



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques

#### TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Industrial

#### AUTOR(ES)

Collantes Zabarburu, Luis Fernando  
ORCID: 0009-0002-2669-7400

Quintanilla Inga, Cynthia Evelyn  
ORCID: 0009-0002-0571-5390

#### ASESOR

Papanicolau Denegri, Jorge Nicolas Alejandro  
ORCID: 0000-0002-0684-8542

**Lima, Perú**

**2021**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor(es)**

Collantes Zababuru, Luis Fernando

DNI: 48112616

Quintanilla Inga, Cynthia Evelyn

DNI: 70138315

### **Datos de asesor**

Papanicolau Denegri, Jorge Nicolas Alejandro

DNI: 07637233

### **Datos del jurado**

JURADO 1

Ceberos Delgado De La Flor, Ada Cecilia

DNI: 07799520

ORCID: 0000-0002-0422-7427

JURADO 2

Cervera Cervera, Ever

DNI: 09542911

ORCID: 0000-0001-7192-644X

JURADO 3

Quea Vasquez, Juan Antonio

DNI: 09380924

ORCID: 0000-0002-6866-5610

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

# IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE CORRUGADO DE UNA EMPRESA DE SOLUCIONES DE EMPAQUES

## INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

3%

2

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

industriaalimentaria.org

Fuente de Internet

1%

6

www.elempaque.com

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo

## **DEDICATORIA**

“A mi madre Lucila Zababuru, a mi hermano Marcio Collantes, por su entrega, esfuerzo y motivación; al enseñarme que cada paso suma en el largo camino del éxito”.

Luis Collantes Zababuru

“A mi hijo Josué y a mis padres Rosario Inga, Sergio Quintanilla, por su amor, su sacrificio en todo este tiempo y enseñarme que con perseverancia uno puede lograr sus metas”.

Cynthia Quintanilla Inga

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darnos la fortaleza de seguir cumpliendo nuestros objetivos, brindarnos de salud en estos tiempos difícil. Así mismo a nuestro asesor el Mg. Papanicolau Denegri, Jorge Nicolás Alejandro por su enseñanza y apoyarnos en el desarrollo de la tesis. Finalmente, a la empresa por brindarnos y permitirnos el tratamiento de la información e infraestructura para realizar nuestra investigación.

Luis Collantes y Cynthia Quintanilla

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT .....	ii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.1.1. Problema General.....	7
1.1.2. Problemas Específicos.....	7
1.2. Objetivo general y específicos.....	7
1.2.1. Objetivo general .....	7
1.2.2. Objetivos específicos .....	7
1.3. Delimitación de la investigación: temporal, espacial y conceptual.....	7
1.4. Justificación e importancia del estudio.....	8
1.4.1. Importancia de la investigación.....	8
1.4.2. Justificación de la investigación.....	9
1.4.3. Limitaciones del estudio .....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1. Antecedentes del estudio de investigación .....	11
2.1.1. Investigaciones nacionales .....	11
2.1.2. Investigaciones internacionales .....	12
2.2. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio .....	14
2.3. Definición de términos básicos .....	25
2.4. Fundamentos teóricos que sustentan el estudio.....	27
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>28</b>
3.1. Hipótesis .....	28
3.1.1. Hipótesis General .....	28
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	28
3.2. Variables.....	28
<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>30</b>
4.1. Tipo y Enfoque de investigación .....	30
4.2. Nivel y diseño de la investigación .....	30
4.3. Población y muestra .....	30
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32

4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos .....	32
4.4.2. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos .....	34
4.4.3. Procedimiento de recolectar datos.....	34
4.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de resultados.....	35
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
5.1. Diagnóstico y situación actual.....	37
5.2. Análisis de resultados .....	97
CONCLUSIONES.....	107
RECOMENDACIONES .....	108
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS .....	109
ANEXOS.....	112
Anexo 1: Matriz de consistencia .....	112
Anexo 2: Matriz operacional .....	113
Anexo 3: Formato de control de producción.....	115
Anexo 4: Formato de control de paradas.....	116
Anexo 5: Formato de observación para el proceso de corrugado .....	117
Anexo 6: Formato de control de desperdicio .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Producción de las industrias textiles, papel y edición 2015-2019.....	5
Tabla N°2: Zona de Estaciones del área de corrugado.....	6
Tabla 3 Cuadro resumen de los periodos de la implementación.....	8
Tabla N°4: Origen y evolución de los principios Lean.....	14
Tabla 5 Indicadores de las variables de investigación.....	29
Tabla 6 Resumen de población y muestra.....	32
Tabla 7 Técnicas e instrumentos aplicados.....	34
Tabla 8 Tabla de técnica y análisis de datos.....	35
Tabla 9 Cuadro de numeración de Máquinas de la empresa.....	37
Tabla 10 Indicador de paradas 2020.....	53
Tabla 11 Muestra pre test de los set- up mensual.....	54
Tabla 12 Identificación de actividades internas y externas.....	56
Tabla 13 Reducción de actividades internas.....	58
Tabla 14 Indicador de paradas 2021.....	59
Tabla 15 Muestra post test de los set- up mensual.....	60
Tabla 16 Resumen de los resultados las paradas por los sets – up antes y después.....	60
Tabla 17 Muestra pre test de los costos por parada de los set- up mensual.....	61
Tabla 18 muestra post test de los costos por parada de set - up.....	67
Tabla 19 Resumen de los costos de producción 2020 - 2021.....	68
Tabla 20 Muestra pre test del porcentaje de desperdicio.....	69
Tabla 21 Porcentaje de Broke (desperdicios) 2020.....	72
Tabla 22 Análisis de causa y plan de acción de paños arqueados.....	73
Tabla 23 Análisis de causa y plan de acción de planchas resacas.....	74
Tabla 24 Muestra post test de los porcentajes de desperdicios.....	92
Tabla 25 Porcentaje de Broke 2021.....	93
Tabla 26 Resumen de los resultados de los porcentajes de desperdicios antes y después .....	94
Tabla 27 Resumen de los resultados productividad antes y después de la implementación.....	95
Tabla 28 Plan de acción de actividades desarrolladas por cada objetivo específico.....	96
Tabla 29 Muestra pre test y post test de los tiempos de paradas.....	97
Tabla 30 Análisis de datos del smed.....	97

Tabla 31 Estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test.....	98
Tabla 32 Prueba de normalidad smed .....	98
Tabla 33 Análisis de contraste del smed .....	99
Tabla 34 Resumen de prueba de rangos del smed .....	99
Tabla 35 Muestra pre test y post test de los costos de las paradas.....	100
Tabla 36 Análisis de datos del mapeo de flujo de valor .....	100
Tabla 37 Estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test.....	101
Tabla 38 Análisis de normalidad del mapeo de flujo de valor.....	101
Tabla 39 Análisis de Wilcoxon del mapeo de flujo de valor .....	101
Tabla 40 Resumen de prueba de rangos del smed .....	102
Tabla 41 Muestra pre test y post test porcentaje de desperdicio .....	102
Tabla 42 Análisis de datos del porcentaje de desperdicio.....	103
Tabla 43 Estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test.....	103
Tabla 44 Análisis de normalidad de los procedimientos operativos .....	104
Tabla 45 Análisis de muestras emparejadas de los procedimientos operativos .....	104
Tabla 46 Correlaciones de muestras emparejadas.....	105
Tabla 47 Prueba de muestras emparejadas.....	105
Tabla 48 Resumen de los resultados de la implementación .....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Volumen de empaque por región – Participación del mercado en 2018 (mil millones de unidades) .....	2
Figura 2 Participación del mercado mundial de empaque por material (2016) .....	3
Figura 3 Estadístico de participación de volumen por categoría en 2018 en Latinoamérica .....	4
Figura 4 Representación de producción de cajas de cartón mundial en mm2 .....	5
Figura 5 Partes de la plancha de cartón.....	6
Figura 6 Ubicación geográfica .....	8
Figura 7 Gráfico de los Principios del Lean Manufacturing .....	16
Figura 8 Pilares del Lean Manufacturing .....	16
Figura 9 Tiempos de cambios SMED .....	18
Figura 10 Tiempo de cambio de fabricación.....	19
Figura 11 Identificación de operaciones externas e internas.....	19
Figura 12 Transformación de actividades internas a externas .....	19
Figura 13 Reducción de las actividades internas .....	20
Figura 14 Reducción de actividades externas .....	20
Figura 15 Símbolos del mapeo de flujo de valor .....	21
Figura 16 Value stream mapping .....	22
Figura 17 Ecuación de Productividad .....	23
Figura 18 Mapa conceptual de los factores de la productividad de una empresa .....	24
Figura 19 Flauta .....	24
Figura 20 Mapa conceptual de los fundamentos teóricos .....	27
Figura 21 Líneas de negocios de la empresa.....	38
Figura 22 Área de porta bobinas – Lima.....	39
Figura 23 Porcentaje de Participación – 2020.....	39
Figura 24 Organigrama gerencial de la empresa.....	41
Figura 25 Organigrama de la planta de Huachipa 8.....	42
Figura 26 Organigrama del área de corrugados .....	43
Figura 27 Gráfico de la cadena de valor .....	44
Figura 28 Flujo del proceso de producción.....	46
Figura 29 Almacén de materias primas – planchas.....	46
Figura 30 Máquina Porta bobinas .....	47

Figura 31 Máquina Kohler .....	47
Figura 32 Máquina de cortes Rottary Shear.....	48
Figura 33 Máquina Guillotina .....	48
Figura 34 Diagrama de Ishikawa del cambio de flauta.....	50
Figura 35 Diagrama de Ishikawa de baja productividad.....	51
Figura 36 Fotos del área de bobinas observadas .....	52
Figura 37 Indicador de productividad por mes 2020 .....	52
Figura 38 Diagrama de Pareto de las paradas de la máquina.....	54
Figura 39 Diagrama de aplicación de los pasos para el smed.....	55
Figura 40 Programador de la Marquip .....	55
Figura 41 Precalentador externo .....	57
Figura 42 Capacitación de los operadores.....	57
Figura 43 Comparativo del set – up antes y después de la implementación .....	59
Figura 44 Gráfica del VSM actual de la empresa .....	62
Figura 45 Diagrama de las fases para la aplicación del mapeo de flujo de valor .....	63
Figura 46 Gráfica de tiempo ciclo vs takt time .....	64
Figura 47 Gráfica de mapeo de flujo de valor - propuesta de mejora.....	65
Figura 48 Formato de desperdicio controlado.....	69
Figura 49 Bobina gemeleada.....	70
Figura 50 Dispensador de pacas.....	70
Figura 51 Fases para la aplicación de los procedimientos operativos.....	75
Figura 52 Levantamiento de observaciones .....	75
Figura 53 Formación de equipo de trabajo .....	76
figura 54 Responsabilidades del equipo de trabajo.....	76
Figura 55 capacitaciones sobre los procedimientos y el proceso del área .....	77
Figura 56 Indicador de productividad posterior a la implementación.....	95

## RESUMEN

En la siguiente investigación se sustentó la implementación de la metodología Lean Manufacturing para la industria de envases y embalajes, debido a que en los últimos años este sector ha ido en crecimiento. Mediante el uso de las herramientas: cambio de matriz en menos de diez minutos (SMED), procedimientos operativos, mapeo de flujo de valor, con el objetivo de incrementar la producción en el proceso de corrugado, con la información que se recopiló de los procesos se realizó el análisis para identificar las causas raíz que generan la baja productividad. Para esquematizar la información obtenida se utilizó instrumentos que fueron validados por expertos, nos permitió realizar un análisis adecuado y se identificó que una de las principales causas de la baja productividad, es los tiempos de paradas elevados que se generaron por los cambios de flauta, el exceso de mermas que se generaba y procesos que no agregaban valor al flujo de la producción de la industria.

Los resultados de la prueba durante la implementación fueron favorables, por lo que se concluyó lo siguientes puntos: mediante el uso del SMED se disminuyó el tiempo de cambio de flauta en promedio un 59.4 %, finalmente con los procedimientos operativos en el proceso de corrugado se normalizó las actividades del personal y redujo el porcentaje de merma y se mejoraron los costos de producción ya que se cuenta con un ahorro por la reducción de las paradas en máquina.

Por lo cual se definió que aplicando la metodología Lean Manufacturing en los diferentes procesos del área de fabricación se logró mejorar su productividad en un 56.8 %.

**Palabras clave:** Productividad, SMED, mapeo de flujo de valor, procedimientos operativos y corrugado.

## **ABSTRACT**

The following research supported the implementation of the Lean Manufacturing methodology for the packaging industry, because in recent years this sector has been growing. By using the tools: matrix change in less than ten minutes (SMED), operating procedures, value stream mapping, with the aim of increasing production in the corrugated process, with the information that was collected from the processes, the analysis was carried out to identify the root causes that generate the low productivity. To outline the information obtained, instruments were used that were validated by experts, allowed us to perform an adequate analysis and it was identified that one of the main causes of low productivity, is the high stop times that were generated by flute changes, the excess of waste that was generated and processes that did not add value to the flow of production of the industry.

The results of the test during the implementation were favorable, so the following points were concluded: by using the SMED the flute change time was reduced on average by 59.4%, finally, with the operating procedures in the corrugated process, the activities of the staff were standardized and the percentage of loss reduced and production costs were improved.

Therefore, it was defined that applying the Lean Manufacturing methodology in the different processes of the manufacturing area, it was possible to improve their productivity by 56.4%.

**Keywords:** Productivity, SMED, value stream mapping, operating procedures and corrugated.

# INTRODUCCIÓN

En el Perú la industria de cartones tiene un crecimiento en cuanto a su demanda en los últimos cuatro años, esencialmente se emplea en los sectores de las industrias de farmacéuticas y de primera necesidad. La presente investigación tiene como finalidad mejorar la productividad con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el área de corrugado de una empresa del sector industrial de embalajes y envases, específicamente producción de cajas de cartón, mediante el levantamiento de la información se identifica los procesos que no agregan valor. Los resultados obtenidos dentro de la prueba, se aprecia una mejora en el proceso del corrugado en la reducción de tiempos de paradas en la máquina, generados por los largos tiempo de cambio de flauta y reducción de mermas.

En el capítulo I se evidencia la formulación, delimitación del problema. También se presentan los objetivos y la justificación del estudio.

En el capítulo II se recopila información y se realiza citas que sirven de bases teóricas para la justificación de la presente investigación, además de los antecedentes del estudio de investigación. Se realiza la definición de los términos básicos relacionados a la metodología y al proceso de corrugado donde se especifica las palabras técnicas empleadas.

Después en el capítulo III se plantea las hipótesis teniendo como principal permitir mejorar de la productividad en la línea de corrugado, a su vez la identificación y definición de las variables en estudio.

En el capítulo IV se define la metodología de la investigación, se especifica la población, muestra, técnicas e instrumentos de la recolección de datos y el análisis.

En el capítulo V se inicia con la descripción de la situación actual de la industria, análisis de la cadena de valor, desarrollo del proceso de corrugado. Mediante la recopilación de la información se realiza un análisis que permite identificar las oportunidades de mejora y posterior de la aplicación, se analizaron los resultados los cuales fueron exitosos.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones, cabe añadir que se muestran referencias bibliográficas y anexos.

# CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Planteamiento y formulación del problema

En el ámbito internacional y en relación a lo detallado del portal de empaque la situación actual en el rubro de empaques tiene un crecimiento constante debido al desarrollo de nuevos mercados. Así mismo “la información de Smithers Pira, en el 2018 el valor del mercado de empaques y envases a nivel mundial fue de USD 851 mil millones, la alta demanda representó el 2,8 % con respecto a 2016, a precios regulares” (Guevara, 2019, p.1). Hay que destacar que la implementación de Lean Manufacturing ha sido un caso de éxito en Intel y microprocesadores, mediante la utilización de la herramienta lograron la reducción de inventarios 32% y creció la capacidad de respuesta a los clientes, por otra parte “estas mejoras aumentaron la productividad de ingeniería al reducir los tiempos de espera en un 61% y disminuir las tasas de error en las tareas” (Intel corporation, 2011, p. 1).

Actualmente Asia es el mercado más significativo en consumo mundial de empaque con el 42% de participación, Norteamérica con el 24,3% y Europa occidental con el 18,4%. En el reporte de Euromonitor, se presenta el volumen de empaque por región, en millones de unidades, en el 2018 (Guevara, 2019), véase la figura 1.

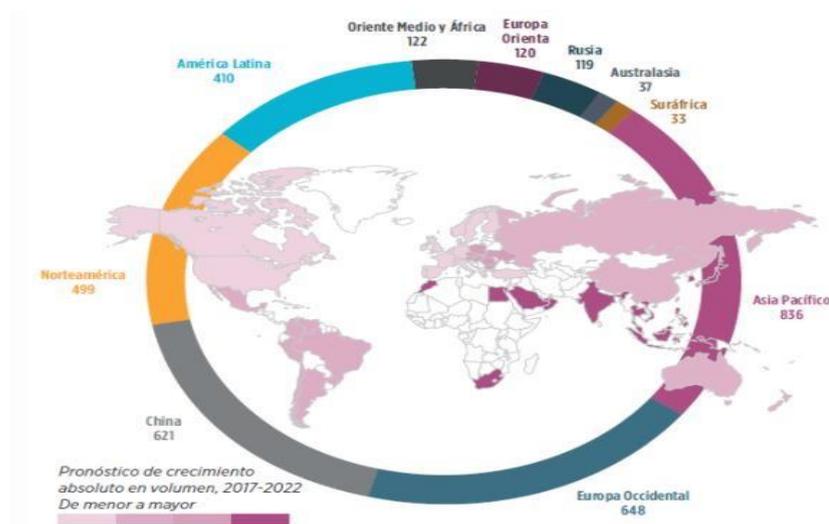


Figura 1 Volumen de empaque por región – Participación del mercado en 2018 (mil millones de unidades)

Fuente: Euromonitor consulting global packaging trends – Global growth markets for packaging – 2019 Data and projections 2019 to 2023

De acuerdo a la información del portal All4pack, los materiales como el cartón corrugado representa la mayor demanda, impulsado por las ventas online. “El 75 % de los empaques son compras en línea. Se proyecta que el uso de corrugados tenga un crecimiento anual de 3,4 % hasta el 2023” (Guevara, 2019, p. 1). Como se observa en la figura 2.

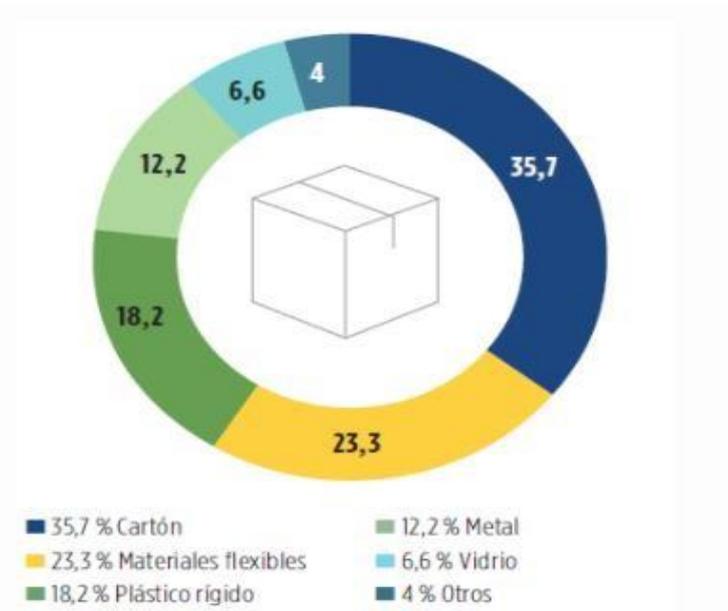


Figura 2 Participación del mercado mundial de empaque por material (2016)

Fuente: All4pack.com Market key figures challenges & perspectives of worldwide packaking. Noviembre de 2019

Asimismo, en Latinoamérica, de acuerdo al estudio de la Asociación para las Tecnologías de Envasado y Procesamiento PMMI y según la información Euromonitor Global Packaging Trends 2019, Global Growth Markets for Packaging, destaca los crecimientos proyectados y rumbos de las organizaciones de empaques hasta el año 2023. No obstante, las categorías de alimentos y bebidas son los rubros que tienen mayor demanda empaques, seguido de los productos farmacéuticos, artículos de limpieza y cuidados personal, ver la figura 3.

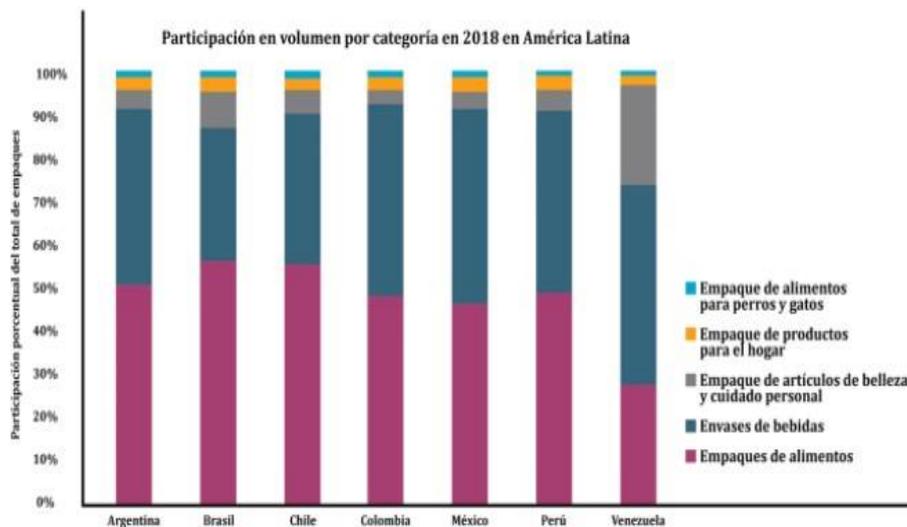


Figura 3 Estadístico de participación de volumen por categoría en 2018 en Latinoamérica

Fuente: Informe de PMMI "Global Packaging Landscape 2019: Growth, Trends & Innovations", compilado por Euromonitor International.

Actualmente en el Perú tiene un crecimiento en las ventas de cajas de cartón corrugado desde el 2018. Principalmente son empleadas en las farmacéuticas, consumo masivo, productos de limpieza, entre otros. En el 2020 siguieron siendo considerados de primera necesidad, las cajas de cartón las mismas que han mantenido las solicitudes por parte de las fábricas de embalaje y envíos de los productos. Otro punto de los factores por el cual el material es muy utilizado es por las siguientes características:

- a. Precio de venta económico
- b. Material práctico y flexible
- c. Versátil en su uso
- d. Fácil de fabricación
- e. Adaptación del producto de acuerdo a las necesidades del mercado

Una justificación de lo mencionado anteriormente son los resultados estadísticos trabajadas por el Ministerio de Producción en el periodo del 2015-2019, que demuestran el crecimiento del sector véase tabla 1.

Tabla N°1: Producción de las industrias textiles, papel y edición 2015-2019

1 PRODUCCIÓN DE LAS INDUSTRIAS TEXTILES, CUERO Y CALZADO, PAPEL Y EDICIÓN E IMPRESIÓN, 2018-2019							
CIIU División Grupo	Producto	Unidad de Medida	2015	2016	2017	2018	2019 P /
			17	Productos de papel			
170	Fabricación de Papel y de Productos de Papel						
	Caja de cartón	t	279 400	313 471	322 818	439,298	443,671
	Papel corrugado	t	43 140	48 147	47 872	53,310	55,161
	Cartones diversos	t	74 545	92 239	151360	194,835	199,713
	Bolsas de papel	mil	274 183	272 440	268 143	276,651	341,570
	Papel higiénico	t	169 056	165 576	188 510	201,913	204,499
	Pañal	mil	1754 549	2 030 515	2 041 414	1,554,803	1,537,560
	Papel bond	t	55 885	31 957	44 955	48,693	14,703
	Servilleta	t	14 717	14 015	17 815	18,997	22,739
	Papel toalla	t	25 236	30 874	30 878	30,627	28,590
	Papeles diversos	t	57 310	53 553	52 784	50,414	52,935
	Cartulina	ciento	127 472	141 631	123 680	102,762	9,547

CIIU = Clasificación Industrial Internacional Unifome.  
t = tonelada métrica m = metro kg = kilogramo m<sup>3</sup> = metro cúbico

Fuente: Ministerio de Producción – viceministro de MYPE e Industria

En lo que atañe la entidad tiene la cadena de reciclaje más grande, esta posee el 49% del mercado en el Perú, sin embargo, en Latinoamérica solo representa el 7% del mercado, el país con mayor participación en consumo es Brasil con el 53,7%, véase la figura 4.

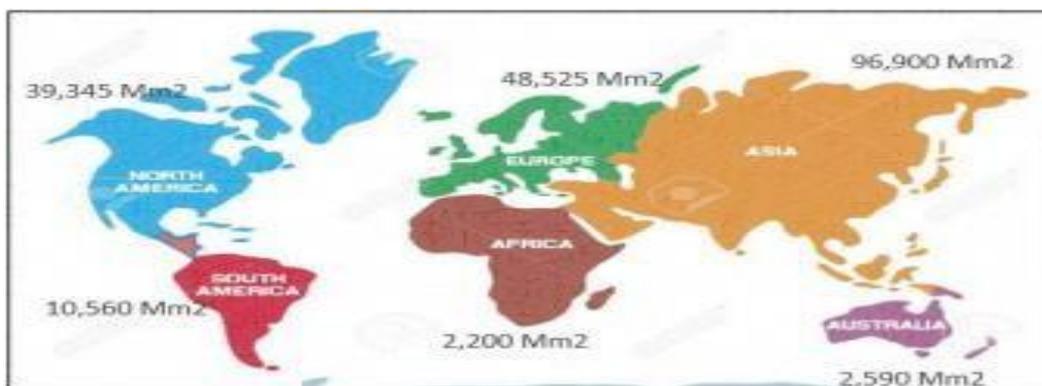


Figura 4 Representación de producción de cajas de cartón mundial en mm2

Fuente: Informe de la empresa 2018

Cuenta con tres líneas de negocios de las cuales son: empaques flexibles, papeles y cartón Debido a esto, cuenta dentro de sus principales clientes nacionales y extranjeros como Gloria, Mondelez, Intradevco, Alicorp, Celima, Procter & Gamble, Molitalia, entre otros. Hoy en día, uno de los negocios más importantes es las cajas de cartón corrugado, cuenta con una la línea de corrugado donde se realiza la producción de planchas corrugadas de diferente gramaje y tipo de onda. De las cuales destacan sus dos formatos de producción: onda simple y doble (cajas estándares, troqueladas) las estructuras de las planchas están conformados por tres capas que son:

Cubierta exterior e interior y hoja de papel como se aprecia en la figura 5. Estas están hechas a base de diferentes tipos de papel (anchos, gramajes y formatos) que son nacionales o importados.

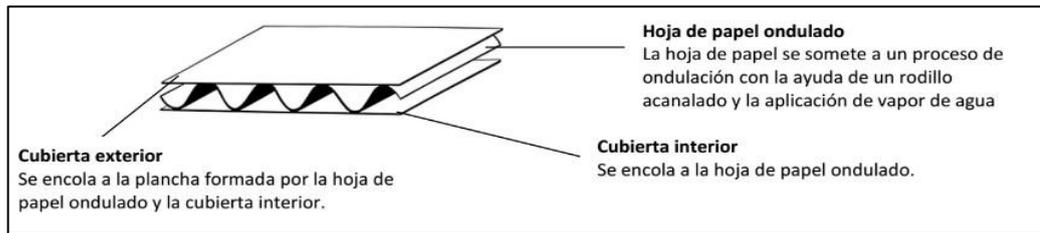


Figura 5 Partes de la plancha de cartón

Fuente: Instituto de Ciencias Matemáticas Ingeniería en Logística y Transporte

La línea de corrugado durante su recorrido cuenta con dos zonas dentro de las cuales existen diversas estaciones de trabajos: la húmeda (cabezal 1, doble engomadora, backer); debe su nombre a la existencia o a la aplicación de goma y duchas frías que se realizan en esta parte y en la seca (mesa de secado, guillotina, slitter, apiladores); al trabajo en altas temperaturas y vapor caliente que se utiliza en esta área. Ver tabla 2.

Tabla N°2: Zona de Estaciones del área de corrugado

<b>Zona húmeda</b>	<b>Zona seca</b>
Cabezal 1	Mesa de secado
Doble engomadora	Guillotina
Backer	Slitter
	Apiladores

Fuente: Elaboración propia.

Los principales problemas que se identificaron en el proceso de corrugado, el primero está relacionado a los tiempos elevados de paradas debido a los cambios de flauta que se realizan de acuerdo a cada orden de trabajo, esto genera tiempos muertos en la producción, adicionalmente se identificó debido actividades en el proceso que no agregan valor. Como segundo problema, se identificó que debido a los tiempos elevados de paradas genera un sobre costo afectando los costos de fabricación de los productos, ya que los tiempos de producción son prolongados. Finalmente, se identificó cuenta con altas mermas en el proceso de producción esto se refleja en la

falta de capacitación del personal nuevo, improvisaciones de las actividades, falta de supervisión y control por parte de los supervisores del área.

#### 1.1.1. Problema General

¿Cómo mejorar la productividad en la línea de corrugado mediante la implementación de Lean Manufacturing de una empresa de soluciones de empaques?

#### 1.1.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado mediante el smed?
- b) ¿Cómo mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado mediante la implementación de mapeo de flujo de valor permitirá mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado?
- c) ¿Cómo mejorar la reducción de desperdicios en la línea de corrugado mediante la implementación de procedimiento operativo?

### 1.2. Objetivo general y específicos

#### 1.2.1. Objetivo general

Implementar el Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.

#### 1.2.2. Objetivos específicos

- a) Implementar el smed para mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado.
- b) Implementar el mapeo de flujo de valor para mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado.
- c) Implementar de los procedimientos operativos para reducir los desperdicios en la línea de corrugado.

### 1.3. Delimitación de la investigación: temporal, espacial y conceptual

#### I. Espacial

La presente investigación está comprendida en la av. La capitana, puerta N.º 8, Huachipa, distrito Chosica – Lima como se visualiza en la figura 6, dentro de las instalaciones de una empresa del rubro de envases y embalajes.



Figura 6 Ubicación geográfica.

Fuente: Google Maps

## II. Temporal

Se cuenta con data histórica del proceso de la línea de corrugado identificando los problemas hasta la implementación de esta metodología y datos recopilados, en un periodo de dieciocho meses; desde el 01 enero del 2020 al 30 de junio del 2021, en la siguiente tabla 3 se aprecia los periodos que se realizaron el análisis pre, implementación, post.

Tabla 3 Cuadro resumen de los periodos de la implementación

	Periodos	
Evaluación pre	Ene-20	Jun-20
Implementación	Jul-20	Dic-20
Evaluación post	Ene-21	Jul-21

Fuente: Elaboración propia

## III. Conceptual

Está enfocada en el estudio del proceso de corrugado en la línea de producción de cajas de cartón.

### 1.4. Justificación e importancia del estudio

#### 1.4.1. Importancia de la investigación

El alcance de esta investigación se basa en lo siguiente, como primer punto optimizar la productividad en la línea de corrugado, ya que en el proceso se tiene horas de paradas muy elevadas, por lo que se cuenta con menos horas productivas. Como premisa se tiene la inquietud de la jefatura del área de corrugado, debido a la ausencia del control en los procesos y la elevada generación de desperdicios, posteriormente reflejado en los costos de

producción del producto. Mediante los resultados que se obtengan del estudio y de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing quedará como un precedente dentro de la empresa como mejora continua en sus procesos, de forma que se busque seguir con la aplicación de las herramientas de ingeniería. Además, se busca brindar conocimiento mediante la experiencia obtenida en la elaboración de la presente investigación con el fin de ser referentes para la comunidad académica que este inquiriendo en la metodología de Lean Manufacturing y el impacto de su implementación.

#### 1.4.2. Justificación de la investigación

##### a) Justificación teórica

Según Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) “Cuando se señala la importancia que tiene la investigación de un problema en el desarrollo de una teoría científica” (p. 220).

La metodología Lean Manufacturing, según Maradiaga (2013) lo delimita como un nuevo diseño de industria y gestión para el sistema de producción, el mismo que tiene como finalidad mejorar la calidad, excluyendo aquellos procesos que no agreguen valor y una mejor aplicación de la herramienta se realiza en la fabricación reiterativa de lotes de producción de volúmenes grandes, pequeños y medianos. Mediante este criterio, el estudio se basa en la aplicación en la identificación de los puntos de mejora de los procesos dentro de la línea de fabricación de cajas de cartón, con el fin de mejorar la productividad usando las herramientas de Lean Manufacturing: SMED, procedimiento operativo y mapeo de flujo de valor.

##### b) Justificación práctica

Según Bernal (2010) “Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (p. 106)

El estudio se realiza con la necesidad de disminuir los tiempos de paradas, principalmente generados en los cambios de flauta (set-up) en el proceso de corrugado, identificación de los desperdicios del proceso de corrugado y los procedimientos operativos de las actividades de trabajo.

c) Justificación metodológica

Añade Hernández y Vizán, (2013) que es una filosofía de trabajo basándose en el capital humano y centralizando su idea en eliminando tipo de desechos en los procesos y actividades como la sobreproducción, tiempos ociosos, inventarios, defectos y transportes que no aportan valor a la industria. Con la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing: smed, mapeo de flujo de valor y los procedimientos operativos se busca tener un mejor control de los procesos que se ejecutan en el área de producción, de modo que el personal entienda la importancia de estas dentro de la empresa para una mejora continua en sus procesos.

1.4.3. Limitaciones del estudio

Las principales limitaciones que se presentan durante en la elaboración de la tesis es lo siguiente:

- Sintetizar y ordenar adecuadamente la investigación, ya que no se encuentra ordenada.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio de investigación

#### 2.1.1. Investigaciones nacionales

Arroyo (2020) en su tesis para obtener el título profesional “Estudio del uso de herramientas de lean Manufacturing con diversas aplicaciones en hospitales”. La investigación tiene como objetivo aplicarlo en los servicios de los hospitales en el cual los resultados se concluyen que ha sido beneficiosos en el tiempo de atención al paciente, mejor servicio y calidad de atención. A su vez la recolección de información de 13 a 15 casos les permite desarrollar indicadores de desempeño para que se realicen un análisis cuantitativo de las mejoras implementadas.

Esta investigación tiene relación con la investigación debido a que se aplica las herramientas Lean. El aporte es que da a conocer los beneficios de la metodología en cuanto al tiempo de atención mejorando los indicadores de la empresa.

Bermejo (2019) en su tesis para obtener el título profesional “Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas”. Tiene como finalidad mejorar el proceso de fabricación de calzado, reduciendo el tiempo de abastecimiento, producción y productos de no conformidad y mayor productividad del proceso. Los resultados les permiten lograr ampliar la productividad en un 20%, a su vez reducir el tiempo de premisa, el cual representa el 21% del tiempo actual de la fabricación de productos.

El presente estudio tiene relación con la investigación en que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad. El aporte de la investigación es ampliar los conocimientos al momento de la implementación la metodología se obtiene mejores resultados en cuanto a los tiempos de fabricación, además mejorando la productividad el cual favorece a la rentabilidad de la empresa.

Meléndez (2017) en su tesis para obtener el título profesional “Aplicación de lean Manufacturing en el proceso de conversión de hojas de planta lijadas en la empresa Qroma S.A”. Su finalidad es mejorar la producción de lijadas. Mediante los resultados se evidenció que se tiene un beneficio de ahorro para la fábrica 43%.

El presente estudio tiene relación con la investigación en que la aplicación de la metodología Lean. El aporte de la investigación es ampliar los conocimientos de la herramienta ya que mediante su uso se tiene un ahorro en la entidad.

Sascó (2019) en su tesis para obtener el título profesional “Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de lean Manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una industria fabricante de productos plásticos”. Tiene como objetivo mejorar la calidad del producto, disminuir los costos y tiempos de entrega, con los resultados se logra la reducción de tiempos de fabricación en la máquina extrusora en un 42%, cabe resaltar que tiene un impacto económico favorable en un porcentaje del 15% lo cual representa una viabilidad aceptable de la propuesta.

El presente estudio tiene relación con la investigación en que la aplicación de la metodología tiene un impacto favorable en cuanto a la disminución de costos y reducciones de tiempos. El aporte de la investigación ya que se observa que con la aplicación de las herramientas se obtiene un impacto económico favorable, así como también la mejora de su calidad.

#### 2.1.2. Investigaciones internacionales

Portugal, Huertas y Contreras (2018) en su tesis para obtener el título de magister “Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en Planta de Producción de Galletas”. El estudio tiene como objetivo mejorar la capacidad de equipos para que operen sin fallas, disminuir los despilfarros en los procesos y mejorar el clima laboral. Con los resultados se logra que la aplicación de esta elimine los movimientos innecesarios en los procesos, almacenes innecesarios, desorden en los inventarios, mejoras en la calidad del producto, compromiso de los colaboradores.

El presente estudio tiene relación con la investigación ya que hacen uso de la metodología lean para incrementar la productividad. El aporte de la investigación es beneficioso ya que se observa que aplicando las herramientas elimina movimientos innecesarios, desorden en los inventarios, mejora la calidad del bien.

Ramírez (2017) en su tesis para obtener el título profesional “Aplicación de la metodología smed para reducir el tiempo ciclo de un cambio de modelo de inyección de un componente de un hvac”. El trabajo tiene como objetivo reducir el 20% de cambio de moldes de inyección en los componentes HVAC

aplicando la metodología SMED. Como resultados se obtiene que los cambios de moldes en la máquina de inyección se reduzcan en un 25% dando un beneficio económico y mejora del tiempo de procesamiento.

El presente estudio tiene relación con la investigación ya que ambos aplican la herramienta SMED en el proceso de fabricación. El aporte de la investigación es beneficioso ya que se observa que aplicando dicha herramienta reduce el tiempo de cambios de matriz, mejorando la rentabilidad y obteniendo un ahorro. Martínez (2016) en su tesis para obtener el título profesional “Aplicación de herramientas de lean Manufacturing para mejorar la productividad en el comando logístico reino de quito no. 25 (colog) en el departamento de mantenimiento”. Su finalidad es mejorar la productividad del área de mantenimiento. Con los resultados se evidencia el incremento del OEE 12%, la disminución en un 30% en el proceso de producción y la exclusión de actividades innecesarias.

El presente estudio tiene relación con la investigación ya que ambos aplican la metodología Lean con la finalidad de mejorar los procesos productivos. El aporte de la investigación es beneficioso ya que se observa que aplicando dicha herramienta reduce las actividades que no agregan valor y mejora la productividad de la empresa.

Cardona (2020) en su tesis para obtener el título de magister “Diseño de una propuesta metodológica para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en la cadena de abastecimiento del sector textil - confecciones de la ciudad de Medellín”. El estudio realiza el análisis para aplicarlo. Como resultado se logra una simplificación de despilfarros y también un aumento del 34% en las variables de medición.

El presente estudio tiene relación con el estudio es el uso de herramientas de mejoras para los procesos productivos. El aporte de la investigación beneficia a la empresa ya que optimiza sus procesos reduciendo despilfarros.

Aguirre (2014) en su tesis para obtener el título de magister “Análisis de las herramientas lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes”. Mediante el presente estudio tiene como objetivo suprimir los desperdicios en las pequeñas empresas con la finalidad de mejorar la eficiencia, además de realizar un análisis FODA para reconocer los principales puntos de

la teoría. Como resultado se obtiene el acortamiento de desechos y la mejora de la cadena de suministros.

El presente estudio tiene relación con la investigación la aplicación de la metodología Lean en la reducción de desperdicios para mejorar eficiencia mediante un análisis de la cadena de la industria. El aporte de la investigación beneficia la reducción de desperdicios.

## 2.2. Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio

### 2.2.1. Lean Manufacturing

Se inició en finales del siglo XIX en Japón, luego del éxito de la fundación de Toyota por Kiichiro Toyoda hijo de Sakichi Toyoda, luego del impacto de la segunda guerra mundial distintas fábricas tuvieron que realizar un plan con la finalidad de mejorar la economía. En el año 1949 luego del despido masivo por la inestabilidad de las ventas; Eiji T. y Taichi Ohno (Padre del Lean Manufacturing) luego de las visitas a empresas americanas de automóviles, concluyeron que la metodología americana se basaba en la reducción de costos de fabricación de autos teniendo una limitación con el número de modelos. Sin embargo, este no era factible ya que la necesidad del negocio iba ir relacionada a bajos precios y variedad de diseños de automóviles. A partir de la necesidad Ohno estableció el sistema JIT (Just In Time) su principio se basa en producir los requerimientos del cliente en el tiempo indicado, otro punto de enfoque fue en reducir los tiempos de cambio de herramientas en menor tiempo, creando la herramienta SMED y posterior creando otros sistemas como Kanban, Jidoka, Poka-Yoke que agregaron valor al sistema Toyota, a su vez el sistema JWO (Japanese Work Organization), son los fundamentos que dan origen a Lean Manufacturing (Socconini, 2008) véase la tabla 4.

Tabla N°4: Origen y evolución de los principios Lean

<b>JIT</b>	<b>JWO</b>	<b>Lean</b>
Reducción producto en curso	Trabajadores multidisciplinares	Jidoka
Flujo continuo	Calidad en el puesto	Calidad Total
Reducción tiempos de entrega	Mantenimiento en el puesto	Mejora continua
Reducción tiempos de fabricación	Mejoras del puesto de trabajo	Compromiso dirección y empleados

Fuente: Lean Manufacturing conceptos técnicas e implementación, 2013

Según Rajadell y Sánchez, (2010) se entiende por “La persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio” (p. 2). Lo complementan Rojas & Gisbert (2017) al señalar que “es una filosofía de trabajo, bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de un sistema de producción o de servicio, mediante el cumplimiento de su objetivo que es la disminución de despilfarro” (p. 118). Recapitulando lo mencionado anteriormente, con la aplicación de esta se logra tener una entidad esbelta de la cual es capaz de acoplarse a los cambios y de ser equitativa hacia las necesidades del mercado así logrando un beneficio mediante la reducción de procesos que no agregan valor.

## I. Principios del Lean Manufacturing

### a. Valor

Es el primer principio fundamental del sistema Lean, se refiere a que el artículo o servicios debe adaptarse a lo solicitado por el cliente. Incluso De Arbulo (2013) menciona que “el primer paso en el pensamiento lean debe ser un cuidadoso análisis y diálogo con los clientes concretos para comprender las necesidades particulares que tienen” (p. 22).

### b. Flujo de Valor

Se basa en analizar los procesos de elaboración de un bien o servicio e identificar los procesos que añaden valor y aquellos que no se consideran desechos (De Arbulo, 2013).

### c. Flujo

Por otro lado, se detalla que es la alineación de las maquinarias son utilizadas para generar piezas en el flujo correcto. Este paso requiere de redistribuir el pensamiento tradicional de producciones por lote a pasar a un flujo continuo, además, permite tener una mejor secuencia se debe estandarizar procesos y actividades (De Arbulo, 2013).

### d. Pull

El enfoque de este principio consiste en producir lo que requiere la demanda, tiene como base ser flexible y el diálogo, a su vez tiene como finalidad evitar la sobreproducción y sobre stock y solo inicia si hay un requerimiento del cliente y en el tiempo solicitado.

e. Mejora Continua

De Arbulu (2013) señala que se tiene como objetivo buscar la optimización de los procesos de manera continua, buscando la perfección y tengan un mejor nivel de calidad. La aplicación de ello es importante tener en cuenta los principios, véase la figura 7.

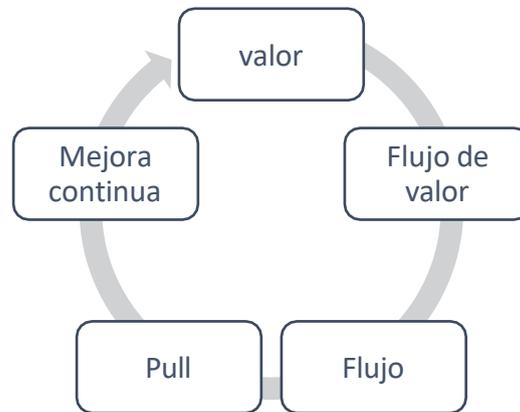


Figura 7 Gráfico de los Principios del Lean Manufacturing

Fuente: Elaboración propia

II. Los pilares del Lean Manufacturing

Con la finalidad de implementarlo en una industria se debe tener entendimiento de las ideas, instrumentos y métodos como se ve en la figura 8. Tiene tres objetivos: beneficios, potencial y satisfacer las necesidades del cliente.

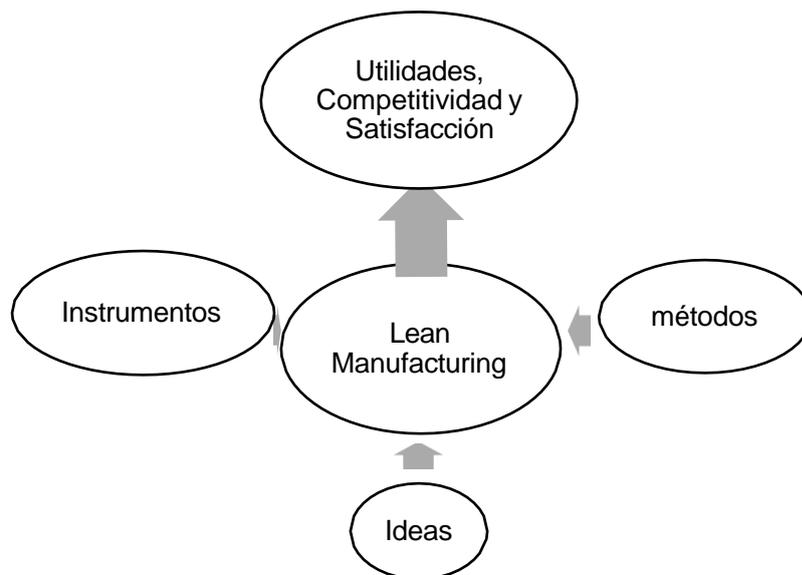


Figura 8 Pilares del Lean Manufacturing

Fuente: Elaboración propia

**a. Primer pilar: Kaizen (mejora continua)**

Como se menciona es un concepto que implica no solo la disminución de costos sino también un cambio de hábitos continuo y transformarlo en mejores aplicaciones. Cabe observar Rajadell y Sánchez (2010) señala que este “debe interpretarse como lo mejor en un sentido tanto espiritual como físico. Comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir problemas), desarrollar ideas (hallar soluciones creativas) y finalmente, tomar decisiones, implantarlas y cumplir con su efecto” (p. 12).

**b. Segundo pilar: El control total de la calidad**

Hay escritores que manifiestan que: “los departamentos de la empresa, deben implicarse en el control de la calidad, porque la responsabilidad del mismo recae en los empleados de todos los niveles” (Rajadell y Sánchez, 2020, p.14). En pocas palabras se refiere a que este pilar se encuentra incorporado en las funciones de la fábrica, además, las áreas y colaboradores deben tener un compromiso, autoevaluarse e inspeccionar adecuadamente cada proceso y minimizar los productos no conformes y mejorar la rentabilidad.

**c. Tercer pilar: Just in Time (JIT)**

En lo que añade Rajadell y Sánchez (2020) mencionan que “se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso” (p. 16). Resumiendo lo indicado es generar la fabricación de suministros y en el periodo solicitado con los materiales exactos, en cuanto menor sea el tiempo de entrega, el cliente va a satisfacer su necesidad.

**2.2.2. Cambios rápidos de formatos (SMED)**

El concepto general de lo indicado se refiera al tiempo de preparativo menor a diez minutos, en efecto esto lleva a reducir los lotes de producción por ende a reducir los inventarios en tiempos cortos los productos. Actualmente hay organizaciones que han minimizado sus tiempos menores a un minuto porque el mercado se encuentra en constante crecimiento y esto demanda a variaciones continuas, además de aportar a minimizar los niveles de stock de productos terminados y materias primas (Rajadell y Sánchez, 2010).

Al realizar la implementación en los procesos de una entidad, esto favorece en los siguientes puntos:

1. Minimizar el tiempo ciclo
2. Reducir los Stock
3. Reducir los desperdicios
4. Incrementar la capacidad de producción

Una de las causas que generan que los tiempos de preparaciones sean largos son:

1. Actividades no estandarizadas
2. Personal sin capacitación
3. Herramientas fuera de su ubicación
4. Bienes no disponibles
5. Tiempos de espera innecesarias
6. Mala información de la planificación

Los tiempos deben ser reconocidos como se aprecia en la figura 9 de tal forma que se cuantifique los tiempos por unidades.



Figura 9 Tiempos de cambios SMED

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

- Aplicación del SMED

En la reducción los tiempos de cambio de matrices se aplica en los siguientes cinco pasos que se detalla a continuación:

**Paso 1. Identificación de las actividades**

De acuerdo a lo indicado en este paso se detalla las tareas de los cambios, medir los tiempos y cada secuencia de las distancias del tiempo total como se visualiza en la figura 10 (Rajadell y Sánchez, 2010).

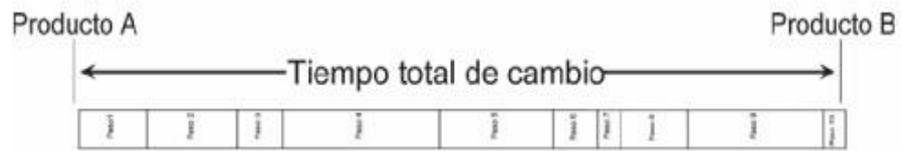


Figura 10 Tiempo de cambio de fabricación

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

**Paso 2. Diferencias entre actividades internas y externas**

Según lo mencionado las actividades internas se refiere aquellas operaciones que se realizan mientras las máquinas están paradas y las actividades externas son realizadas cuando estas se encuentran operativas como se ve en la figura 11, las actividades internas que reducen hasta un 50 % ya que estas son realizadas mientras se encuentran operativas (Rajadell y Sánchez, 2010).

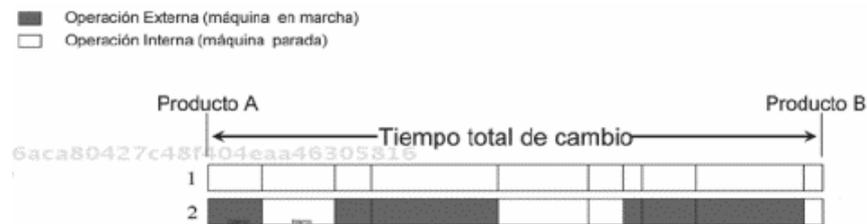


Figura 11 Identificación de operaciones externas e internas

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

**Paso 3. Transformación de las operaciones internas a externas**

Como menciona Rajadell y Sánchez (2010) “La separación de las operaciones de preparación internas de las externas, implica de un examen minucioso de todas las actividades y ver si hay algunos pasos que se han asumido erróneamente como internos” (p.130). Por ello hay operaciones internas que son identificadas y se convierten en actividades externas en la reducción del tiempo total de cambios como se aprecia en la figura 12.

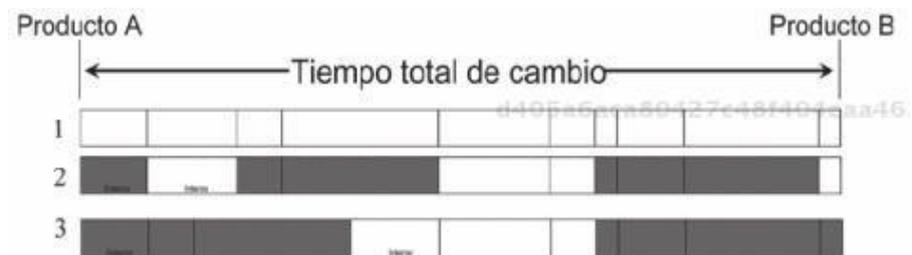


Figura 12 Transformación de actividades internas a externas

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

#### Paso 4. Minimizar las operaciones internas

Se realiza mediante lo siguiente:

- I. Manejo de cambios de componentes y matrices.
- II. Suprimir las herramientas utilizadas.
- III. Usar códigos de colores (mejor visualización de objetos).
- IV. Implantar posiciones prefijadas de utensilios a la hora de los cambios.

Como se aprecia en la figura 13, son aquellas actividades internas que son identificadas y posterior ser reducidas se van sombreando y luego lograr el objetivo del tiempo mínimo.

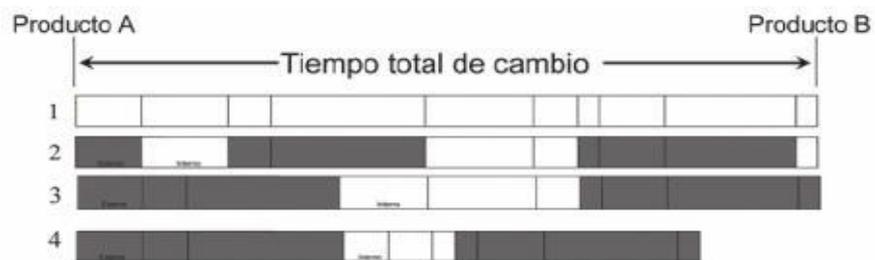


Figura 13 Reducción de las actividades internas

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

#### Paso 5. Minimizar las actividades externas

Las actividades externas se reducen incorporando los movimientos de los operarios, teniendo en cuenta los estándares de las tareas actualizados y que tengan en cuenta los operarios adecuadamente (Rajadell y Sánchez, 2010). Una vez realizado lo mencionado anteriormente se obtiene el nuevo tiempo de cambio de piezas como se visualiza en la figura 14.



Figura 14 Reducción de actividades externas

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

### 2.2.3. Mapeo de flujo de valor

Añade Maradiaga (2013) “Un VSM es una representación gráfica, mediante símbolos específicos, del flujo de materiales y del flujo de información a lo largo de la corriente de valor de una familia de productos dentro de la fábrica” (p. 228). Según lo comentado por el autor a través de la VSM se tiene una perspectiva general de los procesos de la industria el cual permite ampliar el conocimiento de la metodología Lean Manufacturing, principalmente identificado los desperdicios de cada proceso, su representación es visual mediante símbolos como se aprecia en la siguiente figura 15.

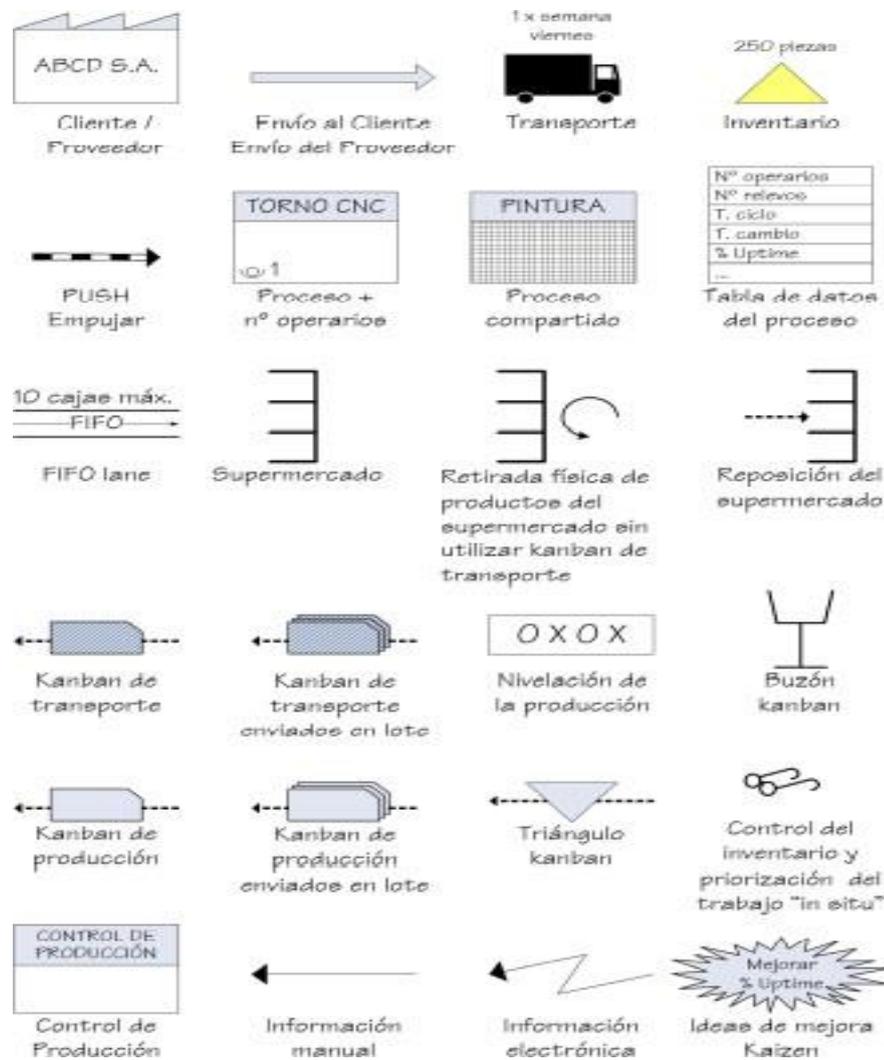


Figura 15 Símbolos del mapeo de flujo de valor

Fuente: Lean Manufacturing exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. 2013

Según indican Rajadell y Sánchez, (2010) antes de realizar un proceso de implementación de la herramienta Lean, es necesario tener un mapa visual del proceso actual de la industria como se aprecia en la figura 16, recopilando información del flujo del bien o servicio, los tiempos ciclos y distancias de estos.

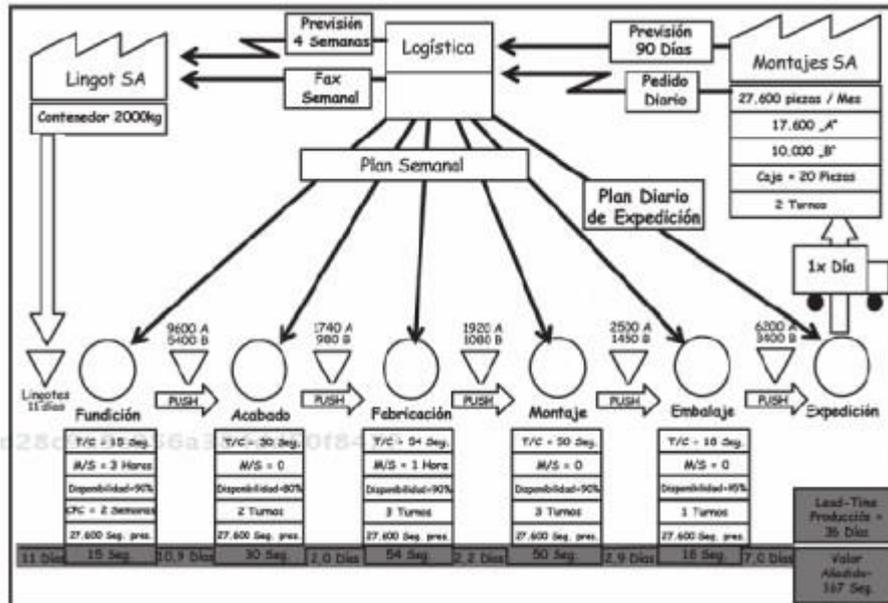


Figura 16 Value stream mapping

Fuente: Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad 2010

#### 2.2.4. Procedimiento operativo

Según Hernández y Vizán, (2013) “Procedimientos de operaciones vagamente estandarizados en aproximadamente el mismo orden” (p. 89). Son manuales que se elaboran para estandarizar las actividades de los operarios y recopilan la información el cual tiene como finalidad dar una inducción mediante gráficas y pasos de los pasos que se deben hacer para evitar las improvisaciones que pueden generar deficiencias en las actividades del trabajo.

Cabe mencionar que son legajos que acopian la interrelación que existen entre diferentes actividades, sistematizando los procedimientos y disminuyendo las improvisaciones que pueden ocasionar los problemas o carencias en la elaboración del trabajo.

### 2.2.5. Productividad

En “la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla (...) se define como el uso eficiente de recursos” (Prokopenko, 1989, p. 19). También es una herramienta que permite cotejar el volumen de producción entre los recursos que se van a consumir como se visualiza en la figura 17.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCTO}}{\text{INSUMO}}$$

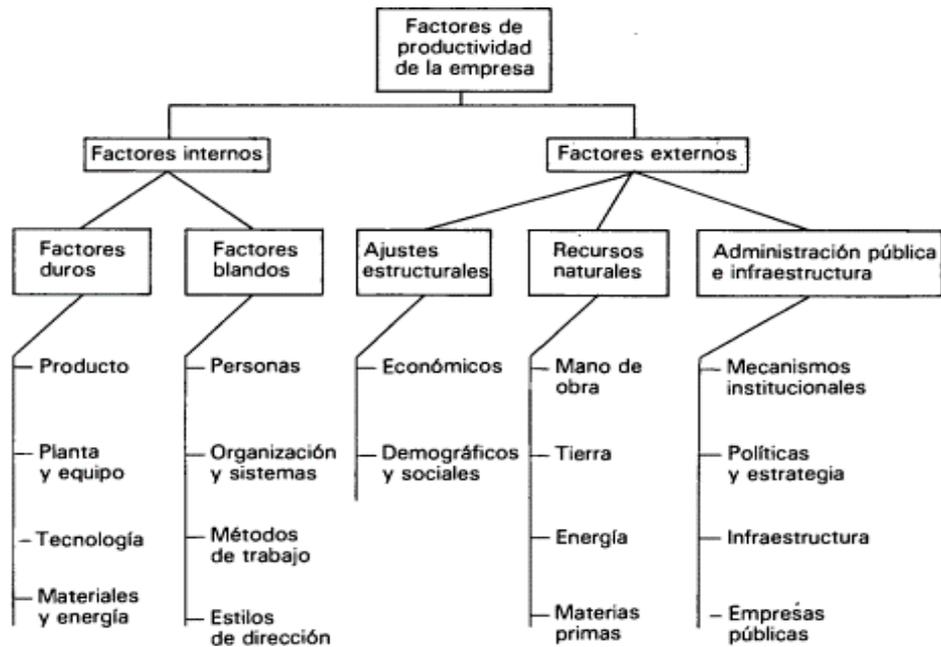
Figura 17 Ecuación de Productividad

Fuente: Elaboración propia

En resumen, se refiere a producir mayores bienes o servicios con menos recursos.

#### I. Factores de la productividad

En cuanto a lo mencionado de ser relevante el objeto de provecho de las directivas como indica Prokopenko (1989) “el mejoramiento de la productividad depende de la medida en que se pueden identificar y utilizar los factores principales del sistema de producción social” (p.9). Se entiende que mejorar la productividad como inicio hay que reconocer los factores y las mejoras que se van a proponer, los factores se encuentran divididos en dos grupos internos y externos como se aprecia en la figura 18.



Fuente: La gestión de la productividad 1989

Figura 18 Mapa conceptual de los factores de la productividad de una empresa

### 2.2.6. Tiempos de cambios de flauta

Son aquellos tiempos que se realizan para cambiar el tipo de onda mediante una pieza que se llama flauta. De acuerdo a la orden de trabajo, el mismo que ha sido determinado para aplicar la herramienta de mejora continua SMED, la cual nos permite identificar las operaciones básicas que comprenden, como se aprecia en la siguiente figura 19 el operario realiza el cambio de matriz (flauta).



Figura 19 Flauta

Fuente elaboración propia

### 2.2.7. Costo de fabricación

Es el costo total invertido para la fabricación de planchas corrugadas en la línea de producción, este incluye costos por máquina, mano de obra, energía, materia prima e insumos, es la base de cálculo para considerar el precio de venta del producto. Permiten estimar la rentabilidad del producto a fabricar.

Según Socconini (2008) indica que “Son los gastos necesarios para la elaboración de un bien o servicio, dentro de los gastos incluyen la mano de obra directa, materiales directos y los costos indirectos” (p. 44).

### 2.2.8. Reducción de desperdicios

Al generar los procedimientos operativos se busca reducir los desperdicios generados en las zonas de la máquina (seca y húmeda) debido a diferentes formas de trabajo por parte de los grupos de operarios. Esto incluye parámetros de temperaturas de las máquinas, materias primas, velocidades, cantidad de goma e insumos, entre otros.

A su vez cuando se refiere a los desperdicios son aquellos que se ha identificado como defectos o reprocesos durante la recopilación de la información, como menciona Hernández y Vizán, (2013) “los errores es uno de los más aceptados en la industria, aunque significa una gran pérdida de productividad porque incluye el trabajo extra que debe realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo” (p.26).

## 2.3. Definición de términos básicos

- a) Ampolladas: Planchas corrugadas que presentan pequeñas burbujas en el largo de la misma por diversos factores.
- b) Bobina: Rollo de papel continuo que se encuentra en un recogido en un cilindro de cartón.
- c) Cadena de valor: flujograma de los materiales e información del bien o servicio, que será entregado al cliente.
- d) Corrugadora: Máquina donde se producen las planchas de cartón de corrugado, son simples o dobles.
- e) Corrugar: Proceso de formación de planchas de cartón, formadas por 3 capas (2 lanners y un centro).
- f) Cuello de botella: Proceso que limita el flujo de la operación en general.
- g) Flauta: Parte de la corrugadora encargada de darle la forma de onda al papel centro en la plancha apoyado con el rodillo de presión.

- h) Gemeleada: Bobina producida a través del proceso de pegado de dos bobinas de un menor ancho.
- i) Linner: Extremos de una plancha de cartón, son externo o interno.
- j) Papel onda: También llamado papel centro, capa media en una plancha de cartón y la que lleva la forma de la onda según sea el requerimiento.
- k) Polines: Rodillos que se coloca debajo de los paquetes de gran peso que rodando lo transporte al área seleccionada.
- l) Rodillo: Parte de la corrugadora encargada de diferentes funciones como presionar, templar, marcar, entre otros.
- m) Set-up: Tiempos de cambios de flauta en el cual se realiza la toma de tiempos.
- n) Smed: Según Hernández y Vizán, (2013) “es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de elaboración de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto” (p. 42).
- o) Tiempos muertos: Son aquellos tiempos que son identificados como no productivos en el proceso.

## 2.4. Fundamentos teóricos que sustentan el estudio

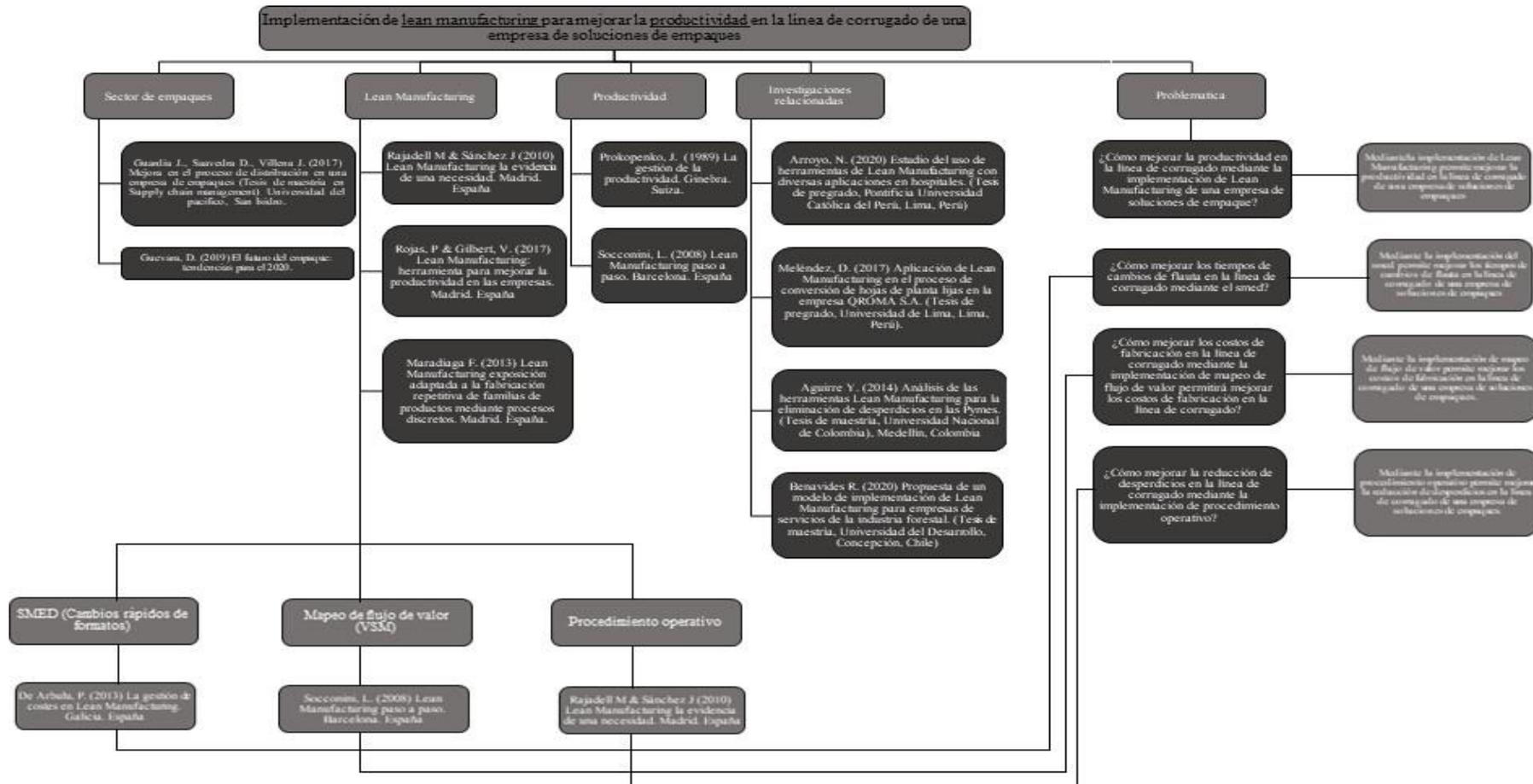


Figura 20 Mapa conceptual de los fundamentos teóricos

Fuente elaboración propia

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis General

La implementación de Lean Manufacturing permite mejorar la productividad en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.

#### 3.1.2. Hipótesis Específicas

- a) La implementación del smed permite mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.
- b) La implementación de mapeo de flujo de valor permite mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.
- c) La implementación de procedimiento operativo permite mejorar la reducción de desperdicios en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.

### 3.2. Variables

#### 3.2.1. Variables independientes

- a. SMED
- b. Mapeo de flujo de valor
- c. Procedimiento operativo

#### 3.2.2. Variables dependientes

- a. Tiempos de cambios de flauta
- b. Costo de fabricación
- c. Reducción de desperdicios

#### 3.2.3. Indicadores

- a. Paradas
- b. Reducción de costos de paradas
- c. Porcentaje de reducción de desperdicios

Tabla 5 Indicadores de las variables de investigación

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Tiempos de cambios de flautas	Tiempos de paradas acumuladas por mes, categorías	Indicador 2: Paradas $\frac{\sum Paradas\ planificadas - \sum paradas\ no\ planificadas}{\text{hr}}$
Costo de fabricación	Cambios de flauta acumulado por mes, costo real tiempo ocioso, costo real del turno completo	Indicador 3: Reducción de costos de paradas $ (\sum Set - up\ Xi - \sum Set - up\ X)  * \text{costo de la maquina parada (S/.)}$
Reducción de desperdicios	Consumo en toneladas de bobinas de papel ( tm ), acumulativo en toneladas de desperdicios( tm )	Indicador 4: Porcentaje de reducción de desperdicios $\frac{\sum desperdicios\ generados\ (tm)}{\sum papel\ consumido\ (tm)} * 100\ (\%)$

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Tipo y Enfoque de investigación

Es de tipo aplicada, la misma que “basándose en los resultados de la investigación básica, pura o fundamental está orientada a resolver los problemas sociales de una comunidad, región o país” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 136). Por medio de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing y conocimientos existentes se busca mejorar la productividad en el proceso de corrugado.

Es de enfoque cuantitativo debido a que se recopiló la información para el análisis de la data obtenida de diversas fuentes y se utiliza métodos estadísticos para probar las hipótesis planteadas, incluso Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) “utiliza la recolección de datos y el análisis de datos y contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente” (p. 140).

### 4.2. Nivel y diseño de la investigación

Según Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) su “objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; el descubrimiento de nuevas leyes científico-sociales, de nuevas micro teorías sociales que expliquen las relaciones causales de las propiedades” (p. 135). De acuerdo a lo referido por el autor el nivel de la investigación que se realizó es explicativo, ya que se analizaron las causas que originan los problemas en el proceso de corrugado.

Añade Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) “Son aquellos que no reúnen los requisitos de los experimentos puros, y por tanto no tienen validez interna, pero realizan un control mínimo” (p. 360). Como referencia a lo citado anteriormente el diseño utilizado es cuasi experimental ya que se estableció la investigación mediante un análisis de pre- test y post- test con un conjunto de colaboradores y la recopilación de los datos obtenidos, ya que se manipularon las variables independientes para evaluar los efectos en las variables dependientes

### 4.3. Población y muestra

#### I) Población de estudio

Lo que señala Hernández & Mendoza (2018) “es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectaron los datos pertinentes” (p.

196). La población que se consideró en la investigación es en el proceso de corrugado que se encuentra conformada por 3 máquinas.

## II) Muestra

Añade Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) “El criterio que prima en este muestreo es la intención que persigue la investigación” (p. 342). De acuerdo a lo comentado el tipo de muestra que se tomó es de un período de pre de seis meses (enero del 2020 a junio del 2020), implementación de seis meses (julio 2020 a diciembre 2020) y una muestra post de seis meses (enero 2021 a junio del 2021).

- Para la variable: Tiempos de cambios de flauta

Población: Para su análisis de la industria comprendió un total de tres máquinas.

Muestra: La muestra comprendió un total de un equipo, durante el levantamiento de información.

- Para la variable: Costo de fabricación

Población: Comprendió un total de máquinas de la empresa conformada por tres máquinas.

Muestra: La muestra comprendió a un equipo donde se identificó con el mayor tiempo de paradas.

- Para la variable: Reducción de desperdicios

Población: Comprendió un total de tres máquinas de la empresa, que se encuentra dentro del área de corrugado.

Muestra: La muestra comprendió a un equipo donde se identificó con el mayor volumen de desperdicios.

Tabla 6 Resumen de población y muestra

Variable dependiente	Indicador	Población pre	Muestra pre	Población post	Muestra post
Tiempos de cambios de flautas	Tiempos de paradas	3 máquinas (Ene – Jun 2020)	6 tomas tiempos de cambio de flauta (Ene – Jun 2020)	3 máquinas (Ene – Jun 2021)	6 tomas tiempos de cambio de flauta (Ene – Jun 2021)
Costo de fabricación	Reducción de costos de paradas	3 máquinas (Ene – Jun 2020)	6 tomas de tiempos de paradas (Ene – Jun 2020)	3 máquinas (Ene – Jun 2021)	6 tomas de tiempos de paradas (Ene – Jun 2021)
Reducción de desperdicios	Porcentaje de reducción de desperdicios	3 máquinas (Ene – Jun 2020)	6 tomas de volumen de mermas (Ene – Jun 2020)	3 máquinas (Ene – Jun 2021)	6 tomas de volumen de mermas (Ene – Jun 2021)

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### 4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos

Añade Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) “las técnicas para la recolección de datos e informaciones para verificar las hipótesis de trabajo, corresponde a las técnicas descriptivas y sirven de base para construir los instrumentos de investigación” (p.273).

Según lo referido al autor, para la información y levantamiento de los tiempos de paradas, volúmenes de desperdicios se recabo con el método de la observación directa en conjunto con el supervisor de producción antes de la implementación de la metodología Lean Manufacturing durante la jornada activa de las máquinas y en base al diseño de la cadena valor que permitió evaluar la situación actual.

En cuanto a los instrumentos para la recolección de datos, se elaboraron los siguientes formatos:

##### I) Instrumento 1: Formato de control de producción

Este formato permitió obtener la siguiente información:

- a) Fecha
- b) Numero de orden de trabajo
- c) Cliente
- d) Cantidad programada
- e) Cantidad producida (producción buena, producción mala, exceso)

f) Ubicación

Para finalizar este formato permitió ordenar la información como se aprecia en el anexo 3.

II) Instrumento 2: Formato de control de paradas

- a) Fecha
- b) Código de máquina
- c) Grupo de parada
- d) Causa del paro
- e) Duración
- f) Categoría

Posteriormente esta información se apunta un breve resumen de las categorías de las paradas generadas en la máquina con el tiempo mensual de paradas, en el formato que se aprecia en el anexo 4.

III) Instrumento 3: Formato de observación para el proceso de corrugado

- a) Datos de operario
- b) Se describe cada actividad del proceso de corrugado
- c) Se anota el tiempo de cada operación
- d) Se apunta la distancia entre cada operación
- e) Se apunta el tiempo total del proceso de corrugado en minutos

Finalmente, con la recopilación de la información mediante el formato como se visualiza en el anexo 5, se apunta de forma concisa los resultados y la identificación de cada operación del proceso.

IV) Instrumento 4: Formato reporte de desperdicios de la corrugadora

- a) Segmentación de desperdicio
- b) Consumo de papel por mes en kilos
- c) Desperdicios que se generan por mes en kilos
- d) Objetivo de porcentaje de desperdicio

Finalmente, se usará de forma concisa los datos obtenidos (kilogramos) y la segmentación de desperdicios como se aprecia en el anexo 6.

Tabla 7 Técnicas e instrumentos aplicados

<b>Variable dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Tiempos de cambios de flautas	Indicador 1: Paradas (hr)	Listas de verificación Observación directa	Formato de control de paradas, formato de producción
Costo de fabricación	Indicador 3: Reducción de costos de paradas (soles/mes)	Bases de datos Análisis documental Observación directa	Formato de observación para el proceso de corrugado
Reducción de desperdicios	Indicador 4: Porcentaje de reducción de desperdicios (%)	Bases de datos Análisis documental Observación directa	Formato reporte de desperdicios de la corrugadora

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos para la recolección de información de datos y cuestionarios anteriormente indicados, que han sido revisados y validados por el supervisor y jefe del área, conocedores del tema con más de 20 años de experiencia.

#### 4.4.3. Procedimiento de recolectar datos

Para la recolección de información, el procedimiento que se realizó fueron los siguientes puntos:

- a) Para la recopilación de información se tomó la data histórica como se mencionó anteriormente en el punto 1.3. , la información se obtuve en base de datos de Microsoft Excel para realizar en análisis de la información.
- b) De acuerdo a lo anteriormente detallado, para el análisis de la evaluación antes de la implementación se tomó la información del mes de enero del 2020 a junio del 2020.

- c) Mediante el uso de los formatos de observación se recopiló la información de las operaciones que se realiza en el proceso de corrugado, así mismo el uso de los otros formatos elaborados para la recopilación de datos y posterior análisis.
- d) El periodo de la implementación se tomó del mes de julio del 2020 a diciembre 2020.
- e) Para concluir, con los resultados de cada uno de los instrumentos se propondrá las mejoras con las herramientas propuestas, para su evaluación posterior al análisis de la implementación se tomó el siguiente periodo del mes de enero 2021 a junio del 201.

#### 4.4.4. Técnicas de procesamiento y análisis de resultados

La técnica de procesamiento se elaboró una matriz como se aprecia en la tabla 8, en la cual se detalla por cada variable la técnica y herramienta que se utilizó.

Tabla 8 Tabla de técnica y análisis de datos

<b>Variable dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadístico descriptivo</b>	<b>Análisis inferencial</b>
Tiempos de cambios de flautas	Tiempo de paradas	Escala de razón	Tendencia central y Dispersión	Prueba de Wilcoxon
Costo de fabricación	Reducción de costos de paradas	Escala de razón	Tendencia central y Dispersión	Prueba de Wilcoxon
Reducción de desperdicios	Porcentaje de reducción de desperdicios	Escala de razón	Tendencia central y Dispersión	Prueba de T-student muestras emparejadas

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de los datos obtenidos de cada formato anteriormente indicado, se elaboró un análisis el cual se trabajó con los siguientes:

I. Microsoft Excel 2017

Software que permitió organizar la data obtenida de cada formato, para su análisis estadístico.

II. IBM SPSS STATISTICS

Software estadístico que permitió obtener los resultados de la muestra tomada, para evaluar si se acepta o se rechaza las hipótesis propuestas.

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Diagnóstico y situación actual

Se realizó el análisis al flujo de producción en la línea de corrugado mediante los flujos de los procesos, organigrama de la industria, maquinas del área y procesos productivos. Así mismo cuenta con un promedio de producción anual de 550, 000 000 de cajas al año y con las siguientes máquinas como se ve en la tabla 9.

Tabla 9 Cuadro de numeración de Máquinas de la empresa

Tipo	Subtipo	Denominación
Corrugadora	-	Marquip
		Agnati
		Quantum
Digital	-	ImP.Digital HP
Offset	-	Imp.KBA
Flexografía	Estándar	IMP2
		IMP4
		IMP7
		IMP10
		IMP17
		IMP18
		IMP19
		IMP21
		IMP22
		Troqueladora
	IMP8	
	IMP9	
	IMP13	
	IMP15	

Fuente: Elaboración propia

Con la información recolectada se elaboró un cuestionario, el cual se ha dividido en dos partes, la primera parte está enfocada en obtener información de las herramientas utilizadas, procedimientos, recursos utilizados en el proceso y en la segunda parte obtener información sobre la baja productividad, tuvo como finalidad recolectar información real desde el punto de vista de los operarios, siendo dicha información sintetizada en diagramas de actividades, Ishikawa y Pareto.

## Datos generales de la empresa

Es una organización dedicada a la elaboración y venta de envases de cartón, cuenta con más de 50 años de experiencia fundada en el año 1968. A partir del año 2006 forma parte de un grupo reconocido a nivel nacional e internacional. Cuenta con tres líneas de negocio entre ellos, cajas de cartón, empaques flexibles y papelería como se puede ver en la figura 21.

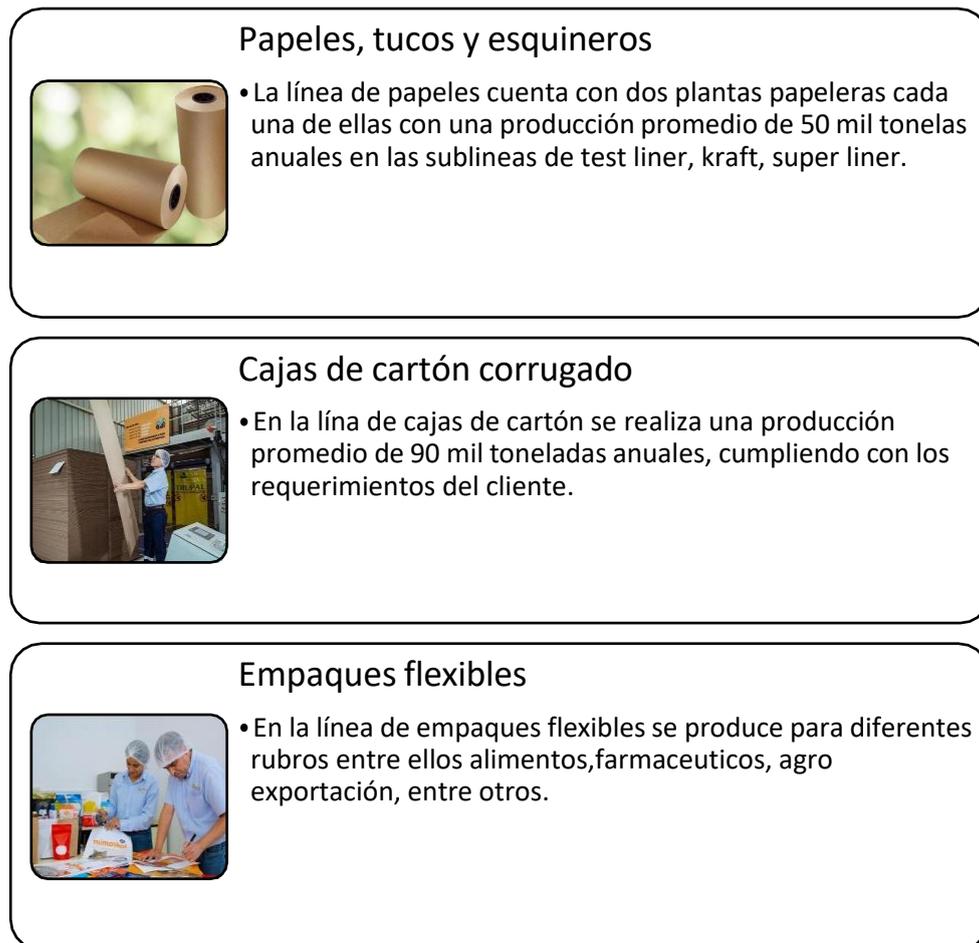


Figura 21 Líneas de negocios de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Esta cuenta con dos plantas de fabricación de cartón corrugado que accede a realizar sus operaciones, una ubicada en Sullana y la otra Huachipa - Lima la cual inició sus operaciones a mediados del 2011, siendo la última automatizada como se visualiza en la figura 22.



Figura 22 Área de porta bobinas – Lima

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 23, se aprecia el grado de participación de cada una de las tres líneas de negocios, en la cual la que tiene mayor participación es la línea de cajas.



Figura 23 Porcentaje de Participación – 2020

Fuente: Elaboración propia

## Organigrama

La estructura organizacional de la entidad se encuentra dividida de la siguiente forma:

a) Organigrama gerencial

Esta es la principal estructura de primera línea donde se encuentra: la presidencia y las gerencias del negocio como se aprecia en la figura 24.

b) Organigrama de la planta Huachipa – Cajas

Luego en esta se encuentra la estructura de la línea de negocios de cajas, donde se divide de la siguiente forma: Superintendente, asistente y los jefes de cada área de la planta como se ve en la figura 25.

c) Organigrama del área de corrugados

Finalmente, la estructura del área de corrugado se conforma de la siguiente manera: jefe, asistente, supervisores, operadores y ayudante como se visualiza en la figura 26.

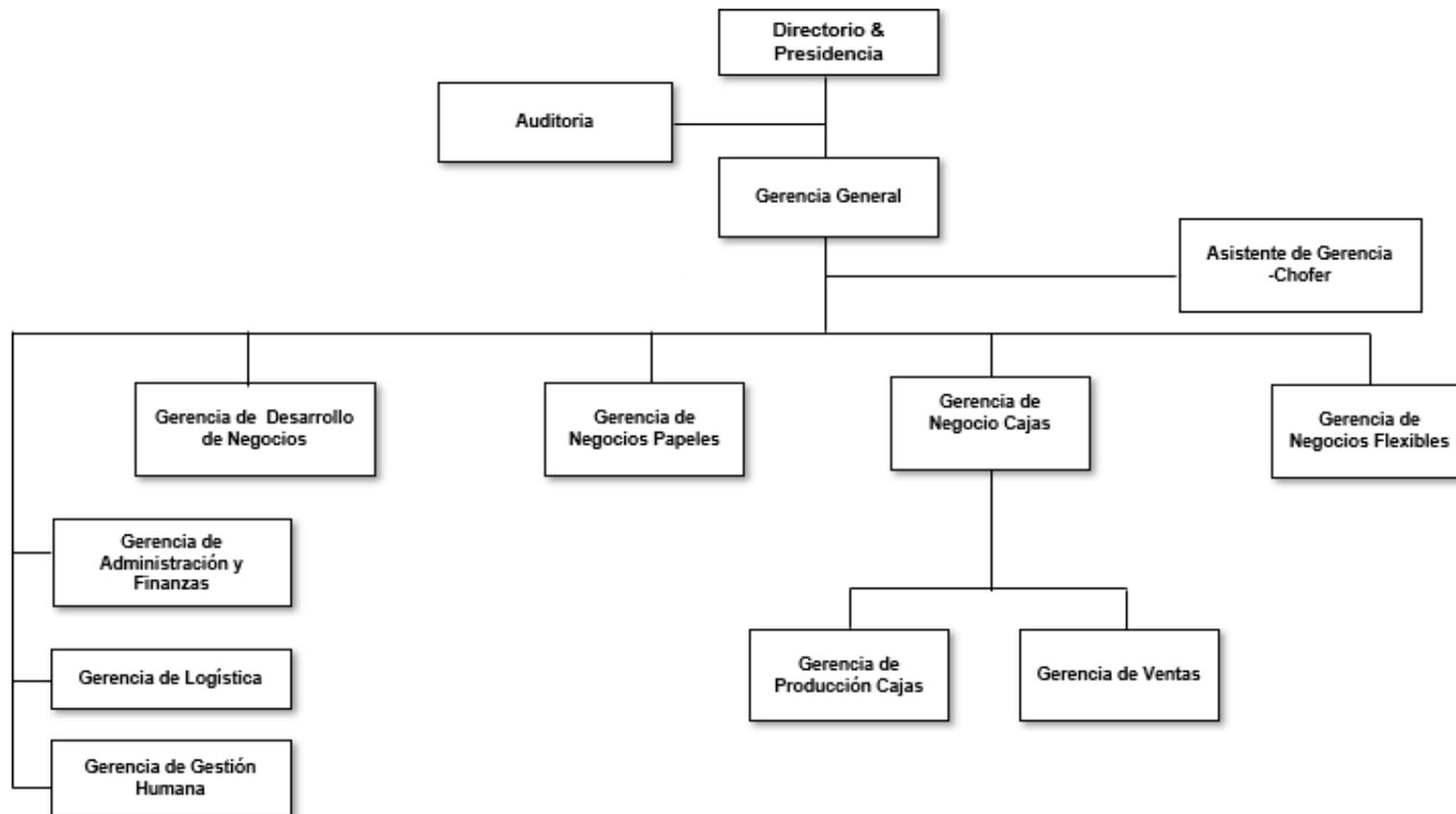


Figura 24 Organigrama gerencial de la empresa

Fuente: Elaboración propia

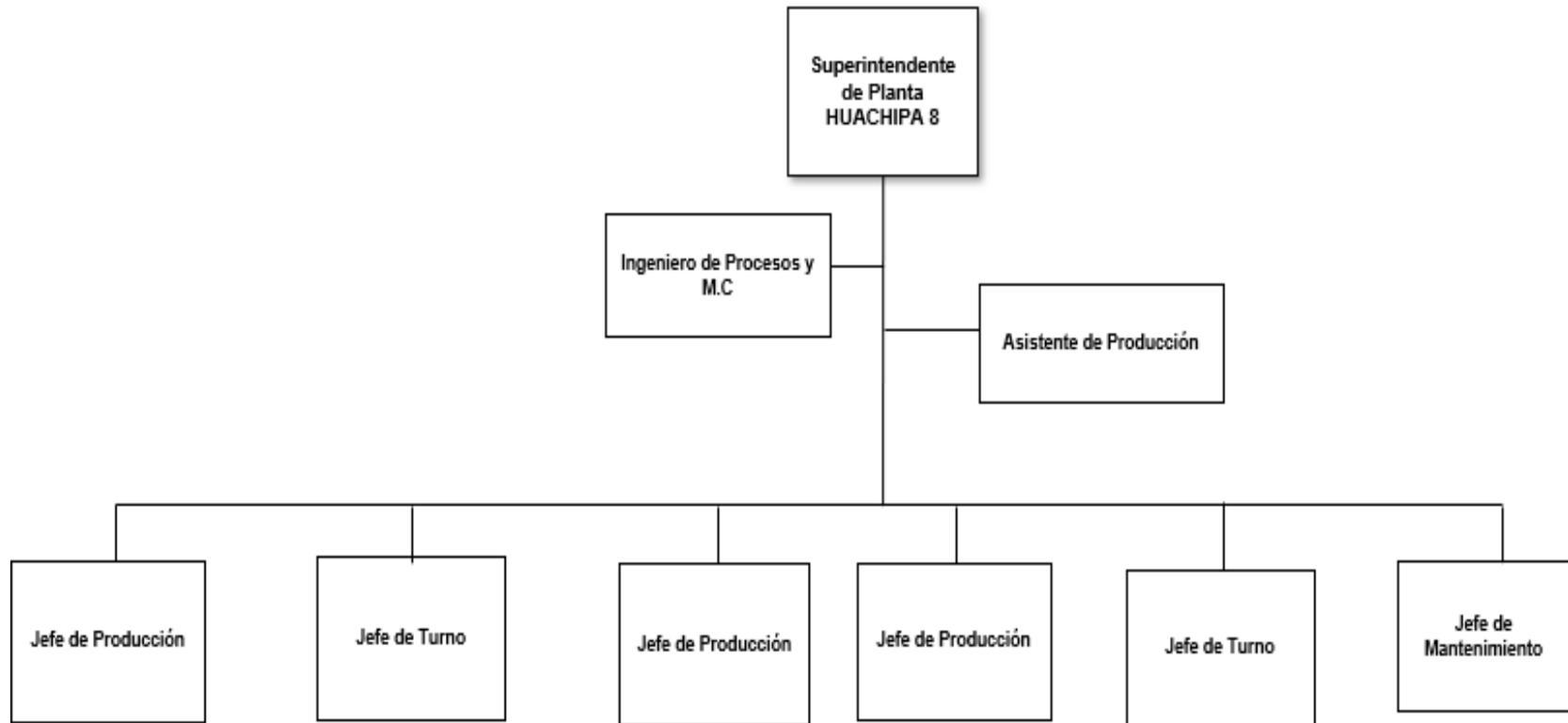


Figura 25 Organigrama de la planta de Huachipa 8

Fuente: Elaboración propia

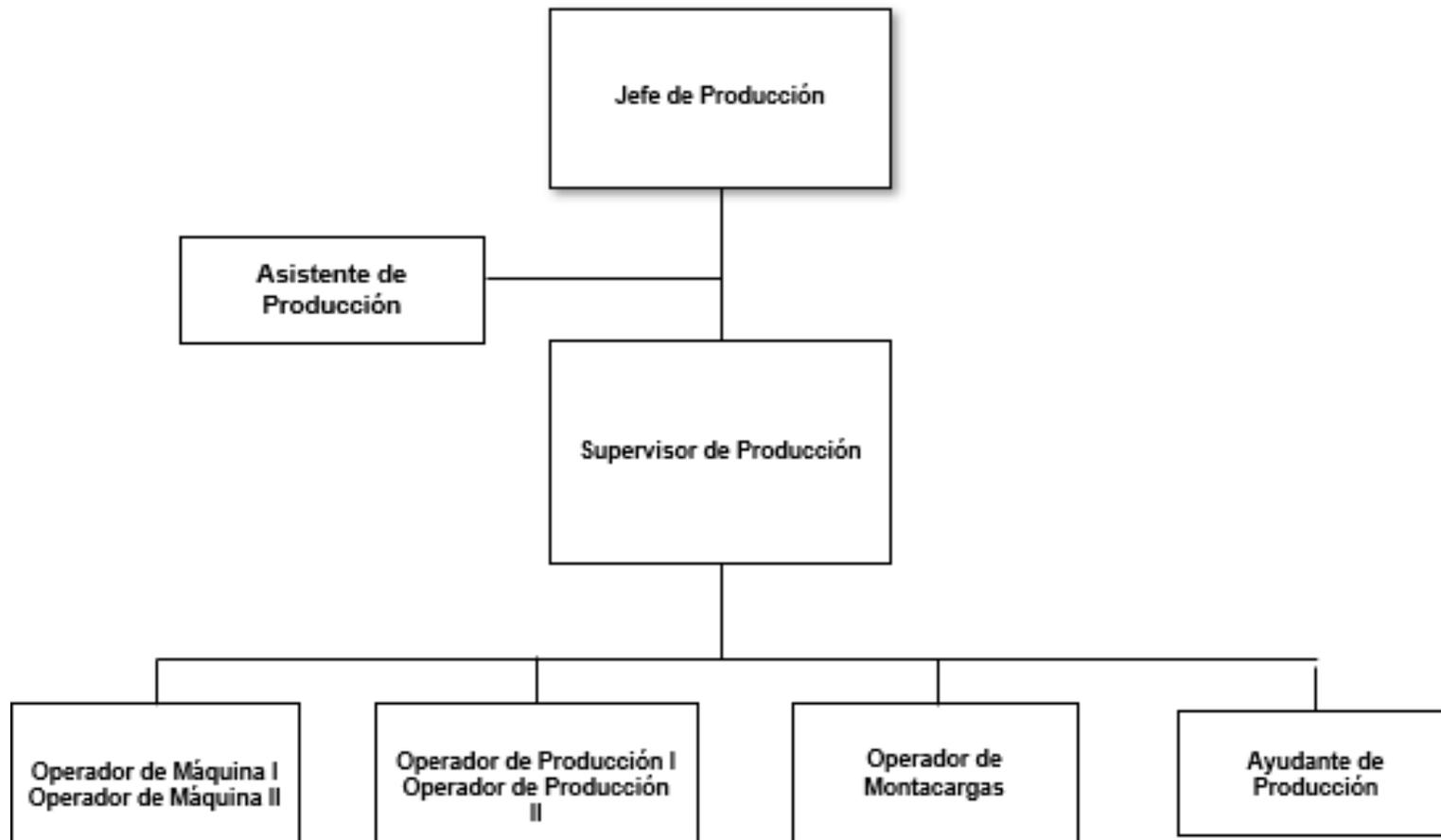


Figura 26 Organigrama del área de corrugados

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la cadena de valor

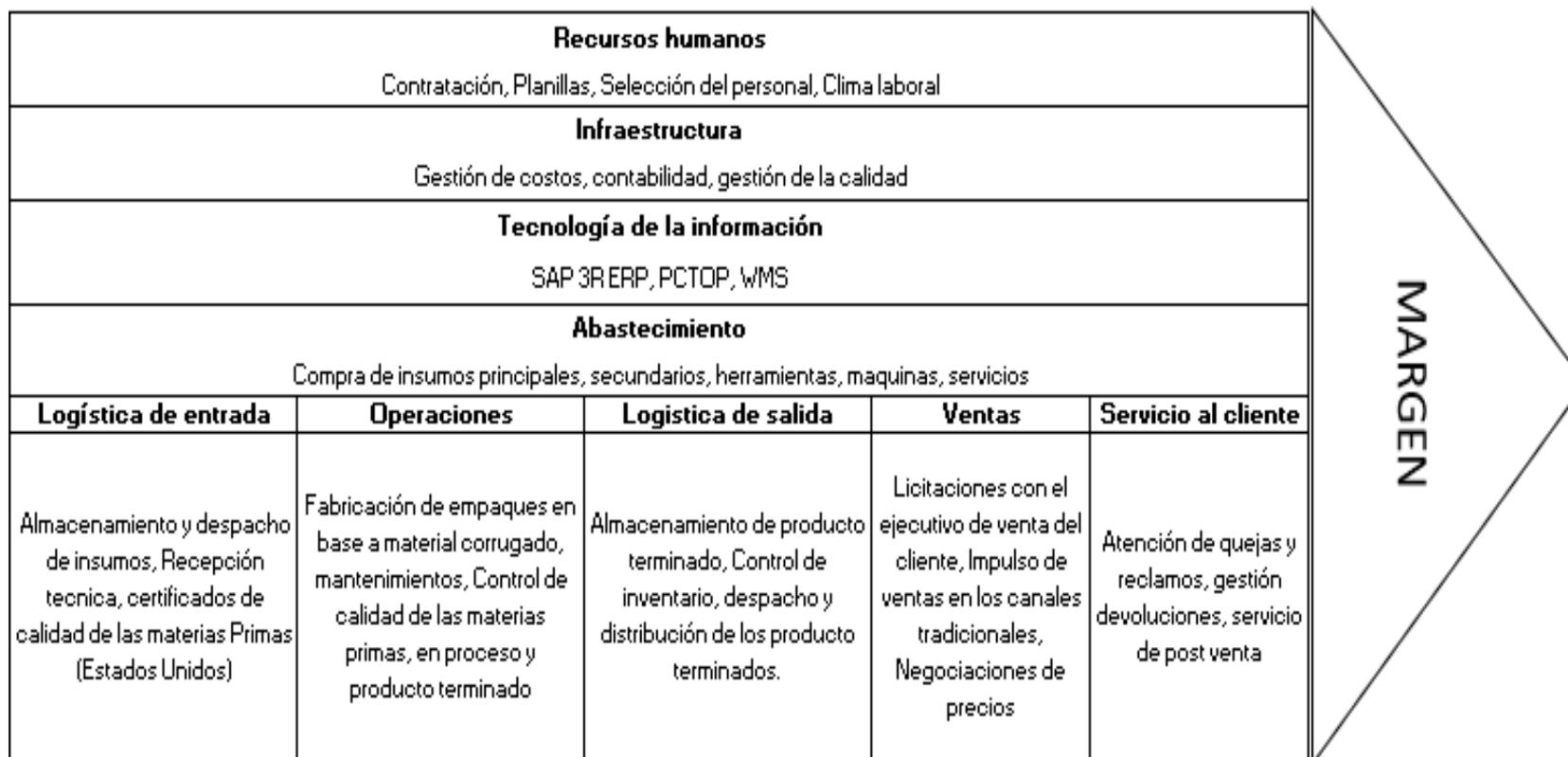


Figura 27 Gráfico de la cadena de valor

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 27, se detalla la cadena de valor de la industria en la cual se va a detallar cada proceso que se realiza para obtener el producto terminado.

a. Logística de entrada

La elaboración del producto las principales materias primas son importadas de los países de Estados Unidos, Chile y Finlandia debido a los estándares de calidad e importante a nivel mundial, el abastecimiento de estos insumos se basa en la estrategia de contar con un pronóstico anual del abastecimiento y realizar en algunos casos un contrato marco el cual garantizará el abastecimiento en el periodo de un año. En el caso de los insumos nacionales se cuenta con proveedores ubicados en el norte del país y a su vez con locales.

b. Operaciones

La producción se inicia desde el despacho de las materias primas los molinos de papel de acuerdo al requerimiento del cliente se realiza el diseño posteriormente la elaboración gráfica y de prensa, por último, pasa por el área de corrugado donde se efectúa la unión de las láminas y el papel corrugado culminado este proceso ingresa al área de convertidor donde se diseña la forma de la caja que se ha requerido, ingresando al almacén de producto terminado y listo a ser entregado.

c. Logística de salida

Inicia con el almacenamiento de los productos terminado, donde el control de inventarios que se maneja es en base al sistema FIFO, y realizar la distribución de los productos se diseña la programación de despachos y las unidades cuentan con un horario.

d. Ventas

El área cuenta con un soporte de ejecutivos de ventas, jefes de canales de ventas. Los cuales se encargan de cerrar negociaciones y los asistentes de la parte operativa como levantar los pedidos en el sistema, coordinaciones de entregas.

e. Servicio al cliente

El proceso después de ser gestionada la venta, esta se encarga de la atención de cualquier duda o queja que tenga el cliente con el bien entregado. Realiza las devoluciones, generaciones de notas de créditos y análisis de causa raíz de lo que ocasión el reclamo.

## Explicación del proceso productivo

A continuación, mediante la figura 28, se analiza los procesos que conlleva este.



Figura 28 Flujo del proceso de producción

Fuente: Elaboración propia

Inicia con la planificación de la demanda, este proceso tiene dos parámetros de producción: La fabricación en base a los pedidos del cliente y el segundo punto en base a las políticas de stock de seguridad y no tener quiebres de productos terminados. Posteriormente el área de planificación de producción se encarga de validar los requerimientos en base a las coberturas de los productos y el stock de planchas en el área de almacén como se ve en la figura 29.



Figura 29 Almacén de materias primas – planchas

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la validación de stock de inventarios de bobinas de papel, se envía el plan de producción diario con los turnos al área de corrugado, ésta realiza la validación de la misma en cuanto a cantidad de pedidos y metrajés asignados a cada uno, genera el visto bueno. Luego se procede con la producción en las 3 corrugadoras: Marquip, Agnati y Quantum. El proceso inicial es con la selección de bobinas asignadas a cada orden de fabricación, colocando las mismas en las tres portas bobinas como se ve en la figura 30, que se encuentran en el cabezal de la máquina. En los

extremos se ubican dos lanners: externos e internos y al medio el papel corrugado. Se realiza la unión del Linner interno y el papel corrugado en la máquina Kohler como se visualiza en la figura 31, el cual pasa por el rodillo corrugador según el tipo de flauta (C, B o E) que tenga asignada, formando el Single Face.



Figura 30 Máquina Porta bobinas

Fuente: Elaboración propia



Figura 31 Máquina Kohler

Fuente: Elaboración propia

Esta combinación pasa por el puente superior, finalmente juntarse con el Linner externo a la salida del mismo. Esta plancha formada, previa aplicación de goma, pasaba por el rodillo de presión hasta adherirse entre sí. Luego las láminas formadas ingresaban a la mesa de secado, en donde pasaban por 4 secciones de la misma. A través del método de secado por degradación de temperaturas (de menor a mayor), iban ingresando a la máquina Rotary Shear, lugar donde se realizaban los cortes a la lámina y formar las planchas finales como se en la figura 32.



Figura 32 Máquina de cortes Rotary Shear

Fuente: Elaboración propia

Y lograr el largo pedido se realizaba el corte en la guillotina como se aprecia en la figura 33 y el ancho en el slitter.



Figura 33 Máquina Guillotina

Fuente: Elaboración propia

Por último, las planchas resultantes se iban apilando en la salida de apiladores (superior o inferior), donde con ayuda del sensor de conteo según el tipo de flauta, determinaba la altura de apilamiento antes de ser retiradas por medio de polines. Dentro de todo el proceso se realizan 3 pruebas de control a través de diversos formatos en 3 zonas de la máquina. En la zona húmeda: cabeza y doble engomadora se realizan pruebas de temperatura y humedad a los papeles, así como resistencia a la tensión. En la zona seca, específicamente en la salida de apiladores se examinan de manera aleatoria las planchas que van saliendo en búsqueda de algún defecto como ampollamiento, arqueado, despegado, entre otros. Las planchas en buen estado son

acumuladas en paletas de producción, correctamente rotuladas: orden de fabricación, cantidad, cliente, fecha de entrega e imprenta a la que se dirige o al siguiente proceso por el que pasará. Una vez en la imprenta asignada, según el programa de la misma, ingresará directamente o esperará su turno en la zona de transición, WIP (Work in Progress). El ingreso a las imprentas se realiza por los alimentadores, a través de succión, luego de ser transportado por polines.

Una vez ingresada se realiza el centrado de las planchas, luego según el tipo de caja a fabricar: estándar o troquelada, pase por solamente el clisé o también por el troquel. Finalmente, durante el proceso, tanto al ingreso (planchas) como a la salida (cajas), se realiza las pruebas de calidad al producto terminado, enfilarlo e ingresarlo al almacén esperando su fecha de transporte.

- Análisis pre test de la empresa

Principalmente los problemas que se han identificado en este proceso son la alta producción de merma, elevado tiempos ociosos debido a los cambios de flauta en la línea de corrugado, ver figura 34. Debido a fallas operativas (personal de turno) se realizan reprocesos que impactan en la utilización en mayor cantidad de materias primas de un solo pedido (mayores costos de producción) y a su vez el incumplimiento del on time in full (OTIF), figura 35, por lo cual se implementó estas herramientas, asimismo permite mejorar la utilidad en el área. Sin embargo, está en proceso de implementación en la organización.

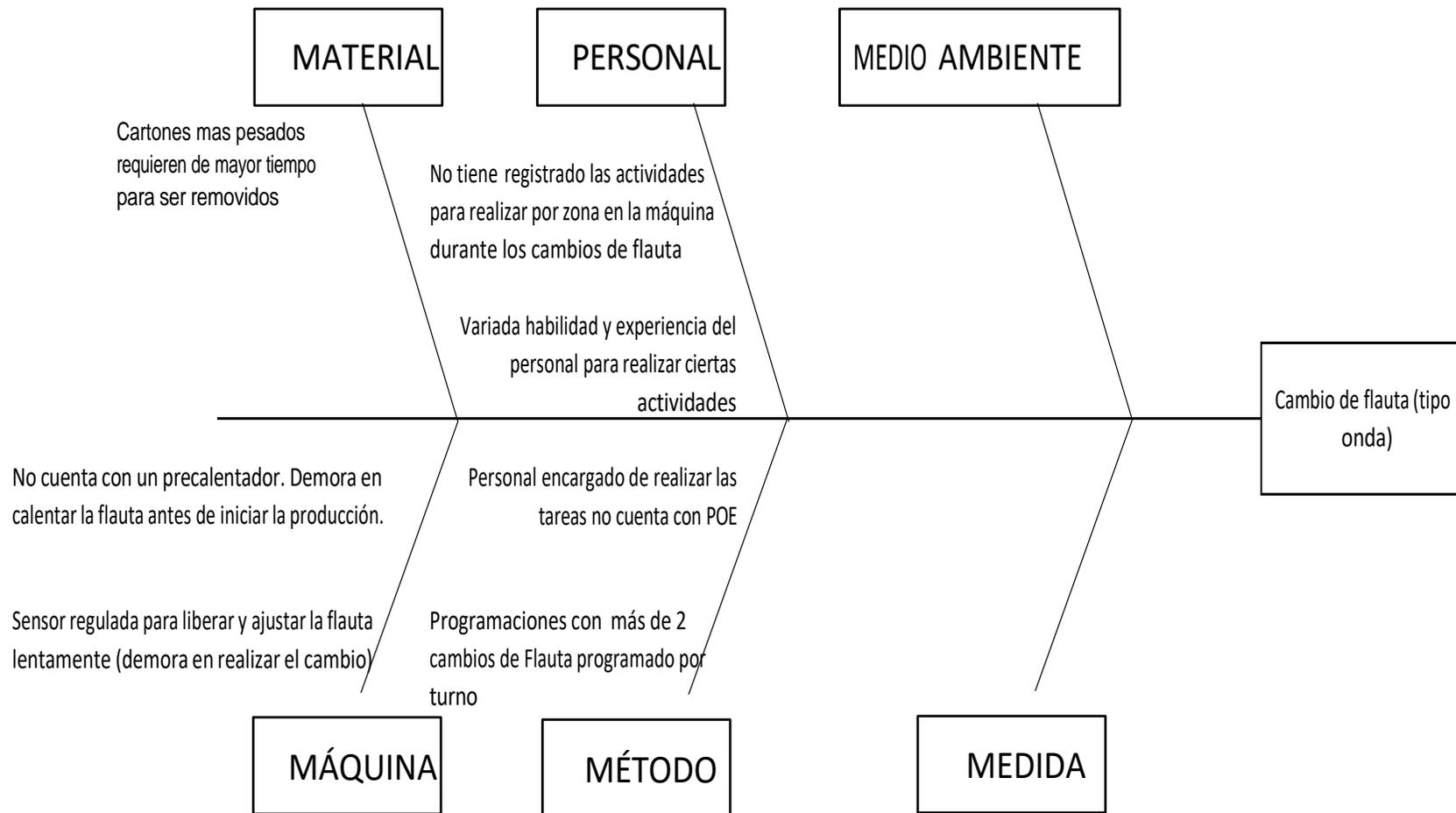


Figura 34 Diagrama de Ishikawa del cambio de flauta

Fuente: Elaboración Propia

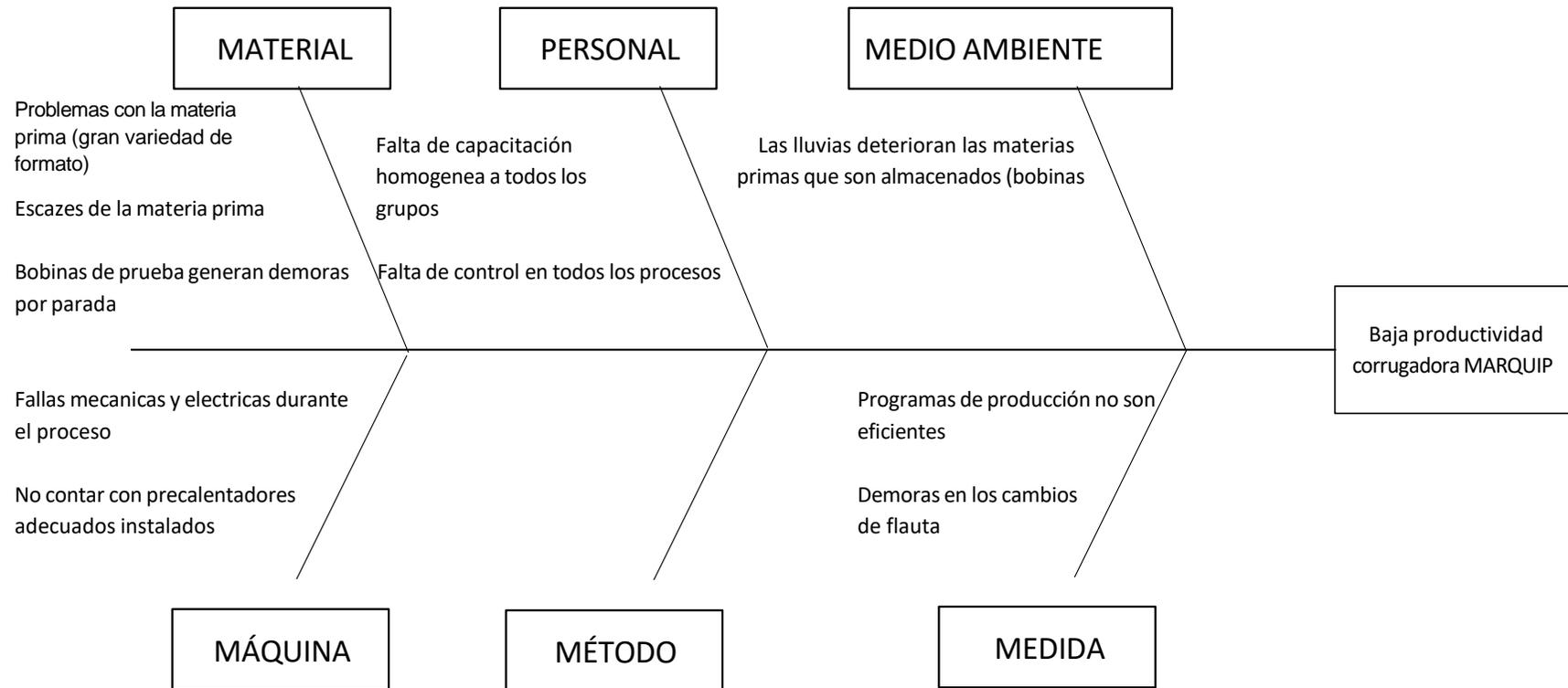


Figura 35 Diagrama de Ishikawa de baja productividad

Fuente: Elaboración Propia

En el cierre del año del 2020 el acumulado es de 236 horas de parada por SET UP también. El segundo punto crítico es la cantidad de desperdicio (Broke) que se genera durante el proceso productivo. Ya sea bobinas con defectos (arqueados, ampollados, entre otros). Se encuentran separadas en otro almacén de productos observados por el área de calidad, figura 36.



Figura 36 Fotos del área de bobinas observadas

Fuente: La empresa

Se identifico los problemas, se realizaron los siguientes análisis que genera menos productividad en el área de corrugado.

#### Análisis de la productividad inicial

Se realizó un análisis de la productividad, en los meses de enero a diciembre del 2020, obteniendo los resultados mostrados en la figura 37 como resultado de este.

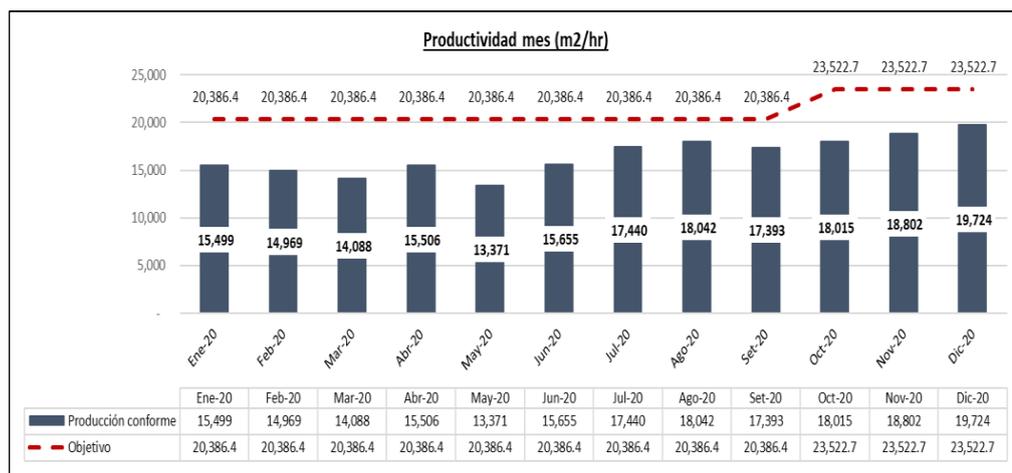


Figura 37 Indicador de productividad por mes 2020

Fuente: Elaboración propia

La gráfica indica que en el 2020 ha estado debajo del objetivo de productividad sin embargo recordar que este fue establecido considerando un ancho ideal de máquina 2.5 metros, en el cual mes de menor producción es mayo con 13 371 metros cuadrados por hora, debido a la coyuntura que se vivió al inicio de la pandemia cabe añadir que a partir del mes de setiembre en adelante la jornada laboral aumento de lunes a domingo.

**Objetivo específico 1: Implementación del smed para mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado.**

Situación antes (pre test)

Durante el levantamiento de la información de los tiempos de paradas y conversando con los supervisores y operarios del área se realizó un cuadro de análisis de las causas de las paradas como análisis inicial, en el cual se presenta en la siguiente tabla 10.

Tabla 10 Indicador de paradas 2020

CATEGORIA	MES												Total general
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
OPERATIVAS	34.7	32.9	43.7	38.7	47.4	42.8	35.8	33.4	39.8	42.3	41.5	40.2	473.2
PLANIFICADAS	34.3	33.7	46.0	39.9	25.9	32.2	44.3	41.9	38.7	42.5	47.4	36.8	463.6
SET UP	38.9	39.7	40.5	36.8	41.8	35.7	33.8	37.5	42.2	41.8	40.8	41.1	470.6
LIMPIEZA MAQUINA PLANIFICADA	13.6	15.8	16.7	14.8	16.6	15.9	15.7	16.8	17.8	16.5	16.2	17.1	193.5
MATERIA PRIMA	12.8	21.8	22.7	11.9	14.2	20.0	20.3	18.5	16.6	15.8	17.9	12.6	205.2
EXTERNAS	7.9	8.1	10.0	9.3	29.5	6.6	6.1	7.6	8.4	7.8	6.9	9.5	117.7
MECANICAS	8.9	14.2	11.8	8.2	10.2	9.4	12.1	8.6	13.2	14.0	7.0	7.2	124.8
ELECTRICAS	10.1	14.9	15.6	6.0	5.6	18.5	6.1	11.6	7.0	7.8	13.2	6.9	123.2
MINI PAROS	2.5	3.6	2.8	3.7	2.9	4.1	3.7	4.5	3.8	4.0	6.6	4.4	46.5
LOGISTICA	1.8	3.2	2.4	2.8	3.1	1.9	1.8	1.1	2.0	3.9	1.9	3.7	29.5
REFRIGERIO	9.8	7.9	10.5	18.7	19.4	9.6	5.3	6.7	4.3	5.2	3.2	2.1	102.6
PLANIFICACION Y CONTROL DE PROCESO (PCP)	0.9	0.2	1.0	0.7	0.3	0.7	1.0	0.8	2.2	1.1	1.6	0.9	11.4
Total General	176.2	196.1	223.6	191.5	216.9	197.4	185.9	189.0	195.9	202.7	204.1	182.5	2361.8

Fuente: Elaboración propia

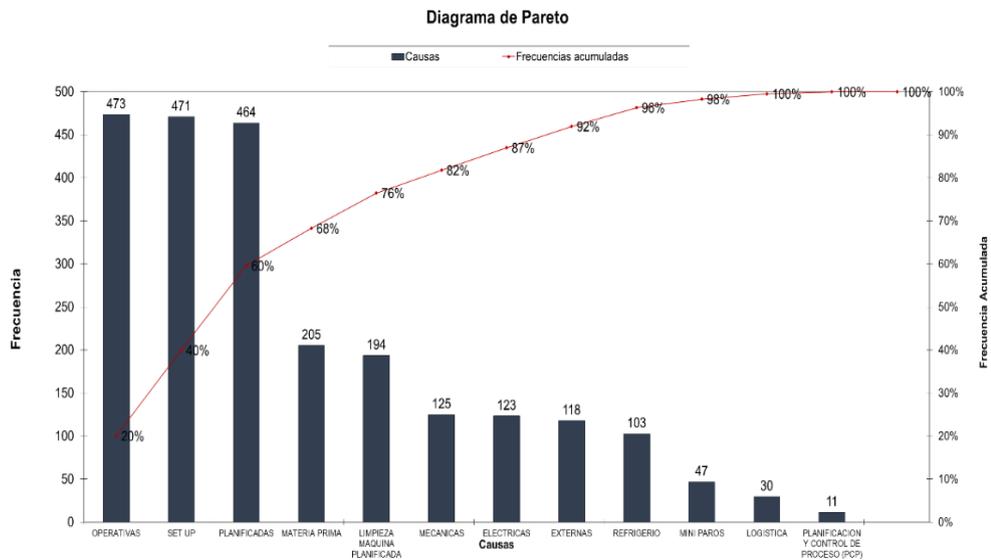


Figura 38 Diagrama de Pareto de las paradas de la máquina

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la figura 38, que las paradas más representativas del año 2020 de la máquina fueron de 473 horas por las actividades que realizaron durante la operación, seguido del set up con 471 horas, 464 horas paradas planificadas, finalmente 205 horas por problemas con materia prima.

El enfoque principal como oportunidad de mejora será en los tiempos de set – up, los cambios de flauta que realizan, por ende, se tomó los siguientes datos como se aprecian en la siguiente tabla 11 como muestra pre test.

Tabla 11 Muestra pre test de los set- up mensual

PRE TEST	
MES	SET - UP (CAMBIO DE FLAUTA)
Ene-20	38.9 hrs.
Feb-20	39.7 hrs.
Mar-20	40.5 hrs.
Abr-20	36.8 hrs.
May-20	41.8 hrs.
Jun-20	35.7 hrs.
Σ TOTAL	233.4 hrs.

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla , estos tiempos de paradas son acumulativos por mes y se han considerado como muestra pre test como base inicial para la evaluación del equipo.

#### a. Aplicación de la teoría a la variable independiente – Smed

Se realizó el levantamiento de la información para el estudio de actividades en apoyo y autorización del jefe de la línea y los operadores de las diferentes zonas de la máquina, a continuación, se muestra en la figura 39 la secuencia de los pasos a seguir para la aplicación de la herramienta Lean mencionada anteriormente.

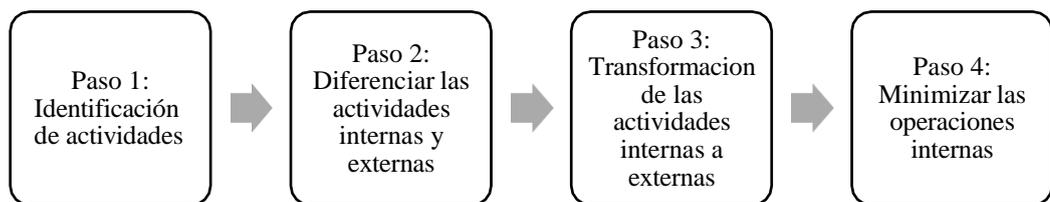


Figura 39 Diagrama de aplicación de los pasos para el smed

Fuente: Elaboración propia

#### Paso 1: Identificación de las actividades

Se tuvo acceso a la información mediante la toma de fotos, grabaciones para el análisis y toma de tiempos.



Figura 40 Programador de la Marquip

Fuente: Elaboración propia

## Paso 2: Diferencias entre actividades internas y externas

Luego al análisis preliminar, se logró identificar las actividades internas y externas, bajo el siguiente criterio como se aprecia en la siguiente tabla 12, en el cual el tiempo promedio por el cambio de flauta para las internas era de 69 minutos y las externas de 1 – 2 minutos.

Tabla 12 Identificación de actividades internas y externas

ACTIVIDADES	TIEMPO (SEG)	ACTIVIDAD INTERNA	ACTIVIDAD EXTERNA
Reducir la velocidad paulativamente hasta detener la máquina	20		X
Traslado del nuevo rodillo flauta (tipo de onda) al cabezal	20	X	
Retiro del rodillo flauta actual	150	X	
Limpieza del cabezal y doble engomador (bandejas de gomas, rodillo engomador)	90	X	
Colocar el nuevo rodillo flauta a utilizar	120	X	
Precalear el rodillo flauta	2700	X	
Eliminar restos del single face en el puente	300	X	
Limpiar area de trabajo	420	X	
Realizar los empalmes de trabajo	300	X	
Reaunadar la producción	60		X
Traslado de planchas producidas a la zona WIP (Work in Progress)	45	X	
TOTAL (min)	70.42 min	69.08 min	1.33 min

Fuente: Elaboración propia

### **Paso 3: Transformación de las operaciones internas a externas**

Se realizó la siguiente conversión de actividades internas a externas a través de un previo análisis y en conjunto con diversas áreas: mantenimiento, planificación y capacitación al personal.

- a) Con el área de mantenimiento se instaló un precalentador externo como se ve en la figura 41, que permitió, se coloque la flauta programada a las temperaturas idóneas para iniciar nuevamente la producción.



Figura 41 Precalentador externo

Fuente: Elaboración propia

- b) Planificación colaboró brindando programas de producción que incluían corridas de mayor metraje en un solo tipo de flauta, generando menor cantidad de cambios de las mismas.
- c) Capacitación constante al personal y que puedan realizar las actividades como se aprecia en la figura 42.



Figura 42 Capacitación de los operadores

Fuente: Elaboración propia

#### Paso 4: Minimizar las operaciones internas

Como se aprecia en la tabla 13, ciertas actividades que antes se consideraban internas pasaron a ser externas con esto, se obtuvo un tiempo promedio por cambio de flauta (set – up) de 11 – 13 minutos.

Tabla 13 Reducción de actividades internas

ACTIVIDADES	TIEMPO (SEG)	ACTIVIDAD INTERNA	ACTIVIDAD EXTERNA
Reducir la velocidad paulativamente hasta detener la máquina	20		X
Traslado del nuevo rodillo flauta (tipo de onda) al cabezal	20		X
Retiro del rodillo flauta actual	150	X	
Limpieza del cabezal y doble engomador (bandejas de gomas, rodillo engomador)	90	X	
Colocar el nuevo rodillo flauta a utilizar	120	X	
Precalear el rodillo flauta	2700		X
Eliminar restos del single face en el puente / Realizar los emplames de trabajo	300	X	
Limpiar area de trabajo / se realiza en paralelo a las otras actividades internas	420	X	
Reaunadar la producción	60		X
Traslado de planchas producidas a la zona WIP (Work in Progress)	45		X
TOTAL (min)	58.42 min	11.00 min	47.42 min

Fuente: Elaboración propia

#### Situación post test

Asimismo, con la aplicación de la herramienta SMED se realizó un análisis de los paros de producción en la corrugadora en el cual se observó que el set – up (cambio de flauta), siendo el tiempo promedio de 15.8 del análisis que se realizó durante los 6 meses, como se observa en la siguiente tabla 14.

Tabla 14 Indicador de paradas 2021

CATERGORIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total general
PLANIFICADAS	37.2	31.7	36.0	31.4	30.6	37.6	204.5
OPERATIVAS	34.8	19.0	21.8	36.1	27.0	32.1	170.7
MATERIA PRIMA	14.5	13.1	9.2	16.4	20.5	23.2	96.8
SET UP	22.3	16.5	14.2	14.3	13.5	13.8	94.6
ELECTRICAS	9.2	21.7	14.7	3.6	7.2	14.4	70.7
MECANICAS	11.0	6.6	4.6	12.7	13.9	7.4	56.2
EXTERNAS	18.2	7.4	2.4	0.8	2.2	3.9	34.7
MINI PAROS	2.6	2.1	3.3	2.9	3.4	4.3	18.6
REFRIGERIO	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	1.6	5.8
PLANIFICACION Y CONTROL DE PROCESO (PCP)	0.7	0.4	0.5	1.2	0.8	0.2	3.8
Total general	151.1	119.3	107.4	120.3	119.8	138.5	756.3

Fuente: Elaboración propia

En la figura 43, se muestra el comparativo de del antes y el después de la implementación, donde se observó que se redujo al 59% los tiempos de set – up en el cambio de flauta.

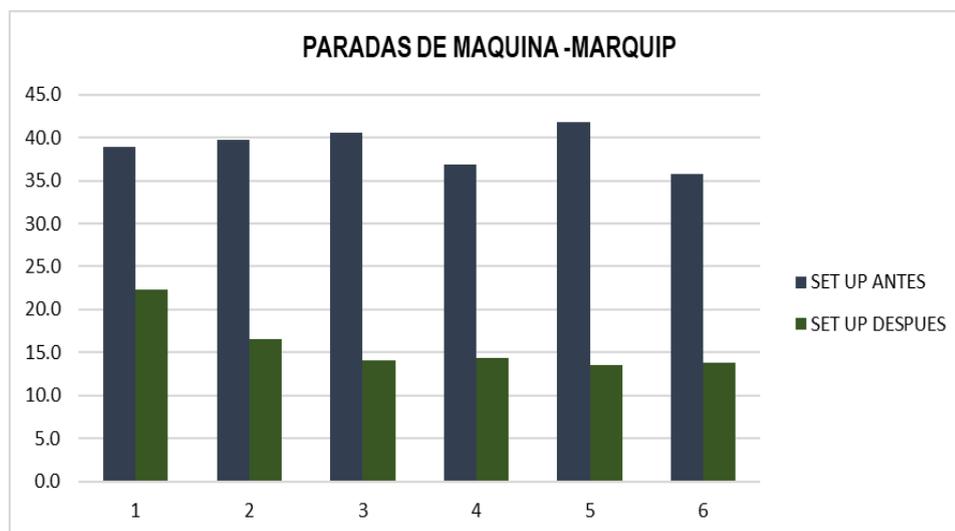


Figura 43 Comparativo del set – up antes y después de la implementación

Fuente: Elaboración propia

Como muestra post – test se tomaron los siguientes datos mostrados en la tabla 15.

Tabla 15 Muestra post test de los set- up mensual

POST TEST	
MES	SET - UP (CAMBIO DE FLAUTA)
Ene-21	22.3
Feb-21	16.5
Mar-21	14.2
Abr-21	14.3
May-21	13.5
Jun-21	13.8
Σ TOTAL	94.6 hrs.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se elaboró un cuadro un resumen de las paradas comparando los datos del antes y después de la implementación como se aprecia en la tabla 16.

Tabla 16 Resumen de los resultados las paradas por los sets – up antes y después

ANTES		DESPUES	
MES	SET - UP (CAMBIO DE FLAUTA)	MES	SET - UP (CAMBIO DE FLAUTA)
Ene-20	38.9 hrs.	Ene-21	22.3
Feb-20	39.7 hrs.	Feb-21	16.5
Mar-20	40.5 hrs.	Mar-21	14.2
Abr-20	36.8 hrs.	Abr-21	14.3
May-20	41.8 hrs.	May-21	13.5
Jun-20	35.7 hrs.	Jun-21	13.8
Σ TOTAL	233.4 hrs.	Σ TOTAL	94.6 hrs.
Δ SET - UP	-138.80 hrs.		
% Δ SET - UP	-59%		

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia anteriormente después la implementación de la herramienta smed los tiempos de parada por el set -up (cambio de flauta) se redujeron en un 59%

comparando los resultados, reduciendo los tiempos de 38.9 hrs a 15 hrs promedio acumulativo por mes.

**Objetivo específico 2: Implementación del mapeo de flujo de valor para mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado.**

Situación antes (pre test)

Durante el levantamiento de la información se identificó que las paradas en la máquina afectaban en los costos del producto lo cual disminuía la rentabilidad del negocio, por el cual se valorizaron los tiempos de paradas de la máquina. Como muestra del pre test se tomó los costos por los tiempos de paradas, como se aprecia en la siguiente tabla 17.

Tabla 17 Muestra pre test de los costos por parada de los set- up mensual

	<b>Pre test</b>
	<b>Δ SET - UP (S/.)</b>
Enero	S/ 116,972.30
Febrero	S/ 119,377.90
Marzo	S/ 121,783.50
Abril	S/ 110,657.60
Mayo	S/ 125,692.60
Junio	S/ 107,349.90
<b>TOTAL</b>	S/ 701,833.80

Fuente: Elaboración propia

Para tener una mejor visibilidad de los procesos de la industria se elaboró el mapeo de flujo actual como se aprecia en la figura 43, con la finalidad de identificar los despilfarros en los procesos y las oportunidades de mejoras para implementar.

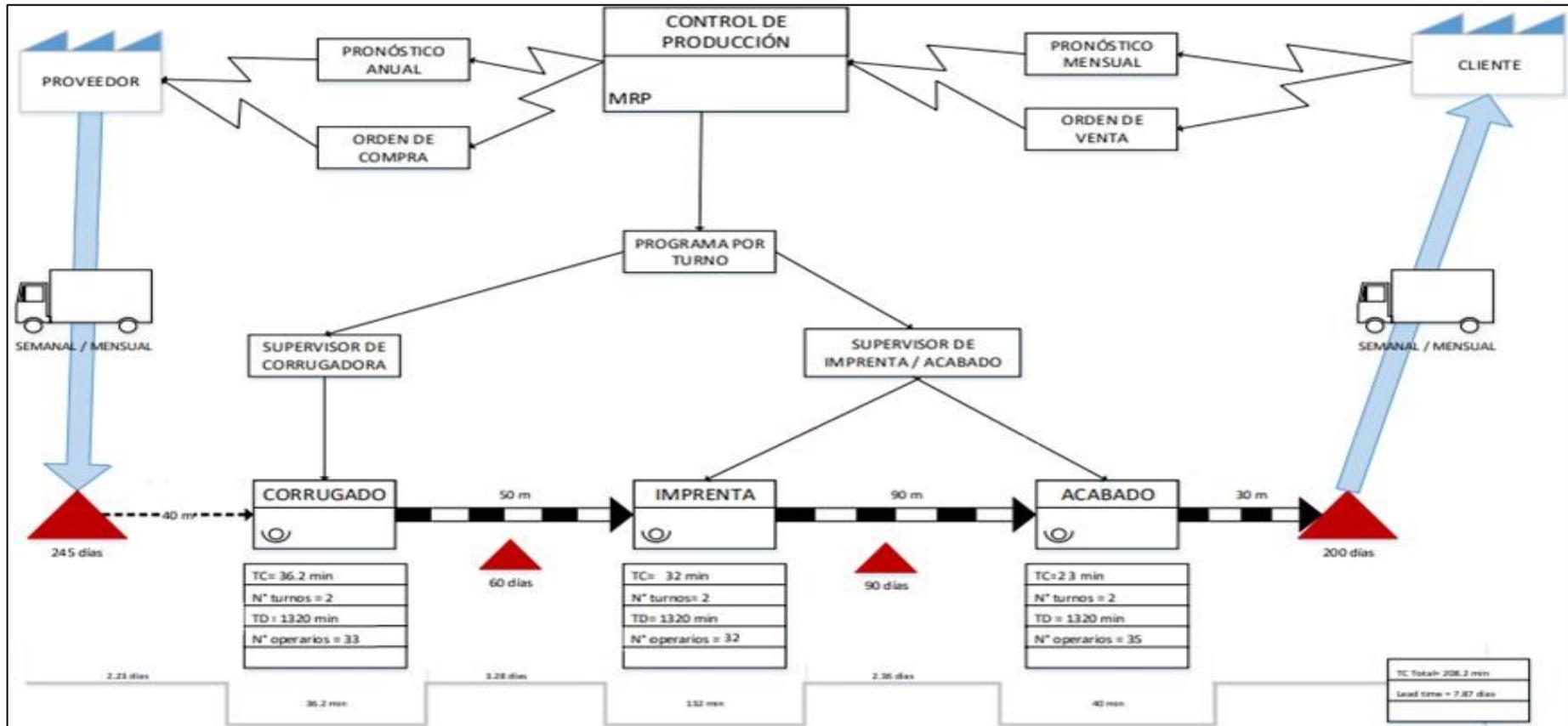


Figura 44 Gráfica del VSM actual de la empresa

Fuente : Elaboración propia

**b. Aplicación de la teoría a la variable independiente : mapeo de flujo de valor**

Para la aplicación del mapeo de flujo de valor futuro, para identificar las oportunidades de mejora, eliminar despilfarros de los procesos de la empresa y con este lograr reducirlos y mejorar los costos de la fabricación. Mediante la figura 45 se presenta las fases.

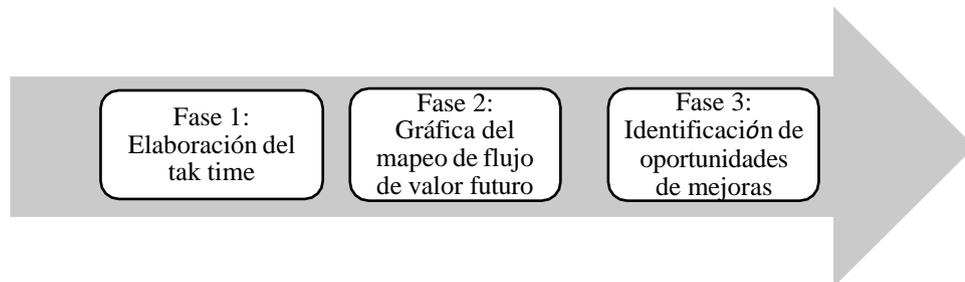


Figura 45 Diagrama de las fases para la aplicación del mapeo de flujo de valor

Fuente: Elaboración propia

**Fase 1: Elaboración del takt time**

Se seleccionó el producto de mayores ventas en el negocio, el cual es el producto: Tipo de cartón 121, la finalidad es mantener el flujo continuo en todos los procesos minimizando los despilfarros y tiempos muertos.

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ disponible\ de\ producción}{Cantidad\ total\ requerida}$$

Tiempo total de trabajo:

$$Tiempo\ total = 12\ hrs \times 60\ min = 720\ minutos$$

Tiempo de paradas programadas (descanso, almuerzo, reuniones, entre otros.)

$$60\ minutos$$

Tiempo disponible del proceso:

$$Tiempo\ Disponible = 720\ min - 60\ min = 660\ minutos$$

Requerimiento del cliente:

$$\text{Requerimiento} = \frac{460 \text{ metros lineales}}{24 \text{ dias}} = 19 \text{ m/dias}$$

$$\text{Takt time} = \frac{660 \text{ min}}{19 \text{ m /dias}} = 34.43 \text{ min/dias}$$

El tiempo Takt resultante es de 34,43 min / par, lo que significa que cada este tiempo se debe elaborar el tipo de cartón para satisfacer la demanda del cliente.

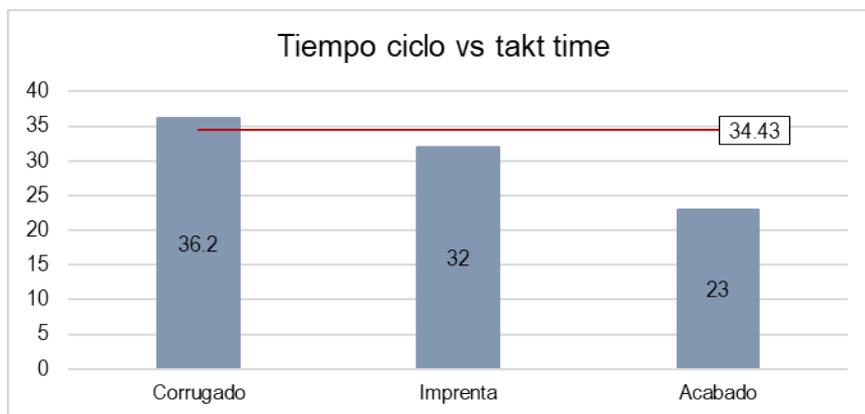


Figura 46 Gráfica de tiempo ciclo vs takt time

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura 46, el tiempo del proceso de corrugado está por encima del takt time por el cual las propuestas de mejora se enfocaron en reducir los tiempos muertos y las actividades que no agregan valor.

### Fase 2: Mapeo de flujo de valor futuro

Se elaboró el siguiente mapa como se aprecia en la gráfica 47.

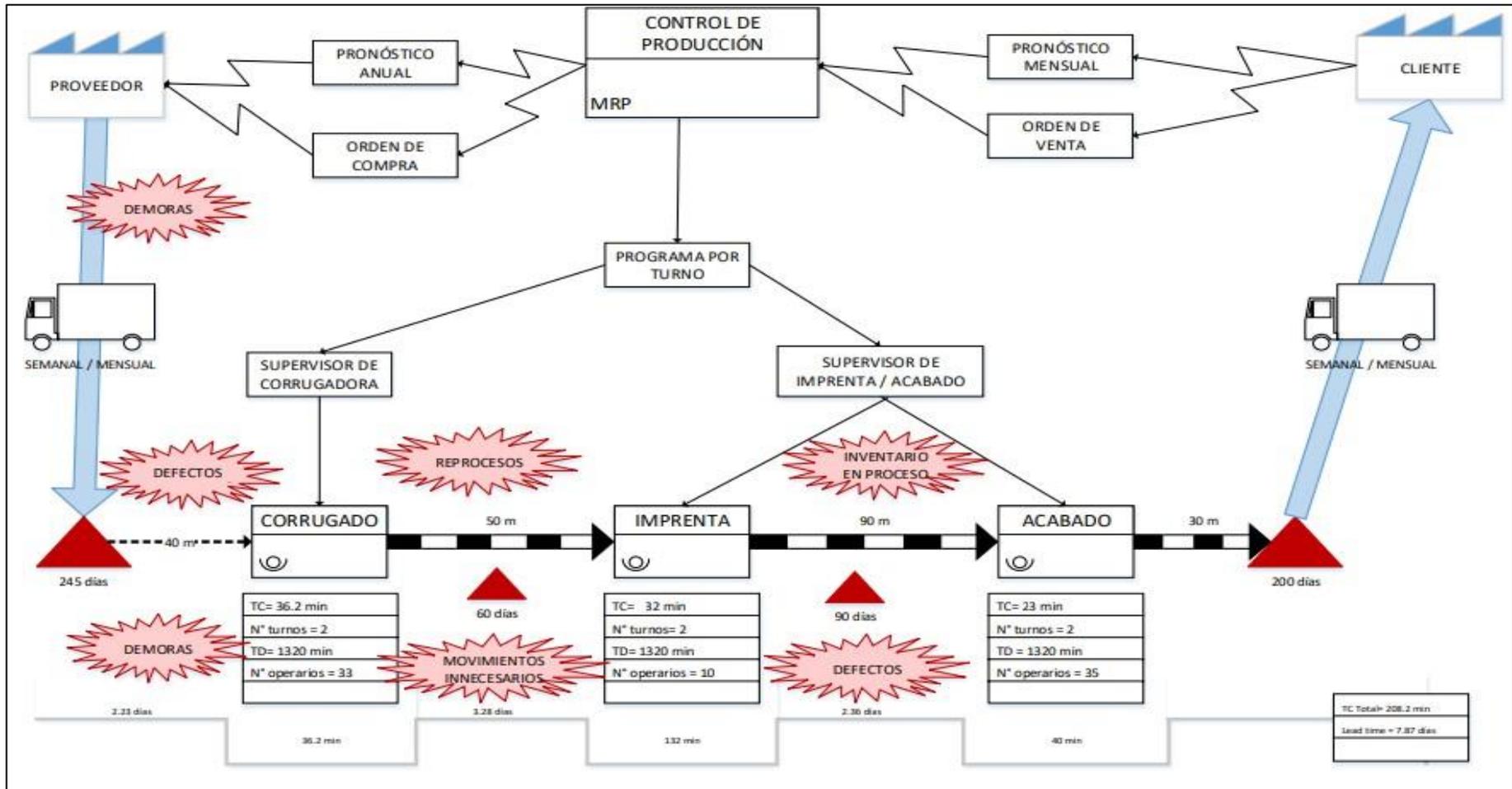


Figura 47 Gráfica de mapeo de flujo de valor - propuesta de mejora  
Fuente: Elaboración propia

### **Fase 3: Identificación de oportunidades de mejoras**

Como se aprecia en la figura anteriormente, se realizó un análisis del flujo de valor actual de la empresa se identificó los despilfarros y proponer mejoras en cada uno de los procesos, en el cual se enfocó en el proceso de corrugado, las cuales se muestran a continuación:

#### **I. Movimientos innecesarios**

Al realizar el levantamiento de información de las actividades de los operadores se identificó que el proceso de cambio de flauta es el que genera cuello de botellas por las siguientes observaciones:

- Búsqueda de herramientas.
- Desconocimiento de los procedimientos.
- Traslados de los rodillos.
- Traslados de las planchas a la zona WIP.
- Precalentamiento del rodillo flauta.

Por lo que es conveniente implementar lo siguiente:

- Implementación de la herramienta SMED.
- Agregar un precalentador externo para el rodillo de la flauta.
- Capacitaciones al personal sobre el beneficio de la herramienta.

#### **II. Reprocesos**

Se evidenció este despilfarro con mayor frecuencia, las causas son las siguientes:

- Falta de conocimientos de los operadores en las actividades.
- Alta rotación del personal.
- Exceso de paradas en la línea de producción.
- Posterior al análisis las oportunidades de mejora son las siguientes:
- Implementación de procedimientos operativos y homogenizar las actividades.
- Monitorear los porcentajes de desperdicios.
- Capacitaciones al personal y charlas en los temas relacionados a las limpiezas del área.

### III. Demoras

Se identificó con mayor frecuencia este desperdicio en el área de corrugado por las siguientes causas:

- Paradas por fallas mecánicas y eléctricas en el proceso de producción.
- Paradas generadas por una mala programación asignadas al turno de trabajo.
- Paradas generadas por el personal nuevo en la línea.

#### Situación post test

Como ya se mencionó anteriormente en la aplicación de la herramienta smed, se obtuvo una reducción en los tiempos de paradas por set – up (cambio de flauta). El cual como mejora se logró la reducción de los costos de paradas. Para ello se tomó una muestra post test de los costos de set – up acumulado por mes.

Tabla 18 muestra post test de los costos por parada de set - up

	<b>Post test</b>
	<b>Δ SET - UP (S/.)</b>
Enero	S/ 67,056.10
Febrero	S/ 49,615.50
Marzo	S/ 42,699.40
Abril	S/ 43,000.10
Mayo	S/ 40,594.50
Junio	S/ 41,496.60
<b>TOTAL</b>	S/ 284,462.20

Fuente: Elaboración propia

#### Resultados del mapeo de flujo de valor

Con el soporte de esta herramienta se logró identificar los desperdicios en el proceso de corrugado, uno de los desperdicios identificados eran las demoras el cual permitió mejorar los costos de fabricación , ya que se disminuyó el tiempo de paradas por el set – up (cambio de flauta), como se aprecia en la tabla 19.

Tabla 19 Resumen de los costos de producción 2020 - 2021

	2020	2021	
	PRE-TEST SET - UP CAMBIO DE FLAUTA S/.	POST TEST SET - UP CAMBIO DE FLAUTA S/.	Δ SET - UP S/.
Enero	116,972.30	67,056.10	-49,916.20
Febrero	119,377.90	49,615.50	-69,762.40
Marzo	121,783.50	42,699.40	-79,084.10
Abril	110,657.60	43,000.10	-67,657.50
Mayo	125,692.60	40,594.50	-85,098.10
Junio	107,349.90	41,496.60	-65,853.30
<b>TOTAL</b>			<b>-S/ 417,371.60</b>

Costo de la maquina parada por hora	S/ 3,007.00
-------------------------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la anterior tabla 19, las paradas en la máquina por set – up se redujeron esto favoreció a los costos de fabricación teniendo como ahorro de s/. 417, 371.60 comparando entre enero a junio del 2020 y enero a junio 2021, el costo de la máquina parada por hora implica el costo de mano de hora ociosa en base a los turnos completos por la operación.

**Objetivo 3: Implementación de los procedimientos operativos para reducir los desperdicios en la línea de corrugado.**

Situación antes (pre test)

Se identificó mediante un análisis de la información obtenida del 2020 son elevados durante los procesos de producción de planchas corrugadas en las dos zonas de la máquina (zona seca y húmeda). Esto se ve reflejado en planchas y cajas que dejan de ser producidas por sobre costos generados por las reprogramaciones que se deben realizar.

Como muestra pre test se tomaron los siguientes datos que se aprecian en la tabla 20.

Tabla 20 Muestra pre test del porcentaje de desperdicio

	2020
	PRE TEST - PORCENTAJE DE DESPERDICIO
Enero	0.0295
Febrero	0.0367
Marzo	0.0480
Abril	0.0421
Mayo	0.0496
Junio	0.0424

Fuente: elaboración propia

Se encuentran diversos motivos: falta de control de procesos, falta de experiencia del personal nuevo que inicia labores en máquina, materia prima y externos (fallas eléctricas y fallas mecánicas). Los tipos de desperdicio generados dependerán de la zona donde se generen. Si es en la zona húmeda, significa que es papel que se está descartando (se incluye el single face mal formado). Los desperdicios generados en esta zona reciben el nombre de: pelada de bobina, saldo de rollo, puente, gemeleada y materia prima. Cuando se menciona un desperdicio por pelada de bobina, es el papel (capas) que deben descartarse en esta, al inicio de su consumo, por no presentar condiciones apropiadas para la producción (humedad, suciedad, falta de tensión), en el cual se identifica la bobina y se agrega un registro de desperdicio controlado con los siguientes datos: fecha, turno y máquina de procedencia como se aprecia en la figura 48 y 49.



Figura 48 Formato de desperdicio controlado

Fuente: Elaboración propia



Figura 49 Bobina gemeleada

Fuente: Elaboración propia

El desperdicio generado en las diferentes líneas es derivado a la zona de prensa, donde se segregará según algunas consideraciones (papeles, cartones). El mismo que será compactado y enviado en forma de pacas; como se aprecia en la figura 50, a la papelería que se cuenta.



Figura 50 Dispensador de pacas

Fuente: Elaboración propia

A su vez en la siguiente tabla 21 de Broke (desperdicios) , permite observar a detalle de manera porcentual la segregación del desperdicio generado en el proceso de corrugado, según el tipo de defecto. Se resume que los principales puntos son:

- a) Guillotina y arranque de máquina: Generado por cada parada ocurrido en la producción.
- b) Paños defectuosos: Son aquellas planchas corrugadas, observadas por el área post- producción a corrugadora.

- c) Arqueados: Planchas corrugadas que presentan desviación con respecto al máximo permitido según el tipo de cartón. Se presentan en forma de “U, ∩, S”.
- d) Resecos: Generados por someter a temperaturas elevadas (por encima de lo permitido) los papeles utilizados en los lanners o por falta de aplicación de goma necesaria.
- e) Ampollados: Falla en el rodillo de presión (no ejerce la necesaria sobre la plancha corrugada), suciedad en la semana de secado.

Tabla 21 Porcentaje de Broke (desperdicios) 2020

PORCENTAJE DE BROKE 2020														PROMEDIO PORCENTAJE
CAUSAS	OBJETIVO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	
GUILLOTINA Y ARRANQUE DE MAQUINA	0.78%	0.668%	1.190%	1.409%	0.889%	0.932%	0.942%	0.656%	0.660%	0.658%	0.630%	0.945%	1.074%	0.888%
PAÑOS DEFECTUOSOS	0.70%	0.079%	0.246%	0.775%	0.734%	1.500%	0.827%	0.969%	1.111%	0.918%	0.798%	0.842%	0.775%	0.798%
PELADA DE ROLLO	0.24%	0.782%	0.544%	0.619%	0.482%	0.486%	0.395%	0.386%	0.372%	0.236%	0.266%	0.245%	0.267%	0.423%
SEPARADO EN APILADORES	0.06%	0.284%	0.457%	0.364%	0.350%	0.584%	0.348%	0.374%	0.770%	0.576%	0.288%	0.000%	0.000%	0.366%
ARQUEADOS	0.32%	0.283%	0.402%	0.552%	0.542%	0.230%	0.214%	0.137%	0.269%	0.150%	0.189%	0.257%	0.250%	0.290%
SALDO DE ROLLO	0.20%	0.061%	0.100%	0.196%	0.210%	0.254%	0.243%	0.267%	0.259%	0.301%	0.666%	0.266%	0.249%	0.256%
RESECOS	0.19%	0.204%	0.176%	0.154%	0.115%	0.175%	0.177%	0.174%	0.285%	0.114%	0.044%	0.127%	0.135%	0.157%
AMPOLLADOS	0.10%	0.090%	0.126%	0.087%	0.073%	0.017%	0.164%	0.176%	0.110%	0.089%	0.159%	0.177%	0.149%	0.118%
PAÑOS SOBREPANTES 2A	0.05%	0.034%	0.031%	0.087%	0.082%	0.133%	0.259%	0.208%	0.151%	0.094%	0.089%	0.039%	0.166%	0.114%
DESALINEADOS	0.10%	0.075%	0.093%	0.157%	0.114%	0.090%	0.121%	0.079%	0.065%	0.059%	0.047%	0.086%	0.097%	0.090%
PUENTE	0.12%	0.057%	0.083%	0.090%	0.032%	0.009%	0.111%	0.115%	0.111%	0.102%	0.116%	0.112%	0.116%	0.088%
BORDES DESPEGADOS DE PAÑOS	0.12%	0.074%	0.063%	0.116%	0.219%	0.061%	0.078%	0.040%	0.045%	0.044%	0.052%	0.071%	0.039%	0.075%
PAÑOS DESPEGADOS	0.07%	0.039%	0.084%	0.046%	0.216%	0.076%	0.099%	0.014%	0.013%	0.025%	0.018%	0.025%	0.054%	0.059%
QUEBRADOS	0.03%	0.004%	0.011%	0.022%	0.011%	0.037%	0.012%	0.018%	0.028%	0.007%	0.072%	0.257%	0.212%	0.058%
FALLA ELECTRICA	0.10%	0.036%	0.000%	0.005%	0.008%	0.049%	0.092%	0.007%	0.023%	0.030%	0.064%	0.030%	0.018%	0.030%
MALA MEDIDA	0.03%	0.006%	0.021%	0.049%	0.018%	0.005%	0.032%	0.033%	0.033%	0.021%	0.013%	0.031%	0.019%	0.024%
FALLA MECANICA	0.10%	0.039%	0.000%	0.000%	0.000%	0.062%	0.015%	0.068%	0.004%	0.016%	0.022%	0.031%	0.015%	0.023%
PLANCHAS MALAS POR BOBINA CON FRANJA HÚMED	0.03%	0.004%	0.005%	0.025%	0.020%	0.050%	0.020%	0.006%	0.003%	0.004%	0.025%	0.037%	0.013%	0.018%
BORDE RESECO	0.28%	0.009%	0.000%	0.000%	0.000%	0.011%	0.000%	0.040%	0.047%	0.014%	0.018%	0.053%	0.010%	0.017%
HUMEDOS	0.04%	0.022%	0.017%	0.004%	0.044%	0.008%	0.014%	0.009%	0.011%	0.015%	0.004%	0.006%	0.003%	0.013%
PAÑO EMBOLSADO	0.02%	0.002%	0.000%	0.000%	0.000%	0.017%	0.000%	0.006%	0.004%	0.003%	0.016%	0.037%	0.071%	0.013%
ONDA CHANCADA	0.01%	0.004%	0.000%	0.000%	0.000%	0.011%	0.015%	0.015%	0.008%	0.013%	0.021%	0.022%	0.042%	0.013%
SIN GOMA	0.03%	0.004%	0.003%	0.005%	0.005%	0.016%	0.007%	0.024%	0.040%	0.007%	0.015%	0.005%	0.005%	0.011%
DEFECTO DE MATERIA PRIMA	0.04%	0.024%	0.000%	0.006%	0.005%	0.033%	0.000%	0.009%	0.006%	0.003%	0.038%	0.006%	0.003%	0.011%
CORTE DEFECTUOSO	0.03%	0.009%	0.000%	0.004%	0.000%	0.008%	0.004%	0.020%	0.021%	0.007%	0.017%	0.004%	0.026%	0.010%
PAPELES INCORRECTOS	0.02%	0.008%	0.003%	0.004%	0.005%	0.033%	0.010%	0.013%	0.012%	0.005%	0.010%	0.005%	0.001%	0.009%
EXCESO DE GOMA	0.03%	0.022%	0.000%	0.000%	0.007%	0.005%	0.014%	0.008%	0.019%	0.004%	0.003%	0.016%	0.002%	0.008%
ARRUGAS	0.04%	0.015%	0.000%	0.000%	0.009%	0.000%	0.005%	0.014%	0.003%	0.003%	0.016%	0.010%	0.012%	0.007%
BAJO GRAMAJE	0.02%	0.003%	0.006%	0.013%	0.012%	0.017%	0.005%	0.002%	0.004%	0.004%	0.002%	0.004%	0.003%	0.006%
POROSIDAD	0.02%	0.002%	0.000%	0.000%	0.000%	0.014%	0.002%	0.002%	0.004%	0.003%	0.012%	0.013%	0.013%	0.006%
CAMBIO DE PEDIDO	0.01%	0.000%	0.006%	0.000%	0.008%	0.019%	0.000%	0.006%	0.000%	0.004%	0.002%	0.000%	0.002%	0.004%
MAL RAYADO	0.02%	0.000%	0.003%	0.007%	0.000%	0.012%	0.000%	0.007%	0.008%	0.000%	0.002%	0.000%	0.002%	0.003%
PLANCHA CON RAYA (BACKER)	0.04%	0.002%	0.000%	0.000%	0.000%	0.005%	0.000%	0.000%	0.002%	0.002%	0.016%	0.004%	0.007%	0.003%
MEDIA LUNA	0.02%	0.007%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.011%	0.007%	0.001%	0.000%	0.000%	0.004%	0.002%	0.003%
MALA FORMACIÓN DE LA ONDA	0.01%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.002%	0.000%
MAL PARAFINADO	0.05%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
DEFECTO POR CORRUGADORA	0.05%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
MANCHAS PARAFINA Y GRASAS	0.01%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%
<b>TOTAL DE BROKE MARQUIP %</b>		<b>2.95%</b>	<b>3.67%</b>	<b>4.80%</b>	<b>4.21%</b>	<b>4.96%</b>	<b>4.24%</b>	<b>3.91%</b>	<b>4.50%</b>	<b>3.53%</b>	<b>3.75%</b>	<b>3.77%</b>	<b>3.85%</b>	

Fuente: Elaboración propia

A su vez se realizó un análisis de los cinco porque, de los defectos de mayor de mayor frecuencia dentro de la generación de los desperdicios como se ve en la tabla 22 y 23.

Tabla 22 Análisis de causa y plan de acción de paños arqueados

Análisis de Causa y Plan de Acción			
Defecto	Paños Arqueados	Máquina	Marquip
Cliente	Nestle S.A		
Análisis de Causa			
Pregunta		Respuesta	
¿Por qué	salen arqueadas las planchas producidas?	Por variacion en las temperaturas durante el proceso, humedades elevadas y falta de tensión en la materia prima.	
¿Por qué	se presenta variacion de temperaturas, humedades elevadas y falta de tensión durante el proceso?	Por no validar que los controles de proceso se encuentren dentro de los parámetros establecidos ni los defectos de materia prima.	
¿Por qué	no se realiza la validacion a los controles de proceso ni a los defectos de materia prima?	Por que cada grupo de trabajo realiza un procedimiento de manera empírica y que considera funciona durante el proceso. Para la Materia Prima de igual manera cada grupo reacciona diferente ante un defecto detectado.	
¿Por qué	cada grupo de trabajo realiza un procedimiento de manera empírica?	Por que no se cuenta con un procedimiento estándar documentado	
Tipo de Causa			
<input checked="" type="checkbox"/> MO	<input checked="" type="checkbox"/> MAT	<input type="checkbox"/> MA	<input type="checkbox"/> MAQ
		<input checked="" type="checkbox"/> MET	<input type="checkbox"/> MED
Plan de Acción			
Acción Correctiva	Responsable de ejecución	Fecha de implementación	
Implementacion de POEs tanto para el Control de Procesos (variables de T°, Humedad, entre otros) como para el trabajo con materia prima defectuosa.	Ingeniero de Mejoras de Proceso - Practicante de Produccion	1-Ene	
Capacitación al Personal sobre los POEs establecidos para las diversas actividades durante el proceso.	Jefe de Corrugadora - Supervisores de Produccion	1-Ene	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Análisis de causa y plan de acción de planchas resacas

Análisis de Causa y Plan de Acción			
Defecto	Planchas Resacas	Máquina	Marquip
Cliente	Molitalia S.A		

Análisis de Causa

Pregunta		Respuesta
¿Por qué	se producen planchas resacas?	Por exceso de calor durante el proceso e inadecuada dosificación de goma según la formulación por cada tipo de cartón.
¿Por qué	existe un exceso de calor durante el proceso y una inadecuada dosificación de goma?	Por que no se realiza la validacion a los parametros y formulacion establecida al proceso.
¿Por qué	no se realiza la validacion a los parametros y formulacion establecida?	Por que el personal no hace un uso correcto de los formatos asociados según la frecuencia establecida para el control de procesos.
¿Por qué	el personal no hace un uso correcto de los formatos asociados en la frecuencia establecida?	Por falta de refuerzos en Capacitaciones sobre la importancia de la medicion de los parametros de proceso, asi como su registro en los Formatos correspondientes.
¿Por qué		

Tipo de Causa					
MO	MAT	MA	MAQ	MET	MED

Plan de Acción

Acción Correctiva	Responsable de ejecución	Fecha de implementación
Incluir en el Programa de Capacitaciones de Producción: Importancia de la mediciones de los parametros del proceso, asi como su registro.	Jefe de Corrugado - Supervisores de Produccion	15-Ene
Reforzar en piso la capacitacion brindada al personal sobre la importancia de lo mencionado.	Supervisores - Practicante de Produccion	15-Ene
Realizar auditorias de procesos a fin de validar se cumpla con los parametros y formulaciones adecuadas.	Audidores internos - Ingeniero de Mejora de Procesos	1-Feb

Fuente: Elaboración propia



## Fase 2: Asignación de responsabilidades

- Formación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo que se encargó de realizar el levantamiento de información, aportar conocimientos, además de el involucramiento de los trabajadores sobre la aplicación de los manuales. Con la finalidad de lograr asegurar con éxito la implementación de la propuesta de mejora, en la siguiente figura 53 se muestra los integrantes que conforman el equipo.

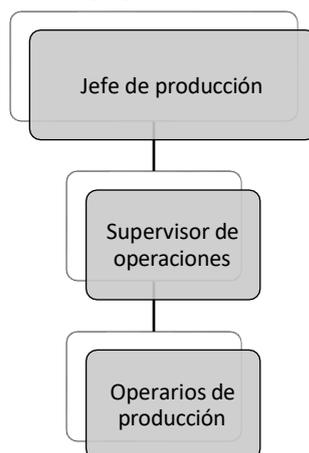


Figura 53 Formación de equipo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

- Definición de responsabilidades

A continuación, se detallan las responsabilidades de cada miembro del equipo de trabajo.

Jefe de producción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Participar en la implementación de los manuales de procedimiento.</li><li>• Facilitar la ejecución.</li><li>• Participar y supervisar el cumplimiento y colaboración de la implementación.</li></ul>
Supervisor de operaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monitorear el avance.</li><li>• Capacitar al personal, brindar inducciones.</li><li>• Realizar los reportes de los desperdicios y las capacitaciones.</li></ul>
Operarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar las actividades definidas de cada manual.</li><li>• Reportar incidentes ocurridos en el transcurso de la aplicación de los manuales.</li></ul>

figura 54 Responsabilidades del equipo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

- Capacitación al equipo de trabajo

A su vez se realizó capacitaciones y reuniones con los equipos de trabajo tanto al personal nuevo como el antiguo para brindar información sobre la protección, procedimientos a seguir, como se visualiza en la gráfica 55.

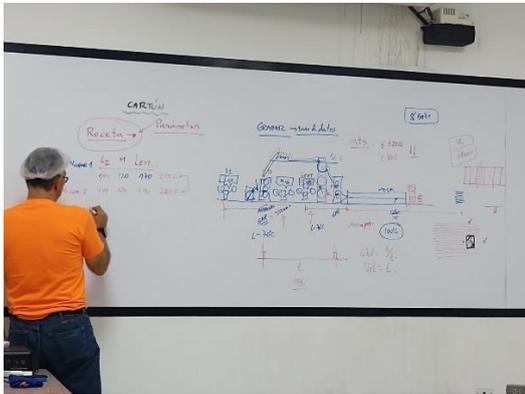


Figura 55 capacitaciones sobre los procedimientos y el proceso del área.

Fuente: Elaboración propia

### **Fase 3: Presentación de los manuales de procedimiento operativos**

Los procedimientos operativos nos permitieron ayudar a estandarizar los procesos, a generar homogeneidad en la línea de producción dentro de los grupos que rotan en la máquina, ayuda a controlar el proceso y detectar con mayor facilidad fallas o puntos de mejora.



CAMBIO DE FLAUTA EN EL CABEZAL - CORRUGADORA MARQUIP

4 DESARROLLO



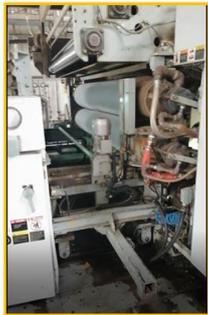
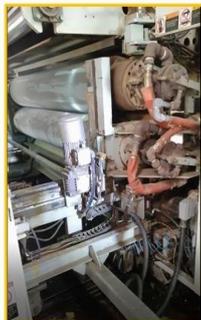
**Finalidad del Procedimiento de Cambio de Flauta en el Cabezal:** Mapear el paso a paso que se tiene que seguir para el correcto cambio de la Flauta en el Cabezal de la Corrugadora Marquip

Nº	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES	MIN	FOTOGRAFÍA
4	<p><b>RETIRO DE PAPEL DE FLAUTA ANTERIOR</b></p> <p>d) El operador de Montarrollos / Cabezal reduce la velocidad en la corrugadora y realizar parada de máquina hasta que se consuma el papel restante en el trayecto</p>	<p>El boton de color rojo sirve para detener la máquina y el selector de color plomo es un seguro de la bomba hidráulica para asegurar el engomador</p>		<p>d</p>
5	<p><b>RETIRO DE PAPEL DE FLAUTA ANTERIOR</b></p> <p>e) El operador de Montarrollos / Cabezal desactiva el seguro del módulo engomador y se deshace del papel que se encuentra en la parte de corrugar</p>	<p>La llave se gira desactivando el seguro del pistón y así se pueda iniciar el retiro de cabezal</p>		<p>e</p>
6	<p><b>RETIRO DE PAPEL DE FLAUTA ANTERIOR</b></p> <p>f) El operador de Montarrollos / Cabezal descarga los restos de papel corrugado de la flauta anterior en el puente</p>			<p>f</p>
<p>Una vez que ya se haya retirado todo el papel corrugado de la flauta anterior, ya se puede hacer el cambio de flauta</p>				
7	<p><b>RETIRO DE FLAUTA</b></p> <p>g) El operador de Montarrollos / Cabezal realiza la apertura de la flauta en el cabezal</p>	<p>Se tiene que abrir el cabezal de la corrugadora usando el boton derecho de color negro</p>		<p>g</p>

Fuente: Elaboración propia

CAMBIO DE FLAUTA EN EL CABEZAL - CORRUGADORA MARQUIP

4 DESARROLLO

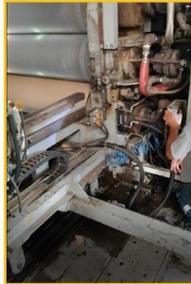
Nº	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES	MIN	FOTOGRAFÍA
8	<p><b>RETIRO DE FLAUTA</b></p> <p>h) El operador de Montarrollos / Cabezal desconecta la conexión de la flauta</p>	<p>Se desconecta la conexión de aire y de electricidad</p>		<p>h</p> 
9	<p><b>RETIRO DE FLAUTA</b></p> <p>i) El operador de Montarrollos / Cabezal realiza una limpieza interna de la bandeja de goma del cabezal y del rodillo engomador con agua y espátula</p>			<p>i</p> 
10	<p><b>RETIRO DE FLAUTA</b></p> <p>j) El operador de Montarrollos / Cabezal retira la flauta que se estuvo usando</p>	<p>Teniendo cuidado de no tocar a alguien ya que se encuentra a 180°C</p>		<p>j</p> 
<p>Una vez que se logro retirar la flauta que se estuvo usando, se procede a colocar la flauta del producto a ingresar</p>				
11	<p><b>INGRESO DE FLAUTA</b></p> <p>k) El operador de Montarrollos / Cabezal coloca la flauta a usarse para el nuevo tipo de onda</p>	<p>Teniendo cuidado de no tocar a alguien ya que se encuentra a 180°C</p>		<p>k</p> 

Página 1

Fuente: Elaboración propia

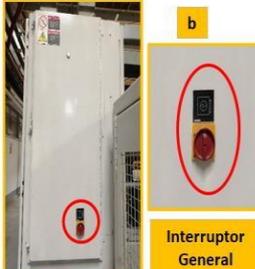
CAMBIO DE FLAUTA EN EL CABEZAL - CORRUGADORA MARQUIP

4 DESARROLLO

Nº	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES	MIN	FOTOGRAFÍA
12	<p><b>INGRESO DE FLAUTA</b></p> <p>l) El operador de Montarrollos / Cabezal conecta la conexión de la flauta y realiza el cierre de la flauta en el cabezal</p>	<p>Se vuelven a conectar la conexión de aire y de electricidad</p>	l	
13	<p><b>PREPARACIÓN DE ARRANQUE</b></p> <p>m) El operador de montacarga traslada la flauta que se está usando a la zona de Flautas (Pre calentador)</p>		m	
14	<p><b>PREPARACIÓN DE ARRANQUE</b></p> <p>n) El operador de Montarrollos / Cabezal realiza una breve limpieza a la engomadora, para quitar residuos de goma seca en el rodillo.</p>	<p>Realizar la limpieza usando agua a presión</p>	n	
15	<p><b>PREPARACIÓN DE ARRANQUE</b></p> <p>o) El operador de Montarrollos / Cabezal pasa el papel por el módulo corrugador y lo empalma con el papel a utilizar, usando una cinta de doble contacto</p>		o	
16	<p><b>ARRANQUE DE EQUIPO</b></p> <p>p) Una vez ya se tenga todo esto listo, el operador de Montarrollos / Cabezal procede arrancar el equipo</p>		p	

Página 1

b) Procedimiento de arranque de componentes de sala de control

PROCEDIMIENTO OPERATIVO				POE -01
ARRANQUE DE COMPONENTES DE SALA DE CONTROL - CORRUGADORA MARQUIP				
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:	Luis Collantes y Cynthia Quintanilla	
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :		
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:		
<b>1 TIPO DE TEMA</b>				
Descripción de <sup>i)</sup> componente de la máquina. <input type="checkbox"/> Operación <sup>ii)</sup> correcta de la máquina. <input checked="" type="checkbox"/> Actividades de limpieza, <sup>iii)</sup> inspección, ajuste y lubricación. <input type="checkbox"/> Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <sup>iv)</sup> <input type="checkbox"/>				
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>		
-		- Cofia                      - Protector auditivo - Guantes		
<b>4 DESARROLLO</b>				
 <b>Finalidad del Procedimiento de Arranque Sala de Control:</b> Mapear el paso a paso que se tiene que seguir para el correcto arranque de la Slitter, la Rottary, la Guillotina y Sala de Control de la Corrugadora Marquip				
Nº	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES	MIN	FOTOGRAFÍA
1	<b>VERIFICACIÓN DE GUILLOTINA</b>  a) Verificar que el equipo de la Guillotina se encuentre con energía y aire. Esta acción se realiza verificando que el "seccionador de energía" se encuentre hacia arriba, el cual representa el encendido del tablero de control de la guillotina			 <p><b>a</b>                      Seccionador de energía</p>
2	<b>VERIFICACIÓN DE SLITTER</b>  b) Verificar que la energía de la Slitter se encuentre funcionando correctamente realizando la verificación del "interruptor general" demostrando que se encuentra encendida.			 <p><b>b</b>                      Interruptor General</p>
3	<b>VERIFICACION DE SLITTER</b>  c) Verificar que el estado de aire de la Slitter se encuentre activado para el correcto funcionamiento de las cuchillas y los rayadores. Se realiza verificando que el "interruptor neumatico" se encuentre encendido.	Recordar que el "interruptor neumatico" es el de color rojo y el de color negro es el "regulador de la presión del aire", la presión se debe encontrar en "6,5 bar/psi"		 <p><b>c</b>                      Interruptor Neumático</p>

Fuente: Elaboración propia

ARRANQUE DE COMPONENTES DE SALA DE CONTROL - CORRUGADORA MARQUIP

4 DESARROLLO



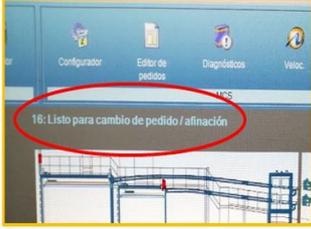
**Finalidad del Procedimiento de Arranque Sala de Control:** Mapear el paso a paso que se tiene que seguir para el correcto arranque de la Slitter, la Rotary, la Guillotina y Sala de Control de la Corrugadora Marquip

Nº	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES	MIN	FOTOGRAFÍA
4	<p><b>VERIFICACION DE ROTTARY</b></p> <p>d) Verificar que el estado del aire en la Rottary se encuentra activa y en el parametro correcto. Se verifica que el "interruptor neumatico" se encuentre encendido.</p>	<p>Tener en cuenta que se debe regular la presión de aire en 100 bar/psi</p>		<p>d</p>
5	<p><b>ARMADA DE MEDIDAS</b></p> <p>e) Procede a realizar las armadas en el tablero ubicado en la sala de control, para el correcto encendido y arranque.</p>	<p>Tener en cuenta que se debe seguir los pasos 1, 2 y 3 respectivamente para el encendido</p>		<p>e</p> <p>Tablero Sala de Control</p>
6	<p><b>AJUSTE DE AFINACION</b></p> <p>f) Proceder a entrar al computador de parte húmeda y dar click en la opción "Afinar" que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla.</p>	<p>Tener en cuenta que el superior tiene que tener un ligero incremento respecto al inferior para no tener manchas por goma</p>		<p>f</p>
7	<p><b>AJUSTE DE AFINACION</b></p> <p>g) Dar click en la opción "Afinar Todo" para poder regular los parametros de la máquina</p>			<p>g</p>

Fuente: Elaboración propia

ARRANQUE DE COMPONENTES DE SALA DE CONTROL - CORRUGADORA MARQUIP

4 DESARROLLO

N°	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES	MIN	FOTOGRAFÍA
8	<p><b>ARRANQUE DE MAQUINA</b></p> <p>h) Verificar que el parametro diga lo siguiente en la pantalla "16: Listo para cambio de pedido/ afinación" y ya queda listo para coordinar el arranque con el 1er y 2do maquinista.</p>			
<p>Una vez realizado todos los pasos tendremos lo necesario para poder arrancar la sala de control de la corrugadora MARQUIP</p>				
<p>Página 1</p>				

Fuente: Elaboración propia

c) Procedimiento operativo de la limpieza de la guillotina

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE -02
LIMPIEZA DE LA GUILLOTINA		
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:
<b>1 TIPO DE TEMA</b> I) Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>		
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b> - Escoba                      - Trapo Industrial - Recogedor - Manguera de Aire		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b> - Cofia                      - Mascarilla - Guantes                - Protector auditivo - Lentes
<b>4 DESARROLLO</b>  <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza de la Guillotina		
ACTIVIDAD	RESPONSABLES	FOTOGRAFIA
La limpieza del doble engomador se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas		
<b>LIMPIEZA DE GUILLOTINA</b> a) Usar la manguera de aire para soplear y retirar todos los restos de papel que queden dentro de la guillotina	Tercer maquinista o Puntero	
<b>LIMPIEZA DE GUILLOTINA</b> b) Utilizar el desengrasante WD40 para remover la grasa y suciedad que se encuentra entre los dientes de la guillotina c) Usar un trapo industrial junto al desengrasante para remover y limpiar este equipo	Tercer maquinista o Puntero	
<b>LIMPIEZA DE GUILLOTINA</b> d) Usar la manguera de aire para soplear la parte superior de las cuchillas de la guillotina, para retirar cualquier rastro de papel o polvillo en el equipo.		
Realizar esta actividad para la guillotina de la Corrugadora Marquid		

Fuente: Elaboración propia

d) Procedimiento operativo de la limpieza de los apiladores

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE - 03
<b>LIMPIEZA DE APILADORES</b>		
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:
<b>1 TIPO DE TEMA</b>		
Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>		
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>
- Escoba                      - Trapo Industrial - Recogedor - Manguera de Aire		- Cofia                      - Mascarilla - Guantes - Lentes                      - Protector auditivo
<b>4 DESARROLLO</b>		
 <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza de Apiladores		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESPONSABLES</b>	<b>FOTOGRAFIA</b>
La limpieza de los apiladores se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas		
<b>LIMPIEZA APILADORES</b>  a) Usar la manguera de aire para retirar todos los restos de papel que se haya quedado en los apiladores	Recibidor	
<b>ASEGURAR APILADOR</b>  b) Colocar el seguro del apilador en el orificio y girarlo para evitar cualquier accidente y mantener la seguridad en el momento de limpiarlo por dentro	Recibidor	
<b>LIMPIEZA APILADORES</b>  c) Usar la manguera de aire para retirar todos los restos de papel que se haya quedado en los apiladores	Recibidor	
<b>LIMPIEZA DE TRANSPORTADORES (CONVEYOR)</b>  d) Usar la manguera de aire para soplear y limpiar los restos de papel que se encuentran en el transportador	Recibidor	
Realizar esta actividad para la apiladora superior y apiladora inferior de la Corrugadora Marquid		

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE-03	
LIMPIEZA DE APILADORES			
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:	
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :	
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:	
<b>1 TIPO DE TEMA</b>			
Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>			
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	
- Escoba                      - Trapo Industrial - Recogedor - Manguera de Aire		- Cofia                      - Mascarilla - Guantes                - Protector auditivo - Lentes	
<b>4 DESARROLLO</b>			
 <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza de Apiladores			
ACTIVIDAD	RESPONSABLES	FOTOGRAFIA	
La limpieza de los apiladores se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas			
<b>LIMPIEZA DE PISOS</b>  e) Limpiar los restos de papel que se encuentran en el piso debajo de los apiladores, recoger todos los desperdicios con un recogedor y colocarlo en el receptáculo correspondiente.	Recibidor		
<b>LIMPIEZA DE TABLERO DE CONTROL Y COMPUTADORA</b>  f) Limpiar el tablero de control de los TRANSPORTADORES (CONVEYOR) usando un trapo industrial remojado con agua.  g) Limpiar la computadora que verifica el plan de producción de la máquina usando un trapo industrial remojado con agua.	Recibidor		
<b>LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE</b>  h) Abrir y limpiar de manera manual para retirar todos los restos de polvillo que se haya quedado en los filtros de aire.	Recibidor		
Realizar esta actividad para la apiladora superior y apiladora inferior de la Corrugadora Marquid			

Fuente: Elaboración propia

e) Procedimiento operativo de la limpieza del slitter

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE -04
LIMPIEZA DE SLITTER		
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:
<b>1 TIPO DE TEMA</b>		
Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>		
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>
- Escoba - Recogedor - Manguera de Aire - QD Control Cleaner - Desengrasante WD40 - Cepillo - Trapo Industrial		- Cofia - Guantes - Lentes - Mascarilla - Protector auditivo
<b>4 DESARROLLO</b>		
 <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza del Slitter		
ACTIVIDAD	RESPONSABLES	FOTOGRAFIA
La limpieza de la slitter se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas		
<b>LIMPIEZA DE SLITTER</b> a) Usar la manguera de aire para retirar todos los restos de papel que se haya quedado en la slitter	Tercer maquinista o Puentero	
<b>LIMPIEZA DE AFILADOS</b> b) Utilizar el limpiador de contactos "QD Contact Cleaner" para retirar los restos de suciedad que se haya quedado en los afiladores c) Retirar los restos de suciedad usando un trapo industrial	Tercer maquinista o Puentero	
<b>LIMPIEZA DE AFILADOS</b> d) Utilizar el desengrasante WD40 para remover la grasa que se encuentra en los porta afilados de la cuchilla	Tercer maquinista o Puentero	
<b>LIMPIEZA DE LIJA DE CUCHILLA</b> e) Utilizar "QD Contact Cleaner" para lubricar la lija de las cuchillas que se encuentra en la	Tercer maquinista o Puentero	
Realizar esta actividad para slitter de la Corrugadora Marquid		

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE - 04	
LIMPIEZA DE SLITTER			
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:	
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :	
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:	
<b>1 TIPO DE TEMA</b>			
Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>			
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	
- Escoba                      - QD Control Cleaner    - Escobilla - Recogedor                - Desengrasante WD40   - Cepillo - Manguera de Aire        Trapo Industrial            -		- Cofia                        - Mascarilla - Guantes                    - Protector auditivo - Lentes	
<b>4 DESARROLLO</b>			
 <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza del Slitter			
ACTIVIDAD	RESPONSABLES	FOTOGRAFIA	
La limpieza de la slitter se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas			
<b><u>LIMPIEZA DE RAYADOR</u></b>  f) Utilizar un trapo industrial con "QD Contact Cleaner" para remover la suciedad que se encuentra en el rayador  g) Retirar algunos restos sobrantes en el rayador usando una escobilla	Tercer maquinista o Puntero		
<b><u>LIMPIEZA DE LA CREMALLERA</u></b>  h) Utilizar el desengrasante WD40 para remover la grasa y suciedad que se encuentra en la cremallera  i) Usar una escobilla junto al desengrasante para remover la grasa acumulada	Tercer maquinista o Puntero		
<b><u>LIMPIEZA DE RIEL DEL HENDIDO</u></b>  j) Utilizar el desengrasante WD40 y trapo industrial para remover la grasa del riel del hendido  k) Retirar los restos de suciedad usando un trapo industrial y el acumulado del riel, debido a su tamaño con un dedo.	Tercer maquinista o Puntero		
<b><u>LIMPIEZA DE SERVOMOTOR</u></b>  l) Usar la manguera de aire para sopletar la base del servomotor de las cuchillas de la slitter  m) Retirar el polvo de la base del servomotor con un trapo industrial	Tercer maquinista o Puntero		
Realizar esta actividad para slitter de la Corrugadora Marquid			

Fuente: Elaboración propia

f) Procedimiento operativo de la limpieza del Rotary Shell

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE- 05
<b>LIMPIEZA DE ROTARY SHELL</b>		
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:
<b>1 TIPO DE TEMA</b>		
Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>		
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>
- Escoba - Recogedor - Manguera de Aire		- Cofia - Guantes - Lentes - Mascarilla - Protector auditivo
<b>4 DESARROLLO</b>		
 <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza del Rotary Shell		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESPONSABLES</b>	<b>FOTOGRAFIA</b>
La limpieza de la rotary shell se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas		
<b><u>LIMPIEZA ROTARY SHELL</u></b>  a) Usar la manguera de aire para sopletear y poder retirar todos los restos de papel que se haya quedado en la rotary shell	Tercer maquinista o Puentero	
<b><u>LIMPIEZA DE PISOS</u></b>  b) Usar la manguera de aire para sopletear y remover los restos de papel que se hayan quedado en el piso debajo de la rotary shell  c) Usar la escoba y recogedor para recoger los desperdicios de los restos de papel	Tercer maquinista o Puentero	
<b><u>RETIRAR COCHE DE DESPERDICIOS</u></b>  d) Retirar el coche con los desperdicios generados por la rotary shell y clasificarlo de manera correcta.	Tercer maquinista o Puentero	
Realizar esta actividad para la rotary shell de la Corrugadora Marquid		

Fuente: Elaboración propia

g) Procedimiento operativo de la limpieza del doble engomador

PROCEDIMIENTO OPERATIVO		POE - 06	
LIMPIEZA DE DOBLE ENGOMADOR			
ÁREA:	Producción	ELABORADO POR:	
SECCIÓN:	Producción de Paños	APROBADO POR :	
MÁQUINA:	Corrugadora MARQUIP	FECHA:	
<b>1 TIPO DE TEMA</b>			
Descripción de componente de la máquina. <input type="checkbox"/> II) Operación correcta de la máquina. <input type="checkbox"/> III) Actividades de limpieza, inspección, ajuste y lubricación. <input checked="" type="checkbox"/> IV) Fallas, averías y defectos que afectan a la máquina. <input type="checkbox"/>			
<b>2 HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>		<b>3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>	
- Trapo Industrial - Manguera de Agua - Jalador de Agua - Espatula		- Cofia - Guantes - Lentes - Mascarilla - Protector auditivo	
<b>4 DESARROLLO</b>			
 <b>Finalidad del procedimiento:</b> Limpieza del Doble Engomador			
ACTIVIDAD	RESPONSABLES	FOTOGRAFIA	
La limpieza del doble engomador se realizará semanalmente durante el mantenimiento preventivo de 8 horas			
<b>LIMPIEZA RODILLO DOSIFICADOR</b> a) Usar la manguera de agua para retirar todos los restos de goma que se haya quedado en el rodillo dosificador b) Retirar los restos de goma usando la espátula.	Operador de Doble Engomadora		
<b>LIMPIEZA RODILLO ENGOMADOR</b> c) Usar la manguera de agua para retirar todos los restos de goma que se haya quedado en el rodillo engomador. d) Retirar los restos de goma y papel usando la espátula.	Operador de Doble Engomadora		
<b>LIMPIEZA VARILLA DOSIFICACIÓN</b> e) Retirar los restos de goma endurecida en la varilla de dosificación. f) Utilizar la manguera de agua y la espatula para esta acción	Operador de Doble Engomadora		
<b>LIMPIEZA DE PISOS</b> g) Limpiar el piso que se encuentra debajo de la doble engomadora usando un jalador de agua y drenarlo por las rejillas de la alcantarilla	Operador de Doble Engomadora		
Realizar esta actividad para la doble engomadora de la Corrugadora Marquid			

Fuente: Elaboración propia

### Situación post test

Para la toma de la muestra post test se tomó los datos luego de la implementación de los manuales de procedimientos operativos, para evaluar la mejora en las actividades, como se aprecia en la tabla 24.

Tabla 24 Muestra post test de los porcentajes de desperdicios

	2021
	POST TEST- PORCENTAJE DE DESPERDICIO
Enero	0.0320
Febrero	0.0317
Marzo	0.0305
Abril	0.0312
Mayo	0.0301
Junio	0.0349

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la anterior tabla la muestra tomada son los datos obtenidos posterior a la implementación.

a. Resultados de la implementación de los procedimientos operativos

Se hizo un análisis de los resultados del Broke, posterior a la implementación de los procedimientos operativos se redujeron los desperdicios como se aprecia en la tabla 25, debido a que tanto el nuevo personal de ingreso no contaba con un manual como instrumento de inducción donde se indican los pasos a seguir, equipos de protección y la finalidad de cada actividad, esta herramienta ayudo a que los operarios tengan clara las funciones que deben ejecutar, prevenir los riesgos en las labores que ejecutan y a su vez la reducción de desperdicios que se generaban por la falta de experiencia.

Tabla 25 Porcentaje de Broke 2021

<b>PORCENTAJE DE BROKE 2021</b>								
<b>CAUSAS</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>PROMEDIO PORCENTAJE</b>
RESECOS	0.19%	0.06%	0.09%	0.10%	0.06%	0.03%	0.03%	0.0592%
GUILLOTINA Y ARRANQUE DE MAQUINA	0.78%	0.67%	0.75%	0.70%	0.89%	0.73%	0.95%	0.7835%
BORDE RESECO	0.28%	0.04%	0.03%	0.02%	0.02%	0.05%	0.08%	0.0401%
BORDE DESPEGADOS	0.12%	0.03%	0.02%	0.03%	0.05%	0.08%	0.08%	0.0463%
EXCESO DE GOMA	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.0104%
SALDO DE ROLLO	0.20%	0.27%	0.28%	0.26%	0.21%	0.18%	0.24%	0.2394%
ARRUGAS	0.04%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.03%	0.0142%
POROSOS	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.0131%
ARQUEADOS	0.32%	0.17%	0.09%	0.10%	0.15%	0.09%	0.13%	0.1202%
PLANCHA CON RAYA (BACKER)	0.04%	0.01%	0.03%	0.03%	0.02%	0.02%	0.01%	0.0218%
CORTE DEFECTUOSO	0.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.03%	0.01%	0.02%	0.0157%
MIGRACION DE PARAFINA	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%
AMPOLLADOS	0.10%	0.07%	0.11%	0.18%	0.14%	0.08%	0.14%	0.1190%
BAJO GRAMAJE	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%
DEFECTO DE MATERIA PRIMA	0.04%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.0091%
DEFECTO POR CORRUGADORA	0.05%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0113%
FALLA ELECTRICA	0.10%	0.00%	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.0123%
FALLA MECANICA	0.10%	0.01%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.0088%
MANCHAS PARAFINA Y GRASAS	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%
PAÑOS DEFECTUOSOS	0.70%	0.02%	0.78%	0.76%	0.01%	0.01%	0.01%	0.2664%
PLANCHAS MALAS POR BOBINA CON FRANJA HÚM	0.03%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.0045%
PUENTE	0.12%	0.00%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0307%
SEPARADO EN APILADORES	0.06%	0.69%	0.00%	0.76%	0.73%	0.42%	0.46%	0.5099%
HUMEDOS	0.04%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0027%
PAPELES INCORRECTOS	0.02%	0.16%	0.00%	0.12%	0.11%	0.12%	0.13%	0.1073%
MEDIO LUNA	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%
MAL RAYADO (HENDIDOS)	0.02%	0.01%	0.02%	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%	0.0154%
MALA MEDIDA	0.03%	0.03%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.0100%
QUEBRADOS	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0009%
PELADA DE ROLLO	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.0038%
SIN GOMA	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%	0.00%	0.03%	0.08%	0.0249%
PAÑO DESPEGADO	0.07%	0.15%	0.23%	0.23%	0.33%	0.32%	0.30%	0.2609%
ONDA CHANCADA	0.01%	0.33%	0.32%	0.33%	0.32%	0.32%	0.32%	0.3253%
MALA FORMACIÓN DE LA ONDA	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%
PAÑO EMBOLSADO	0.02%	0.02%	0.01%	0.05%	0.03%	0.02%	0.02%	0.0275%
CAMBIO DE PEDIDO	0.01%	0.08%	0.06%	0.05%	0.08%	0.03%	0.04%	0.0569%
PAÑOS SOBREPANTES 2A	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.0000%
DESALINEADOS	0.10%	0.08%	0.04%	0.04%	0.08%	0.06%	0.06%	0.0602%
<b>BROKE MARQUIP %</b>		<b>3.20%</b>	<b>3.17%</b>	<b>3.05%</b>	<b>3.12%</b>	<b>3.01%</b>	<b>3.49%</b>	

Fuente: Elaboración propia

Asu vez se realizó un comparativo de los porcentajes de desperdicios antes de la implementación y posterior a la implementación, como se aprecia en la siguiente tabla 26.

Tabla 26 Resumen de los resultados de los porcentajes de desperdicios antes y después

Año - TN Desperdicio				Reducción Desperdicio
Mes	Porcentaje de desperdicio antes	Mes	Porcentaje de desperdicio después	$\Delta$ porcentaje de desperdicio
Ene-20	2.95%	Ene-21	3.20%	0.25%
Feb-20	3.67%	Feb-21	3.17%	-0.50%
Mar-20	4.80%	Mar-21	3.05%	-1.75%
Abr-20	4.21%	Abr-21	3.12%	-1.09%
May-20	4.96%	May-21	3.01%	-1.95%
Jun-20	4.24%	Jun-21	3.49%	-0.75%

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 26, después de la implementación se redujeron los porcentajes de desperdicios en un promedio de 0.97 % .

Análisis de la productividad posterior a la implementación

Posterior a la implementación de la metodología Lean, se revisó la productividad, se evidenció las mejoras desde los meses de enero hasta junio 2021 después de su implementación como se ve aprecia en la figura 56.

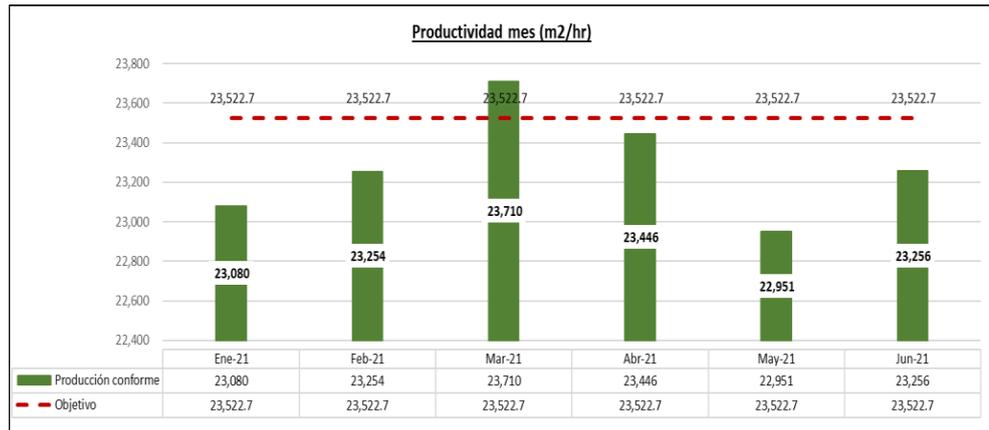


Figura 56 Indicador de productividad posterior a la implementación

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se realizó un resumen con el comparando los datos del antes y después de la implementación como se ve en la tabla 27.

Tabla 27 Resumen de los resultados productividad antes y después de la implementación

ANTES				DESPUÉS			
MES	PRODUCCIÓN REALIZADA 2020	PRODUCCIÓN PROYECTADA	EFICACIA 2020	MES	PRODUCCIÓN REALIZADA 2021	PRODUCCIÓN PROYECTADA	EFICACIA 2021
Ene-20	15,499	20,386.4	76%	Ene-21	23,080	23,522.7	98%
Feb-20	14,969	20,386.4	73%	Feb-21	23,254	23,522.7	99%
Mar-20	14,088	20,386.4	69%	Mar-21	23,710	23,522.7	101%
Abr-20	15,506	20,386.4	76%	Abr-21	23,446	23,522.7	100%
May-20	13,371	20,386.4	66%	May-21	22,951	23,522.7	98%
Jun-20	15,655	20,386.4	77%	Jun-21	23,256	23,522.7	99%
	14,848	20,386.4	73%		23,283	23,522.7	99%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro donde se observa un incremento de la producción ya que el promedio eficacia de la producción es de un 73 % y la eficacia después de la implementación es de 99%, con un crecimiento del 26%.

Tabla 28 Plan de acción de actividades desarrolladas por cada objetivo específico

OBEJTIVO	¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿DÓNDE?	¿POR QUÉ?	¿CÓMO?
Implementar el smed para mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado.	Identificación de las paradas de la maquina por los cambios de flauta	Luis Collantes Zabarburu / Cynthia E. Quintanilla Inga Supervisor de producción/ jefe de producción	Ene – Jun 2020	Área de corrugado (Marquip, Agnati, Quantum)	Si se implementa la herramienta smed se logrará reducir los tiempos de paradas por cambio de flauta	Análisis de paradas de maquina
	Identificación de la actividades internas y externas		Jul - Dic 2020			Formatos de control de paradas y producción
	Elaborar un programa de capacitación		Ene - Jun 2021			Evaluación de los indicadores de la variable 1
Implementar el mapeo de flujo de valor para mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado.	Identificación de los despilfarros de los procesos	Luis Collantes Zabarburu / Cynthia E. Quintanilla Inga Supervisor de producción/ jefe de producción	Ene – Jun 2020	Área de corrugado (Marquip, Agnati, Quantum)	Si se aplica el mapeo de flujo de valor se mejorará los costos de fabricación de los productos	Análisis de los costos por parada de maquina
	Elaboración del mapeo de flujo de valor y propuestas de mejora de cada despilfarro identificado		Jul - Dic 2020			Identificación de los despilfarros de los procesos
	Elaborar un análisis de los costos de paradas		Ene - Jun 2021			Evaluación de los indicadores de la variable 2
Implementar de los procedimientos operativos para reducir los desperdicios en la línea de corrugado.	Identificación de los volúmenes y porcentajes de desperdicios	Luis Collantes Zabarburu / Cynthia E. Quintanilla Inga Supervisor de producción/ jefe de producción	Ene – Jun 2020	Área de corrugado (Marquip, Agnati, Quantum)	Si se implementa los procedimientos operativos se reducirán los desperdicios	Análisis de los porcentajes de desperdicios
	Elaboración de los manuales de procedimientos operativos		Jul - Dic 2020			Formatos de desperdicios
	Elaborar un plan de capacitación al personal		Ene - Jun 2021			Evaluación de los indicadores de la variable 3

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Análisis de resultados

Para el análisis de la información se utilizó el software estadístico SPSS, para las pruebas de normalidad.

### a. Análisis a la primera hipótesis específica

Como se mencionó anteriormente en el punto 4.3 la muestra comprende al estudio de una maquina donde incurren mayor tiempo de paradas, en la siguiente tabla 29 se puede apreciar los tiempos de paradas antes y después de la implementación del SMED.

Tabla 29 Muestra pre test y post test de los tiempos de paradas

TIEMPOS DE PARADAS		
MES	MUESTRA PRE TEST	MUESTRA POST TEST
1	38.90	22.30
2	39.70	16.50
3	40.50	14.20
4	36.80	14.30
5	41.80	13.50
6	35.70	13.80

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Nula  $H_0$ : La implementación del smed no permite mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado de una empresa de producción de cajas de cartón.

Hipótesis Alternativa  $H_a$ : La implementación del smed permite mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado de una empresa de producción de cajas de cartón.

Tabla 30 Análisis de datos del smed

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Muestra pre test	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
Muestra post test	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la siguiente tabla 30, se visualiza los datos estadísticos descriptivos de las muestras pre – test y post – test de los tiempos de paradas, como es la varianza, media y la mediana que se obtuvieron del software SPSS.

## Estadísticos descriptivos

En la siguiente tabla 31, se evidencia los resultados obtenidos en el SPSS

Tabla 31 Estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Muestra pre test	Media		38.9000	.93559
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	36.4950	
		Límite superior	41.3050	
	Media recortada al 5%		38.9167	
	Mediana		39.3000	
	Varianza		5.252	
	Desviación estándar		2.29172	
Muestra post test	Media		15.7667	1.37639
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12.2285	
		Límite superior	19.3048	
	Media recortada al 5%		15.5296	
	Mediana		14.2500	
	Varianza		11.367	
	Desviación estándar		3.37145	

Fuente: SPSS - elaboración propia

Para realizar la contrastación de la hipótesis específica se necesita evaluar el test que se utilizara, los datos que se utilizaron para realizar la prueba de normalidad fueron los tiempos de paradas por set - up en el equipo durante seis meses antes de implementar el smed y posterior un período de seis meses después de implementar el smed, al ser una muestra menor a 50, se decide a realizar la prueba de normalidad mediante el test de Shapiro – Wilk.

Tabla 32 Prueba de normalidad smed

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra pre test	.167	6	.200 <sup>*</sup>	.964	6	.850
Muestra post test	.335	6	.034	.726	6	.012

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la tabla 32 se observó, la significancia del antes y después al tener los valores mayores al 0.05. Se afirmó que los datos tienen un comportamiento no paramétrico. Por lo tanto, para determinar si con la aplicación del smed se mejoró

los tiempos se utilizará el estadígrafo Wilcoxon con la finalidad de analizar la contrastación de Hipótesis.

Tabla 33 Análisis de contraste del smed

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Muestra pre test y Muestra post test es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.028	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Fuente: SPSS - elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 33, se demuestra que la hipótesis nula su significancia es menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que la implementación del smed no mejora los tiempos de cambio de flauta y por ende se acepta la hipótesis de la investigación.

Tabla 34 Resumen de prueba de rangos del smed

Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	
N total	6
Estadístico de prueba	.000
Error estándar	4.770
Estadístico de prueba estandarizado	-2.201
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.028

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la tabla 34, utilizando el estadígrafo de wilcoxon aplicada a la productividad respecto a un pre y post aplicación se tuvo como resultado la significancia es de 0.028, por ende, la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis de alterna.

Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

b. Análisis de la segunda hipótesis específica

Como se mencionó anteriormente en el punto 4.3 la muestra comprende al estudio de una maquina donde se identificó los costos de las paradas, en la siguiente tabla

35 se puede apreciar los tiempos de paradas antes y después de la implementación del mapeo de flujo de valor.

Tabla 35 Muestra pre test y post test de los costos de las paradas

Costos de las paradas	
Muestra pre test	Muestra post test
116972.30	67056.10
119377.90	49615.50
121783.50	42699.40
110657.60	43000.10
125692.60	40594.50
107349.90	41496.60

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Nula Ho: La implementación de mapeo de flujo de valor no permite mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado de una empresa de producción de cajas de cartón.

Hipótesis Alternativa Ha: La implementación de mapeo de flujo de valor permite mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado de una empresa de producción de cajas de cartón.

Tabla 36 Análisis de datos del mapeo de flujo de valor

Resumen de procesamiento de casos						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Muestra pre test	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
Muestra post test	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la tabla 36, se aprecia los datos estadísticos descriptivos de las muestras pre – test y post – test de los tiempos de paradas, como es la varianza, media y la mediana que se obtuvieron del software SPSS.

Análisis descriptivo

A su vez se realizó el análisis mediante el SPSS, con las muestras pre y post, como se aprecia en la tabla 37.

Tabla 37 Estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Muestra pre test	Media	116972.3000	2813.32666	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	109740.4136	
		Límite superior	124204.1864	
	Media recortada al 5%	117022.4167		
	Mediana	118175.1000		
	Varianza	47488841.35		
	Desviación estándar	6891.21479		
Muestra post test	Media	47410.3667	4138.79928	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	36771.2444	
		Límite superior	58049.4889	
	Media recortada al 5%	46697.5963		
	Mediana	42849.7500		
	Varianza	102777957,0		
	Desviación estándar	10137.94639		

Fuente: SPSS - elaboración propia

Para determinar el comportamiento paramétrico de la hipótesis, se realizó el análisis de normalidad al ser una muestra menor que 50 se usará el test de Shapiro Wilk con los siguientes resultados en la tabla 38.

Tabla 38 Análisis de normalidad del mapeo de flujo de valor

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra pre test	.167	6	.200 <sup>*</sup>	.964	6	.850
Muestra post test	.335	6	.034	.726	6	.012

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la tabla 38 se observó, la significancia del antes y después al tener los valores mayores a 0.05. Se afirmó que los datos tienen un comportamiento no paramétrico. Por lo tanto, para determinar si con la aplicación del mapeo de flujo de valor mejoró los costos de fabricación se utilizará el estadígrafo mencionado.

Tabla 39 Análisis de Wilcoxon del mapeo de flujo de valor

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. <sup>a,b</sup>	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Muestra pre test y Muestra post test es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.028	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de .050.  
b. Se muestra la significancia asintótica.

Fuente: SPSS - elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 39, se demuestra que la hipótesis nula su significancia es menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que la implementación de mapeo de flujo de valor no permite mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado.

Tabla 40 Resumen de prueba de rangos del smed

<b>Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas</b>	
N total	6
Estadístico de prueba	.000
Error estándar	4.770
Estadístico de prueba estandarizado	-2.201
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.028

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la tabla 40, utilizando el estadígrafo de wilcoxon aplicada a la productividad respecto a un pre y post aplicación se tuvo como resultado 0.028, por ende, la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis de alterna.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

c. Análisis de la tercera hipótesis específica

Como se indicó anteriormente en el punto 4.3 la muestra comprende al estudio de una maquina donde se tiene mayor porcentaje de desperdicios, en la siguiente tabla 41 se puede apreciar los porcentajes de desperdicios antes y después de la aplicación de los procedimientos operativos.

Tabla 41 Muestra pre test y post test porcentaje de desperdicio

Porcentaje de desperdicio	
Muestra pre test	Muestra post test
0.0295	0.0320
0.0367	0.0317
0.0480	0.0305
0.0421	0.0312
0.0496	0.0301
0.0424	0.0349

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Nula Ho: La implementación de procedimiento operativo permite mejorar la reducción de desperdicios en la línea de corrugado de una empresa de producción de cajas de cartón.

Hipótesis Alternativa Ha: La implementación de procedimiento operativo no permite mejorar la reducción de desperdicios en la línea de corrugado de una empresa de producción de cajas de cartón.

Tabla 42 Análisis de datos del porcentaje de desperdicio

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Muestra pre test	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
Muestra post test	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la siguiente tabla 42, se visualiza los datos estadísticos descriptivos de las muestras pre – test y post – test de los porcentajes de desperdicios, como es la varianza, media y la mediana que se obtuvieron del software SPSS.

Tabla 43 Estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
Muestra pre test	Media		.041383	.0030331
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.033587	
		Límite superior	.049180	
	Media recortada al 5%		.041587	
	Mediana		.042250	
	Varianza		.000	
	Desviación estándar		.0074295	
Muestra post test	Media		.031733	.0006970
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.029942	
		Límite superior	.033525	
	Media recortada al 5%		.031648	
	Mediana		.031450	
	Varianza		.000	
	Desviación estándar		.0017072	

Fuente: SPSS - elaboración propia

De acuerdo al número de datos que se tiene se realizó el análisis de normalidad con el estadígrafo de Shapiro Wilk con los siguientes resultados como se visualiza en la tabla 44, debido a que la muestra tomada es menor que 50.

Tabla 44 Análisis de normalidad de los procedimientos operativos

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Muestra pre test	.205	6	.200 <sup>*</sup>	.942	6	.674
Muestra post test	.271	6	.191	.865	6	.209

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS - elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos el grado de significancia del antes y después son mayor que 0.05 como se ve en la tabla 44 de la aplicación de los procedimientos operativos, por lo que el contraste de la hipótesis se trabajó con el test T de student, debido a que no sigue una distribución normal el valor p ya que para la muestra pre test el valor es de 0.674 y para la muestra post test 0.209. La decisión es rechazar la hipótesis nula y concluir que sus datos no siguen una distribución normal y si el valor p es mayor que el nivel de significancia, la decisión es que no se puede rechazar la hipótesis nula El último caso mostrado es el propio de este, por el cual se acepta la H0: Hipótesis Nula, en donde los datos de la muestra siguen una distribución normal.

Como último punto, se realiza la prueba paramétrica para datos con una distribución normal, la cual es la prueba de T-Student

Tabla 45 Análisis de muestras emparejadas de los procedimientos operativos

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Muestra pre test	.041383	6	.0074295	.0030331
	Muestra post test	.031733	6	.0017072	.0006970

Fuente: SPSS - elaboración propia

En las estadísticas de muestras emparejadas, se observa que, respecto a la media, la muestra pretest tiene un valor de 0.041383 y la muestra post test de 0.031733. Respecto a la desviación, la muestra pre test tiene un valor de 0.00742 y la muestra post test de 0.001707. Respecto a la media de error estándar, la muestra pre test tiene un valor de 0.00303 y la muestra post test de 0.00069, ver tabla 45.

Tabla 46 Correlaciones de muestras emparejadas

		Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Correlación	Significación	
				P de un factor	P de dos factores
Par 1	Muestra pre test & Muestra post test	6	-.343	.253	.506

Fuente: SPSS - elaboración propia

Tabla 47 Prueba de muestras emparejadas

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Muestra pre test - Muestra post test	.0096500	.0081740	.0033370	.0010719	.0182281	2.892	5	.017	.034

Fuente: SPSS - elaboración propia

En la tabla 47, se muestra que la significancia es 0.034 por lo cual la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alterna.

Regla de decisión:

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Finalmente, como resumen se elaboró un cuadro donde se presentan los resultados en la tabla 47 obtenidos luego de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

Tabla 48 Resumen de los resultados de la implementación

Variable independiente	Dimensión	Indicador	Pre test	Post test	Variación	Diferencia
Smed	Tiempos de paradas acumuladas por mes	Tiempo de paradas	233.4	94.6	-138.8	Disminuyo en un -59.4%
mapeo de flujo de valor	Costo por paradas de maquina	Costo de paradas	701,833.80	284,462.20	-417,371.60	Disminuyo en un -59.4%
procedimiento operativo	acumulativo en toneladas de desperdicios(tm)	porcentaje de desperdicios	0.1904	0.2483	-0.0579	Disminuyo en un -23.31%

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. Se demostró que con la implementación de la herramienta Lean Manufacturing permitió mejorar la productividad de la línea de corrugado en un 56.8%, mediante la reducción de horas de paro durante los turnos de trabajo en el proceso de corrugado, con un incremento de productividad de 14,848 a 23,283.
2. Se comprobó que con la aplicación de la herramienta SMED en el proceso del cambio de flauta logró reducir los tiempos de set – up de 233.4 a 94.6 horas logrando una mejora con un porcentaje de 59.4%. Esto se ve reflejado al generar mayor cantidad de horas productivas.
3. Se evidenció que con la aplicación la herramienta de mapeo de flujo de valor donde se identificó los desperdicios del proceso para aplicar las mejoras, obteniendo una mejora para los costos de producción, logrando una reducción del 59.4 % en los costos de paradas y teniendo un ahorro de 417,371.60 soles.
4. Con la aplicación de los procedimientos operativos para el proceso de corrugado, se logró reducir el porcentaje de desperdicios en un 23.31%. Se realizó el cambio en la metodología de trabajo que tenían los operadores antiguos de la línea y al nuevo personal brindarle una inducción mediante los manuales elaborados para prevenir accidentes, reducir los tiempos muertos y eliminar las improvisaciones de las actividades.
5. Con las capacitaciones brindadas han sido fundamentales para el desarrollo y aplicación de la metodología en la compañía, permitirá establecer una cultura organizacional de mejoramiento continuo.
6. Con la implementación de las herramientas lean Manufacturing en la compañía, servirá para iniciar con la mejora continua en los procesos mediante la identificación y disminución de despilfarros en los procesos.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda un constante estudio al proceso de producción en la línea de Corrugado, con la finalidad de seguir implementando más herramientas de Lean Manufacturing.
2. Se debe dar seguimiento al nuevo procedimiento aplicado durante los set - up (cambio de flauta), ya que con la aplicación de la herramienta SMED puede verse afectada por una resistencia a modificar ciertas maneras de trabajo.
3. Continuar con el análisis al mapeo del flujo de valor realizado, con la intención de plantear soluciones o mejoras en los siguientes cuellos de botella encontrados o fuentes generadoras de paradas y/o desperdicio.
4. Continuar con las reuniones semanales con los grupos de trabajo programados durante el día de Mantenimiento a la línea corrugadora, con la finalidad de resolver alguna duda sobre los instructivos realizados, modificar alguno de ser necesario y/o crear uno nuevo bajo recomendación de los operadores.
5. Se recomienda continuar con las capacitaciones al personal, para mejorar su desempeño el cual ayudara a sistematizar el proceso implementa y facilite el cambio para que el personal conozca los beneficios del mismo.
6. Continuar promoviendo los estudios orientados a comprender los distintos parámetros que contiene la metodología Lean Manufacturing y estas se vinculen a la realidad de la empresa, de esta forma se mejore el desarrollo académico.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Y. (2014) *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia). Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54090>
- Arroyo, N. (2020) *Estudio del uso de herramientas de Lean Manufacturing con diversas aplicaciones en hospitales*. (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/19127>
- Benavides R. (2020) *Propuesta de un modelo de implementación de Lean Manufacturing para empresas de servicios de la industria forestal*. (Tesis de maestría, Universidad del Desarrollo, Concepción, Chile). Recuperado de <http://hdl.handle.net/11447/3806>
- Bermejo, J. (2019) *Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10588>
- Bernal, C. (2010) *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencia sociales*. Bogotá, Colombia: Pearson Educación de Colombia. Recuperado de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Cardona, R. (2020) *Diseño de una propuesta metodológica para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en la cadena de abastecimiento del sector textil - confecciones de la ciudad de Medellín*. (Tesis de maestría, Universidad Ean, Bogotá, Colombia). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10882/10362>
- De Arbulu, P. (2013) *La gestión de costes en Lean Manufacturing*. Galicia. España: Netbiblo S.L. Editorial Recuperado de <https://books.google.com.br/books?id=xjrRJM4TFV8C&lpg=PP1&hl=pt-BR&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>

- Guevara, D. (2019) *El futuro del empaque: tendencias para el 2020*. El empaque más conversión. Recuperado de <https://www.elempaque.com/temas/El-futuro-del-empaque,-tendencias-para-el-2020+132621>
- Hernández J & Vizán A. (2013) *Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación*. Madrid. España: EOI Escuela de Organización Industrial. Editorial Recuperado de <http://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/Lean-Manufacturing.pdf>
- Hernández, R. & Mendoza, C. (2019) *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México. México: Mc Graw- Hill Interamericana. Editorial. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/5316>
- Intel corporation, (2011) *Intel revela sus modelos de productividad y planeación estratégica*. Recuperado de <https://newsroom.intel.la/intel-revela-sus-modelos-de-productividad-y-planeacion-estrategica/#gs.4698x5>
- Maradiaga F. (2013) *Lean Manufacturing exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Madrid. España: Bubok Publishing S.L. Recuperado de [https://www.academia.edu/35951795/Lean\\_Manufacturing\\_Francisco\\_Maradiaga](https://www.academia.edu/35951795/Lean_Manufacturing_Francisco_Maradiaga)
- Martínez, A. (2016) *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el comando logístico reino de quito no. 25 (colog) en el departamento de mantenimiento*. (Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14476>
- Meléndez, D. (2017) *Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de conversión de hojas de planta lijadas en la empresa QROMA S.A.* (Tesis de pregrado, Universidad de Lima, Lima, Perú). Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12724/5316>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J.& Romero, H. (2018) *Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Portugal, A & Huertas, J & Contreras, N (2018) *Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en Planta de Producción de Galletas*. (Tesis de maestría, Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/625600>

- Prokopenko, J. (1989) *La gestión de la productividad*. Ginebra. Suiza: Productivity management. Editorial
- Rajadell M & Sánchez J (2010) *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. Madrid. España: Ediciones Diaz Santos.
- Ramírez, C. (2017) *Aplicación de la metodología smed para reducir el tiempo ciclo de un cambio de modelo de inyección de un componente de un hvac*. (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México, Tianguistenco, México). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/104419>
- Rojas, P & Gilbert, V. (2017) *Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas*. Madrid. España: 3C Empresas. Editorial  
Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.116-124>
- Sascó, S. (2019) *Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de Lean Manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una industria fabricante de productos plásticos*. (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15272>
- Socconini, L. (2008) *Lean Manufacturing paso a paso*. Barcelona. España: ICG Marge, SL Editorial

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL				
¿Cómo mejorar la productividad en la línea de corrugado mediante la implementación de Lean Manufacturing de una empresa de soluciones de empaques?	Implementar el Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.	La implementación de Lean Manufacturing permite mejorar la productividad en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.	Lean manufacturing		productividad	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA				
¿Cómo mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado mediante el smed?	Implementar el smed para mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado.	La implementación del smed permite mejorar los tiempos de cambios de flauta en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.	Smed	si / no	tiempo de cambios de flauta	Tiempos de paradas
¿Cómo mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado mediante la implementación de mapeo de flujo de valor permitirá mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado?	Implementar el mapeo de flujo de valor para mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado.	La implementación de mapeo de flujo de valor permite mejorar los costos de fabricación en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.	mapeo de flujo de valor	si / no	costo de fabricación	Reducción de costos de paradas
¿Cómo mejorar la reducción de desperdicios en la línea de corrugado mediante la implementación de procedimiento operativo?	Implementar de los procedimientos operativos para reducir los desperdicios en la línea de corrugado.	La implementación de procedimiento operativo permite mejorar la reducción de desperdicios en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques.	procedimiento operativo	si / no	Reducción de desperdicios	%Reducción de desperdicios

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz operacional

<b>Variable independiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
SMED	SI/NO	Según Hernández y Vizán (2013) “es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina” (p. 42).	Metodología para reducir los tiempos de cambios de matrices
Mapeo de flujo de valor	SI/NO	Según Socconini, (2008) se entiende que es " la base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio, y es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar en donde se encuentra el valor y en donde el desperdicio " (p. 104).	Herramienta para identificar los despilfarros de los procesos
Procedimiento operativo	SI/NO	Son legajos que acopian la interrelación en el lapso que existen entre diferentes actividades, sistematizando los procedimientos y disminuyendo las improvisaciones que pueden ocasionar los problemas o carencias en la elaboración del trabajo	Manuales para la homogenización de las actividades del personal

<b>Variable dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Tiempos de cambios de flautas	Tiempo de paradas	Se refiere a los tiempos que se emplean para cambiar de una matriz u otra, la flauta es el tipo de onda que se va a elaborar para la fabricación de las cajas de cartón.	Registros de los tiempos de paradas
Costo de fabricación	Reducción de costos de paradas	Son los gastos necesarios para la elaboración de un bien o servicio, dentro de los gastos incluyen la mano de obra directa, materiales directos y los costos indirectos.	Análisis de los costos de las paradas
Reducción de desperdicios	Porcentaje de reducción de desperdicios	Se hace referencia a la disminución de mermas dentro de la línea de fabricación de cajas de cartones	Registros de los volúmenes y porcentajes de desperdicios

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Formato de control de producción

<b>FORMATO DE CONTROL EN LA PRODUCCION - MARQUIP</b>							
<b>DATOS</b>				<b>CANTIDAD PRODUCIDA</b>			<b>EN PLANTA</b>
<b>FECHA</b>	<b>ORDEN</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>CANTIDAD PROGR.</b>	<b>BUENAS</b>	<b>MALAS</b>	<b>EXCESO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
11-Dic	5710263598	INTRADEVCO	4500	3883	617	500	B-3
12-Dic	5975369382	GLORIA	8811	7967	844	590	B-4
13-Dic	5111994957	MOLITALIA	8656	8206	450	758	B-3
14-Dic	6378014058	RINTISA	4648	3786	862	408	B-3
15-Dic	5979579871	AJE	9903	9159	744	723	B-4
16-Dic	5593796489	INTRADEVCO	9834	9319	515	740	B-3
17-Dic	6335295789	GLORIA	7085	6614	471	728	B-4
18-Dic	5051166465	MOLITALIA	6353	5751	602	602	B-3
19-Dic	6258609660	RINTISA	7984	7522	462	370	B-3
20-Dic	6258566666	AJE	9013	8282	731	589	B-4
21-Dic	5304392229	INTRADEVCO	9637	8900	737	637	B-3
22-Dic	5670725557	GLORIA	4980	4425	555	604	B-4
23-Dic	5121157698	MOLITALIA	9197	8710	487	506	B-3
24-Dic	5450680226	RINTISA	9251	8697	554	512	B-4
25-Dic	5136253645	AJE	6908	6190	718	587	B-3
26-Dic	6435976969	EMUSA	6549	6077	472	769	B-3
27-Dic	5164795138	METALPRENT	6118	5247	871	317	B-4
28-Dic	6176297299	GLORIA	8317	7532	785	739	B-4
29-Dic	6156752558	MOLITALIA	5477	4841	636	382	B-3
30-Dic	5685501842	RINTISA	9614	8813	801	415	B-4
31-Dic	5455855137	AJE	5657	5094	563	362	B-3
1-Ene	5313453269	EMUSA	8506	7705	801	423	B-3
2-Ene	6387153744	GLORIA	8747	8215	532	651	B-4
3-Ene	6078005368	MOLITALIA	4106	3471	635	302	B-3

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4: Formato de control de paradas

Fec ha	MES	Codigo máquina	Nú m.	Grupo	Causa de paro	Duración	CAT
1-Feb	FEBRE RO	2A	1	BAKER F.M. (corrugadora)	M: Falla Mecánica (BAKER)	0.67	MEC
1-Feb	FEBRE RO	2A	1	BAKER F.O. (corrugadora)	O:limpieza de mesa BAKER	0.05	OPE
1-Feb	FEBRE RO	2A	2	CABEZAL 1 F.O. (corrugadora)	O:limpieza d Guías d Goma CABEZAL 1	0.15	OPE
1-Feb	FEBRE RO	2A	1	GUILLOTINAS F.O. (corrugadora)	O: Atoro de cartón (GUILLOTINA)	0.23	OPE
1-Feb	FEBRE RO	2A	4	PAPEL (corrugadora)	Bobina con bordes encogidos	0.70	MP
1-Feb	FEBRE RO	2A	1	PAPEL (corrugadora)	Bobina con mal Empate papelera	0.18	MP
1-Feb	FEBRE RO	2A	3	PAPEL (corrugadora)	Bobina Quiñada	0.20	MP
1-Feb	FEBRE RO	2A	2	PARADAS EXTERNAS	Ex: Otros	0.85	EXT
1-Feb	FEBRE RO	2A	1	PORTA BOBINAS F.O. (corruga)	O:mal control d tensión d bob PORTA BO 1	0.33	OPE
1-Feb	FEBRE RO	2A	3	RECIBIDORES	O: Carriles llenos	0.20	OPE
1-Feb	FEBRE RO	2A	1	SETUP (corrugadora)	Preparación de maq. para flauta C	0.77	SET UP
1-Feb	FEBRE RO	2A	2	SETUP (corrugadora)	Preparación de maq. para flauta E	0.52	SET UP
1-Feb	FEBRE RO	2A	4	UNIDAD DE ENGOMADO F.M. (corrugadora)	M: OTROS ESPECIFICAR	0.08	MEC
2-Feb	FEBRE RO	2A	1	BOBINERO (Operador)	O: Falta de papel X falla en bobinero	0.18	OPE
2-Feb	FEBRE RO	2A	1	CABEZAL 2 F.E. (corrugadora)	E: Falla eléctrica CABEZAL 2	0.22	ELEC
2-Feb	FEBRE RO	2A	3	EMPALMADORES F.O. (corrugadora)	O: otros especificar	0.25	OPE
2-Feb	FEBRE RO	2A	3	OTRAS PARAS NO PROGRAMADAS	O: Refrigerio	2.12	REFR IG
2-Feb	FEBRE RO	2A	2	PAPEL (corrugadora)	Bobina con mal Empate papelera	0.13	MP
2-Feb	FEBRE RO	2A	3	PAPEL (corrugadora)	Bobina con tuco chico o chancado	0.10	MP
2-Feb	FEBRE RO	2A	1	PARADA POR DEFECTO	O: Operador no ha seleccionado causa	0.07	OPE
2-Feb	FEBRE RO	2A	3	PARADAS EXTERNAS	O: Limpieza de Maquina y Area de Trabajo	1.12	LMP

Fuente: Elaboración propia



Anexo 6: Formato de control de desperdicio

FORMATO DE CONTROL DE DESPERDICIO					
SUPERVISOR:				FIRMA:	
DATOS					
FECHA	TURNO	MAQUINA	SEGMENTACION DE DESPERDICIO	CANTIDAD (KG)	OBSERVACIONES
1-Ene	M	MARQUIP	GUILLOTINA Y ARRANQUE DE MAQUINA	34451	
2-Ene	M	MARQUIP	QUEBRADOS	230	
3-Ene	M	MARQUIP	PELADA DE ROLLO	40325	
4-Ene	T	MARQUIP	AMPOLLADOS	4651	
5-Ene	N	MARQUIP	SALDO DE ROLLO	3137	
6-Ene	M	MARQUIP	BORDES DESPEGADOS DE PAÑOS	3814	
7-Ene	T	MARQUIP	ARQUEADOS	14591	
8-Ene	N	MARQUIP	DESALINEADOS	3887	
9-Ene	M	MARQUIP	PAÑO EMBOLSADO	105	
10-Ene	T	MARQUIP	PLANCHA CON RAYA (BACKER)	85	
11-Ene	N	MARQUIP	BORDE RESECO	485	
12-Ene	M	MARQUIP	ONDA CHANCADA	230	
13-Ene	T	MARQUIP	PAÑOS SOBANTES 2A	1764	
14-Ene	T	MARQUIP	MALA MEDIDA	330	
15-Ene	T	MARQUIP	POROSIDAD	125	
16-Ene	M	MARQUIP	PAÑOS DESPEGADOS	2001	
17-Ene	N	MARQUIP	MAL PARAFINADO		
18-Ene	N	MARQUIP	PAPELES INCORRECTOS	415	
19-Ene	N	MARQUIP	HUMEDOS	1125	
20-Ene	M	MARQUIP	EXCESO DE GOMA	1140	
21-Ene	M	MARQUIP	RESECOS	10496	
22-Ene	T	MARQUIP	ARRUGAS	798	
23-Ene	T	MARQUIP	BAJO GRAMAJE	175	

Fuente: Elaboración propia