0	25	25
	R2:Duraci3n de retorno de velocidad	30	0	30	30
	K_P: Acceleration % (% de aceleraci3n)	130	0	130	130
	OFF_P cycle speed (velocidad de ciclo)	-3	25	-28	22
	DXI_P: Start Acceleration (inicio de aceleraci3n)	4	0	4	4
	PO: Duraci3n de aceleraci3n	4	0	4	4
	P1: Duraci3n a velocidad constante	8	0	8	8
	P2: Duracion de retorno de velocidad	10	0	10	10
	Volante regulador de cuna	178	0	178	178
Volante de rgulaci3n de presi3n de perforado lado O.	988,5	6,25	982,25	994,75	
Volante de rgulaci3n de presi3n de perforado lado M.	977	0	977	977	
Celd as	Load cell internal desb.	30	0	30	30
	Load cell external desb.	40	0	40	40
Sellador de coleteo	Velocidad programada	100	0	100	100
	Longitud de orilla	32,5	2,25	30,25	34,75
	Posici3n orilla	70	0	70	70
	Posici3n de log en rodillo	105	9	96	114
	Ciclo de bomba cola	15	0	15	15
	Volante regulador de cuna	110	0	110	110
	Soplos superiores presi3n (bar)	2,3	0	2,3	2,3
	Soplos Inferiores presi3n (bar)	3,5	0	3,5	3,5
Bomba de cola (bar)	5	0	5	5	