

# POSGRADOS

## Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Propuestas metodológicas y tecnológicas avanzadas

Tema:

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS  
LEAN MANUFACTURING PARA OPTIMIZAR LOS  
COSTOS DE PRODUCCIÓN Y AUMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA  
DE ABSORBENTES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

Autor(es)

Ing. Ramón Francisco Álava Merchán

Ing. Adrianly Cristóbal Goya Chaguay

Director:

Eco. Fernando Andrés Vivar Bravo

GUAYAQUIL – ECUADOR  
2022

**Autor(es):**



Ramón Francisco Álava Merchán  
Ingeniero Industrial  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
ralava@est.ups.edu.ec



Adriany Cristóbal Goya Chaguay  
Ingeniero Industrial  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.  
agoya@est.ups.edu.ec

**Dirigido por:**



Fernando Andrés Vivar Bravo  
Economista  
Magister en Administración de Empresas  
fvivar@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2022 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA

ÁLAVA MERCHÁN RAMÓN FRANCISCO - GOYA CHAGUAY ADRIANY CRISTÓBAL

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA OPTIMIZAR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ABSORBENTES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.**

---

## DEDICATORIA ING. RAMÓN ÁLAVA

La presente tesis está dedicada con todo mi amor a mis tres pilares fundamentales: mi Sra. madre Ana, mi esposa Jomara, y sobre todo a mi hija Aadhya; como un ejemplo de superación y de una lucha incansable por lograr cada meta y objetivo trazados en la vida. Ustedes han sido mi fuerza, motivación e inspiración para seguir adelante y poder cosechar éxitos en mi carrera profesional, por lo cual les estoy eternamente agradecido a ellas y a Dios por cada paso dado durante toda esta etapa.

---

## DEDICATORIA ING. ADRIANY GOYA

Dedico esta Tesis a mis padres Blanca Chaguay y Cristóbal Goya quien han sido ejemplo de lucha para alcanzar mis objetivos, gracias a sus consejos y apoyo he podido cosechar varios logros.

Al Ing. J. L. Mosquera quien nos brindó la oportunidad de desarrollar la tesis en planta la cual administra con mucho éxito.

Al Eco. Fernando Vivar quien nos apoyó desde el primer minuto al desarrollar el proyecto de titulación.

A mi gran amigo, Ing. Ramon Álava, con quien se formó una dupla ideal para determinar el desarrollo de esta tesis.

---

## AGRADECIMIENTO ING. RAMÓN ÁLAVA

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la paciencia, la sabiduría y los recursos para dar cada paso a lo largo de mi carrera profesional y poder crecer tanto personalmente como profesional, a mi familia por su comprensión y apoyo durante esta etapa, a los docentes, colegas y la universidad en general por cada uno de sus invaluable aportes compartido.

A mi gran amigo, Ing. Adriany Goya, con quien se formó una dupla ideal para determinar el desarrollo de esta tesis.

## AGRADECIMIENTO ING. ADRIANY GOYA

Quiero agradecer a Dios padre celestial todo poderoso por darme salud, vida y sabiduría para poder desarrollar este proyecto.

A mi papá y mi mamá por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años y por ser esa razón el más aliciente para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.

A las personas del equipo de trabajo donde laboro ya que con el trabajo el equipo que se desarrolló se pudo lograr la implementación del proyecto.

A mi gran amigo, Ing. Ramon Alava, con quien se formó una dupla ideal para determinar el desarrollo de esta tesis.

---

# Tabla de Contenido

---

## 1. Contenido

Resumen .....	26
Abstract .....	28
2. Introducción.....	30
3. Determinación del Problema .....	31
3.1. Situación problemática .....	31
3.2. Formulación del problema .....	32
3.2.1. Problema general .....	32
3.3. Problemas específicos .....	32
3.4 Justificación teórica .....	32
3.5. Justificación práctica .....	33
3.6. Objetivos.....	34
3.6.1. Objetivo general .....	34
3.6.2. Objetivos específicos .....	34
4. Marco teórico referencial.....	35
4.1 Marco histórico Lean Manufacturing.....	35

---

4.2 Antecedentes Internacionales.....	37
4.3 Antecedentes nacionales.....	39
4.4 Bases teóricas .....	39
4.5 Lean Manufacturing.....	39
4.6 Principios Lean Manufacturing .....	40
4.7 Principios Lean Manufacturing .....	41
4.8 Clasificación de los desperdicios (Muda).....	42
4.9 Productividad.....	45
4.10 Productividad total .....	45
4.11 Productividad parcial .....	45
4.12 Merma.....	45
4.13 Herramientas del Lean Manufacturing.....	46
4.14 Paradas de máquina .....	46
4.15 Efecto de las pequeñas paradas .....	47
4.16 Efecto de las pequeñas paradas .....	48
4.17 Costos.....	48
4.18 Costos de Producción .....	48

---



4.19 Tipos de Costos de Producción .....	48
5 Materiales y metodología.....	49
5.1 Tipo de investigación .....	49
5.2 Nivel de investigación .....	50
5.3 Diseño de investigación .....	50
5.4 Método de investigación .....	50
5.5 Determinación de la muestra .....	51
5.5.1 Población. ....	51
5.5.2 Muestra. ....	51
5.5.3 Técnicas e instrumentos.....	51
5.5.4 Técnica.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.5.5 Entrevistas. ....	51
5.5.6 Observación.....	52
5.5.7 Documento existente. ....	52
5.6 Instrumentos.....	52
5.6.1 Check List. ....	52
5.7 Hipótesis y variables .....	53

5.8 Descripción de la empresa.....	58
5.9 Desfibrador. ....	60
5.10 Formación. ....	60
5.11 Construcción Inicial.....	61
5.12 Construcción Final.....	62
5.13 Stacker y Bagger.....	62
5.14 Estructura organizacional. ....	63
5.15 Tipología de productos en la planta de absorbentes. ....	64
5.16 Lay out del área del proceso de Fabricado de productos absorbentes.....	65
5.17 Diagrama de flujo del proceso de fabricado de productos absorbentes. ....	67
5.18 Análisis de los costos primos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.19 Datos de materiales directos .....	68
5.20 Órdenes de semielaborado:.....	68
5.21 Árbol de problemas.....	71
5.21.1 Relación causa y efecto .....	72
5.22 Estudio de tiempo asistente de almacén.....	76
5.23 Análisis de carga laboral almacenistas más montacarguista.....	83

---

5.24 Toma de inventarios. ....	84
5.25 Capacitación de personal digitadores y personal operativo .....	87
5.26 Implementación de herramientas Lean Manufacturing para disminuir los niveles de desperdicios.....	106
5.27 Analizamos la situación actual del TVC de las diferentes líneas.....	107
5.27.1 TVC mensual año 2021 de la línea femenina .....	107
5.27.2 TVC mensual año 2021 de la línea de pañales 1 .....	108
5.27.3 TVC mensual año 2021 de la línea de pañales 2 .....	109
5.28 Análisis MOD y toneladas producidas para el Año 2021 .....	110
5.29 Análisis e implementación de Herramientas Lean Manufacturing .....	112
5.29.1 Mediciones & ajuste:.....	113
5.29.2 Breakdown > 10 min:.....	113
5.29.3 Disponibilidad de Materiales en línea:.....	114
5.29.4 Tiempos de Cambio:.....	114
5.29.5 Defectos de Calidad:.....	114
5.30 Herramientas .....	117
5.30.1 5W+1H .....	117
5.30.2 Diagrama de Ishikawa .....	118

---

---

5.30.3 Cinco ¿Por qué? .....	120
5.31 Plan de acción .....	124
5.31.1 Parámetros. ....	124
5.31.2 Centro de máquina. ....	127
5.31.3 Recorrido del material.....	129
5.31.4 Guía del colchón .....	129
5.31.5 Best Practices. ....	131
5.31.6 Procesos estáticos. ....	133
5.32 Cambio de formato (SMED) .....	134
5.32.1 Etapas del SMED.....	135
5.32.2 Etapa preliminar .....	135
5.32.3 Primera etapa .....	136
5.32.4 Secuencia de actividades.....	137
5.32.5 Diagrama de Spaguetti. ....	141
5.33 Segunda etapa .....	144
5.33.1 Separar las actividades internas y externas .....	144
5.33.2 invertir las actividades internas en externas.....	147

---

---

5.34 Tercera etapa .....	151
5.34.1 Perfeccionar el proceso de las actividades .....	151
5.35 VSM (Value Stream Mapping).....	152
5.35.1 Diagrama de Pareto.....	154
5.35.2 Diagrama de Ishikawa .....	155
5.35.3 Cinco ¿Por qué? .....	156
5.36 Falta de procedimientos. ....	157
5.36.1 Fichas técnicas .....	158
5.36.2 Listado de herramientas.....	159
5.37 Programación.....	159
5.37.1 Rueda de producción.....	159
5.37.2 Toallas Sanitarias. ....	160
5.37.3 Pañales 1.....	160
5.37.4 Pañales 2.....	161
5.38 Capacitación.....	161
5.39 Mantenimiento. ....	162
5.40 Estándares LILA .....	162

---

---

6 Resultados y discusión.....	164
6.1 Resultados después de la implementación de la implementación de las herramientas LEAN Manufacturing.....	164
6.1.1 Desperdicio después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing.....	164
6.2 TVC después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing....	165
6.2.1 TVC línea femenina 2021 vs 2022 .....	165
6.2.2 TVC pañales 2 2021 vs 2022 .....	166
6.2.3 TVC pañales 3 2021 vs 2022 .....	167
6.3 Costo de mod por mes para el año 2022 planta absorbente.....	168
6.3.1 Cálculo de la MOD .....	168
6.4 Comparación de los costos de mod por tonelada producida 2021 vs 2022 .....	172
6.4.1 Desviación en las órdenes de producción .....	174
6.4.2 Cálculo de desviación de órdenes de producción.....	175
6.5 Optimización de los costos de producción.....	177
6.5.1 Análisis costos de producción .....	178
7 Conclusiones.....	180
Referencias .....	182

---

# Tabla de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Principales Herramientas de Lean Manufacturing</i> .....	36
<b>Figura 2</b> <i>Factores que afectan a la productividad</i> .....	41
<b>Figura 3</b> <i>Clasificación de los desperdicios</i> .....	44
<b>Figura 4</b> <i>Cadena de suministro</i> .....	59
<b>Figura 5</b> <i>Estación del desfibrador</i> .....	60
<b>Figura 6</b> <i>Estación de Formación</i> .....	61
<b>Figura 7</b> <i>Estación construcción Inicial</i> .....	61
<b>Figura 8</b> <i>Estación de construcción Final</i> .....	62
<b>Figura 9</b> <i>Ilustración de un pañal envuelto</i> .....	62
<b>Figura 10</b> <i>Estructura Organizacional</i> .....	63
<b>Figura 11</b> <i>Tipologías de producto</i> .....	64
<b>Figura12</b> <i>Situación actual de la desviación en dólares de las órdenes de semielaborado</i> .....	69
<b>Figura 13</b> <i>Numero de órdenes de semielaborado por mes</i> .....	70
<b>Figura 14</b> <i>Árbol de causa y efecto sobre el inadecuado control de materia prima</i> .....	71

<b>Figura 15</b> <i>Estructura organizacional bodega de materia prima</i> .....	74
<b>Figura 16</b> <i>Estructura organizacional departamento de producción</i> .....	75
<b>Figura 17</b> <i>Encabezado estudio de tiempo</i> .....	76
<b>Figura 18</b> <i>Tamaño de la muestra nivel de confianza del 95%</i> .....	77
<b>Figura 19</b> <i>Ingreso de tiempo de cada línea de registro en el sistema.</i> .....	77
<b>Figura 20</b> <i>Cálculo de suplementos almacenistas</i> .....	78
<b>Figura 21</b> <i>Tiempo estándar de pedidos de plantas Almacenista de materia prima</i> ...	79
<b>Figura 22</b> <i>Observaciones preliminares de ingreso de compras</i> .....	79
<b>Figura 23</b> <i>Tiempo estándar de ingreso de pedidos de compras al sistema</i> .....	80
<b>Figura 24</b> <i>Estructura actual digitadores</i> .....	84
<b>Figura 25</b> <i>Organización actual de responsabilidad para los digitadores</i> .....	86
<b>Figura 26</b> <i>Capacitación de costos a los digitadores y personal operativo</i> .....	87
<b>Figura 27</b> <i>Pareto de desviación del 2021 para los materiales de la línea femenina planta absorbente</i> .....	89
<b>Figura 28</b> <i>Gráfica de control para las desviaciones de SAP del periodo 2021</i> .....	89
<b>Figura 29</b> <i>Pantalla de SET línea de femenina</i> .....	91
<b>Figura 30</b> <i>Antes y después variación de consumo de SAP</i> .....	91
<b>Figura 31</b> <i>Disminución de la desviación de SAP después de la mejora implementada</i> .	92



<b>Figura 32</b> <i>Gráfica de desviación de consumo Pañales 2 periodo 2021</i> .....	92
<b>Figura 33</b> <i>Gráfica de control para goma de construcción Elástico</i> .....	93
<b>Figura 34</b> <i>Gráfica de construcción para goma de construcción</i> .....	93
<b>Figura 35</b> <i>Figura ilustrativa del sistema de Coladera de Goma</i> .....	95
<b>Figura 36</b> <i>Boquillas golpeadas</i> .....	95
<b>Figura 37</b> <i>Tipos de boquillas cambiadas en diferentes aplicaciones</i> .....	96
<b>Figura 38</b> <i>Gráfica de control para desviaciones de goma de construcción</i> .....	97
<b>Figura 39</b> <i>Distribución de los datos año 2021 vs 2022 Goma de construcción</i> .....	97
<b>Figura 40</b> <i>Gráfica de control para goma de elástico</i> .....	98
<b>Figura 41</b> <i>Diagrama de cajas para desviación de goma para elástico</i> .....	98
<b>Figura 42</b> <i>Gráfica de Pareto de desviaciones para materias prima de pañales que pasan por la pañalera 2.</i> .....	99
<b>Figura 43</b> <i>Gráfica de desviación de materias primas que pasan por la línea de pañales 3</i> .....	100
<b>Figura 44</b> <i>Gráfica de control de consumos de variación de consumo de elásticos</i> ....	100
<b>Figura 45</b> <i>Imagen ilustrativa de la desbobinadora de elásticos</i> .....	101
<b>Figura 46</b> <i>Formula de elongación del elástico</i> .....	102
<b>Figura 47</b> <i>Toma de velocidad Lineal del elástico (Velocidad constante)</i> .....	103

<b>Figura 48</b> <i>Dial instalado al sistema de elásticos.....</i>	104
<b>Figura 49</b> <i>Donde se muestra la baja de la variabilidad de los datos 2021 vs 2022...</i>	105
<b>Figura 50</b> <i>Gráfica de cajas para desperdicios generados por máquina antes de las mejoras .....</i>	106
<b>Figura 51</b> <i>TVC mensual año 2021 línea femenina .....</i>	107
<b>Figura 52</b> <i>TVC mensual año 2021 línea de pañales 1 .....</i>	108
<b>Figura 53</b> <i>TVC mensual año 2021 línea de pañales 2 .....</i>	109
<b>Figura 54</b> <i>Costo de MOD año 2021 Planta Absorbente.....</i>	110
<b>Figura 55</b> <i>Toneladas Mensuales producidas en el año 2021 por la planta Absorbente .....</i>	111
<b>Figura 56</b> <i>Costo de MOD por tonelada producida 2021. ....</i>	111
<b>Figura 57</b> <i>Diagrama de Pareto de pérdidas de horas.....</i>	115
<b>Figura 58</b> <i>Diagrama de Pareto para frecuencia de paros .....</i>	116
<b>Figura 59</b> <i>Descripción de 5W-1H .....</i>	117
<b>Figura 60</b> <i>Diagrama de Ishikawa para identificar causa de rechazos en líneas.....</i>	119
<b>Figura 61</b> <i>Ilustración de parámetros de dirección .....</i>	125
<b>Figura 62</b> <i>Lampara estroboscópica .....</i>	126
<b>Figura 63</b> <i>Recorrido de centro de máquina .....</i>	126

<b>Figura 64</b> <i>Tacómetro</i> .....	126
<b>Figura 65</b> <i>Distancias de máquinas</i> .....	127
<b>Figura 66</b> <i>Presión Varían de acuerdo con el operador .... ¡Error! Marcador no definido.</i>	
<b>Figura 67</b> <i>Recorrido de material</i> .....	129
<b>Figura 68</b> <i>Distancia de guía de rodillos</i> .....	130
<b>Figura 69</b> <i>Estandarización de las distancias del colchón.</i> .....	130
<b>Figura 70</b> <i>Identificación de Best Practice operador de pañales</i> .....	131
<b>Figura 71:</b> <i>Identificación de Best Practice Operador de línea femenina</i> .....	132
<b>Figura 72</b> <i>Estandarización de piezas para cada tipo de SKU</i> .....	133
<b>Figura 73</b> <i>Estandarización de tanques de Goma</i> .....	134
<b>Figura 74</b> <i>Diagrama de spaguetti operador 1</i> .....	141
<b>Figura 75</b> <i>Diagrama de Spaguetti operador 2</i> .....	141
<b>Figura 76</b> <i>Diagrama de Spaguetti operador 3 y 4</i> .....	142
<b>Figura 77</b> <i>Diagrama de Spaguetti operador 5 y 6.</i> .....	142
<b>Figura 78</b> <i>Operador para designado para hacer cambio en cada Estación de trabajo</i> .....	150
<b>Figura 79</b> <i>VSM para actividades de cambio de formato.</i> .....	153
<b>Figura 80</b> <i>Pareto de causas para optimizar el tiempo de cambio de formato.</i> .....	154

<b>Figura 81</b> Diagrama de Ishikawa para determinar las mejoras en el proceso .....	155
<b>Figura 82</b> <i>Elaboración de POE para cambio de pockets</i> .....	157
<b>Figura 83</b> <i>Elaboración de ficha técnica para parámetros establecidos</i> .....	158
<b>Figura 84</b> <i>Listado de herramientas para el cambio</i> .....	159
<b>Figura 85</b> <i>Rueda de producción para Línea Femenina</i> .....	160
<b>Figura 86</b> <i>Rueda de producción Pañales 1</i> .....	160
<b>Figura 87</b> <i>Rueda de producción Pañales 2</i> .....	161
<b>Figura 88</b> <i>Gráfica de caja de media de desperdicios para el año 2021 y 2022.</i> .....	164
<b>Figura 89</b> <i>Gráfica de TVC Línea femenina antes y después de las mejoras Implementadas</i> .....	166
<b>Figura 90</b> <i>Gráfica de TVC Pañales 2 antes y después de las mejoras Implementadas</i>	167
<b>Figura 91</b> <i>Gráfica de TVC Pañales 3 antes y después de las mejoras Implementadas</i>	168
<b>Figura 92</b> <i>Costo de MOD año 2022 después de las mejoras</i> .....	170
<b>Figura 93</b> <i>Toneladas Mensuales producidas en el año 2022 por la planta Absorbente</i> .....	170
<b>Figura 94</b> <i>Costo de MOD por tonelada producida 2022</i> .....	171
<b>Figura 95</b> <i>Comparación de Ton/ Hombres 2021 vs 2022</i> .....	172
<b>Figura 96</b> <i>Desviación en las órdenes de la planta absorbente 2022</i> .....	174

---

**Figura 97** *Numero de orden abiertas por mes del año 2022* ..... 175

**Figura 98** *Gráfica de cajas desviaciones para planta absorbente 2021 vs 2022* ..... 176

**Figura 99** *Costos unitarios de producción antes y después de las mejoras*..... 178

# Índice de Tablas.

<b>Tabla 1</b> <i>Tabla de materiales utilizados en la fabricación de semielaborado absorbente.</i>	68
<b>Tabla 2</b> <i>Estadística descriptiva de procesos para la desviación de las órdenes planta absorbente</i>	70
<b>Tabla 3</b> <i>Tiempos Estándar para las actividades almacenistas</i>	80
<b>Tabla 4</b> <i>Demanda semanal de en minutos de los clientes de bodega de materia prima</i>	81
<b>Tabla 5</b> <i>Tiempo disponible de almacenista para satisfacer la demanda.</i>	82
<b>Tabla 6</b> <i>Tiempo Disponible almacenista incluyendo al montacarguista</i>	83
<b>Tabla 7</b> <i>Tablero KAMBAN manejados por los operadores</i>	88
<b>Tabla 8</b> <i>Auditoría de SAP con respecto al % de dosificación.</i>	90
<b>Tabla 9</b> <i>Tabla de Tanques con el tipo de goma que utiliza cada material</i>	94
<b>Tabla 10</b> <i>Tabla de auditoría de velocidad Lineal de máquina y des bobinado de Spandex</i>	103
<b>Tabla 11</b> <i>Auditoría de velocidad de máquina y dosificación del sistema de elástico después de la Mejora</i>	104
<b>Tabla 12</b> <i>Comparación de horas de paros programados y no programados por año</i>	112

**Tabla 13** *Análisis de 5 por qué de la falta de estandarización de procesos* ..... **¡Error!**  
**Marcador no definido.**

**Tabla 14** *Plan de acción contra causa raíz* ..... 124

**Tabla 15** *Presiones tomadas por SKU* ..... 128

**Tabla 16** *Etapas para implementar SMED* ..... 135

**Tabla 17** *Actividades tomadas al operador líder etapa 1 SMED* ..... 137

**Tabla 18** *Actividades tomadas para el operador 2 primera Etapa SMED* ..... 138

**Tabla 19** *Actividades del operador 3 y 4 primera etapa SMED* ..... 139

**Tabla 20** *Actividades para el operador 5 y 6, primera etapa SMED* ..... 140

**Tabla 21** *Check list para separar actividades internas de externas OP1* ..... 144

**Tabla 22** *Check list para separar actividades internas de externas OP2* ..... 145

**Tabla 23** *Check list para separar actividades internas de externas OP3 Y OP4* ..... 146

**Tabla 24** *Check list para separar actividades internas de externas OP5 Y OP6* ..... 147

**Tabla 25** *Convertir actividades internas en externas OP1* ..... 148

**Tabla 26** *Convertir Actividades internas en externas OP2* ..... 148

**Tabla 27** *Convertir Actividades internas en externas OP3 Y OP4* ..... 149

**Tabla 28** *Convertir Actividades internas en externas OP5 y OP6* ..... 149

**Tabla 29** *Actividades a mejorar SMED tercera etapa* ..... 151

---

<b>Tabla 30</b> <i>Tabla de 5 POR QUÉ?</i> .....	156
<b>Tabla 31</b> <i>Estándares LILA levantado para cada proceso estandarizado</i> .....	163
<b>Tabla 32</b> <i>Cuentas tomadas para el cálculo de la MOD</i> .....	169
<b>Tabla 33</b> <i>Cálculo de los costos Unitarios de producción</i> .....	177
<b>Tabla 34</b> <i>Rentabilidad después de las mejoras implementadas</i> .....	179



IMPLEMENTACIÓN DE  
HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING PARA OPTIMIZAR  
LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y  
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN  
UNA EMPRESA PRODUCTORA DE  
ABSORBENTES EN LA CIUDAD DE  
GUAYAQUIL.

Autor(es):

Ing. Ramón Francisco Álava Merchán.

Ing. Adriany Cristóbal Goya Chaguay.

## Resumen

---

La presente implementación se desarrolla en la ciudad de Guayaquil en una empresa dedicada al proceso de fabricación de productos absorbentes, la recopilación de datos e información sirven como punto de partida para determinar la data necesaria que llevará a solucionar las fallas presentadas en cada una de las máquinas, dicha información es tomada desde enero del 2019 hasta mayo del 2021.

La problemática por solucionar será la reducción de paros innecesarios, errores del personal y el alto desperdicio que ocasiona costos elevados de materia prima que se presentan en el área de fabricado de productos absorbentes.

El objetivo de esta implementación es analizar los modos, efectos de fallas y la criticidad en las áreas de trabajos dentro del proceso de fabricación de productos absorbentes para proponer herramientas de mejora continua para evitar y reducir fallas operacionales.

Las herramientas de mejora continua que emplearemos son parte de la metodología Lean Manufacturing con las que podemos entender que:

Para determinar cada una de las condiciones que provocan la baja producción y los altos índices de desperdicios dentro de las áreas de fabricado de productos absorbentes, se realizó un análisis al árbol de pérdidas para determinar cada punto donde se deben implementar herramientas de Lean Manufacturing para eliminar y reducir varias de las condiciones.

Una vez analizado y determinados los puntos críticos a enfocarse, se sugiere un plan de acción en el cual se detalla la implementación de las herramientas como correctivo para cada uno de los hallazgos encontrados, la misma propuesta que se va a hacer tomando en cuenta que algunas labores serán realizadas en conjunto con varias de las áreas ubicadas dentro de la empresa. Adicionalmente se resalta la capacitación continua como

un elemento fundamental que va a permitir crear una cultura de mejora continua para el personal dentro del área.

Finalmente, como principal resultado podremos lograr y alcanzar la mejora continua y a su vez un funcionamiento continuo en el área de fabricación de productos absorbentes, debido a la reducción e incluso desaparición de paradas, fallas operacionales y reducción de niveles de desperdicios gracias a la estandarización de cada proceso y la capacitación del personal.

***Palabras clave:***

Implementación, estandarización, paradas, mejora continua.

## Abstract

---

The present implementation is developed in the city of Guayaquil in a company dedicated to the Manufacturing process of absorbent products, the collection of data and information that serve as a starting point to determine each of the points to focus on is taken since January 2019 until May 2021.

The problem to be solved would be the reduction of unnecessary stoppages, staff errors and the high waste that causes high costs of raw materials that occur in the area of Manufacturing absorbent products.

The objective of this implementation is to analyze the failure modes, effects and criticality in the work areas within the Manufacturing process of absorbent products to propose continuous improvement tools to avoid and reduce operational failures.

The continuous improvement tools that we will use are part of the Lean Manufacturing methodology with which we can understand that:

To determine each of the conditions that cause low production and high waste rates within the Manufacturing areas of absorbent products, an analysis of the loss tree was carried out in order to determine each point where various Lean Manufacturing tools should be implemented. to eliminate and reduce various of the conditions.

Once the critical points to focus on have been analyzed and determined, an action plan is proposed in which the implementation of the tools is detailed as a corrective for each of the findings found, the same proposal that is going to be carried out taking into account that some tasks They will be carried out in conjunction with several of the areas located within the company. In addition, continuous training is highlighted as a fundamental element that will allow the creation of a culture of continuous improvement for the personnel within the area.

Finally, as the main result we will be able to achieve and achieve continuous improvement and, in turn, a long operation in the Manufacturing area of absorbent

products due to the reduction and even disappearance of stops, operational failures and reduction of waste levels thanks to the standardization of each process and staff training.

***Key words:***

*Implementation, standardization, stops, continuous improvement.*

# 1. Introducción

---

En el presente trabajo de implementación se plantea la propuesta de un plan de mejora continua del área de fabricado de absorbentes, partiendo de la identificación de las etapas de los procesos de fabricado que permitan evaluar y establecer las causas y factores que no pueden favorecer o ser un obstáculo para los procesos que se desarrollan en la empresa mediante el análisis del árbol de pérdidas.

Una vez determinado los valores de cada una de las pérdidas se aplica el diagrama de Ishikawa para identificar cada punto que se debe atacar y mejorar durante el proceso para reducir tanto paradas innecesarias, fallas operacionales y altos niveles de desperdicio, estos dieron los siguientes puntos a mejorar:

- Centro de máquinas.
- Parámetros de máquina.
- Cambios de producto/formato.
- Estandarización de cada proceso.

Basándose en lo anterior, se realizó la propuesta de mejora tomando en cuenta el grado del impacto de cada una de las causas para establecer un cronograma de actividades de la implementación de las herramientas y así poder reducir cada parada y falla operacional con la finalidad de establecer un estándar que permita mejorar cada proceso y reducir los niveles de desperdicios en materia prima.

## 2. Determinación del Problema

---

### 2.1 Situación problemática

La empresa de absorbentes donde se va a realizar el análisis y la implementación del proyecto fue fundada en 1935 en Guayaquil-Ecuador, la compañía inicialmente enfocó sus actividades en la comercialización de productos absorbentes con la finalidad de ofrecer productos de calidad a precio competitivo, siempre buscando la excelencia en sus procesos productivos y productos que fabrican, así, durante el transcurso de los años, la empresa ha venido incorporando todo lo que una gran industria debe tener para convertirse en líder de mercado: un equipo de trabajo de primera línea, con el mejor talento tanto nacional como internacional, tecnología de punta y lo más importante, el deseo necesario para asumir el reto de innovar permanentemente el sector, todos los grandes cambios realizados pensando en el cambio, lo ha hecho merecedor de un 30% de participación en el mercado nacional.

Actualmente, la demanda de productos absorbentes, tales como pañales y toallas sanitarias a nivel mundial se ha ido incrementando, sin embargo, existe un aumento continuo e inesperado de los costos de materia prima a nivel mundial, causando un descontrol en el manejo eficiente de los costos de inventario, como en el comportamiento de los precios y el uso del material directo, bajo las circunstancias mencionadas, la empresa debe buscar las estrategias y procesos que permitan reducir los costos primos de producción y disminuir el nivel de desperdicios.

De mantenerse la situación actual, la empresa debe buscar un método para consumir eficientemente sus materias primas, generando el mínimo de desperdicio en sus órdenes de producción, disminuyendo sus costos de producción y aumentando su

margen de ganancia, mediante la estandarización de procesos productivo dentro de la operación para evitar errores humanos como irregularidades, excesos y desperdicios dentro de las actividades, además, es necesario considerar la necesidad de implementar procedimientos estadísticos de control adecuados, lo que permite determinar las desviaciones y tomar las decisiones adecuadas.

## 2.2 Formulación del problema

### 2.2.1 Problema general

¿Es posible implementar herramientas Lean Manufacturing para optimizar los costos primos de producción y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil?

## 2.3 Problemas específicos

- ¿El diagnóstico de la situación actual respecto del costo primo permitirá establecer los procesos que se necesiten estandarizar?
- ¿La implementación de herramientas Lean Manufacturing permitirá reducir el nivel de desperdicios generados en el proceso de fabricación?
- ¿La cuantificación de los beneficios de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing permitirá medir el margen de rentabilidad?

## 2.4 Justificación teórica

Se plantean los siguientes motivos teóricos de por qué esta implementación debe realizarse:

- Con la utilización de las herramientas de Lean Manufacturing se busca erradicar las fallas operacionales que se presentan en el proceso, los cuales se encuentran directamente relacionados por la falta de parámetros y estándares



operacionales; logrando disminuir las paradas innecesarias por la falta de medidas en el área del proceso de fabricado de pañales y mantener la continuidad de la línea de producción.

- Se aplicará conceptos como diagrama de flujo, mapa de procesos y herramientas de mejora continua como: Kanban, Kaizen, 5s, Diagrama de Ishikawa, SMED para reducir tiempos en cambios de formatos.

## 2.5 Justificación práctica

Se plantean los siguientes motivos prácticos que justifican la implementación a realizarse:

- Se podrá identificar las causas principales que ocasionan que falle el proceso y erradicar las fallas que ocasionan.
- Se podrá establecer cuáles son los controles existentes y procedimientos dentro del proceso al contar con los parámetros ya establecidos.
- A través de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing se podrá reducir el nivel de desperdicio al tener un proceso estandarizado.

## 2.6 Objetivos

### 2.6.1 Objetivo general

Implementar herramientas Lean Manufacturing para optimizar los costos primos de producción y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil.

### 2.6.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual respecto al costo primo de producción para la estandarización de procesos de pañales y toallas sanitarias en la empresa.
2. Implementar herramientas Lean Manufacturing para reducir los niveles de desperdicios generados durante el proceso de fabricación de pañales y toallas sanitarias.
3. Cuantificar los beneficios de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing para medir el margen de rentabilidad.

## 3. Marco teórico referencial

---

### 3.1 Marco histórico Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una metodología que se enfoca en la supresión de cualquier tipo de pérdida, consumos de materiales, eficiencia o procesos. El propósito de Lean es plantear mejoras en los procesos por medio del estudio de la cadena de costos, y la utilización de herramientas de calidad e indicadores macros (Rueda, 2007). Él terminó Lean Manufacturing según el sistema de producción Toyota, se conoce como producción esbelta, es decir hacer más con menos cumpliendo con todos los requisitos establecidos por el cliente (Galindo, 2009).

El término Lean Manufacturing y esbelto va a perseguir mejoras en el diseño operacional, así como obtener las mejores ventajas competitivas deseadas y requeridas por el cliente como la calidad del producto, el precio, una mayor velocidad en cada una de las entregas, innovación y flexibilidad, es decir, más económico, más veloz, más ágil, en otras palabras, va a buscar la viabilidad por medio de la identificación y la supresión continua y sistemática de los desechos (Burbano, 2012).

La persecución de una optimización del sistema de fabricación por medio de la supresión del desperdicio, teniendo como desperdicio o despilfarro cada una de las actividades que no aportan costo al producto y por las cuales el comprador no está dispuesto abonar (Rajadell y Sánchez, 2010).

Los principales tipos de desperdicios se clasifican en las siguientes categorías (Ohno, 1988):

- a) Sobreproducción
- b) Tiempos de espera
- c) Transporte

- d) Procesos
- e) Inventario
- f) Movimientos
- g) Defectos

La manufactura esbelta contiene numerosas herramientas que ayudan a remover cada una de las actividades que no le añaden costo al producto, servicios o procesos, reduciendo los desperdicios y mejorando los procesos para poder optimizar el valor de cada operación y eliminar lo que no se requiere (Pineda, 2014).

Luego de revisar lo que describe cada uno de los autores mencionado en los párrafos anteriores, podemos determinar las principales herramientas de Lean Manufacturing.

### Figura 1

#### *Principales Herramientas de Lean Manufacturing*



**Nota:** Las principales herramientas de Lean Manufacturing. Extraído de:

<https://todoproyectos.com/2020/08/07/las-25-herramientas-Lean/> (Burbano, 2012)

Si se deseaba un auto en 1990 se debía ir con un artesano experto en el área, este debía ser una persona con un amplio conocimiento para poder edificar o componer un auto, considerando las necesidades y especificaciones del comprador, cada uno de los requisitos que deseaba el cliente demandaba mucho tiempo, puesto que se debían hacer

pruebas y modificaciones continuas hasta lograr lo demandado por el cliente, para así poder satisfacer sus necesidades (Dennis y Pascal, 2002).

El sistema artesanal contaba solo con artesanos con capacidades en diseño, y ensamble, dichos artesanos usaban de modo general cada maquinaria, es decir, cada una de ellas se utilizaba para formar una gran variedad de actividades, si bien es cierto esta producción podría ser un buen método, ya que un solo operador generaba todo el trabajo; pero tenía sus desventajas como la generación de un bajo volumen a costos elevados, debido a esto Henry Ford y Fred Winslow Taylor trabajaron de manera exhaustiva en estas desventajas, para dar paso al sistema conocido como producción de masa (Dennis y Pascal, 2002).

El sistema de Taylor se enfoca en la separación de la planeación y la producción, las nuevas técnicas implementadas por los ingenieros industriales lograban hacer el trabajo de una manera más eficiente, mediante el estudio de tiempos y movimientos, gracias a estas innovaciones se pudo lograr estandarizar el trabajo, identificando la mejor práctica para así reducir el tiempo operativo de cada una de las actividades, generando un mejoramiento continuo de los procesos a través del análisis y la medición (Galindo, 2009).

## 3.2 Antecedentes Internacionales

El estudio realizado por (Gómez, O, 2013) denominado, “Mejoramiento del sistema productivo de la empresa de calzado Beatriz de Vargas”, cuyo objetivo fue dar a conocer las mejoras implementadas en la empresa, desarrolladas con base en un previo diagnóstico en el área de producción, determinando los procesos y actividades que deben mejorar, mediante la definición de las funciones, la redistribución de planta, el control de inventarios, la reducción de los despilfarros, la aplicación de la metodología 5S, entre otros. El resultado establecido se pudo observar al mejorar las condiciones en

el área de trabajo, teniendo un control en el nivel de los inventarios y al crear una cultura de mejoramiento continuo dentro de la empresa.

Araníbar, (2016) realizó una indagación en la empresa Abrasivos S.A., dedicada a la fabricación de abrasivos flexibles, cuyo fin fue la implementación del Lean Manufacturing para la optimización de la productividad en una compañía manufacturera. La implementación de la herramienta aplicada fue Kanban en el departamento de servicio técnico, logrando determinar que la aplicación de la herramienta ayudó a la organización aumentar la productividad en un 100%, logrando duplicar el flujo productivo en la fase inicial asegurando y reduciendo los costos productivos.

Aguirre, (2014) realizó una indagación sobre la implementación del Lean Manufacturing en las Pymes de Medellín con el fin de mejorar la productividad, el objetivo de la investigación fue evidenciar como la teoría Lean Manufacturing está presente como solución en las tácticas organizacionales, debido a que es una metodología para solucionar los inconvenientes de cara a la supresión de desechos primordialmente en el eslabón de la cadena de abastecimiento. Para la muestra de estudio se utilizó una microempresa de dulces de leche, la cual permitió realizar la recreación de tres escenarios, para esto se aplicaron herramientas como TOC, Andon y TPM mediante la simulación de un software, dando como resultado que la aplicación de dichas herramientas de Lean Manufacturing para reducir los tiempos de espera, los defectos y aumentar la eficiencia en máquina dieron un mayor índice de mejora al combinar las tres herramientas, que cuando se realizaron los escenarios de manera individual.

Campos, (2016) realizó su tesis en una empresa de costura, la cual no indica su nombre, donde el objetivo principal fue la reducción de los costos generados por No conformidades que no agregan valor al producto durante el proceso mediante la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, el estudio evidenció que los recursos mal utilizados y el alto índice de reprocesos eran el principal problema considerado como el desperdicio del proceso productivo, al no contar con una estandarización del método de trabajo, y un sistema de calidad dedicado al control y no

al aseguramiento de la calidad en el proceso, y a la constante negación del personal operativo al no querer tener un mejoramiento en sus actividades, llevó a tomar como solución primordial la estandarización, y la creación de técnica de mejora continua como un Poka Yoke cuya finalidad resultó en la corrección de errores inadvertidos en los procesos de producción y la corrección del mismo, adicional la implementación de dicha herramienta permitió la reducción de los costos generados por sobretiempos del personal de calidad y la eliminación de las concesiones, la disminución de los índices de reprocesos y la mejora de la eficiencia operativa.

### 3.3 Antecedentes nacionales

(Alarcón, 2014.) realizó una indagación sobre la implementación de las herramientas OEE (Overall Equipment Effectiveness) y SMED (Single Minute Exchange of Die), usadas como técnicas para la medición de la productividad, la investigación fue llevada a cabo en el área de termoformado de la empresa Plásticos del litoral, donde se hizo un enfoque primordial en la medición de la productividad y que método se debe usar, mediante la implementación de KPI adecuado y un análisis de las paradas para demostrar las principales pérdidas que generan que la máquina no trabaje al 100% de su capacidad, y una vez determinado poder reducir el impacto que se genera al no tener un control, usando la herramienta denominada SMED para reducir los costos de producción.

### 3.4 Bases teóricas

#### 3.4.1 Lean Manufacturing

Rajadell y Sánchez, (2010) definen el Lean Manufacturing como: “La búsqueda de una optimización del sistema de fabricación por medio de la supresión del desperdicio, lleva a reducir cada una de las actividades que no aportan costo al producto y por las cuales el comprador no está dispuesto abonar”, Cuya finalidad tiene como objetivo manejar el

proceso productivo mediante la demanda de los consumidores, al menor costo posible, eliminando todo tipo de variación que genere desperdicio, la velocidad de respuesta que tenga ante la demanda generada y la flexibilidad, así como la calidad requerida desde el inicio de la fase, sin una generación de retrabajo.

El sistema Lean Manufacturing mejor conocido como manufactura esbelta, más conocida como sistema Lean Manufacturing, consiste en un conjunto de herramientas que permitan identificar y eliminar los desperdicios, actividades que no generan valor a la operación mediante la ayuda del equipo de trabajo (Mantilla Celis y Sánchez García, 2012).

### 3.5 Principios Lean Manufacturing

Según Womack y Jones (2003) determinan que existen 5 principios para la filosofía Lean Manufacturing:

**Cadena de valor en función del cliente:** Se debe especificar con precisión el valor desde el punto de vista del cliente para los productos y los servicios.

**Identificar la corriente del valor:** Identificar la cadena de valor para los productos y servicios y remover los desperdicios a lo largo de la cadena de valor.

**Crear flujo:** Hacer que los productos y servicios fluyan sin interrupción a través de la cadena de valor.

**Velocidad del cliente:** Autorizar producción de productos y servicios basados en sistema PULL como consecuencia de la demanda de los clientes.

**Mejora continua:** Búsqueda de la perfección mediante la remoción constante de capas de desperdicios.



## 3.6 Principios Lean Manufacturing

Los problemas que limitan a la manufactura esbelta son los términos conocidos como las 3 Mu: Socconini, (2008) MURI (Trabajo pesado), MURA (Irregularidad) y MUDA (Desperdicio)". En la siguiente Figura 2, se observa a modo de ejemplo los 3 tipos de factores que afectan la productividad de una empresa en el proceso.

**Figura 2**

*Factores que afectan a la productividad*



**Nota:** los tres tipos de factores que afectan a la productividad en una empresa, extraído de <https://leansherpa.es/muda-mura-muri-toyota/> (Socconini, 2008).

- Muri

Esto ocurre cuando los operadores y/o máquinas necesitan fabricar productos que exceden sus límites o capacidades naturales.

- Mura

Se refiere a la heterogeneidad debida a los insumos del proceso, como materias primas, especificaciones, capacitación, habilidades, métodos y condiciones de operación del

equipo, lo que conduce a la heterogeneidad de la mayoría de los procesos, lo que resulta en la creación de productos y servicios que también son heterogéneos, es decir, exhiben variabilidad.

- Muda

Esto es cualquier cosa que consume recursos y no agrega valor al cliente o al proceso. Cualquier acción considerada fútil o innecesaria.

### 3.7 Clasificación de los desperdicios (Muda)

Rajadell y Sánchez, (2010) Existen diferentes tipos de desperdicios en un proceso pueden ser categorizados en las siguientes categorías. Estos desperdicios reducen la eficiencia de la producción, calidad de trabajo, así como incrementa el tiempo de entrega de la producción (ver Figura 3).

**Sobreproducción:** los desechos debido a la sobreproducción es el resultado de producir más de lo requerido o invertir en equipos con más capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio grave, ya que no contribuye a la mejora porque todo parece estar funcionando bien. Además, la sobreproducción significa una pérdida de tiempo en la producción de un producto innecesario, lo que obviamente es un desperdicio de materias primas, lo que resulta en un aumento de los niveles de transporte y almacenamiento. En muchos casos, la causa de este tipo de desperdicios es la maquinaria sobre eficiente. Los operadores, preocupados por la desaceleración de la producción, están utilizando el exceso de capacidad para producir materias primas en exceso (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Espera:** El tiempo de espera desperdiciado es tiempo perdido debido a un proceso o flujo de trabajo ineficiente. Los procesos mal diseñados pueden dejar a algunos operadores desempleados mientras que otros trabajan demasiado. Por lo tanto, es necesario investigar a fondo cómo reducir o eliminar la pérdida de tiempo en el proceso de producción (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Transporte:** Los residuos del transporte son el resultado de la manipulación o eliminación innecesaria de materiales. Las máquinas y las líneas de producción deben estar lo más cerca posible entre sí, y los materiales deben fluir directamente de una estación de trabajo a otra sin esperar en la fila del almacén. En este sentido, es importante optimizar la ubicación de las máquinas y las rutas de los proveedores. Además, cuanto más frecuentemente se manipulan los artículos, más fácilmente se dañan (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Sobre procesamiento:** incluye cualquier actividad que aumente el costo o el tiempo de producción, como aplicar más sellador del requerido, colocar puntos o soldaduras donde no se necesitan, pintar áreas innecesarias, instalar componentes innecesarios, requisitos excesivos de pruebas de rendimiento. Se requiere para el cliente, incluido el suministro de más materiales de los necesarios (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Inventario:** el desperdicio de inventario es el resultado de tener más inventario del necesario para satisfacer sus necesidades inmediatas. El hecho de que el material se acumule antes y después del proceso demuestra que el flujo de producción no es continuo. El acaparamiento ayuda a ocultar problemas, pero nunca los resuelve (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Defectos:** El error por desperdicio es uno de los factores más aceptados en la industria, aunque representa una gran pérdida de productividad, ya que implica un trabajo extra que se tiene que hacer debido a un proceso de fabricación ineficiente hecho correctamente a la primera. Los procesos de fabricación deben estar libres de errores para producir un producto terminado de la calidad requerida, eliminando la necesidad de reelaboración o pruebas adicionales como resultado de detener el problema, no eliminarlo (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Movimiento Innecesario:** Cualquier desperdicio de movimientos que los trabajadores tienen que hacer en sus puestos de trabajo se conoce como movimiento innecesario, como moverse mientras busca herramientas, trabajar con procesos de cambio (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Recursos Humanos mal - utilizados:** Esta es la práctica de no utilizar los conocimientos o habilidades de las personas. Por falta de formación, haciendo que pierdan tiempo, oportunidades de mejora para otras cosas. Lean Manufacturing propone garantizar un flujo de información de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba (Rajadell y Sánchez, 2010).

**Figura 3**

*Clasificación de los desperdicios*



**Nota:** siete tipos de desperdicios de Lean. Extraída de

<http://ingenieriaylean.blogspot.com/2014/09/7-desperdicios-o-mudas.html> (Rajadell y

Sánchez, 2010)

## 3.8 Productividad

La productividad es el arte de conseguir con los mismos recursos más objetivos, para ello es conveniente implementar políticas innovadoras y trazar objetivos reales y alcanzables. Esto exige una coordinación entre las virtudes de esfuerzo, dado que es una constante lucha por lograr mejorar o elevar la productividad mediante métodos. También es tener paciencia porque los resultados no siempre se dan rápido. También es considerado como una suma de esfuerzos para llegar a una meta (LAKATOS, 1983).

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

## 3.9 Productividad total

La productividad total es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores de insumos. Así, la medida de productividad total refleja el impacto conjunto de todos los insumos al fabricar productos (LAKATOS, 1983).

## 3.10 Productividad parcial

La productividad parcial es la relación entre la cantidad producida y un tipo de costo. Por ejemplo, la productividad laboral (la relación entre la producción y la mano de obra) (LAKATOS, 1983).

## 3.11 Merma

Espinoza, (2016) se refiere a la pérdida física, en el volumen, peso o cantidad de las existencias, ocasionada por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo. Obsérvese que en este supuesto lo preponderante es que las pérdidas obedecen a un cambio de orden cuantitativo (volumen, peso o cantidad) en las condiciones físicas de

las existencias generadas por las características propias del bien o aquellas originadas durante un proceso productivo.

### 3.12 Herramientas del Lean Manufacturing

Para el cumplimiento de los principios de Lean Manufacturing, se han desarrollado varias herramientas para definir, ajustar y optimizar el proceso de producción, entre las más conocidas:

- Las 5 S's
- Kanban
- Just in Time (Justo a Tiempo).
- Cambio rápido de molde (SMED).
- Control autónomo de los defectos: Jidoka.
- Control visual (Sistema Andon).
- Dispositivos para prevenir errores: Poka Yoke.
- Kaizen (Mejora continua).
- Estandarización de las operaciones.
- Mantenimiento productivo total (TPM).

### 3.13 Paradas de máquina

Un parámetro importante que afecta al índice de efectividad global del equipo (OEE) es la pérdida del rendimiento de la máquina. El mayor porcentaje de pérdida se deben a pequeñas paradas, estas ocasionan la reducen el funcionamiento normal, pérdida de velocidad, flujo continuo de producción y la calidad del producto. Se dice que el 10% de las pequeñas paradas son por fallos de los operarios que no obedecen a los procedimientos estándares de trabajo debidamente establecidos. El porcentaje aumenta en aquellas empresas donde los operarios colaboran con el mantenimiento,

ignorando los procesos estándares de limpieza, lubricación, montaje de herramientas, ajustes, realizando la tarea con métodos propios y que no están acorde a los estándares de trabajo (Alarcón, 2014.)

### 3.14 Efecto de las pequeñas paradas

A continuación, se detallan varias problemáticas causadas por pequeñas paradas:

- Pérdida de productividad
- Impredecible, por ello se acondiciona un operario para vigilar el funcionamiento del equipo por zonas. Si esto no se realiza podría darse que pare la máquina por diversos motivos y el arranque de máquina tarde demasiado.
- Cuando se presenta una pequeña parada en la máquina, raramente se desconecta la energía del resto de los equipos, funcionando en vacío consumiendo energía.
- Las paradas pequeñas ocasionan problemas de calidad en el producto presentando producto que no cumple con las especificaciones requeridas por el cliente (No conforme).

La similitud entre las pequeñas paradas y las averías son que ambas paran la máquina y la diferencia está en:

- Las pequeñas paradas se presentan usualmente por la variabilidad en el trabajo del personal operario, en métodos de trabajo, materiales y máquinas. Su efecto en la producción es la disminución drástica de la producción.
- Sin embargo, las averías van a ser las que están asociadas a la pérdida de funcionalidad y vida útil del equipo y sus elementos. Para corregir estas es necesario reparar y esto implica tiempo, materiales mano de obra especializada y otros costos.

### 3.15 Efecto de las pequeñas paradas

Ponce, (2017) OEE es una medida del rendimiento de los equipos industriales y se utiliza como una herramienta importante en una cultura de mejora continua. Su abreviatura corresponde al término inglés "Overall Equipment Efficiency" o "Global Manufacturing Equipment Efficiency". OEE es una herramienta que puede mostrar la eficiencia real de cualquier proceso de fabricación como un porcentaje. Este es un factor clave que le permite identificar y eliminar cualquier ineficiencia que surja en el proceso de producción

### 3.16 Costos

Son los costos económicos que representan la producción de un producto o la prestación de un servicio. Para determinar el costo de producción, puede establecer el precio de venta de los productos (MOLINA, 2007).

### 3.17 Costos de Producción

Es el conjunto de costos necesarios para producir un bien o servicio, e incluye la inversión que debe realizar una empresa para operar y producir los bienes o servicios que comercializa (MOLINA, 2007).

### 3.18 Tipos de Costos de Producción

A continuación, se detallan los tipos de costos de producción:

**Costos Fijos:** Estos son costos que siempre deben pagarse dentro de un período de tiempo determinado, ya sea que la producción aumente o disminuya, por ejemplo, alquiler, salarios del personal, tarifas de servicio, etc. (MOLINA, 2007).



**Costos Variables:** Estos se convierten en costos que cambian con el aumento o disminución de la producción, lo que significa que dependen del nivel de producción de la empresa, generalmente mano de obra y materiales (MOLINA, 2007).

**Costo Total:** costos fijos + costos variables (MOLINA, 2007).

$$CT = CF + CV$$

**Ecuación 1.** Cálculo del Costo Total.

- **Costo Unitario:** Viene a ser lo que cuesta producir una unidad. En el caso de estudio por ejemplo el costo de producir un pañal. Para su cálculo se considera los costos fijos y costos variables (MOLINA, 2007).

$$CU = \frac{COSTO\ TOTAL}{CANTIDAD\ UNIDADES\ PRODUCIDAS}$$

**Ecuación 2.** Cálculo del Costo Unitario

## 4. Materiales y metodología

### 4.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, se basó fundamentalmente en los hallazgos encontrados en el análisis de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto relacionado con las herramientas de Lean Manufacturing, para posteriormente establecerse una relación de causa-efecto entre la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing y el propósito de aumentar la productividad y reducir el costo de la materia prima.

## 4.2 Nivel de investigación

Con base en la presente indagación y por las características reunida, se clasificó como una investigación de alcance descriptivo- correlacional.

**Descriptivo:** Se describió la situación actual de los procesos productivos en la presente investigación, dando como resultado la descripción de las posibles fallas o deficiencias que ocurren para su posterior mejora en el proceso.

**Correlacional:** Se observó el comportamiento de las variables de productividad que afectan en el aumento de la capacidad y los costos de materia prima en la fabricación de pañales y toallas sanitarias.

## 4.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue del tipo experimental debido al previo diagnóstico global del proceso de producción, donde se tomará un punto referencial de la situación actual del área de producción de la empresa de pañales y toallas sanitarias; para luego determinar la(s) herramientas de Lean Manufacturing a utilizar con el fin de mejorar la productividad, como se describió en el objetivo general de la investigación. Consecuentemente, con la aplicación de la(s) herramientas de Lean Manufacturing se estimuló el proceso de producción donde se obtendrá una productividad mejorada.

## 4.4 Método de investigación

**Método analítico:** “Consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, naturaleza y los efectos.” (Cabeza, Naranjo, & Torres, 2018).

**Método analítico sintético:** Consiste en examinar, descomponer o estudiar minuciosamente una cosa. Por tanto, el método analítico comienza con el todo de un fenómeno, revisando parte por parte (descomposición o separación del todo), comprendiendo su funcionamiento y su relación intrínseca, complementándose con la parte sintética y luego se integran esas partes para estudiarlas de manera holística e integral (síntesis). (LAKATOS, 1983)

## 4.5 Determinación de la muestra

### 4.5.1 Población.

La población de estudio está compuesta por todas las órdenes de producción del año 2019, 2020, 2021 y los primeros 6 meses del año 2022 en la empresa fabricante de productos absorbentes; el número de órdenes suman alrededor de 1500 órdenes, que comprenden a pedidos alrededor de 120 millones de unidades.

### 4.5.2 Muestra.

La muestra va a estar comprendida por las órdenes de producción comprendida entre los meses de mayo 2021 hasta junio 2022; que suman un total de 770 órdenes de producción, el lote mínimo de cada orden es de 10000 unidades por cada presentación de producto absorbentes, de manera que la muestra sea lo suficientemente grande para poder realizar el análisis correspondiente a los resultados de la mejora aplicada.

### 4.5.3 Técnicas e instrumentos

### 4.5.4 Entrevistas.

Fue necesario pedir la respectiva información clave a las fuentes de información (Técnico de procesos, operadores líderes y jefe de planta) acerca de aspectos generales de la

máquina para tener un amplio conocimiento del panorama global. Para esta técnica de recolección se debe tener en cuenta entrevistas cortas que determinen mi factor a resolver(problema), realizar fichas o un informe técnico sobre los puntos bien estructurados para tener un punto de partida y por último se procederá a realizar sesiones individuales y grupales con los expertos luego de realizar el informe técnico para poder sacar conclusiones.

#### 4.5.5 Observación.

Se pidió observar de manera directa todo el proceso productivo desde el ámbito operacional. Las observaciones por realizar fueron de manera colectivas, donde se reúne y forma un equipo para tratar de observar los diferentes aspectos para realizar una observación más ágil, una observación estructurada va a realizar aspectos que darán una guía o base para determinar la secuencia lógica.

#### 4.5.6 Documento existente.

Se debe pedir documentos tales como: diagramas de procesos, SIPOC, manuales operativos, documentos generados para la toma de decisiones, etc., tanto en formato digital como físico.

### 4.6 Instrumentos.

#### 4.6.1 Check List.

Herramienta aplicada para la recolección de información, planteándose un grupo de preguntas con la finalidad de encontrar las causas que ocasionan los problemas. Adicional se utilizó cámaras, reportes, cartas de control, entre otros.

## 4.7 Hipótesis y variables

### **Hipótesis general:**

La implementación de herramientas Lean Manufacturing permite optimizar los costos de materia prima y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil.

	Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
<b>Variable Independiente</b>	Implementación de herramientas Lean Manufacturing	Es la ejecución o puesta en marcha de una idea programada.	La implementación de herramientas que permitan reducir tanto fallas operacionales como costos operativos al tener cada proceso controlado.	Smed – Kaizen - 5s – PHVA - Poka-Yoke - VSM.	% de Implementación= N° de Herramientas Implementadas /N° de herramientas Identificadas
<b>Variable Dependiente</b>	Optimizar costo primo de producción.  Productividad	Es conseguir que algo llegue a la situación óptima o dé los mejores resultados posibles.  Es la relación entre la cantidad de productos obtenidos y los medios que han sido utilizado para producirlos	Optimizar los procesos y costos primos de producción permitirá generar un margen de rentabilidad para la empresa.  Mejorar la productividad en la planta permitirá aumentar la capacidad de la planta.	Control de variable de procesos. Especificaciones del producto.  Tiempo- velocidad- calidad.	Desv.Co= (Costo primo de producción real -Costos primo de producción STD de) / (Costos primo de producción STD)  TVC= Velocidad *Calidad*Tiempo

Hipótesis específicas:

1. El diagnóstico de la situación actual respecto del costo primo permite establecer los procesos que se necesiten estandarizar.

	Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
Variable Independiente	Diagnóstico	Es el análisis que se va a realizar en la empresa para determinar la situación actual de todo el proceso productivo para determinar los puntos a optimizar.	Es el análisis del impacto tanto económico como en tiempo operativo que tienen los costos y el uso materia prima en todo el proceso de fabricación de absorbentes	Costo de primo producción	<b>Desv.Co=</b> (Costo primo de producción real -Costos primo de producción STD) / (Costos primo de producción STD)
Variable dependiente	Procesos por Estandarizar	La estandarización es el proceso mediante el cual una serie de procesos se ajustan o se adecúan a un estándar.	La importancia de la estandarización en el proceso de fabricación de productos absorbentes va a ayudar al personal caer en temas de fallas operacionales en el día a día.	Estándares materias prima.  Estándares de tiempos  Nivel de desperdicios	<b>% Procesos a estandarizar =</b> (N° de proceso a estandarizar) / (N° Total de procesos)

2. La implementación de herramientas Lean Manufacturing permite reducir el nivel de desperdicios generados en el proceso de fabricación.

	Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
Variable Independiente	Herramientas Lean Manufacturing	Es la ejecución o puesta en marcha de una idea programada.	La implementación de herramientas que permitan reducir tanto fallas operacionales como costos operativos al tener cada proceso controlado.	Smed - Kaizen. 5s - PHVA. Poka-Yoke. VSM.	<b>% de Implementación</b> = N° de Herramientas Implementadas /N° de herramientas Identificadas
Variable Dependiente	Reducir el nivel del desperdicio.	Se refiere tanto al material perdido como a la ejecución de trabajo innecesario.	El impacto de controlar y reducir el nivel de desperdicio en toda empresa va a ayudar a la aportación de ganancias económicas a largo plazo.	Nivel de desperdicios  Costos de producción  Gastos operacionales.	<b>% Desperdicio</b> = Cantidad de desperdicios /Cantidad de Unidades Fabricadas



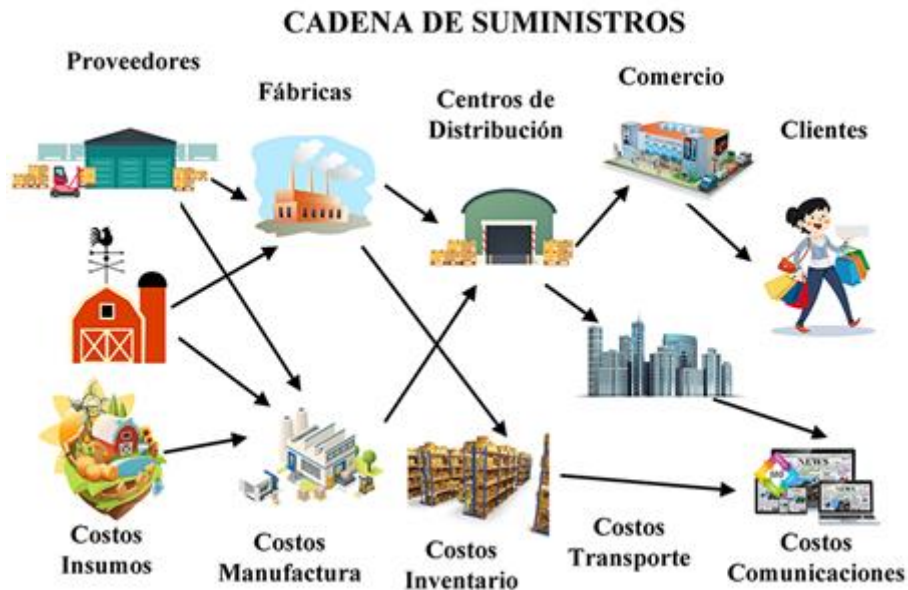
3. La cuantificación de los beneficios de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing permite medir el margen de rentabilidad.

	Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
Variable Independiente	Cuantificar los beneficios	Expresar mediante números aspectos cualitativos de la realidad.	En la empresa la importancia de cuantificar los resultados obtenidos después de una implementación ayuda a ver qué tan factible resultó el proyecto.	Ingresos Costo de ventas Gastos operacionales	<b>Beneficio</b> = Ingresos / Gastos Operativos
Variable Dependiente	Rentabilidad	La rentabilidad hace referencia a los beneficios que se han obtenido o se pueden obtener de una inversión.	Toda empresa al final del año o al final de una implementación de un proyecto debe revisar si todo lo realizado le generó una pequeña ganancia o si fue un fracaso total.	Costos de producción. Precio del producto. Margen de utilidad.	<b>%Rentabilidad</b> = (Costo STD– Costo Real) * Unidades Producidas

## 4.8 Descripción de la empresa.

La empresa de absorbentes donde realizó el análisis y la implementación del proyecto fue fundada en 1935 en Guayaquil-Ecuador, la compañía inicialmente enfocó sus actividades en la comercialización de productos absorbentes con la finalidad de ofrecer productos de calidad a precio competitivo, siempre buscando la excelencia en sus procesos productivos y productos que fabrican, así, durante el transcurso de los años, la empresa ha venido incorporando todo lo que una gran industria debe tener para convertirse en líder de mercado: un equipo de trabajo de primera línea, con el mejor talento tanto nacional como internacional, tecnología de punta y lo más importante, el deseo necesario para asumir el reto de innovar permanentemente el sector, todos los grandes cambios realizados pensando en el cambio, lo ha hecho merecedor de un 30% de participación en el mercado nacional.

Todo proceso inicia desde la recepción del pedido del cliente hasta que el producto final llegue al usuario final, la empresa determina los procesos y detalla cada uno de los costos que asume para que el cliente reciba lo que pidió, se puede tomar como referencia la Figura 4.

**Figura 4***Cadena de suministro*

**Nota:** Proceso de la cadena de suministro, extraído de

<https://stakeholders.com.pe/informes/rse-y-proveedores-clave-en-la-cadena-de-suministro/>

(Minaya, Marco, 2014)

Las actividades en la planta productiva inician desde el momento que ingresa una orden de trabajo en la bandeja del planificador de la producción, este se encarga de estimar un tiempo de entrega para iniciar la producción y finalmente realizar la entrega e instalación de los productos. En determinados casos cuando ingresa una postventa el proceso reinicia en la planificación y pasa todo el ciclo si fuera necesario fabricar un producto o parte de este para solucionar la postventa

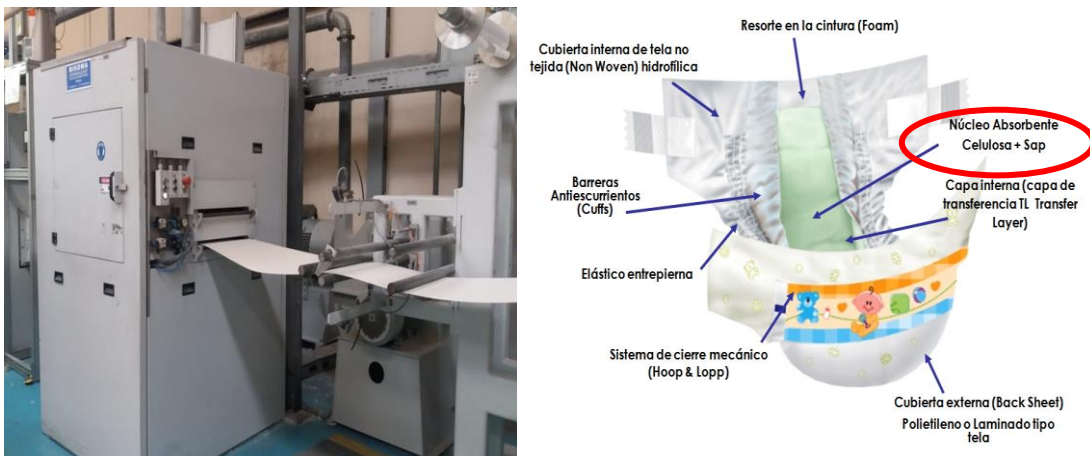
El área de absorbentes cuenta con dos líneas de productos a lo largo de su planta productiva, estos son; pañales y toallas sanitarias mismo que cuenta con máquinas que realizan el respectivo ensamble a través de estaciones acopladas a la misma, estas son:

## 4.9 Desfibrador.

Proceso donde comienza el ensamblado entre la pulpa y el super absorbente que serán aquellos que permitan que el líquido se mantenga dentro del pañal o la toalla, en la Figura 5 se observa que parte forma.

**Figura 5**

*Estación del desfibrador*



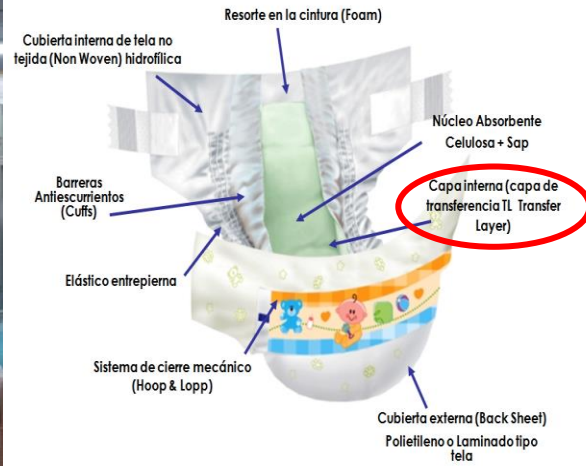
**Nota:** Estación de desfibrado la pulpa y unión con el super absorbente.

## 4.10 Formación.

Sección donde se comienza a ensamblar los materiales que ingresaron a la sección de desfibrarían para permitir el respectivo armado del colchón del pañal o la toalla sanitaria en la Figura 6 se presenta lo señalado.

**Figura 6**

*Estación de Formación*



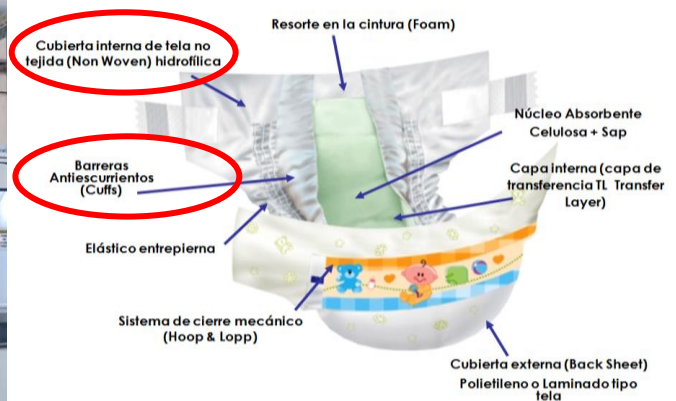
**Nota:** En esta área se arma el colchón del pañal.

## 4.11 Construcción Inicial.

Inicia el proceso de ensamblado de las piezas necesarias para dar la forma al pañal y las toallas sanitarias.

**Figura 7**

*Estación construcción Inicial*



**Nota:** La gráfica muestra la estación de construcción donde se ensambla el pañal con la cinta.

## 4.12 Construcción Final.

Se unen parte de la presentación final del pañal y las toallas sanitarias, el empaque, parte del elástico pierna.

**Figura 8**

*Estación de construcción Final*



**Nota.** En esta área se termina de armar el pañal.

## 4.13 Stacker y Bagger

Sección donde se ensambla la envoltura del pañal o la toalla sanitaria y se ubica según el conteo en cada paquete, ver Figura 9.

**Figura 9**

*Ilustración de un pañal envuelto*



**Nota:** Paquete de pañal, Planta Absorbentes.

## 4.14 Estructura organizacional.

La unidad de negocio de la organización se encuentra encabezada por el gerente general, el cual tiene como soporte al área de dirección técnica, encargada de las normativas legales, regulaciones del estado y los permisos necesarios para la operación; también se encuentra el área de soporte de investigación y desarrollo la cual se encarga de la formulación, diseño y desarrollo de los productos según las especificaciones solicitadas. En el segundo nivel se encuentran las jefaturas de producción, aseguramiento de calidad, control de calidad y mantenimiento, los cuales cuentan con supervisores en un tercer nivel y en cuarto nivel los operarios, auxiliares, analista y técnicos (Ver Figura 10).

**Figura 10**

*Estructura Organizacional*



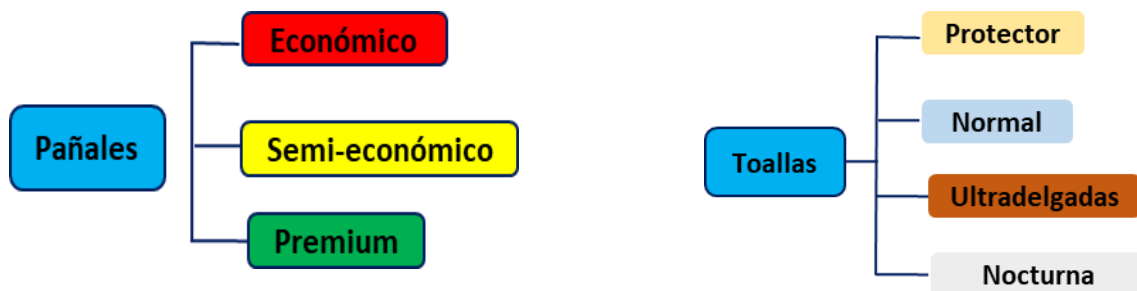
**Nota:** Estructura organizacional de la planta absorbente.

## 4.15 Tipología de productos en la planta de absorbentes.

En el área de pañales se fabrican al alrededor de 60 códigos o SKU; los cuales están clasificados en 3 categorías agrupadas de acuerdo con el grado de absorción, la cantidad de mano de obra necesaria y la similitud de los materiales de empaques utilizados. En el área de toallas sanitarias se fabrican alrededor de 20 códigos o SKU; los cuales están clasificados en 4 categorías, a continuación, se detalla cada una de estas categorías (Ver Figura 11).

**Figura 11**

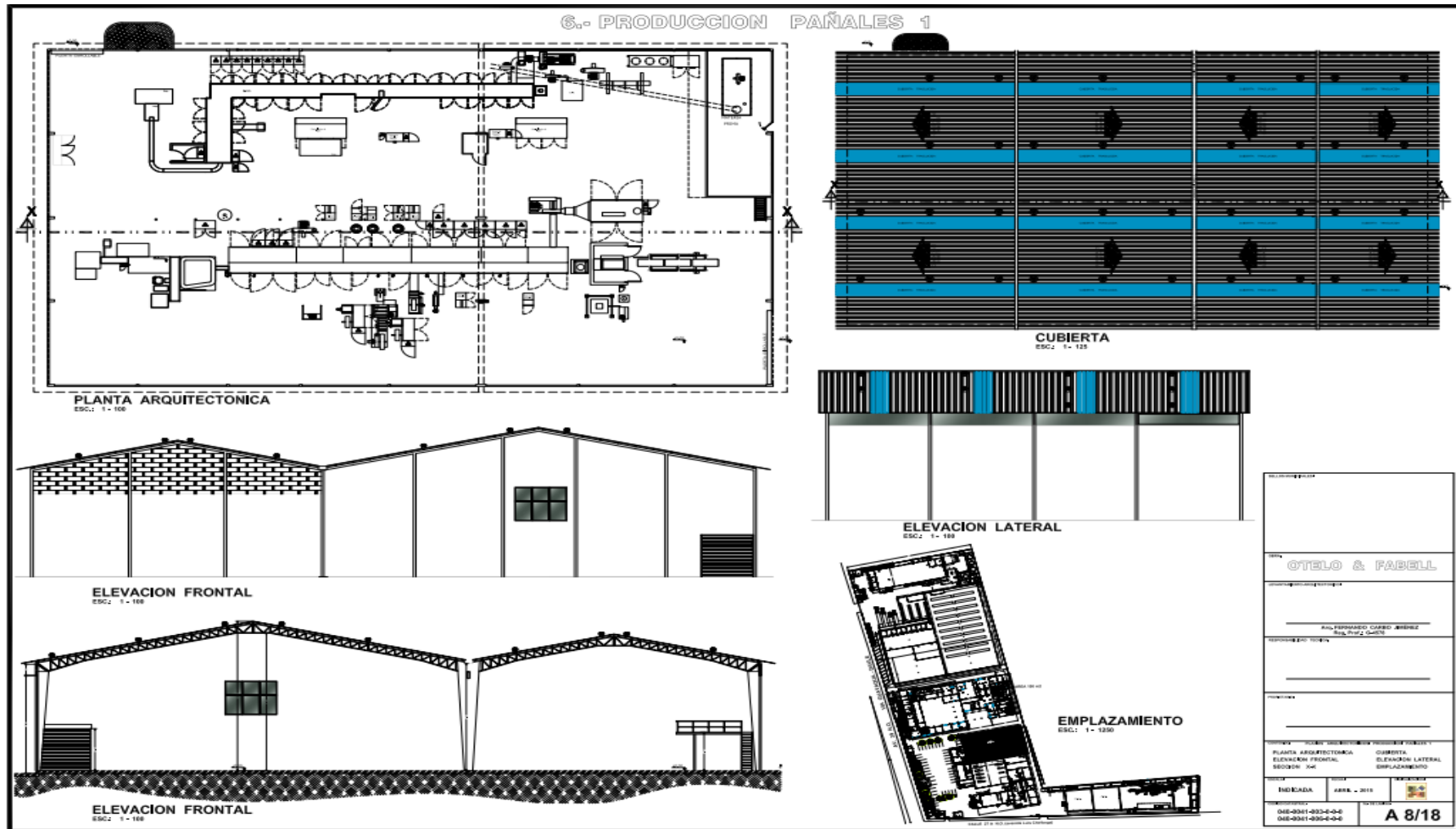
*Tipologías de producto*



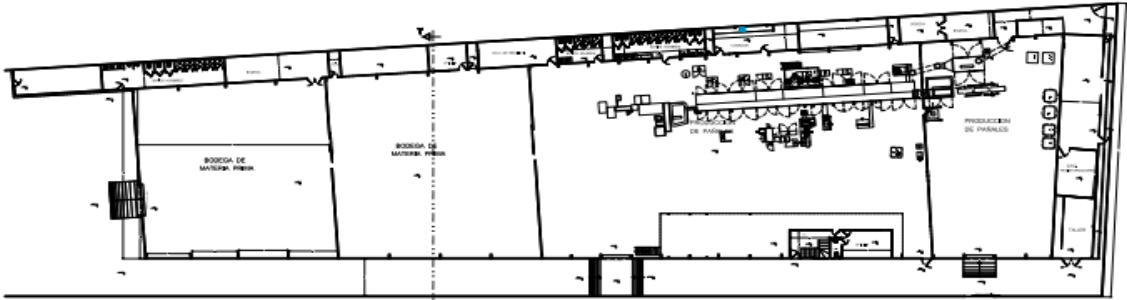
**Nota:** Tipología de producto de Planta Absorbente.



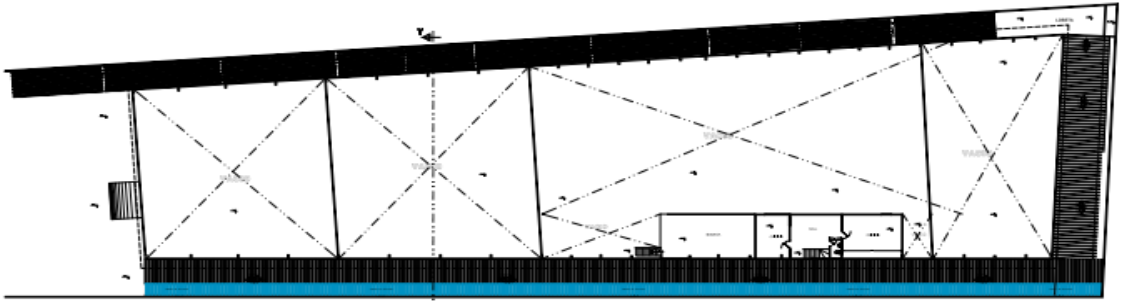
### 4.16 Lay out del área del proceso de Fabricado de productos absorbentes.



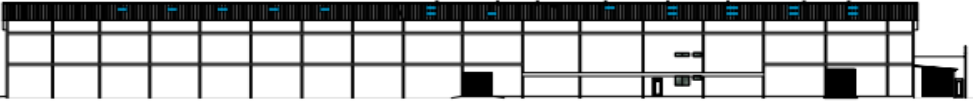
7.- BODEGA MATERIA PRIMA y PRODUCCION PAÑALES 2



PLANTA BAJA  
ESC: 1 - 200



PLANTA ALTA  
ESC: 1 - 200



ELEVACION LATERAL  
ESC: 1 - 200

OTELLO & FABELL	
Ing. FERMANDO CABO JIMENEZ Ing. PABLO GARCIA	
PLANTA BAJA ELEVACION LATERAL PLANTA ALTA	
INDICADA	AREA - 2018
048-0041-0334-0-0-0	048-0041-0334-0-0-0
<b>A 9/18</b>	



## 4.18 Datos del análisis de los costos primos

Se toma como referencia la base de datos de las desviaciones de órdenes de producción, dentro de esta base de datos se tiene las órdenes de semielaborado, los valores están tomados desde noviembre del 2020 hasta diciembre 2021 como análisis de la situación actual, desde esta fecha hacia delante corresponde al desarrollo de proyecto como tal.

## 4.19 Órdenes de semielaborado:

Son órdenes de fabricación de pañal de manera unitaria, donde no se involucra el material de empaque. Los materiales que comprenden a este análisis son los siguientes:

**Tabla 1.**

*Tabla de materiales utilizados en la fabricación de semielaborado absorbente.*

N°	MATERIAL PAÑALES	MATERIAL PROTECTORES DIARIOS	TOALLAS SANITARIAS
1	ADL	GOMA CONSTRUCCION	ADL
2	CINTA EMBALAJE	GOMA DE POSICIONAMIENTO	GOMA CONSTRUCCION
3	CINTA MONOLAYER	PAPEL SILICONADO	GOMA DE POSICIONAMIENTO
4	ELASTICOS B-SERIES	POLIETILENO	PAPEL SILICONADO
5	FLEXEAR	PULPA	POLIETILENO
6	FRAGANCIA	TELA NO TEJIDA	PULPA
7	FRONTAL		S.A.P INTIMA
8	FUNDA		TELA NO TEJIDA
9	GOMA CONSTRUCCION		
10	GOMA PARA ELASTICO		
11	POLY TEXTURIZADO		
12	PULPA		
13	S.A. P		
14	SEMIELABORADO		
15	SPANDEX		
16	STRECH FILM		
17	TELA BARRERA		
18	TELA NO TEJIDA		
19	TISSUE		
20	TNT		

**Nota.** La tabla muestra las materias que se usan para cada uno de los productos en Planta Absorbente.

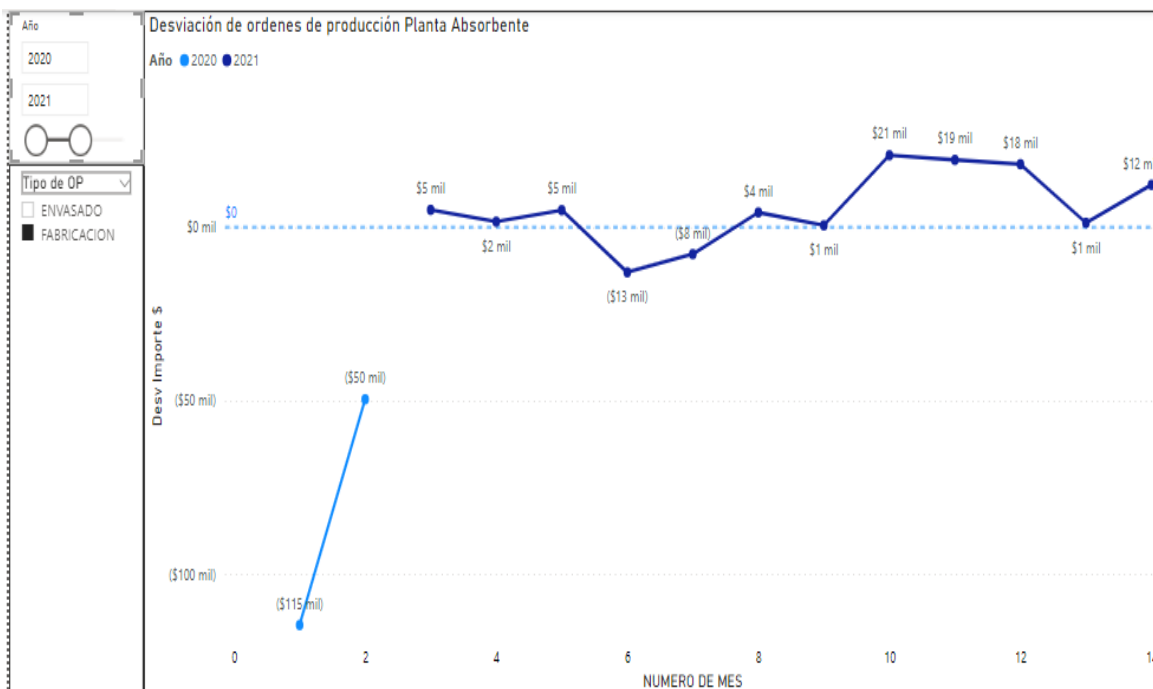
Como se puede observar en la Tabla 1 se muestra todos los materiales utilizados en los procesos productivos, por las tres máquinas que estamos analizando estas son:

1. Pañales 1
2. Pañales 2
3. Línea femenina.

A continuación, en la Figura 12 se muestra la desviación de las órdenes de producción de fabricación semielaborado por las tres líneas de producción.

**Figura12**

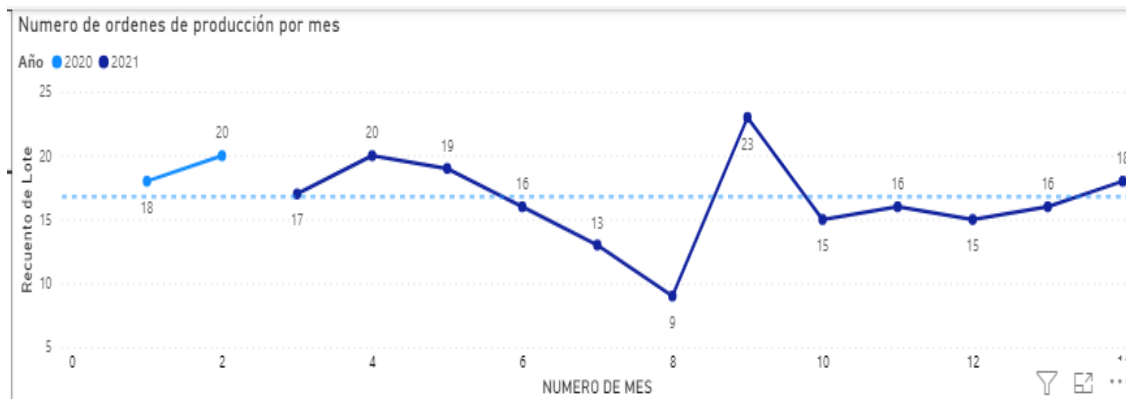
*Situación actual de la desviación en dólares de las órdenes de semielaborado*



**Nota.** La gráfica muestra la situación actual con respecto a la desviación de las órdenes de producción.

**Figura 13**

Numero de órdenes de semielaborado por mes



**Nota.** En la gráfica se muestran la cantidad de órdenes de producción que se lanzan de manera mensual.

Se puede observar en la Figura 12, que las órdenes del 2020 en el mes 1 y 2 correspondientes al mes de noviembre y diciembre, tenemos una desviación negativa, donde se analizaron un total de 38 órdenes de producción, según indica la Figura 13. Aproximadamente un total de (\$ 164,269) de desviación para el año 2020 con respecto al estándar que es \$0, es decir, tenemos una media de (\$ 82,135.) por mes, se encuentra por debajo del objetivo y una desviación estándar de \$ 46,018. Como se indica la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Estadística descriptiva de procesos para la desviación de las órdenes planta absorbente*

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Max
2020	2	0	-82135	32540	46018	-114674	*	-82135	*	-49595
2021	12	0	5621	3026	10482	-12991	727	4592	16685	20746

**Nota.** La tabla muestra los valores de la estadística descriptiva para las desviaciones en dólares de las órdenes de producción para el año 2020 y 2021.

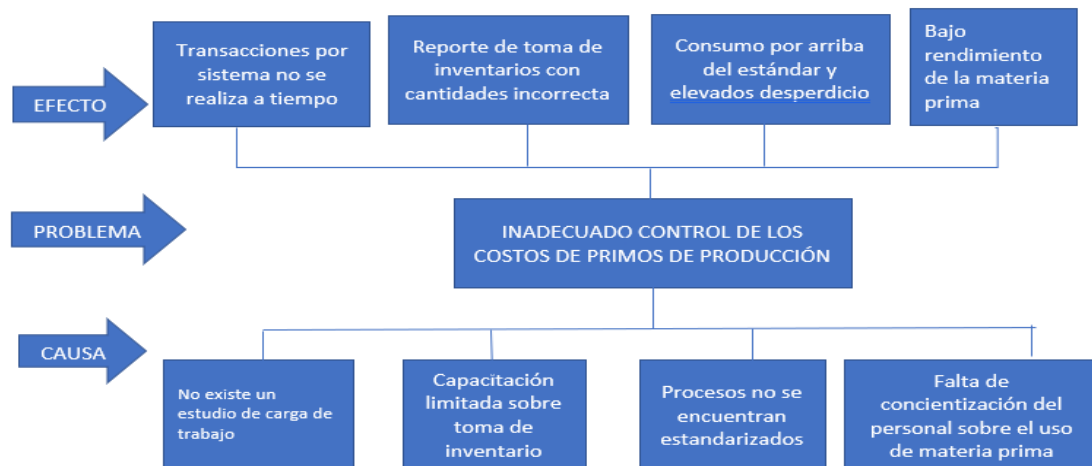
Analizando el año 2021 se analiza un total de 197 órdenes de producción correspondiente a las tres líneas de producción, dándonos entre desviación positiva y negativa un total de \$ 67,448 y una media total del año de \$ 5,621 y una desviación estándar de \$10482, es decir la planta absorbente por cada orden de producción se está consumiendo de más \$342 con una desviación más o menos de \$53 dólares, en sí Planta Absorbente estaría consumiendo entre \$289 - \$395 por cada orden de producción lanzada en el año 2021. Para determinar las razones existentes de cada desviación se procedió a realizar un árbol del problema para comenzar a evaluar cada uno de los procesos involucrados en la transformación de esta materia prima.

## 4.20 Árbol de problemas

Con el equipo de trabajo se procedió a levantar el siguiente árbol de problema, Ver Figura 14.

**Figura 14**

*Árbol de causa y efecto sobre el inadecuado control de materia prima*



**Nota.** Se muestra el diagrama de árbol para el inadecuado control de los costos primos de producción.

### 4.20.1 Relación causa y efecto

Se realiza el análisis de la relación de causa y efecto para la Figura 14, en la cual se definió como problema central que al existir desviaciones en las órdenes de producción da cuenta tener un inadecuado control sobre la administración de los costos primos, como se observa en la tabla 2.

A continuación, se detalla la relación de causa con su respectivo efecto, como se muestra en la Figura 14.

#### **Análisis causa efecto: Transacciones por sistemas no se realizan a tiempo.**

El proceso de pedido de material se inicia en planta absorbente y se pide de acuerdo con la planificación semanal, los digitadores son las personas encargadas en pedir materias primas, ellos deben emitir una solicitud de pedido de acuerdo al plan de producción y en la misma debe encontrarse detallado la descripción del producto y cantidad de materia prima a requerir. Bodega de materia prima realiza el despacho de los materiales, esta transferencia debe ser tanto en físico como en sistema D.

Actualmente, no hay un control de las transacciones de material que se efectúan de bodega de materia prima a la planta absorbente, ya que la solicitud de pedido de materia prima es entregada de manera física en una hora y fecha establecida, y la bodega por su parte realiza la transacción en físico, pero la transferencia por sistema la realiza en días posteriores, esta mala práctica de transacciones causa, reprocesos, diferencia de inventario en la planta, y al momento de cerrar las órdenes de producción no se encuentra por sistemas todo el material que fue pedido y el supervisor encargado tiene que revisar los pedidos físicos con los ingresos en sistemas, para poder realizar la respectiva observación a BMP.



---

### **Análisis causa efecto: Reporte de inventario con cantidades incorrecta.**

Las personas encargadas de tomar inventarios son los digitadores, los registros de inventario de los materiales en cantidades que se toma al final de cada orden de producción muchas veces son incorrectos, esto se debe a que los digitadores no tienen un método de trabajo para tomar inventario debido a que no cuantifican la cantidad tomada, es decir lo toman de manera empírica, ya que no la pesan y estiman la cantidad tomada de manera visual, teniendo como consecuencia que la persona encargada de cerrar la orden de producción asigne valores no razonables al consumo de la orden de producción, lo cual incide en la fijación adecuada de los porcentajes de desviación, presentando falencia en la gestión de su administración.

### **Análisis causa efecto: Consumo por arriba del estándar y elevados desperdicios.**

El control de los procesos es un punto muy importante en los consumos de materias primas debido a que entra en sincronía la estandarización de proceso de las máquinas con dosificación de material para poder producir un bien con altos estándares de calidad; sin embargo, durante la transformación del producto a las materias primas en planta absorbente no se le realiza un control estadístico de procesos para poder determinar las desviaciones de consumos, sino al momento de cerrar la orden de producción esta es analizada, recién allí nos damos cuenta si los consumos materia prima han estado por arriba o por debajo del estándar.

### **Análisis causa efecto: Bajo rendimiento de materia prima.**

Se determinó en el árbol de problema que se debe a la falta de capacitación y concientización al personal para que no desperdicie material y optimicen al máximo los insumos, esto repercute en el rendimiento de la materia prima en la planta absorbente.

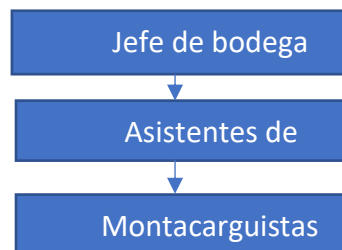
## Análisis de carga laboral Bodega Materia Prima y Producción digitadores.

Se ejecuta el estudio de trabajo en el proceso de pedido y recepción de materias prima, en el que involucra dos áreas según el SIPOC, como lo es la bodega de materia prima y la planta de producción absorbente, con la participación de digitadores y asistentes de almacén, respectivamente, quienes son las personas encargadas del inventario.

### Organización actual bodega de materia prima.

**Figura 15**

*Estructura organizacional bodega de materia prima*



**Nota:** En el gráfico se representa como está organizada los colaboradores de la bodega de materia prima.

Esta estructura está conformada por:

- 1 jefe de bodega
- 2 asistente de almacén
- 2 montacarguistas.

**Jefe de bodega:** Labora turnos de 8 horas, y es el encargado de la administración del almacén de materias prima y de coordinar las actividades conjuntas con los demás departamentos involucrados en el proceso.

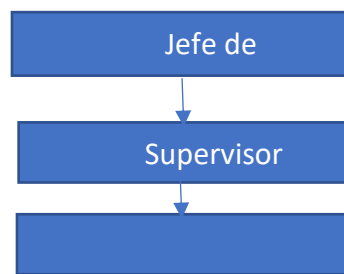
**Asistente de almacén:** Labora turnos de 8 horas, y son encargados de ingresar materia prima al sistema, recibir pedido de material de las diferentes plantas, y realizar las transacciones de despacho por sistemas, Ingresar devoluciones y tomas de inventarios.

**Montacarguista:** Laboran turnos de 12 horas y son encargados de ordenar la bodega, realizar despacho y recibir físicamente materia prima, aceptar devoluciones, realizar toma de inventarios.

### Organización actual producción -digitadores.

Figura 16

*Estructura organizacional departamento de producción*



**Nota.** En el diagrama se muestra de manera jerárquica como está conformada la estructura de Planta Absorbente.

Esta estructura está conformada por

- 1 jefe de producción
- supervisores
- digitadores.

**Jefe de producción:** Labora turnos de 8 horas y está encargado de la administración y control de planta, y de coordinar actividades conjuntas con los demás departamentos que se involucran en su proceso.

**Supervisores:** Laboran turnos de 8 horas de manera rotativa, están encargados de llevar el control en piso de las actividades necesarias para cumplir con la producción.



**Digitadores:** Laboran un turno de 8 horas de manera rotativa, están encargados de recibir físicamente la materia prima y designar a cada máquina la respectiva cantidad para su producción diaria y hacen toma de inventarios.

## 4.21 Estudio de tiempo asistente de almacén

Para ejecutar el estudio de tiempo del almacenista se optó en conversar con el personal sobre el proceso que se iba realizar y los beneficios de éste. Se registro el encabezado del estudio de tiempo el cual se observa en la Figura 17:

**Figura 17**

*Encabezado estudio de tiempo*

ESTUDIO DE TIEMPOS	
<b>Nombre de la operación:</b>	ASISTENTE DE ALMACÉN
<b>Número de elementos a medir:</b>	1 
<b>Materiales:</b>	CRONOMETRO , TABLERO
<b>Instalación - Máquina:</b>	BODEGA MATERIA PRIMA
<b>Observaciones:</b>	SE LE TOMA EL TIEMPO A LA ALMACENISTA QUE TIENE MAS DESTREZA
<b>Estudio N°:</b>	1
<b>Fecha:</b>	9/11/2021
<b>Procedimiento Estándar N°:</b>	0001
 Calcular el número de observaciones	

**Nota:** En la gráfica se muestra cómo se llena el encabezado de las hojas de tomas de tiempos.

El siguiente paso es poder determinar el tamaño de la muestra la cual se la establece mediante la siguiente formula ver Figura 18.

**Figura 18**

*Tamaño de la muestra nivel de confianza del 95%*

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

**Nota.** En la figura se muestra la fórmula que se utilizó para calcular el tamaño de la muestra.

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones


Donde se ingresan los tiempos observados del estudio preliminar y el aplicativo indica cuantas observaciones se deben tomar, tal como se observa en la Figura 19.

**Figura 19**

*Ingreso de tiempo de cada línea de registro en el sistema.*

Registre los tiempos en las celdas blancas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0:04:09	0:04:35	0:03:59	0:04:58	0:04:09	0:04:00	0:04:39	0:04:45	0:04:55	0:04:35
h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss	h:mm:ss




El número de observaciones sugerido es:

9

Para un nivel de confianza del 95%

Ingresar tiempos observados



**Nota.** La gráfica nos muestra cómo se registraron los tiempos para el puesto de almacenista.


Se determina los suplementos de tiempos para el puesto de almacenista, las cuales se observaron durante la toma de tiempo y se retroalimentan mediante entrevista con las

personas encargadas del puesto de trabajo, tienen un suplemento de 19% lo que se refleja en la Figura 20.

**Figura 20**

*Cálculo de suplementos almacenistas*

<i>¿Género del operario?</i>		<input type="radio"/> HOMBRE	<input checked="" type="radio"/> MUJER
<b>Suplementos Constantes</b>	<b>Necesidades personales</b>	0	7
	<b>Básico por fatiga</b>	0	4
	<i>¿El trabajo se realiza de pie?</i>	NO 0	
<i>Postura anormal</i>	<i>¿Cómo es la postura habitual para realizar el</i>	Cómoda 0	
<i>Uso de la fuerza</i>	<i>Levanta, tira o empuja un peso equivalente a:</i>	2,5 Kg 1	
<i>Iluminación</i>	<i>La percepción de iluminación es:</i>	Normal 0	
<i>Condiciones atmosférica</i>	<i>Índice de enfriamiento, termómetro de Kata</i>	16 0	
<i>Tensión visual</i>	<i>La operación realizada requiere</i>	Gran precisión 5	
<i>Ruido</i>	<i>Sensación de ruido percibido</i>	Continuo 0	
<i>Tensión mental</i>	<i>La operación realizada es:</i>	Algo compleja 1	
<i>Monotonía</i>	<i>La operación realizada es:</i>	Monótona 1	
<i>Monotonía física</i>	<i>La operación realizada es:</i>	Algo aburrida 0	



*Los suplementos del elemento son del*  
**19%**

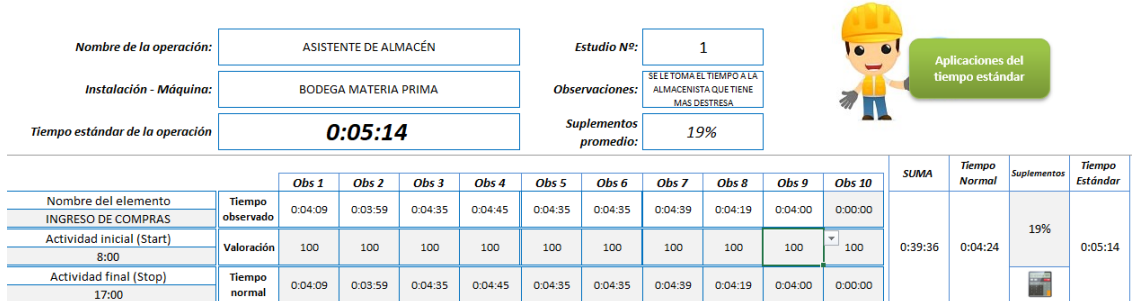
**Nota.** Cálculo del tiempo suplementario para los almacenistas.

Las 7 observaciones son digitadas en el estudio de tiempo, determinando que por cada ítem de pedido que ingresa el almacenista se tarda 5 minutos con 14 segundos como indica la Figura 21.

**Figura 21**

*Tiempo estándar de pedidos de plantas Almacenista de materia prima*

ESTUDIO DE TIEMPOS - TIEMPOS OBSERVADOS Y VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

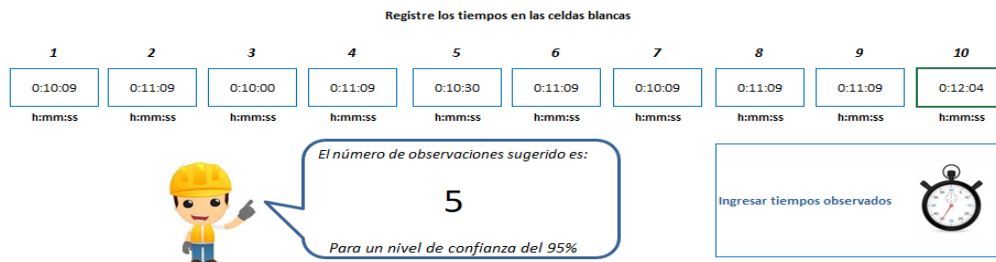


**Nota.** Cálculo del tiempo estándar para los almacenistas de la bodega de materia prima.

Se realiza también estudio para los ítems que ingresan por compra, donde el tiempo es diferente, se calcula el número preliminar por cada ítem de ingreso de compra que realizan para calcular el número de observaciones.

**Figura 22**

*Observaciones preliminares de ingreso de compras*

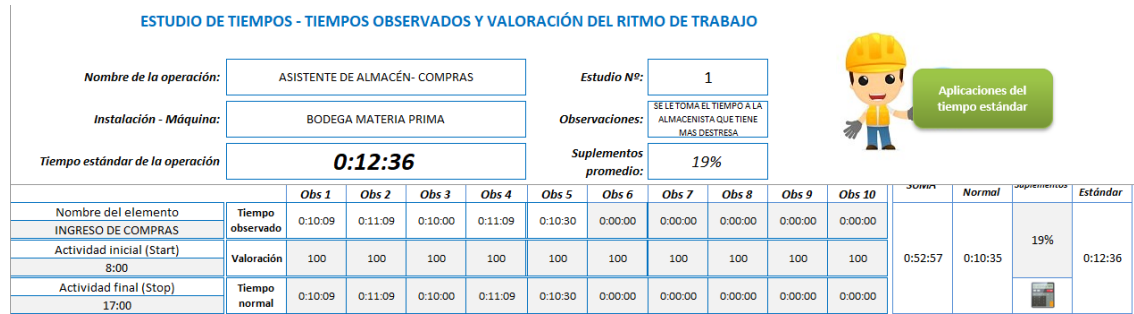


**Nota.** Numero de observaciones a tomar para almacenista recibiendo e ingresando las órdenes de compra.

Se toman las 10 observaciones se las registran en la toma de tiempo del aplicativo, se mantiene el suplemento porque se está evaluando el mismo puesto de trabajo simplemente cambia la actividad.

**Figura 23**

*Tiempo estándar de ingreso de pedidos de compras al sistema.*



**Nota.** Cálculo del tiempo para actividades de recibir materias primas para almacenista de bodega de materia prima.

Como se observa en la Figura 23, el tiempo estándar que emplea el almacenista en ingresar un pedido de compra es de 12 minutos con 36 segundos.

De acuerdo con el estudio de tiempo que se realiza se determina que los tiempos estándar para el almacenista en las dos actividades son los siguientes según tabla 3.

**Tabla 3**

*Tiempos Estándar para las actividades almacenistas*

Actividad	Descripción	Tiempo estándar (Min)
1	Ingreso de pedidos Plantas	5.23
2	Ingreso de pedido Compras	6.38

**Nota.** La tabla nos muestra los tiempos estándar en minutos para las actividades de los almacenistas.



Una vez determinado el tiempo estándar de los almacenistas se debe obtener la demanda en un periodo dado, para obtener la información se toma en base una semana de pedido en la cual involucra las dos actividades, y se calcula la demanda semanal que es de, 4522 min/ semana, como lo podemos observar en la tabla 4, donde nos indica cuanto tiempo necesitan los almacenistas para poder satisfacer la demanda de pedidos teniendo en cuenta que la disponibilidad de tiempo de los dos almacenistas es de 3840 min/ Semanas como lo indica la tabla 5.

**Tabla 4**

*Demanda semanal de en minutos de los clientes de bodega de materia prima*

CLIENTES Y ENTRADA DE BODEGA MATERIA PRIMA	FRECUENCIA	SOLICITUD PROMEDIO POR TURNO	TURNOS DE TRABAJO	DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA	TOTAL # DE PEDIDO A LA SEMANA	TIEMPO ESTIMADO (MIN) EN PROCESAR LA SOLICITUD	DEMANDA TOTAL MIN. SEMANAS
<b>PLANTA ABSORBENTE</b>							
LÍNEAS PEDIDOS POR TURNO	SEMANAL	20	3	6	360	5.23	1883
DEVOLUCIÓN DE MATERIAL	SEMANAL	1	3	6	18	5.23	94
<b>PLANTA COSMETICOS</b>							
LÍNEAS PEDIDOS POR TURNO	SEMANAL	40	1	5	200	5.23	1046
DEVOLUCIÓN DE MATERIAL	SEMANAL	3	1	5	15	5.23	78
<b>PLANTA PLASTICOS</b>							
LÍNEAS PEDIDOS POR TURNO	SEMANAL	6	3	7	126	5.23	659
DEVOLUCIÓN DE MATERIAL	SEMANAL	1	1	1	1	5.23	5
<b>COMPRAS</b>							
INGRESO DE MATERIAS PRIMAS	SEMANAL	4	3	5	60	12.6	756
<b>TOTAL</b>		<b>75</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>780</b>	<b>44</b>	<b>4522</b>

**Nota.** La tabla muestra la demanda estimada semanal que tiene de bodega de materia prima en minutos.

**Tabla 5**

Tiempo disponible de almacenista para satisfacer la demanda.

Descripción	Horas Diaria	Minutos por hora	Días a la semana	# de almacenistas disponibles	Minutos Disponible a la semana
Almacenistas	8	60	5	2	<b>4800</b>
<p>Todas las semanas se dedica 1 días para la toma de inventario de los artículos que tuvieron movimiento por lo que se le resta estos minutos dedicado hacer inventario ya que ese día la bodega no realiza despacho, en total son 960 min, Invertidos entre los dos almacenistas disponibles.</p>					<b>960</b>
<b>TIEMPO TOTAL DISPONIBLE ALMACENISTA</b>					<b>3840</b>

**Nota.** Esta Tabla muestra el tiempo total invertido del almacenista en un periodo semanal Se realiza la fórmula de porcentaje de disponibilidad, donde se divide la demanda real sobre el tiempo disponible que tienen los almacenistas para cumplir con lo pedido.

$$\%Disponibilidad = \frac{Demanda\ real}{Disponibilidad}$$

**Ecuación 3. Ecuación para determinar el porcentaje de disponibilidad.**

$$\%Disponibilidad = \frac{4522\ min/Semanal}{3840\ min/Semanal} = 120\%$$

Es decir, el almacenista requiere 20% más del tiempo habitual para cumplir con la demanda semanal, traducido ese 20% sería un día de 8 horas más a la semana de trabajo para cumplir con la demanda actual.

## 4.1 Análisis de carga laboral almacenistas más montacarguista

Con base en el análisis de la carga del almacenista, se optó por capacitar a los operadores de montacarga para que realicen las transferencias en la bodega de producto terminado a la planta que trabaja 3 turnos, en este caso planta absorbente, para los que se realizó el cálculo de disponibilidad, pero en este caso contando una persona más, que sería el montacarguista del turno 2.

**Tabla 6**

*Tiempo Disponible almacenista incluyendo al montacarguista*

Descripción	Horas Diaria	Minutos por hora	Días a la semana	# de almacenistas disponibles	Minutos Disponible a la semana
<b>Almacenistas</b>	8	60	5	3	<b>7200</b>
Todas las semanas se dedica 1 días para la toma de inventario de los artículos que tuvieron movimiento por lo que se le resta estos minutos dedicado hacer inventario ya que ese día la bodega no realiza despacho, en total son 960 min, Invertidos entre los dos almacenistas disponibles.					<b>960</b>
<b>TIEMPO TOTAL DISPONIBLE ALMACENISTA</b>					<b>6240</b>

**Nota.** Esta tabla muestra como capacitando hacer despacho al montacarguista sube la disponibilidad en el almacén en un periodo semanal.

Se realiza el cálculo de la disponibilidad incluyendo al montacarguista y nos da como resultado 72%

$$\%Disponibilidad = \frac{4522 \text{ min/Semanal}}{6240 \text{ min/Semanal}} = 72\%$$

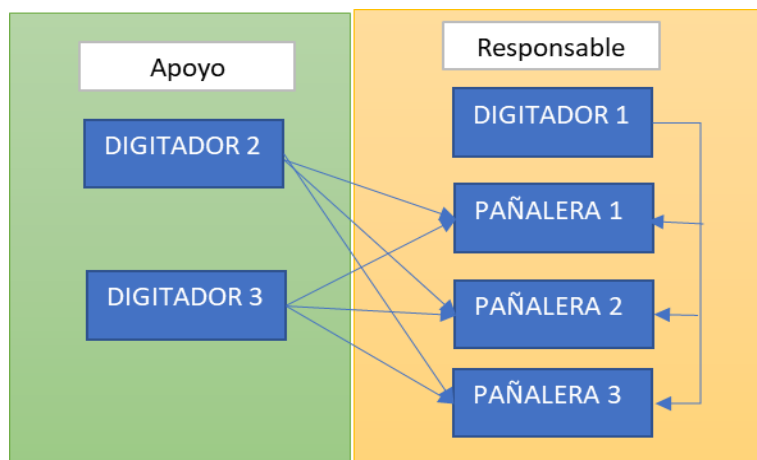
Es decir, con una semana de trabajo normal dentro de las 8 horas laborables, los almacenistas pueden cumplir con su demanda semanal.

## 4.2 Toma de inventarios.

Los encargados de tomar inventario en planta absorbente son los digitadores, en total son tres digitadores, uno por cada turno de trabajo, y las responsabilidades están distribuidas de acuerdo como se observa en la Figura 24.

**Figura 24**

*Estructura actual digitadores*



**Nota.** Esta gráfica muestra como el responsable de las tres líneas es el digitador 1, mientras que los demás digitadores solo dan apoyo.

Digitador Turno 1:

- Realiza inventario de las tres líneas de producción de absorbente.
- Pide materia prima para las tres líneas (para el turno 1 + 50% parte del turno 2)
- Verifica recepción de material en físico y sistema.
- Entrega de producto terminado.
- Entrega de desperdicios.
- Imprime lotes de producción por turno.

Digitador Turno 2:

- Realiza inventario de las tres líneas de producción de absorbente
- Pide materia prima para las tres líneas (Para el turno 2 + 50% parte del turno 3)

- Verifica recepción de material en físico y sistema.
- Entrega de producto terminado
- Entrega de desperdicios
- Imprime lotes de producción por turno.

### **Digitador Turno 3:**

- Realiza inventario de las tres líneas de producción de absorbente
- Pide materia prima para las tres líneas (Para el turno 3 + 50% parte del 3 turno)
- Verifica recepción de material en físico y sistema.
- Entrega de producto terminado
- Entrega de desperdicios
- Imprime lotes de producción por turno.

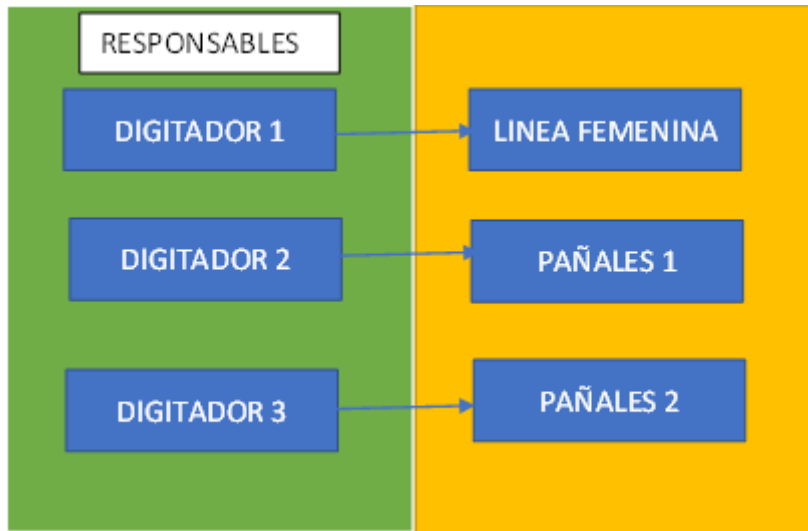
Estas tareas las realizan por las tres máquinas que tiene planta absorbente, pero solo el digitador del turno 1 es responsable de las actividades que realicen los demás digitadores, como se observa en la figura 24. El resultado de esta responsabilidad compartida es que solo el compromiso lo ejercía un digitador mientras que los demás digitadores, al no sentir esa carga, realizaba sus tareas a su incumbencia.

### **División de responsabilidad en la que cada digitador tiene una máquina a cargo.**

Se realizó el análisis de la responsabilidad de los digitadores, y se cambió el tipo de responsabilidad de estar en un solo digitador a estar en los 3 digitadores, es decir, cada digitador es responsable del inventario de cada máquina, tal como lo indica la Figura 25.

**Figura 25**

*Organización actual de responsabilidad para los digitadores*



**Nota.** Esta figura muestra que cada digitador es responsable de una máquina.

#### **Toma de inventario digitadores.**

La toma de inventario realizada por los digitadores no se encuentra estandarizada, cada digitador toma inventario de acuerdo con su método y no hay una técnica que sea replicada por los demás digitadores; en la actualidad, no existe una base medible de la toma de inventario, ya que la mayoría de los materiales de planta absorbente son bobinas, los digitadores de turno no pesan ni miden el material de las bobinas que se consumen, simplemente cuenta la bobina completa y la bobina que está consumida o en proceso la miden de acuerdo con su experiencia.

Se propuso un método de medición y pesaje para el material que se encuentra en proceso en el cual se desarrolló una tabla donde se encuentra el listado de materia donde se puede ver la relación de peso vs. el radio de la bobina.

### 4.3 Capacitación de personal digitadores y personal operativo

Mediante varias jornadas de capacitaciones, sobre el impacto de los costos de producción y reflejando los estados contables del 2021, se concientiza al personal sobre el consumo adecuado de la materia y el reflejo de estas desviaciones en las órdenes de producción.

#### Figura 26

*Capacitación de costos a los digitadores y personal operativo*



**Nota.** Charla de costos y manejos de inventarios para el personal operativo en Planta absorbente.

Haciendo partícipes en el proceso del inventario, se les instaló en cada PC un control Kanban donde ellos al finalizar los turnos colocarán la cantidad de unidades que indique la consola y podrán visualizar la cantidad consumida vs. la cantidad estimada de consumo, esta herramienta la utilizará el digitador para tener una dimensión de lo que debe pedir vs. lo que tiene inventario, teniendo en cuenta que el pedido se lo realiza cada 24 horas, ver Tabla 7.

**Tabla 7**

*Tablero KAMBAN manejados por los operadores*

PT Artículo 5030064		UNIDADES POR TURNO (UNI)	VELOCIDAD UN/MIN				TIEMPO DEL TURNO (MIN)		
SE. PAÑALIN ULTRASECO XXGRANDE		546000	350				1560		
Artículo	Descripción del componente	UNIDAD A UTILIZAR PARA EL TURNO (KG)	CANTIDA POR CONTENIDO(kg)	CANTIDAD DE MP EN PALLET	FISICO( TOMADO POR EL OPERADOR)	CANTIDAD A PEDIR EN KG	CANTIDAD A PEDIR EN CONTENERIZADO	UNIDAS DE MEDIDA	COLOR
6110071	CINTA MONOLAYER	217,36	140,1	2,0	0,0	280,2	2,0	PALLET	AMARILLO
6110072	ADL AZUL DE 60GSM ANCHO 80MM	556,43	134,4	5,0	0,0	672,0	5,0	PALLET	VERDE
6110073	ELASTICO B-SERIES WAISTBAND B430W(BLANCO)	96,39	10,55	10,0	0,0	105,5	10,0	ROLLO	AMARILLO
6110074	GOMA	551,80	500	2,0	0,0	1000,0	2,0	PALLET	ROJO
6110075	GOMA PARA ELASTICO	157,66	500	1,0	0,0	500,0	1,0	PALLET	VERDE
6110079	SPANDEX 800DTEX	40,05	18	3,0	0,0	54,0	3,0	CAJA	VERDE
6110083	PULPA	9853,50	1000	10,0	0,0	10000,0	10,0	BOBINA	VERDE
6110084	FRAG. BABY MANIA 192	5,80	50	1,0	0,0	50,0	1,0	CANECA	VERDE
6110094	POLY TEXTURIZADO 23GR/M2 230MM P.ULTRASECO 2019	1625,07	300	6,0	0,0	1800,0	6,0	PALLET	VERDE
6110095	S.A.P	5796,18	850	7,0	0,0	5950,0	7,0	SACO	VERDE
6110096	TISSUE BLANCO 10 G/M2 220MM	526,64	501,6	2,0	0,0	1003,2	2,0	PALLET	VERDE
6110097	TNT BLANCA 40 G/M2 190MM	308,36	255,36	2,0	0,0	510,7	2,0	PALLET	VERDE
6110099	TNT BLANCA 40 G/M2 110 MM	183,62	271,04	1,0	0,0	271,0	1,0	PALLET	VERDE
6110100	TELA BARRERA 13 GR/M2 100MM BLANCO	399,36	561,6	1,0	0,0	561,6	1,0	PALLET	VERDE
6110104	TELA NO TEJIDA CON ALOE XG 12GR/M2 235MM	866,30	541,44	2,0	0,0	1082,9	2,0	PALLET	VERDE
6110294	CINTA FRONTALS	167,36	190	1,0	0,0	190,0	1,0	PALLET	VERDE

**Nota.** *Tablero KAMBAN para pedido de materia primas en Planta Absorbente.*

### Consumos de materia primas

Se procede analizar los consumos de materia prima, esto de manera unitaria donde se toma el periodo de las órdenes de producción del 2021, para realizar el análisis actual. Se evaluarán los consumos de materia prima de las tres máquinas, donde se hará un diagrama de Pareto para identificar qué materia prima se está consumiendo por arriba o por debajo del estándar.

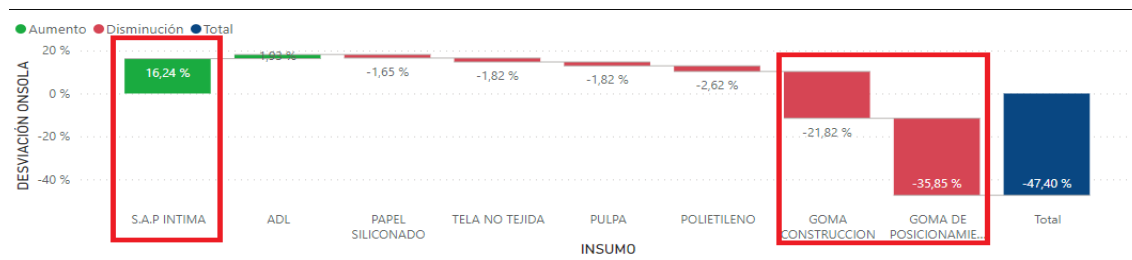
Línea femenina.

Se establece el Pareto de desviación de las materias primas que se usan para fabricar toallas sanitarias.



**Figura 27**

*Pareto de desviación del 2021 para los materiales de la línea femenina planta absorbente.*

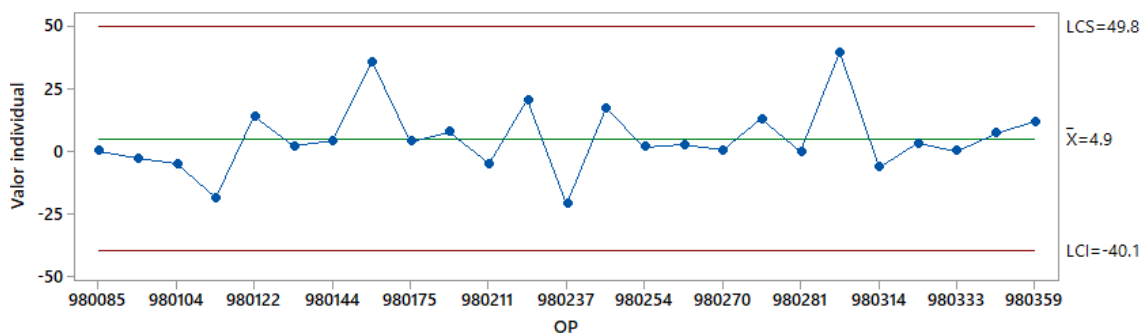


**Nota.** La gráfica muestra las desviaciones de los materiales para la línea femenina.

Se puede observar un 16.24% de sobre consumo de SAP en las diferentes tallas de productos que pasan en esta línea. También podemos observar que tenemos subconsumo con respecto a lo que corresponde a gomas de construcción y posicionamiento, nos enfocaremos a bajar el consumo de SAP, ya que el presupuesto para las gomas de construcción y posicionamiento para esta máquina se encuentra en trámites de aprobación.

**Figura 28**

*Gráfica de control para las desviaciones de SAP del periodo 2021.*



**Nota.** Desviaciones de las SAP por orden de producción para la línea femenina.

En la figura 28 se observa que la media del proceso se encuentra en 4.9 % que los puntos se encuentran dentro de control; pero el proceso es muy variable, ya que existen puntos

que se encuentran muy por arriba o muy por debajo de la línea central. Por lo mencionado, el análisis se centra en bajar la variabilidad del proceso.

### **Auditoría de SAP**

Con el equipo de auditoría de proceso se procede a realizar el análisis de SAP (Super Polímero Absorbente), con la finalidad de analizar el sistema de dosificación del SAP se toma 10 muestras con 5 subgrupos.

Las muestras son tomadas en porcentajes de dosificación distintos, se adjunta la tabla 8. Donde se describe los diferentes SET con su respectiva dosificación en Kg, con el grupo de auditoria se determinó que el SET de dosificación en 22% es el indicado para poder producir toallas sanitarias como indica en la Figura 28, debido a que está dentro de los límites de control de la especificación y por debajo del estándar, y sin problemas con las pruebas de calidad realizadas a la toalla íntima, ver Tabla 8.

**Tabla 8**

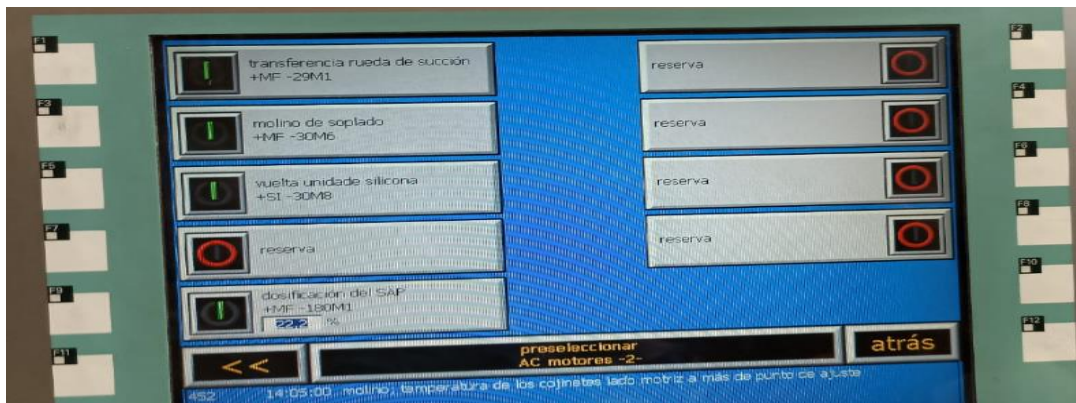
*Auditoría de SAP con respecto al % de dosificación.*

<b>% Dosificación</b>	<b>Estándar(kg)</b>	<b>Mínimo (kg)</b>	<b>Dosificando (kg)</b>
22%	<b>0.2</b>	<b>0.182</b>	0.187
25%	<b>0.2</b>	<b>0.182</b>	0.196
26%	<b>0.2</b>	<b>0.182</b>	0.203
23%	<b>0.2</b>	<b>0.182</b>	0.191
24%	<b>0.2</b>	<b>0.182</b>	0.192

**Nota.** Tabla de auditoría de S.A.P. para la línea femenina, tiempo de dosificación en periodos de 30 seg a una velocidad de máquina de 360 Uní/Min.

**Figura 29**

*Pantalla de SET línea de femenina*

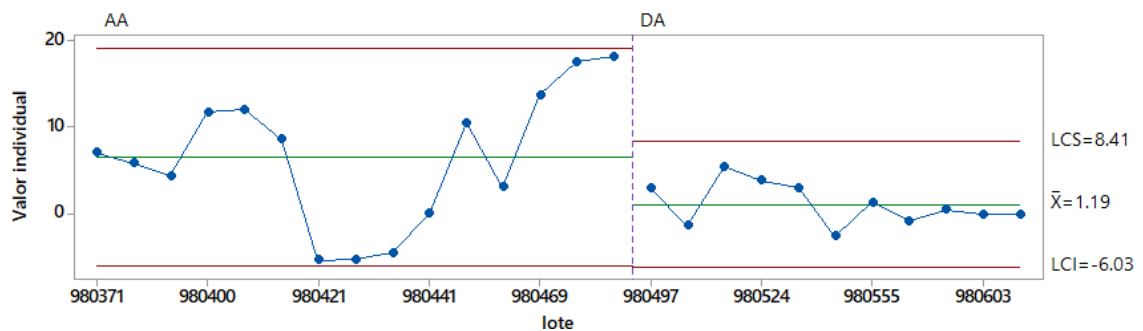


**Nota.** Control de mando principal de la línea femenina.

**Resultados después de la auditoría de SAP.**

**Figura 30**

*Antes y después variación de consumo de SAP*

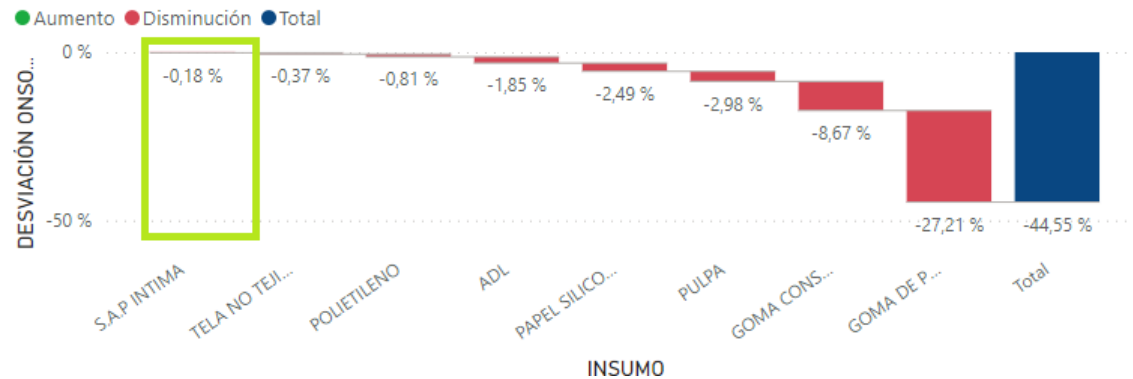


**Nota:** La gráfica muestra la variación de los consumos de SAP antes y después de la auditoría.

Se puede observar que después de la auditoría de SAP, la media de consumo baja de un 4.9% a 1.19% y manteniéndose esta tendencia en las órdenes de producción durante el tiempo. Adicional se logra observar en la Figura 30, en el Pareto de desviación, que existe disminución en la desviación de SAP, después de la auditoría he implementación del estándar de máquina.

**Figura 31**

*Disminución de la desviación de SAP después de la mejora implementada*



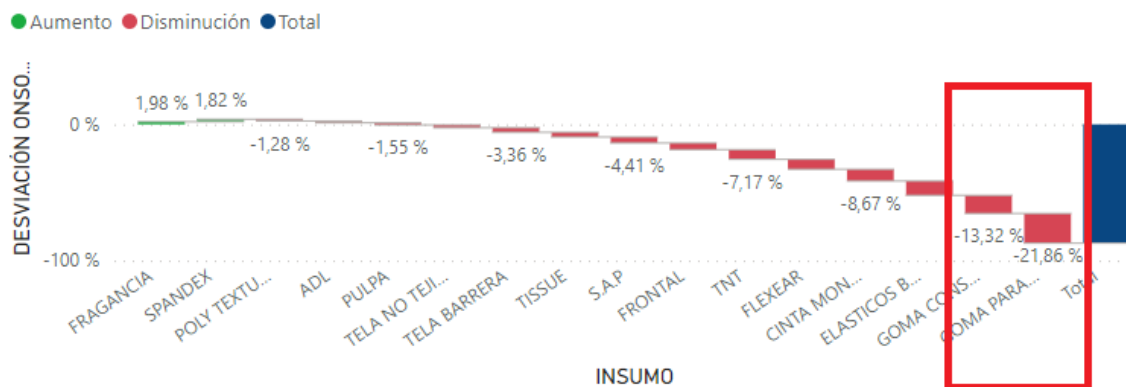
**Nota:** El gráfico representa la desviación de SAP en las órdenes de producción después de la mejora implementada.

**PAÑALES 2.**

Se establece Pareto de desviación para las materias primas que se usan para la fabricación de pañales.

**Figura 32**

*Gráfica de desviación de consumo Pañales 2 periodo 2021*

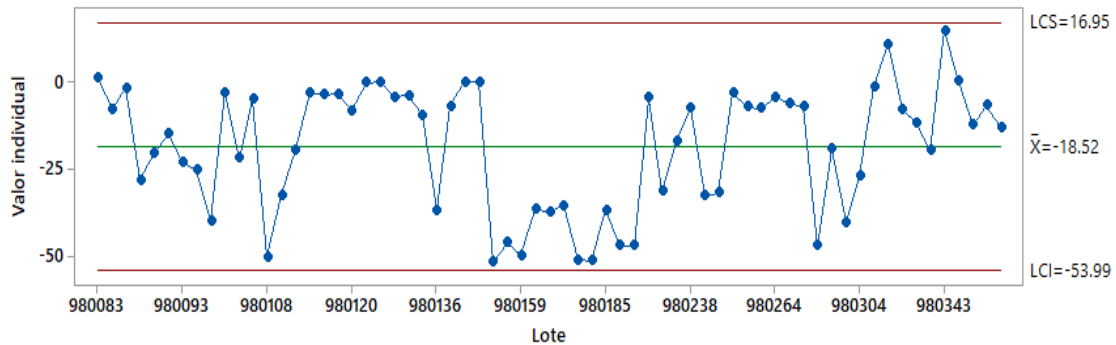


**Nota.** La Gráfica muestra el estado actual de las desviaciones de materiales para pañales 2.

Se puede observar que existe un subconsumo en el sistema de aplicación de goma de construcción -13.32% y goma para elástico -21.86%, como indica la Figura 31.

**Figura 33**

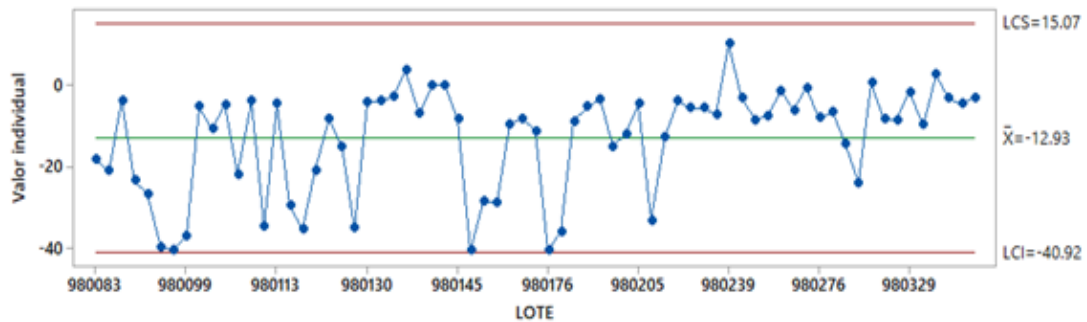
*Gráfica de control para goma de construcción Elástico*



**Nota.** Cada punto de la gráfica muestra la variación de las órdenes de absorbente para goma elástico.

**Figura 34**

*Gráfica de construcción para goma de construcción*



**Nota.** Cada punto de la gráfica muestra la variación de las órdenes de absorbente para goma de construcción.

Se puede ver en la Figura 33 que la media del proceso se encuentra en -18.52 % y para la Figura 34, perteneciente a goma de construcción, se encuentra la media de procesos en -12.93 %.

Los puntos en ambas gráficas se encuentran dentro de los límites de control, pero el proceso es muy variable, ya que la mayoría de los puntos se encuentran muy por debajo o muy por arriba de la media de control, teniendo en cuenta que la media de ambas gomas está muy por debajo del objetivo de desviación, que es cerca del 0% podemos concluir que desviación está muy alejada del objetivo y también sus valores son muy variables, debido a que no se centran al punto medio, el propósito fue subir la desviación a lo más cercano a 0%, y bajar la variabilidad de este, es decir, que los puntos estén más cercano a la media.

#### Análisis del sistema de goma

Se procedió analizar el sistema de gomas donde se identifica que la máquina de pañalera 2 cuenta con siete tanques de goma en toda la longitud.

Estas gomas son distribuidas durante el proceso en todo el pañal en las materias primas, como indica la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Tabla de Tanques con el tipo de goma que utiliza cada material*

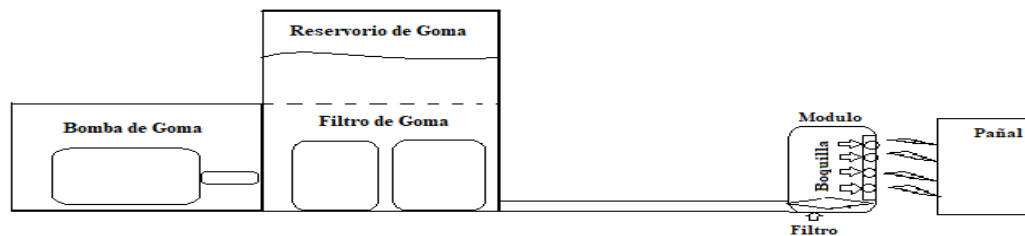
N° de Tanques	Ubicación del pañal	Goma de construcción	Goma de elástico
1	Licra Barrera		X
2	Licras Piernas		X
3	Oreja delantera		X
4	Oreja Trasera		X
5	Poli	X	
6	Tela	X	
7	Adhesivo Frontal	X	

**Nota.** La tabla nos indica las gomas que corresponde a cada tanque de adhesivo

Se realizó la inspección de cada tanque de goma, donde se identificó los siguientes puntos en común en todos los tanques inspeccionados, teniendo en cuenta la Figura 35 donde se muestra las partes del tanque de goma.

**Figura 35**

*Figura ilustrativa del sistema de Coladera de Goma*



**Nota.** Esta figura ilustra como es el sistema de coladera en las máquinas de pañales

- Los filtros de gomas no se habían limpiado, ni cambiado por aproximadamente 2 años, por lo que se encontró filtros con partículas de carbón, lo que obstruye el paso del adhesivo en las boquillas.
- Las boquillas aspersores de gomas estaban golpeadas por lo que el caudal del adhesivo disminuye, por lo tanto, llega menos adhesivo al pañal, ver imagen 36 donde se muestra una boquilla golpeada.
- Los sistemas de coladero no recibían un mantenimiento planificado, por no estar incluido plan de mantenimiento.
- No había un estándar de temperatura para las diferentes coladeras.

**Figura 36**

*Boquillas golpeadas*



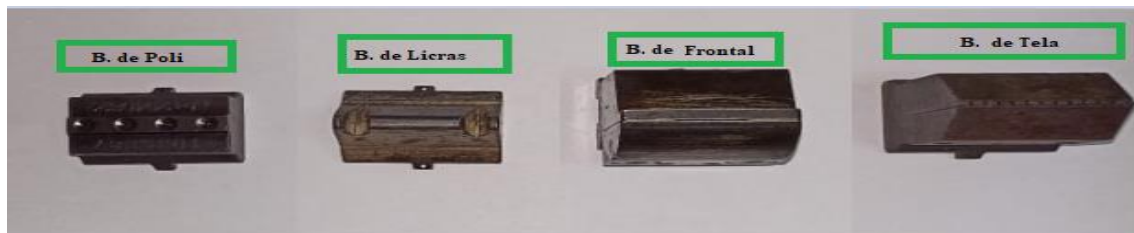
**Nota.** La imagen nos muestra como se ve una boquilla de los módulos de aspersión golpeada.

### Resultados después de las mejoras implementadas.

Se realizó el mantenimiento de las coladeras donde se cambiaron filtros y módulos de esta, reemplazando las boquillas antiguas por boquillas nuevas, como se muestra en la Figura 37.

#### Figura37

Tipos de boquillas cambiadas en diferentes aplicaciones



**Nota.** La figura nos describe que tipo de boquilla se utiliza para cada materia prima.

Además, se incluyó en el plan de mantenimiento los coladeros, con una frecuencia mensual de mantenimiento, para mantener los filtros limpios y chequear las boquillas.

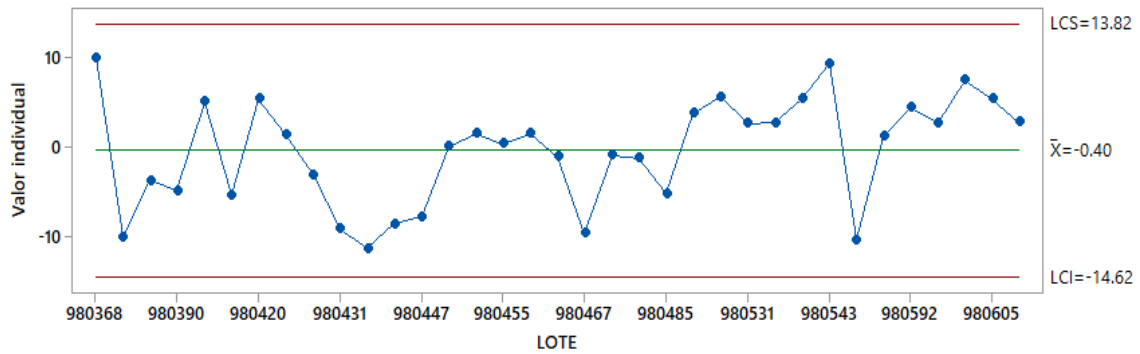
Se establecieron los parámetros de temperatura para los 7 tanques, y se colocó en cada tanque, para que en cada arranque de máquina puedan ingresar el SET que se encuentra estandarizado.

Después de realizar lo antes mencionado, se pudo ver la mejora en las desviaciones de materias primas, teniendo menos variabilidad que en el análisis inicial, y llevando los consumos más cerca del estándar, como indica la Figura 38.



**Figura 38**

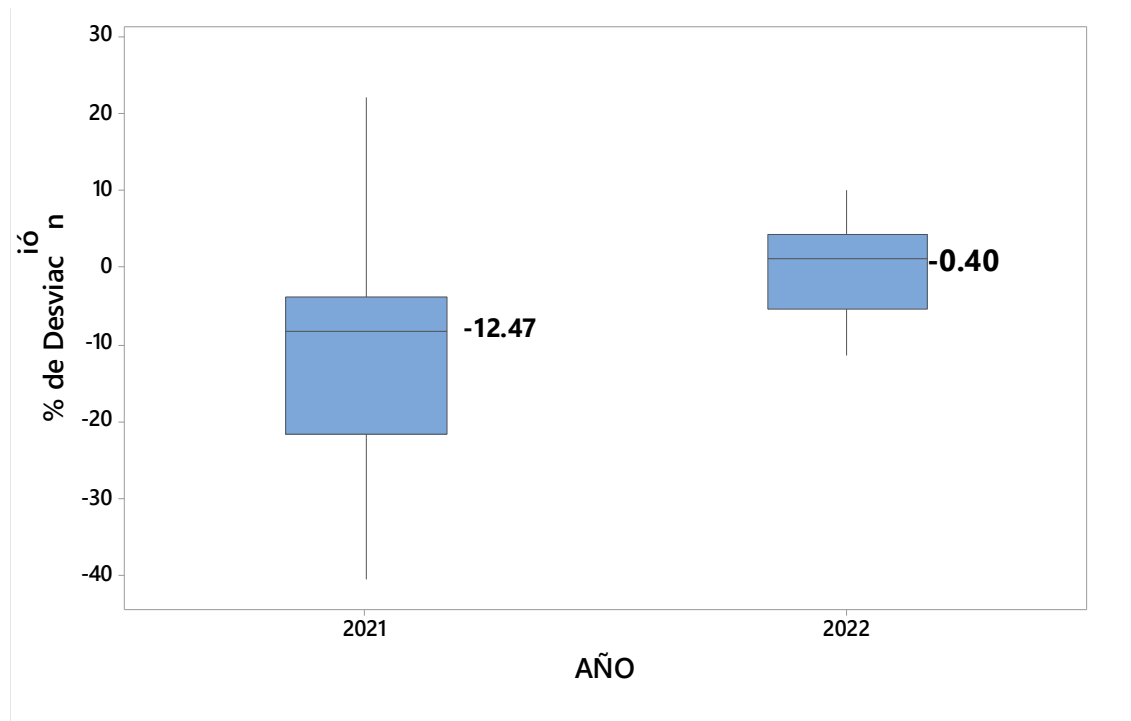
Gráfica de control para desviaciones de goma de construcción



**Nota.** Cada punto de la gráfica muestra la desviación de goma de construcción por orden de producción de manera cronológica.

**Figura 39**

*Distribución de los datos año 2021 vs 2022 Goma de construcción*

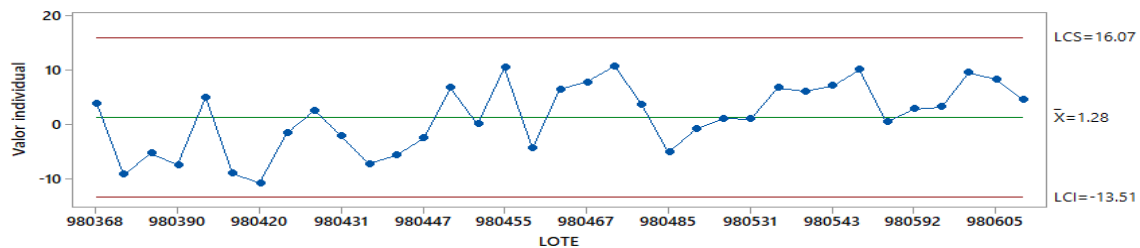


**Nota.** El gráfico representa como la desviación de los consumos de la goma de construcción ha disminuido después de la mejora implementada.

Se puede observar la Figura 39, donde la media de proceso -0.4% de desviación a comparación de la media antes de aplicar las mejoras que era de -12% está muy por debajo del objetivo que es 0%, y se puede ver la dispersión de los datos de antes, con los valores actuales como lo indica la Figura 39, vemos que en el 2022 la campana de distribución es más cerrada, y las variaciones oscilan lo más cercano a 0%.

**Figura 40**

*Gráfica de control para goma de elástico*

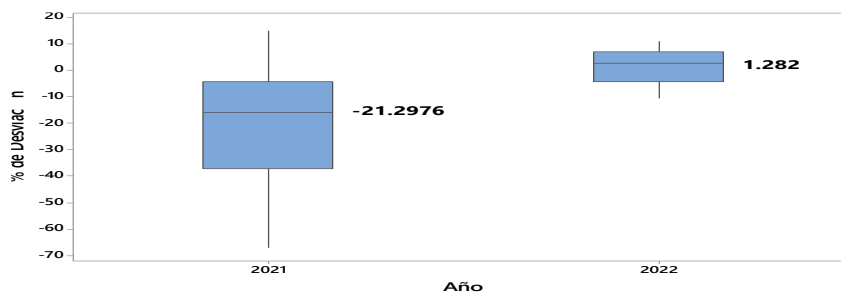


**Nota.** Cada punto de la gráfica muestra la desviación de goma de elásticos por orden de producción de manera cronológica.

Se puede observar que la media del proceso, de antes de la mejora, fue de -18,52% como se observa en el gráfico 32, y la media de proceso después de la mejora es de 1.28%, como se observa en la Figura 41.

**Figura 41**

*Diagrama de cajas para desviación de goma para elástico*



**Nota.** El gráfico representa como la desviación de los consumos de la goma de elástico ha disminuido después de la mejora implementada.

La distribución de los datos antes de la mejora oscila por debajo del objetivo y la campana de distribución es mucho más amplia a comparación del 2022, como observamos en la Figura 41, donde la campana se encuentra más cerrada y los datos oscilan más cerca al objetivo 0%.

**Figura 42**

*Gráfica de Pareto de desviaciones para materias prima de pañales que pasan por la pañalera 2.*

2.



**Nota.** El gráfico representa la desviación de gomas en las órdenes de producción después de la mejora implementada.

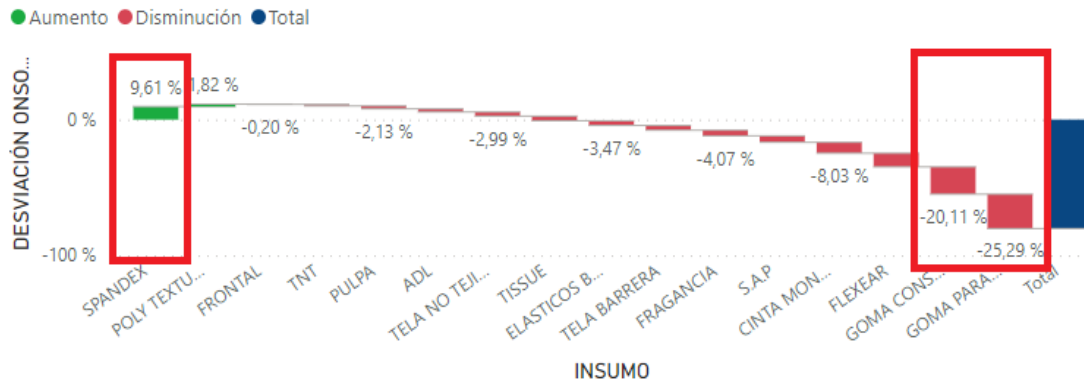
Se puede observar en la Figura 42, que después de las mejoras implementadas la desviación de las gomas de construcción y elástico disminuyeron. y que ahora el próximo consumo a estandarizar en las materias primas de pañales 2 es el flexear, esto se lo realizará de acuerdo con el presupuesto de la planta.

### PAÑALES 3

Se establece Pareto de desviación para las materias primas que se usan para la fabricación de pañales.

**Figura 43**

*Gráfica de desviación de materias primas que pasan por la línea de pañales 3*

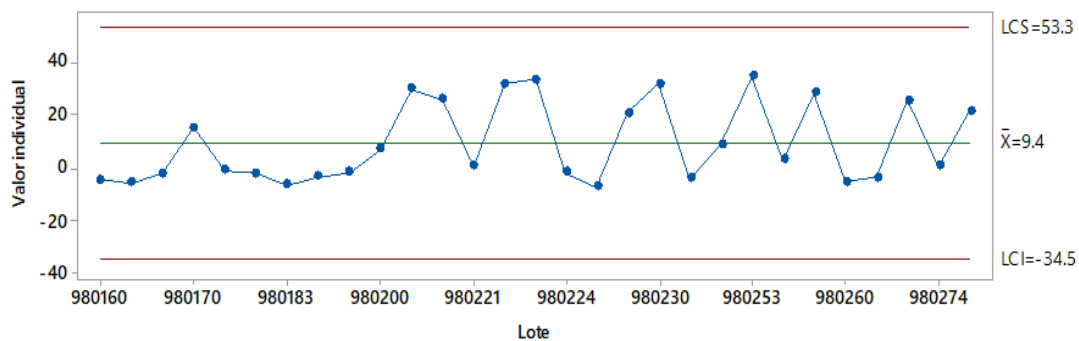


**Nota.** La Gráfica muestra el estado actual de las desviaciones de materiales para pañales 3

Se puede observar en la Figura 43, que existe subconsumo en las gomas de construcción -16.5% y elástico de -22.57, y un sobreconsumo de Spandex de 7,08%, por lo que la gestión se enfocará disminuir el sobreconsumo del Spandex, después de acuerdo con el presupuesto de planta se le dará la prioridad a optimizar los consumos de las gomas de construcción.

**Figura 44**

*Gráfica de control de consumos de variación de consumo de elásticos*



**Nota.** Cada punto de la gráfica muestra la desviación de spandex por orden de producción de manera cronológica.

Podemos observar en la Figura 44, donde observamos las variaciones de consumos de gomas, con una media de 9.4%, se realizará el análisis del equipo que dosifica el elástico donde se identificarán las mejoras a realizar.

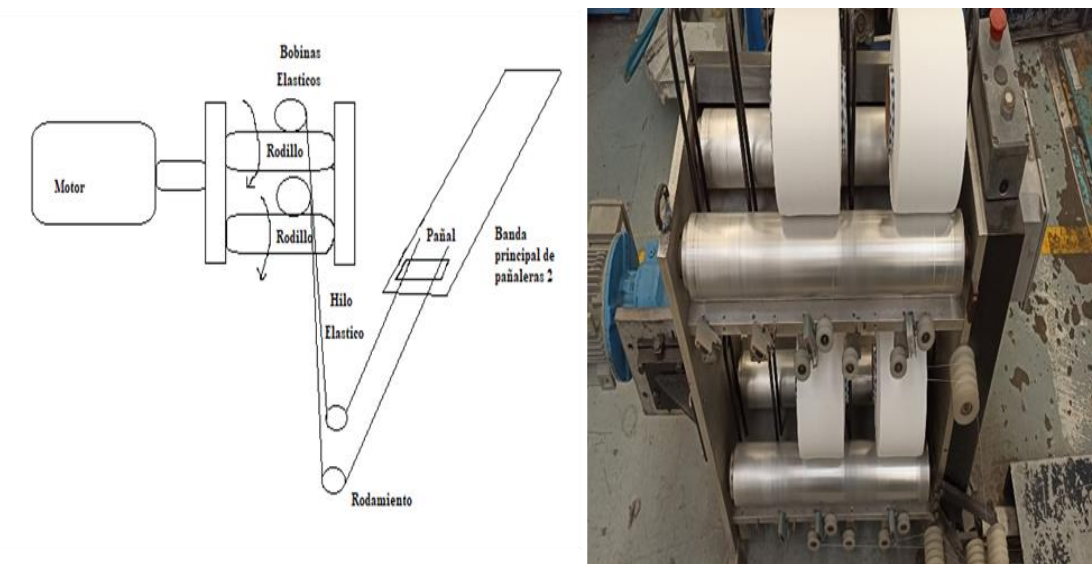
### Análisis del equipo de elásticos pañales 3

#### Resumen del funcionamiento de la desbobinadora de elásticos

La desbobinadora está conformada por un sistema de rodillos y rodamientos, las cuales dosifican el elástico mediante movimientos angulares que son controlados por un potenciómetro y adheridos al pañal, tal como indica la Figura 45.

**Figura 45**

*Imagen ilustrativa de la desbobinadora de elásticos*



**Nota.** La gráfica muestra el sistema de bobinas para las licras de los pañales.

Para determinar mejoras dentro del sistema de elásticos se realizó la auditoría de procesos en la dosificación en el sistema, y se determinaron los siguientes puntos a medir.

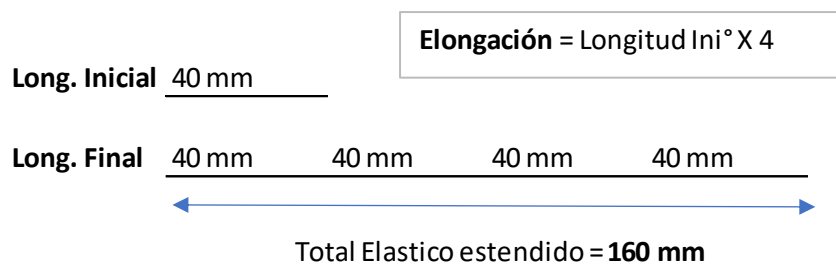
1. Propiedades del elástico
2. Velocidad Lineal de máquina vs sistema de dosificación del elástico

### Propiedades del elástico

Se analizaron las propiedades del elástico de acuerdo con las especificaciones que indica I+D donde se pudo corroborar que el elástico se extiende hasta 4 veces su longitud inicial, como indica el ejemplo de la Figura 46, estando dentro de las especificaciones del proveedor.

#### Figura 46

*Fórmula de elongación del elástico*



**Nota.** La gráfica muestra una de las principales características del elástico, en la cual se puede elongar 4 veces su tamaño inicial.

Medición de velocidad lineal de máquina vs. sistema de dosificación Lo siguiente a medir son las velocidades lineales de máquina para cada talla de pañal donde se evidenció lo siguiente, ver Tabla 10.

**Tabla 10**

*Tabla de auditoría de velocidad Lineal de máquina y des bobinado de Spandex*

VARIABLES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Talla	Especificación Long. De pañal (mm)	Velocidad de máquina	Velocidad Lineal Máq. (m.Min)	Velocidad Lineal Máq. Auditada (m.Min)	Velocidad por fórmula (m.min)	Velocidad dosificación Auditada (m.min)	Variación de velocidad lineal de Máq. con respecto a lo auditado	Longitud de pañal real con respecto a velocidad lineal real tomada	Longitud de elongación elástico real respecto a velocidad auditada	Diferencia de longitudes ( mm )
FÓRMULAS	A	B	$C=(A*B)/100$	D	$E=C/4$	F	$G=((C-D)/C)*100\%$	$H=(D*1000)/B$	$I=(F*4*1000)/B$	$J=((A-I)/A)*100\%$
P	360	350	126,0	124,5	31,50	39,6	1%	355,71	452,91	26%
M	425	350	148,8	147,2	37,19	39,6	1%	420,57	452,91	7%
G	460	350	161,0	157,0	40,25	39,6	2%	448,57	452,91	-2%

**Nota.** Tabla muestra los resultados de la auditoría para el elástico de los pañales.

Como unos de los puntos críticos de la auditoría del sistema de goma, se pudo evidenciar que las velocidades de dosificación (**F**) para todas las tallas son iguales, esto causa que la variación de con respecto al estándar, ya que se tendría que fijar una velocidad para cada longitud de pañal (**A**). Para ello se analizó la causa raíz del problema, y se identificó que el sistema de dosificación de elástico, el potenciómetro no ejecuta la señal correctamente, y esto hace que el motor tenga una velocidad constante, Ver Figura 48.

**Figura 47**

*Toma de velocidad Lineal del elástico (Velocidad constante)*



**Nota:** Gráfica muestra el equipo que se utilizó para tomar la velocidad Lineal de los rodillos

Se realizó el cambio de sistema electrónico del potenciómetro, donde se instaló un dial en el cual se pueda regular la velocidad en un dígito entero y diez decimales, esto para poder fijar con más precisión la velocidad de dosificación.

**Figura 48**

*Dial instalado al sistema de elásticos*



**Nota:** En la gráfica se muestra el dial instalado a la desbobinadora de elástico en Planta Absorbente.

Una vez instalado el dial, el equipo de procesos realizó la estandarización para los nuevos consumos, se hizo la auditoría de dosificación, teniendo los siguientes resultados.

**Tabla 11**

*Auditoría de velocidad de máquina y dosificación del sistema de elástico después de la mejora.*

VARIABLES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Tallas	Especificación Long. De pañal (mm)	Velocidad de máquina	Velocidad Lineal Máq. (m.Min)	Velocidad Lineal Máq. Auditada (m.Min)	Velocidad por fórmula (m.min)	Velocidad dosificación Auditada (m.min)	Variación de velocidad lineal de Máq. con respecto a lo auditado	Longitud de pañal real con respecto a velocidad lineal real tomada	Longitud de elongación elástico real respecto a velocidad auditada	Diferencia de longitudes ( mm )	SET DE DIAL
FÓRMULAS	A	B	$C=(A*B)/1000$	D	$E=C/4$	F	$G=((C-D)/C)*100\%$	$H=(D*1000)/B$	$I=(F*4*1000)/B$	$J=((A-I)/A)*100\%$	K
P	360	350	126,0	124,5	31,50	30,70	1%	355,71	350,86	-2,5%	5,9
M	425	350	148,8	147,2	37,19	36,60	1%	420,57	418,29	-1,6%	6,0
G	460	350	161,0	157,0	40,25	39,63	2%	448,57	452,91	-1,5%	6,9

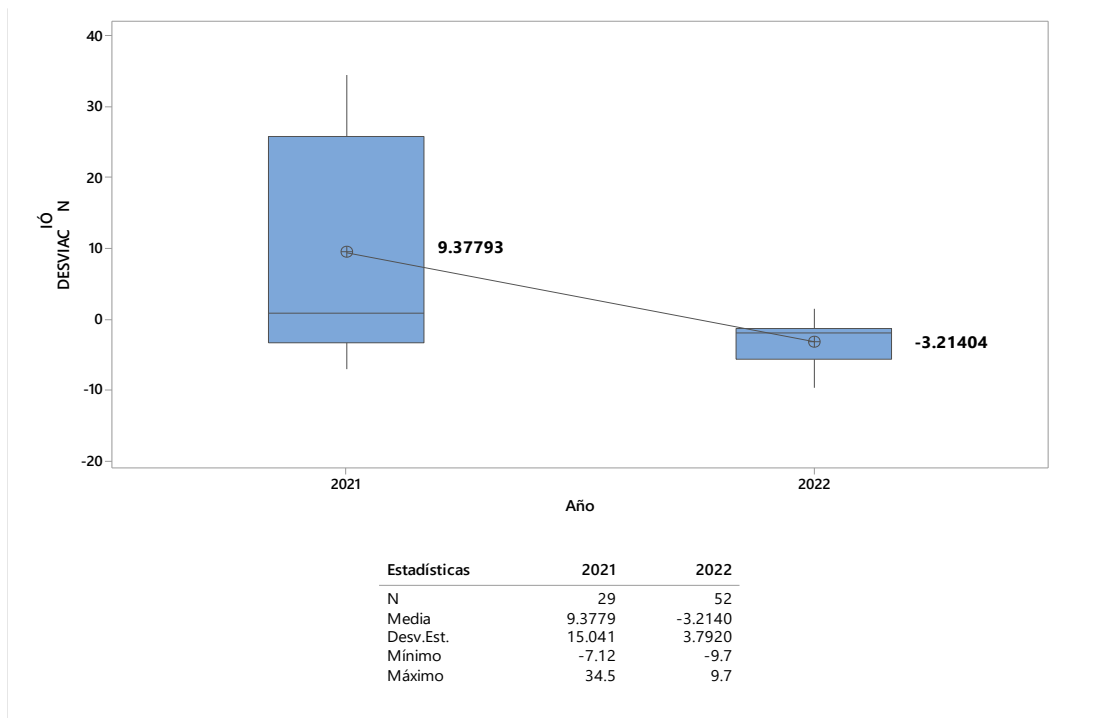
**Nota:** En la tabla se muestra los valores de SET K para las diferentes tallas determinados después de la mejora implementada.



Se establecieron los SET con su respectiva velocidad de dosificación, las diferentes longitudes de velocidad determinada en la auditoría se encuentran por debajo del límite de la media, pero dentro de los límites de control sin afectar la calidad del producto, podemos ver en la gráfica de caja de la figura 49, donde se muestra la dispersión de datos del 2021 vs. la dispersión de los datos después de la mejora vemos que la media de consumos baja de 9.4% del 2021 a -3.23% del 2022 bajando así la variación de los datos, ya que la campana de distribución tiene menos amplitud que en el 2021.

**Figura 49**

*Donde se muestra la baja de la variabilidad de los datos 2021 vs 2022*

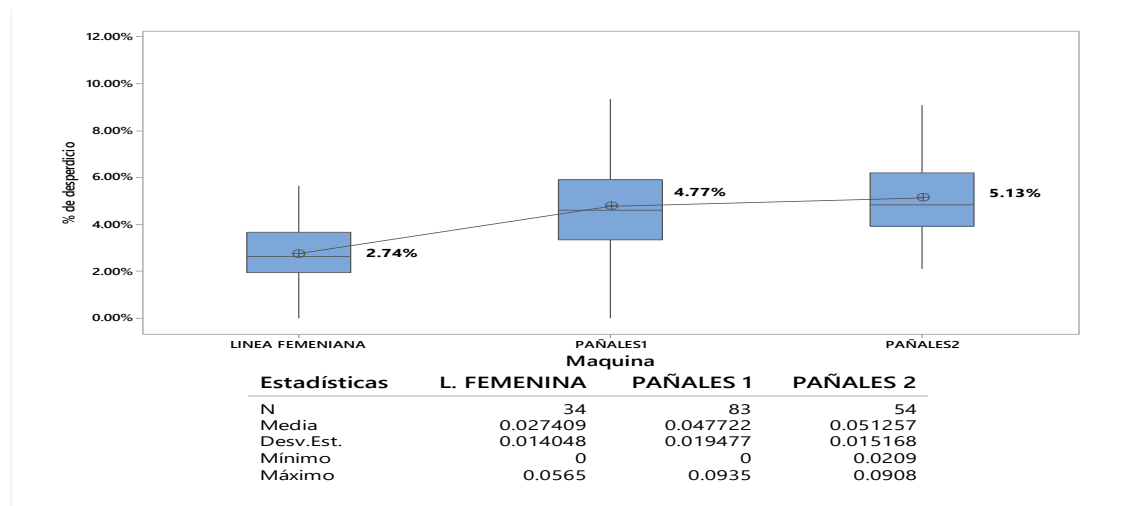


**Nota.** El gráfico representa como la desviación de los consumos de la goma de elástico ha disminuido después de la mejora implementada.

## 4.4 Implementación de herramientas Lean Manufacturing para disminuir los niveles de desperdicios

**Figura 50**

*Gráfica de cajas para desperdicios generados por máquina antes de las mejoras*



**Nota.** El gráfico cajas representa la distribución y la media de los datos de desperdicios por línea en las órdenes de absorbente.

De acuerdo con la Figura 50 se observa en los gráficos de cajas los desperdicios de la planta absorbentes antes de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

Observamos que en la línea femenina la media de desperdicio es de 2.74%, pañales 1 es de 4.77% y pañales 2 de 5.13%.

## 4.5 Análisis de la situación actual del TVC de las diferentes líneas

**TIEMPO:** Tiempo de disponibilidad que tiene el equipo para estar operativo

**VELOCIDAD:** Es la relación entre la velocidad estándar vs. la velocidad real.

**CALIDAD:** Se determina entre la relación de las unidades buenas sobre el total de unidades producidas.

**TVC:** Es el producto de la multiplicación de las tres variables anteriormente nombradas.

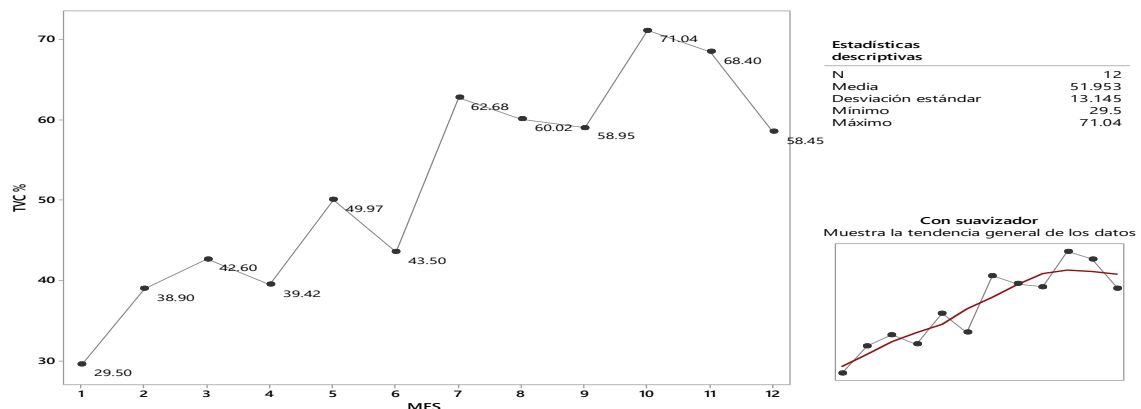
### 4.5.1 TVC mensual año 2021 de la línea femenina

Se puede observar en la Figura 51, como se comportó el TVC para la línea femenina, se visualiza que para el primer semestre el indicador de eficiencia sé en encuentro en una tendencia alcista.

Se puede ver claramente que en el segundo semestre sigue teniendo la tendencia alcista, por lo que se evidencia una mejora en el TVC mensual, pero no se logra el objetivo, ya que existe ligeras pérdidas en el proceso de transformación.

**Figura 51**

*TVC mensual año 2021 línea femenina*



**Nota.** La figura muestra el indicador TVC de manera mensual para el año 2021 para la línea femenina

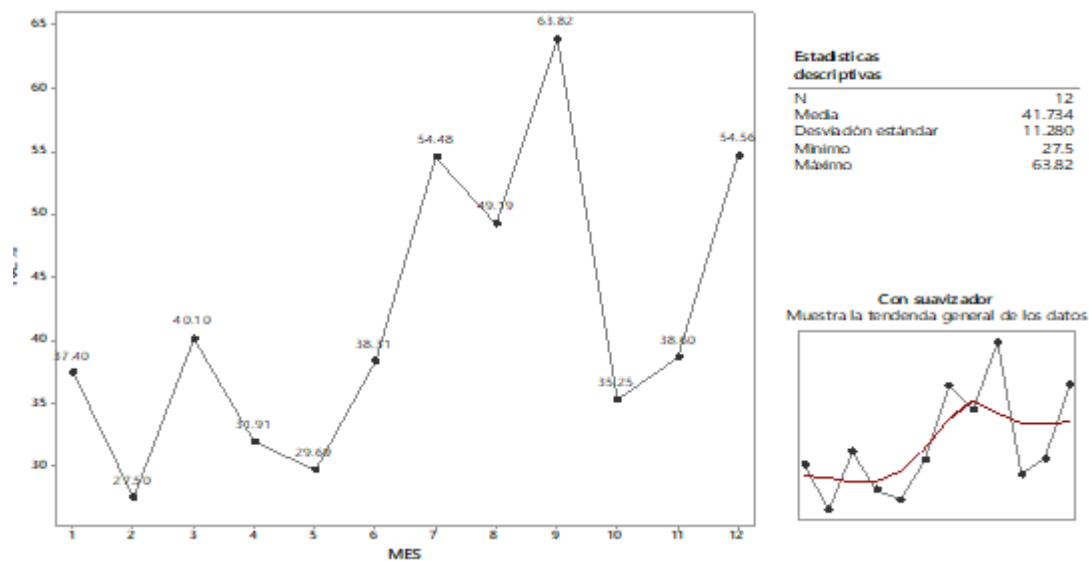
## 4.5.2 TVC mensual año 2021 de la línea de pañales 1

Se puede observar en la Figura 52, como se comportó el TVC para la línea de pañales 1, se visualiza que para el primer semestre el indicador de eficiencia se encuentra en una tendencia a la baja, pero en el segundo semestre este comienza a cambiar su inclinación hacia arriba.

Se puede ver claramente que en el segundo semestre aun teniendo la pendiente positiva, pero los valores no son sostenibles en el tiempo, ya que en los últimos meses la tendencia vuelve a la baja, se debe identificar las pérdidas en el proceso y mejorarlas para aumentar el TVC en el 2022, y este se logre estabilizar lo más cercano al objetivo de la planta que es >85%.

**Figura 52**

*TVC mensual año 2021 línea de pañales 1*



**Nota.** La figura muestra el indicador TVC de manera mensual para el año 2021 para pañales 1.

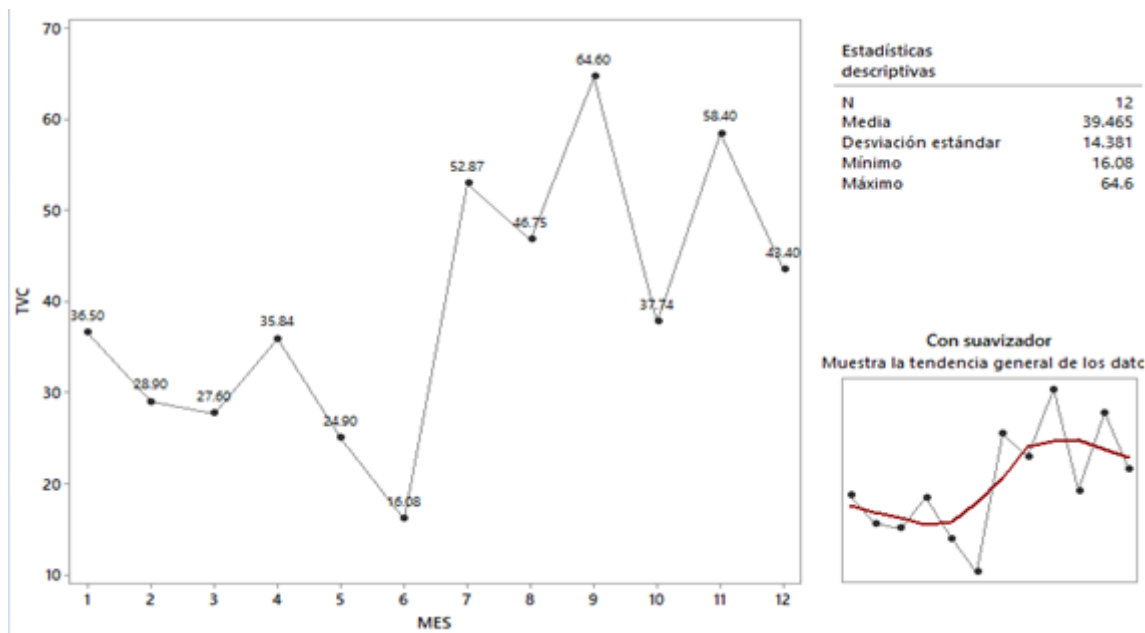
### 4.5.3 TVC mensual año 2021 de la línea de pañales 2

Se puede observar en la Figura 53, como se comportó el TVC para la línea de pañales 2, se visualiza que para el primer semestre el indicador de eficiencia se encontró en una tendencia a la baja, pero en el segundo semestre este comienza a cambiar la tendencia a una pendiente positiva.

Se observa que en el segundo semestre, aun teniendo la tendencia inclinada hacia arriba, estos valores no son sostenibles en el tiempo, esto se debe a que los procesos no encuentran controlados y existen importantes pérdidas durante la transformación del producto.

**Figura 53**

*TVC mensual año 2021 línea de pañales 2*



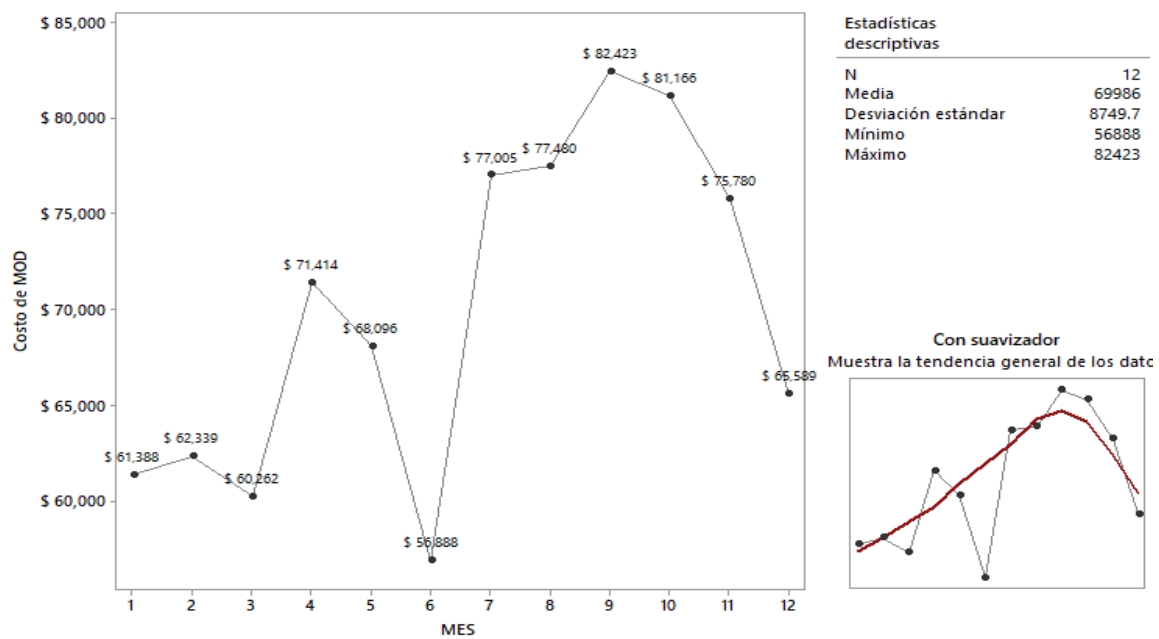
**Nota.** La figura muestra el indicador TVC de manera mensual para el año 2021 para pañales 2.

## 4.6 Análisis MOD y toneladas producidas para el Año 2021

Se analizan los costos de personal invertidos durante el 2021 por mes y las toneladas producidas en la planta absorbente antes de la mejora.

**Figura 54**

*Costo de MOD año 2021 Planta Absorbente*

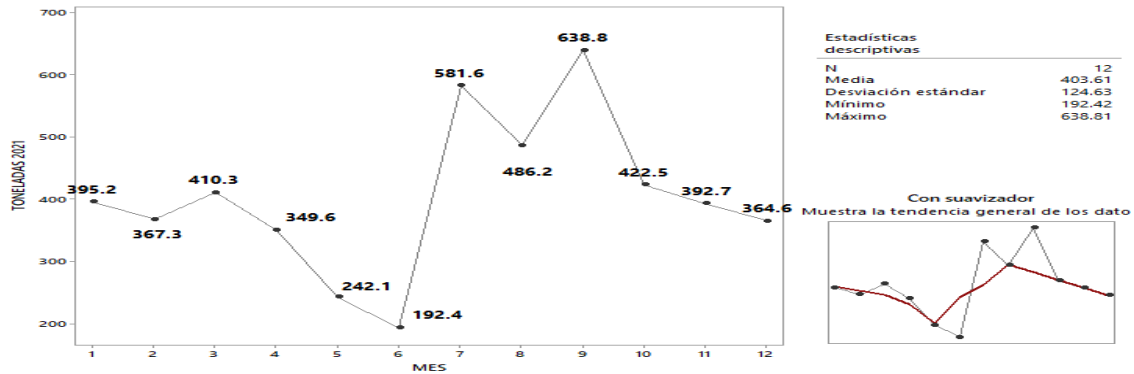


**Nota.** Gráfica de línea muestra los costos de mano de obra directa en un periodo mensual para el año 2021.

Podemos observar que en promedio por mes en el 2021 se ha invertido \$69.986 respecto a lo que costo la MOD y se ha producido una media de 403.61 toneladas mensuales.

**Figura 55**

*Toneladas Mensuales producidas en el año 2021 por la planta Absorbente*

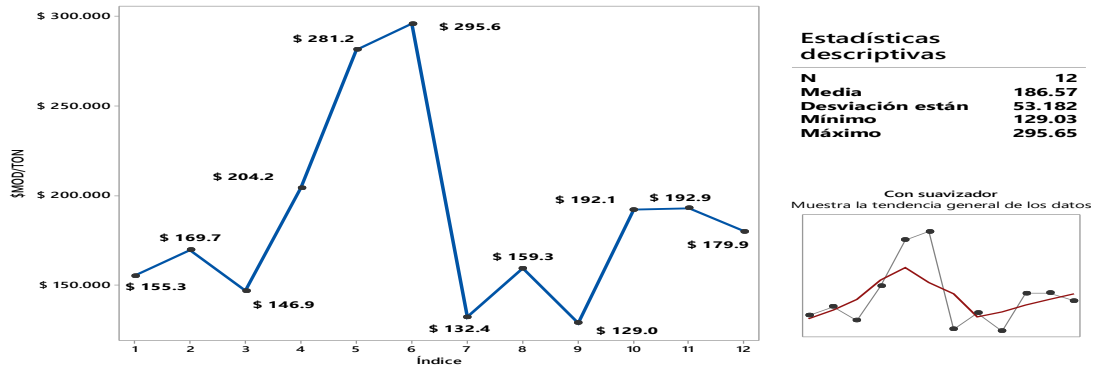


**Nota.** Gráfica de línea muestra las toneladas producidas en un periodo mensual para el año 2021.

Teniendo estos datos podemos calcular el costo de mano de obra que se invierte por cada tonelada fabricada por mes para el año 2021.

**Figura 56**

*Costo de MOD por tonelada producida 2021.*



**Nota.** En la gráfica se muestra los costos de MOD para producir una tonelada en un periodo mensual para el año 2021 en Planta Absorbente.

Se puede observar en el gráfico 56, que en promedio por los 12 meses se está invirtiendo un total de \$ 186.57 de MOD para producir una tonelada de productos, esto reducirá mediante la implementación de herramientas Lean Manufacturing.

## 4.7 Análisis e implementación de Herramientas Lean Manufacturing

Según lo indicado en la justificación teórica y práctica, el problema principal es la falta de parámetros que causa las interrupciones innecesarias en las máquinas, lo cual afecta el indicador de eficiencia de máquina y elevan los desperdicio por máquina, para lo cual se realizará un análisis al árbol de pérdidas para la recopilación de la información.

El análisis establecido durante los años 2019, 2020 y los primeros 6 meses del 2021 dieron los siguientes resultados que detallarán las horas pérdidas de cada año:

Tabla12

Comparación de horas de paros programados y no programados por año

VARIABLES	2019 (Horas)	2020 (Horas)	2021 (Horas)
Medición & Ajuste	2332,3	1510,9	962,1
Breakdown > 10min	661,5	1195,4	772,4
Disponibilidad de Materiales en línea	840,6	626,6	303,4
Tiempos de Cambio	279,1	467,3	82,1
Defectos de Calidad	236,6	428,6	19,6
Pérdidas por Preparación y Cierre	56,7	169,3	44,8
Escasez de operadores	41,3	148,1	4,5
Limpieza y Sanitización			152,
Cambio de piezas	24,5	43,9	27,0
Escasez de utilidad	25,0	7,2	0,3
Tiempo de Inactividad			3,4
Falla de Procesos Internos	0,8	2,4	
<b>Total general</b>	<b>4498,3</b>	<b>4599,8</b>	<b>2371,7</b>

**Nota.** Tabla muestra las horas perdidas en la Planta Absorbente en paros programados y no programados.



#### 4.7.1 Mediciones & ajuste:

- Mediciones y ajustes no planificados aplicados a procesos y equipos para corregir o prevenir que ocurran defectos de calidad.
- Comienza cuando la máquina para de producir y termina cuando el equipo se pone en marcha.

Parte del análisis realizado muestra que el mayor punto de enfoque es el exceso de tiempo que se llevan ajustando el equipo para evitar defectos de calidad, entre los ajustes que se realizan están:

- El doblado de la toalla o el pañal debido a una mala calibración.
- Atascamiento de papel.
- Desgarro del material.
- Ajuste de hombreras, entre otras.

#### 4.7.2 Breakdown > 10 min:

- Paro inesperado de equipos > de 10 minutos debido a la pérdida de funcionalidad.
- Inicia desde el momento en que la máquina deja de producir y termina en la puesta en marcha de la máquina

El segundo punto que se debe mejorar será los paros inesperados mayores a 10 minutos en el equipo, aquellos donde el mantenimiento interviene:

- Falla de aplicador (de adhesivo)
- Falla de aplicador (perfumes y humectación de pulpa)
- Falla de cadena de arrastre
- Falla de contactor
- Falla de controlador de temperatura
- Falla de cortador
- Falla de controlador

- Falla de motor
- Falla de sensor de proceso, entre otras

#### 4.7.3 Disponibilidad de Materiales en línea:

- Pérdida de tiempo debido a: no disponibilidad de materia prima, empaque o producto semi elaborado para alimentar la línea, o debido a la falta de espacio de almacenamiento, pallets, etc.
- Inicia desde el momento en el que la línea deja de producir y termina en la puesta en marcha de la máquina.

El tercer punto donde se va a fijar el análisis de atención es la disponibilidad de materiales en aquellas líneas en la que por no contar con un programa de producción estable donde tenga controlado el día a día siempre terminan consumiendo tiempo por los pedidos a última hora.

#### 4.7.4 Tiempos de Cambio:

- Tiempo necesario para cambiar de un SKU (producto) a otro SKU.
- Incluye el tiempo adicional incurrido por ineficiencias en el proceso de cambio.

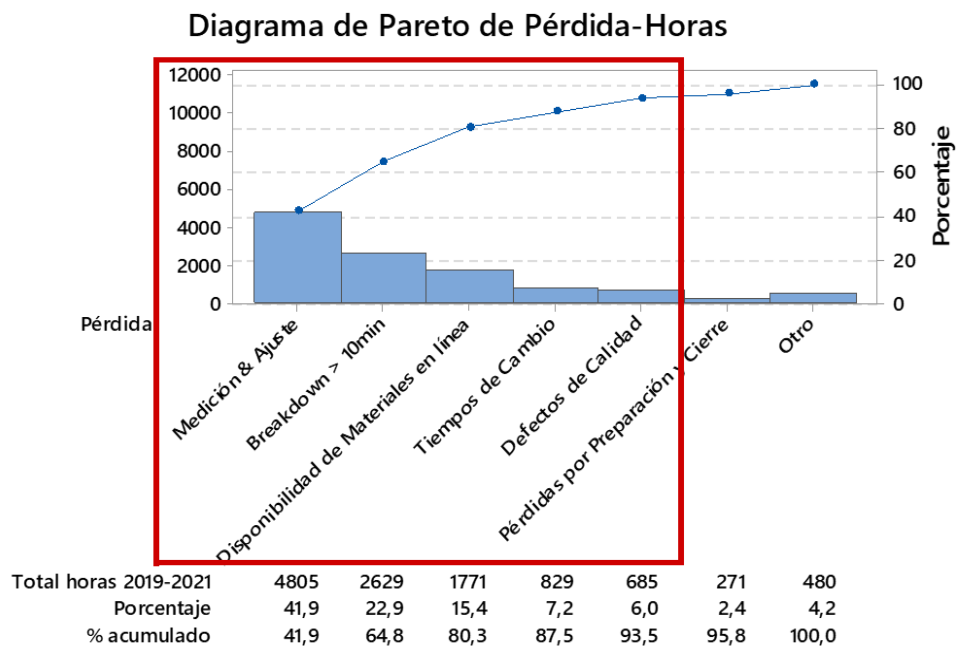
El cuarto punto que se llevará el análisis respectivo son los tiempos en el cambio de formato, producto punto donde mayor incidencia se provoca debido a las ineficiencias causadas por la falta de parámetros durante el cambio.

#### 4.7.5 Defectos de Calidad:

- Incluye la pérdida de tiempo de los rechazos que se producen, la pérdida física de desechos y las pérdidas financieras por descalificación.
- Se calcula en base de la cantidad de productos que muestra un defecto y la velocidad nominal de la máquina
- Incluye la pérdida de material (en bruto, embalaje o productos semi elaborados) debido a defectos de calidad generados en la línea.

Parte del quinto punto a enfocarnos dependerá de la correcta lectura de los parámetros y un control durante el cambio debido a que a los pañales y las toallas sanitarias se les hacen la prueba de excesos de tiempo que consiste en suministrar un líquido al producto que represente tanto al sangrado como a la orina del bebe que sirve para determinar que la tela está ubicada de manera correcta y con la cantidad correcta del material absorbente para que este no cause problema en las zonas delicadas donde se van a usar.

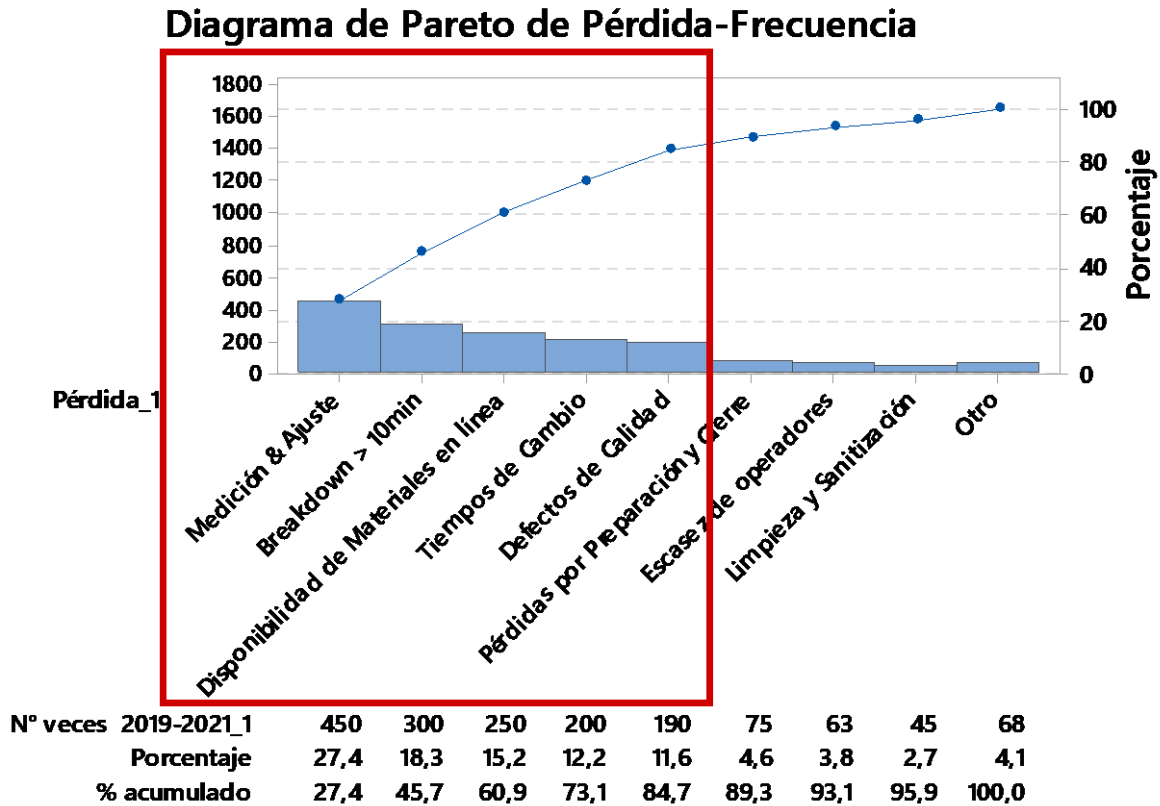
**Figura 57** Diagrama de Pareto de pérdidas de horas



**Nota.** La gráfica muestra el diagrama de Pareto para los tiempos perdidos en los años 2019 y 2021.

Figura 58

Diagrama de Pareto para frecuencia de paros



**Nota.** La gráfica muestra el diagrama de Pareto en frecuencia para las pérdidas de tiempos en los años 2019 y 2021.

Una vez detallada cada una de las pérdidas, el estudio se enfoca en alcanzar el ritmo adecuado y mejorar así la producción en la línea, se procede con el punto de partida para determinar sus causas por medio de entrevistas y observaciones ejecutadas al proceso.

## 4.8 Herramientas

### 4.8.1 5W+1H

Para determinar el paso inicial relacionado con las horas pérdidas durante el proceso por mediciones y ajuste, se realizó la técnica 5w+1h que nos apoya a identificar los factores y condiciones que ocasionan problemas en el proceso de fabricado de productos absorbentes, obteniendo el siguiente resultado:

**Figura 59**

*Descripción de 5W-1H*

5W + 1H	
<b>What (Qué)</b>	ocasiona rechazos en líneas en cada producto a fabricar
<b>When (Cuándo)</b>	en la planta absorbentes ( Pañales y toallas sanitarias )
<b>Where (Dónde)</b>	durante cada arranque , cambio de producto y/o formato,
<b>Who (Quién)</b>	lo cual depende de la habilidad y la técnica del operador,
<b>Which (Cuál)</b>	dichos defectos se produce de manera continua
<b>How (Cómo)</b>	La falta de procesos estandarizados y las condiciones de máquina
<b>Fenómenos</b>	
La falta de procesos estandarizados y las condiciones de máquina ocasiona rechazos en líneas en cada producto a fabricar en la planta absorbentes ( Pañales y toallas sanitarias ) durante cada arranque , cambio de producto y/o formato, lo cual depende de la habilidad y la técnica del operador, dichos defectos se produce de manera continua	

**Nota.** La gráfica muestra la descripción de 5w+1h para generar estrategias he implementar mejoras.

Una vez determinados los puntos que origina este fenómeno mediante la técnica 5W+1H se puede observar que la falta de parámetros y las condiciones de máquina son la principal fuente de paradas establecidas por la medición y el ajuste.

#### 4.8.2 Diagrama de Ishikawa

Para identificar de manera ágil la relación que tiene cada una de las causas que provocan este fenómeno usamos como herramienta, el diagrama de Ishikawa para determinar errores a corregir y reducir atributos relacionado entre los equipos para así evitar prejuicios. En algunos casos son orígenes independientes y en otras oportunidades, existen una relación entre ellas, las que pueden estar actuando en cadena.

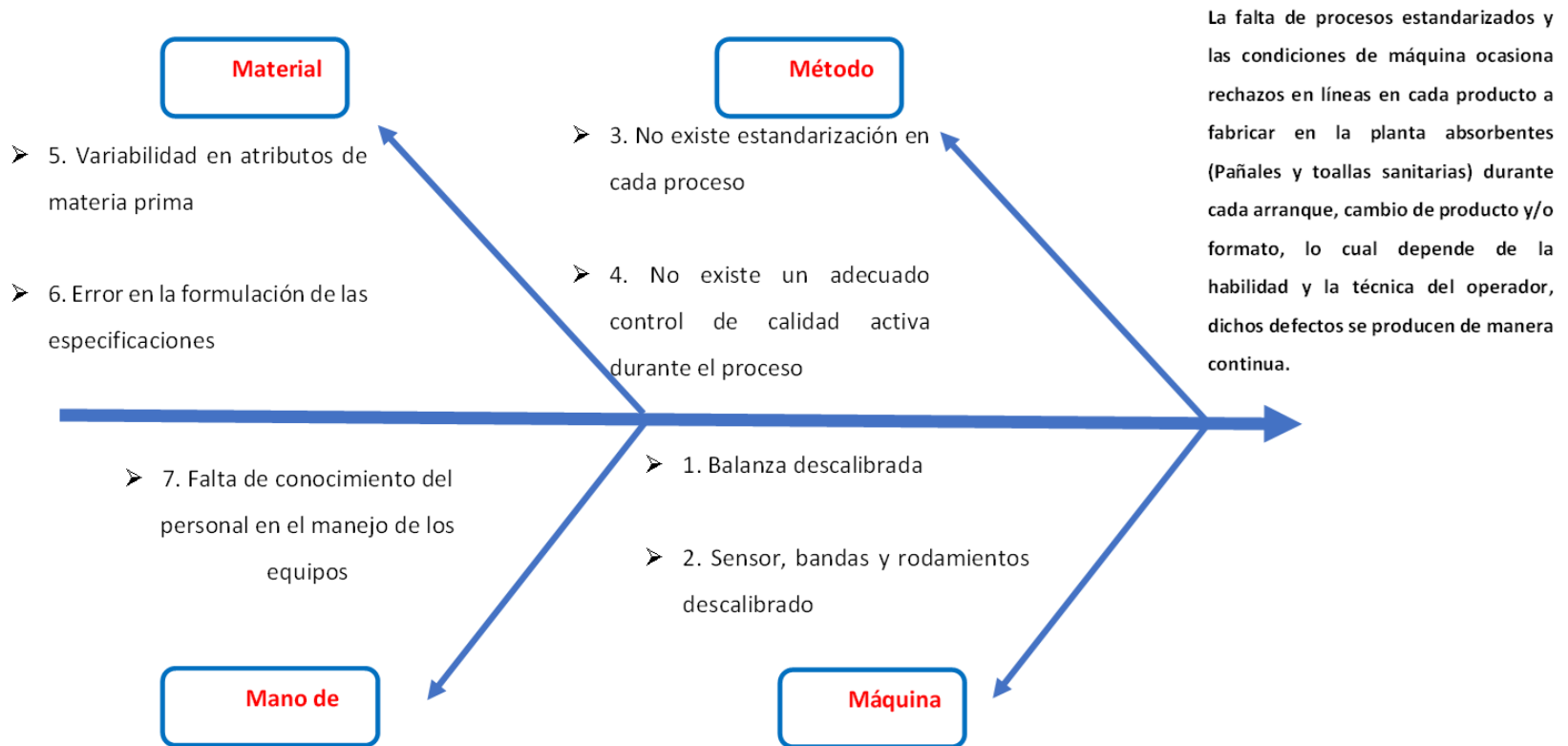
Una de las maneras para identificar las causas del fenómeno a analizar, es mediante una lluvia de ideas en la que cada miembro que esté directamente en el proceso pueda presentar sus ideas y opiniones sobre el origen de la raíz del problema con la finalidad de agrupar cada una de estas ideas en categorías y completar con ella el diagrama Causa-Efecto o diagrama de Ishikawa.

Es importante tener en cuenta que cada una de las teorías organizadas y presentadas en el diagrama de Ishikawa deben estar respaldadas con datos para poder establecer y comprobar que los orígenes que se presentan son reales, sobre todo para las causas más probables del fenómeno, las que son seleccionadas entre el total de ellas, para un análisis más exhaustivo hacia donde se va a enfocar la mejora del proceso.

La falta de procesos estandarizados y las condiciones de máquina ocasiona rechazos en líneas en cada producto a fabricar en la planta absorbentes (Pañales y toallas sanitarias) durante cada arranque, cambio de producto y/o formato, lo cual depende de la habilidad y la técnica del operador, dichos defectos se producen de manera continua. A continuación, se puede observar en la Figura 60 cada una de las causas identificadas que provoca el rechazo en línea generando al final del día un alto porcentaje de desperdicio en la planta.

**Figura 60**

*Diagrama de Ishikawa para identificar causa de rechazos en líneas*



**Nota.** En la figura muestra el análisis de Ishikawa para determinar oportunidad de mejoras para los rechazos en línea.

### 4.8.3 Cinco ¿Por qué?

Se debe siempre asegurar que el análisis se realice con profundidad, de manera que permitan determinar cada una de las verdaderas causas raíz del fenómeno y evitar un entendimiento incorrecto del mismo y no de manera superficial del proceso. Para esto se pregunta “¿por qué?” a cada una de las causas que se presentan en la lluvia de ideas hasta encontrar la causa raíz del fenómeno. Esta herramienta es de utilidad cuando los problemas del fenómeno involucran factores humanos o interacciones entre personas. A continuación, se presentan las causas más señaladas por los distintos departamentos que intervienen en el proceso productivo.

#### **1. Balanza descalibrada.**

Existen reiteradas paradas de calidad por exceso de pesos y tiempos altos, durante el análisis del pañal el equipo de calidad pudo determinar que la absorción de líquido era lenta debido a la acumulación y exceso de materia prima del absorbente establecido por qué la balanza que establece el peso no posee el correcto funcionamiento.

Varias veces el equipo de calidad detiene la máquina debido a que no cumplen con las especificaciones y correcto funcionamiento del pañal, debido a que ya la balanza está deteriorada.

#### **2. Sensores, bandas y rodamientos descalibrados.**

Existen varias paradas relacionadas con el descarte erróneo cuando existe un empalme en la materia prima por qué.

- No hay parámetros establecidos.
- No existen una rutina de inspección.

La falta de parámetros relacionados con el tema de la ubicación del centro de máquina y la correcta inspección de cada pieza en las máquinas durante cada cambio de formato o arranque de planta sin realizar provocan errores humanos, debido al desconocimiento



de donde inspeccionar y la ubicación de cada uno de estos elementos que afectan directa o indirectamente durante la fabricación del producto.

### **3. Estándar del proceso.**

Durante cada cambio o arranque de línea, el personal de producción detiene la máquina, debido a que calidad informa que el producto no está cumpliendo con los requisitos establecidos y se preguntan el porqué.

- Falta de parámetros.
- Falta de una metodología de trabajo (Procedimientos estándares operativos).

No tener establecido un estándar correcto hace que cada operador trabaje a su manera basada en el dicho “Yo llevo realizando esto durante años y sé que está bien”; sin embargo, si vemos el global, la confianza y el creer que hacemos las cosas bien a nuestra manera se deriva en paradas innecesarias por errores humanos que se pueden controlar y erradicar mediante procesos previos ya estandarizados para reducir el error a su mínimo.

### **4. Adecuado control de calidad durante el proceso.**

Por qué existen varias paradas relacionadas con tiempos de excesos.

- Operador no realiza adecuada inspección.
- Operador de calidad efectúa de forma inadecuada la inspección del cambio de formato y producto.

El exceso de confianza en el operador e ir trabajando durante tantos años de la misma forma con resultados estables durante un par de horas y terminar con resultados inestables donde pasan calibrando frecuentemente la máquina hasta dar con el resultado correcto origina que no revisen, ni inspeccionen el producto antes de la llegada del equipo de calidad a la máquina.

### **5. Variabilidad en atributos de materia prima.**

La variabilidad en los atributos de las materias primas para pañales y toallas sanitarias están formados de acuerdo a especificaciones dados por la receta establecida por I+D a cada proveedor, la exactitud va a depender de las medidas establecidas por el área de

producción durante pruebas ejecutadas. No pueden caer en tema relacionado por ahorro de costo, a veces piden productos donde existe una variabilidad muy alta, misma que en máquina ocasiona paradas por derrame del producto por no estar establecidos los parámetros necesarios por donde va a recorrer el flujo.

#### **6. Falta de conocimiento del personal en el manejo de los equipos**

Normalmente, al ubicar personal con poco expertos en máquina puede ocasionar desde daños en los equipos como paradas de producciones largas por la falta de conocimiento de parámetros y por qué no deben estar esas alturas o medidas diferentes a las que deben establecer, todo esto se da debido al exceso de confianza y por la típica frase “yo siempre he trabajado así”, si es verdad puede correr la máquina bien; pero un par de horas y ya luego paran más horas por no haber ubicado el parámetro correcto.

Adicional el exceso de confianza puede traer problemas graves a la larga del proceso como el riesgo a sufrir un accidente de manera espontánea por algún descuido por eso es de vital importancia trabajar de la manera correcta con el personal correcto acto y capaz de aprender día a día proceso nuevos y adaptarse a ellos, para generar un ambiente de trabajo más seguro y sobre todo un ambiente de trabajo donde día a día el operador muestre que es autosuficiente para realizar los procesos sólo sin ayuda y sin supervisión.

A continuación, se va a detallar cada una de las actividades representativas con relación al análisis realizado para determinar por qué se presentan dichas fallas tanto operacionales como en máquinas

**Tabla 12**

*Análisis de 5 por qué de la falta de estandarización de procesos*

1ro Por qué?	¿Causa raíz?	2do Por qué?	¿Causa raíz?	3ro Por qué?	¿Causa raíz?	4to Por qué?	¿Causa raíz?	5to Por qué?	¿Causa raíz?
<b>1. Balanza descalibrada</b>	→	<i>Balanza dañada.</i>							
<b>2. Sensor, bandas y rodamientos descalibrado</b>	→ →	<i>No hay una frecuencia de inspección</i>		<i>No existen parámetros</i>					
<b>3. Estandarización en cada proceso</b>	→	<i>No existe un parámetro de cada proceso</i>							
<b>4. No existe un adecuado control de calidad activa durante el proceso</b>	→	<i>operador no realiza adecuada inspección</i>							
		<i>Operador de calidad realiza de forma inadecuada la inspección del cambio de formato y producto</i>							
<b>5. Variabilidad en atributos de materia prima</b>	→	<i>No existe el respectivo control con proveedores</i>		<i>Límites en tela hidrofílica erróneos</i>		<i>Proceso del proveedor no controlado</i>			
<b>6. Falta de conocimiento del personal en el manejo de los equipos</b>	→	<i>Falta de capacitación al personal</i>							

**Nota.** Tabla muestra el análisis de los 5 porque para determinar la causa raíz de causa de estandarización.

## 4.9 Plan de acción

**Tabla 13**

*Plan de acción contra causa raíz*

<b>No.</b>	<b>Acciones</b>	<b>Responsable</b>
1	Levantamiento de parámetros de máquina	Procesos/Producción
2	Implementar herramienta SMED Para disminuir el desperdicio en el arranque de máquina.	Procesos/Producción
3	Implementación de VSM para determinar los tiempos de perdidos por los operadores	Procesos/Producción
3	Establecer frecuencias de inspección	Mantenimiento
4	Capacitación con el personal	Calidad
5	Llamado de atención al operador analista y operadores involucrados durante el tiempo del incidente por no realizar la respectiva calidad activa para corregir problemas a futuro	Jefes de área

**Nota.** Planes de acción para disminuir el desperdicio en la planta absorbente.

### 4.9.1 Parámetros.

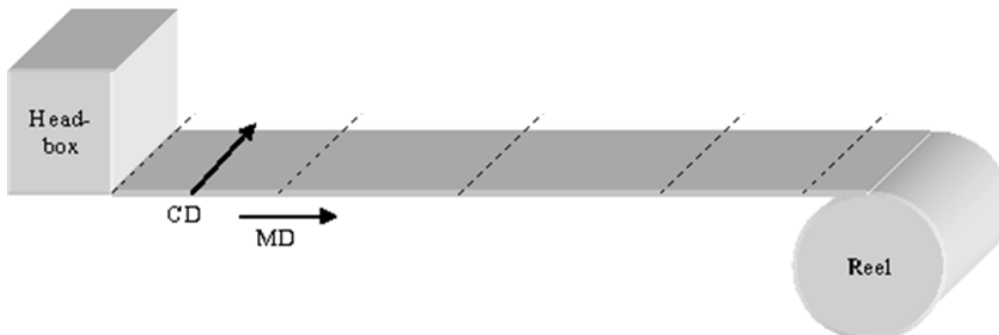
Se pudo observar como causa principal la falta de parámetros debido a modificaciones y a las condiciones resultantes de máquinas al crear nuevas presentaciones para vender en el mercado, las mismas que fueron el punto principal para no tener el debido control del proceso debido a las condiciones de máquinas que variaron a lo largo de la línea de producción provocando dos tipos de variabilidad dentro del proceso:

- **Cross direction (CD):** Consta de cientos de ubicaciones de medición y una gran cantidad de actuadores distribuidos por la máquina, formando así múltiples entradas y salidas no cuadradas.
- **Machine direction (MD):** Consta de un control de una sola entrada y salida.

Cross direction son aquellos que provocan variaciones durante el proceso debido centros de máquinas incorrectos (CD) que originan que el producto al final de la línea tenga defectos de calidad como desfase en el material de empaque y Machine direction son aquellos que provocan variaciones durante el proceso debido a que la velocidad de bandas y rodillos no está de acorde a la velocidad tangencial del punto cero mecánicos y electrónico de la máquina causando defectos de calidad como el desgarramiento de la materia prima a lo largo del proceso.

**Figura 61**

*Ilustración de parámetros de dirección*



**Nota.** Gráfica muestra la ilustración de los parámetros de Cross y Machine direction.

Para cada una de las mediciones relacionadas con la variabilidad Machine direction y Cross direction se va a usar herramientas:

- Lámpara estroboscópica para la verificación del movimiento que hace el pañal durante el recorrido y el ensamble de este (CD) y así determinar punto a mejorar y revisar su centro de máquina.

**Figura 62**

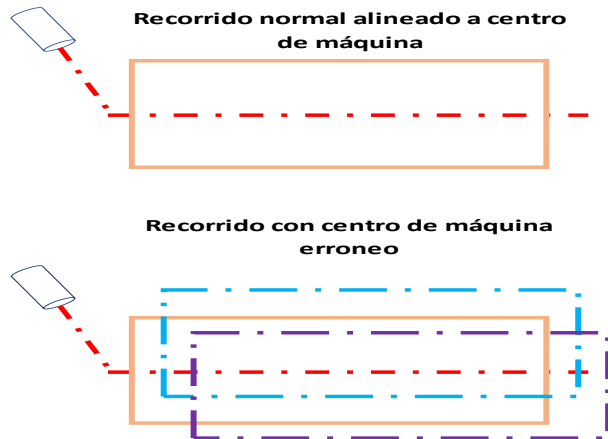
*Lámpara estroboscópica*



**Nota.** Equipo de luz estereoscópica para visualizar recorrido del pañal

**Figura 63**

Recorrido de centro de máquina



**Nota.** Ilustración de la visualización del recorrido del pañal.

- Tacómetro para la revisión de velocidades en bandas y rodillos que provocan el estiramiento del material causando un desgarro de este causando el respectivo paro en máquina por mediciones y ajuste.

**Figura 64**

*Tacómetro*



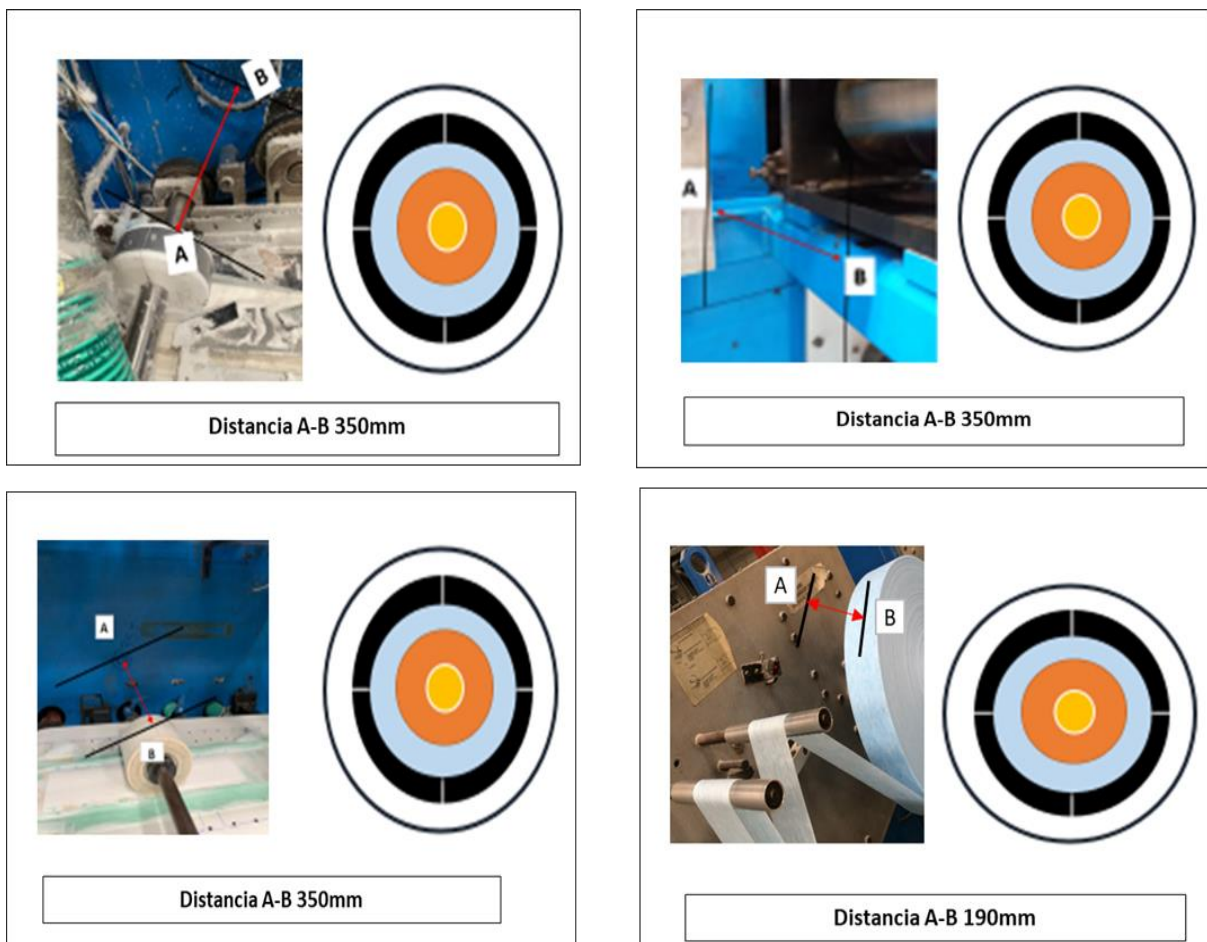
**Nota.** Esta Figura muestra equipo utilizado para medir la velocidad de rotación de los ejes de la máquina.

## 4.9.2 Centro de máquina.

Luego de realizar las modificaciones en máquina para nuevos productos desarrollados por el departamento de mercadeo, se debe ubicar cada punto en referencia con las medidas originales del centro de máquina, cada una de ellas comprobadas en máquina durante un turno establecido a través del instrumento de verificación para determinar que las medidas sean correctas.

**Figura 65**

*Distancias de máquinas*

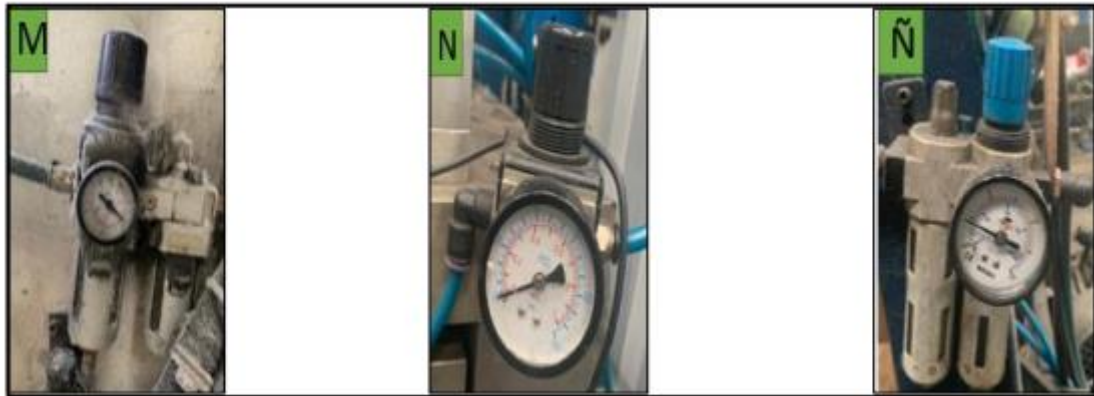


**Nota.** Esta gráfica muestra la estandarización de las distancias de las bobinas de materias primas para determinar mantener el centro de máquina.

A lo largo de la toma de centro de máquina se pudo identificar que tenemos instrumentos de mediciones de presión que varían sus medidas dependiendo del operador provocando paradas innecesarias, para ellos se estableció un estándar en cada uno de los instrumentos.

**Figura 66**

Estandarización de los manómetros de entrada de aire comprimido



**Nota.** Esta figura muestra la estandarización de los manómetros de presión de entradas de aire comprimido a la máquina.

**Tabla 14**

*Presiones tomadas por SKU*

LETRA	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES					
		SK U A	SK U B	SK U C	SK U D	SKU E	SK U F
M	PRESION ELECTROVALVUL A	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
N	PRESION DE CORTE	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Ñ	HOMBLIGUERO VACIO DE CORTE EN LAS CINTAS	50	50	50	50	50	50

**Nota.** Esta tabla muestra las presiones de ingreso de aire comprimido a la maquina por SKU.



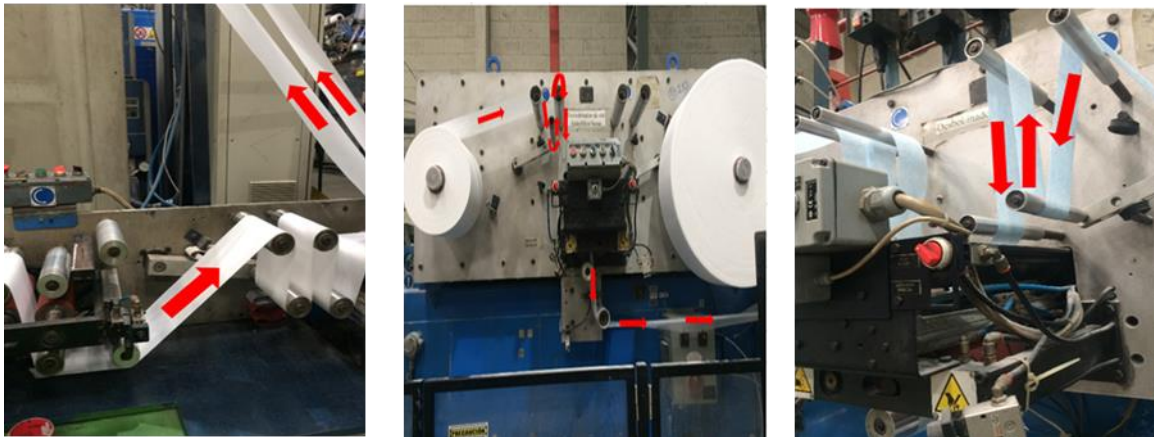
Adicional se determinó que hay instrumentos que no agregan valor y que no se usan durante el proceso, aquellos mismos que se deben sacar o reubicar en puntos necesarios, donde es necesario tener una lectura durante las inspecciones realizadas en máquina para determinar el correcto canal que debe tener cada presentación.

### 4.9.3 Recorrido del material

Adicional al centro de máquina y los valores de cada instrumento de presión, el operador indicó que un problema adicional que ellos tenían era el desconocimiento acerca de la posición y recorrido del material, por lo que para ellos se estandarizó cada una de las secciones portadoras de la materia prima que es necesaria para realizar cada ensamble ya sea en la toalla sanitaria o el pañal.

**Figura 66**

Recorrido de material



**Nota.**La figura muestra el recorrido que tiene que hacer el material para ensamblar el pañal.

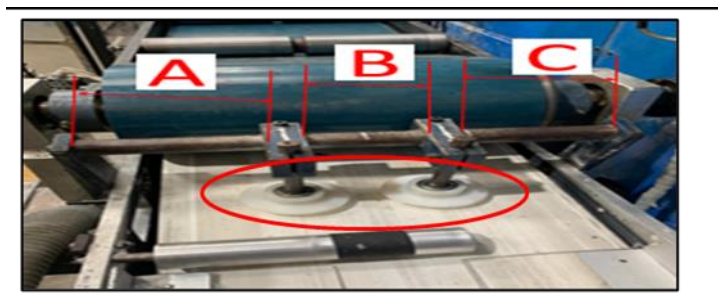
### 4.9.4 Guía del colchón

Uno de los puntos observados y que se estaba dejando de lado al inicio de la parametrización es la distancia de los rodillos donde el tissue arropa a la pulpa y el super

absorbente, la importancia de este se debe a que si no se realiza un correcto ensamblado al momento de hacer las pruebas de tiempo en el pañal este se va a derramar debido a que no va a cumplir con las especificaciones de calidad establecidas.

**Figura 67**

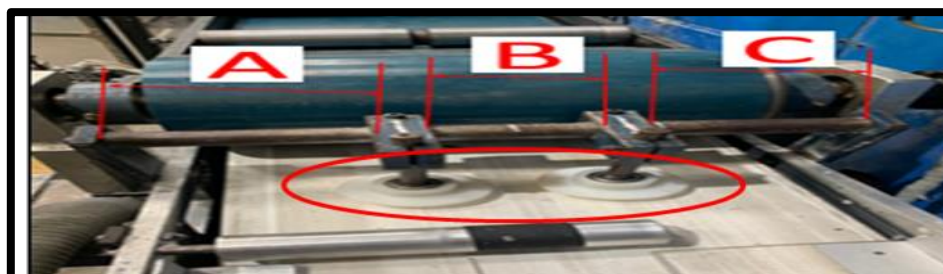
*Distancia de guía de rodillos*



**Nota.** La figura muestra cómo se tomaron las medidas para estandarizar la guía del colchón.

**Figura 68**

*Estandarización de las distancias del colchón.*



GUÍA COLCHON	DESCRIPCIÓN	MEDICIONES					
		SKU A	SKU B	SKU C	SKU D	SKU E	SKU F
A	DISTANCIA (MM)	132	132	132	132	132	132
B	DISTANCIA (MM)	85	85	85	85	85	85
C	DISTANCIA (MM)	114	114	114	114	114	114

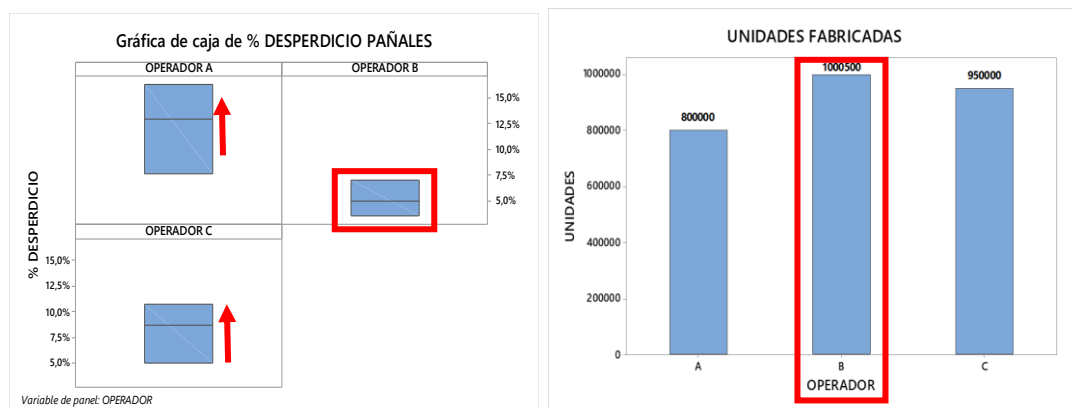
**Nota.** Esta figura muestra una medida estándar de colchón para los diferentes SKU.

### 4.9.5 Best Practices.

Para determinar la mejor práctica que se va a seguir analizando tanto las unidades producidas como el porcentaje de desperdicios que genera cada operador dentro del área, para así determinar que hace ese equipo bien, que genera buenos resultados y allí llevar al resto del equipo que trabaje de la misma manera y pueden mejorar los resultados previos antes de empezar la reducción de los cambios de formatos y la reducción del exceso consumo o el desperdicio de la materia prima.

**Figura 69**

*Identificación de Best Practice operador de pañales*

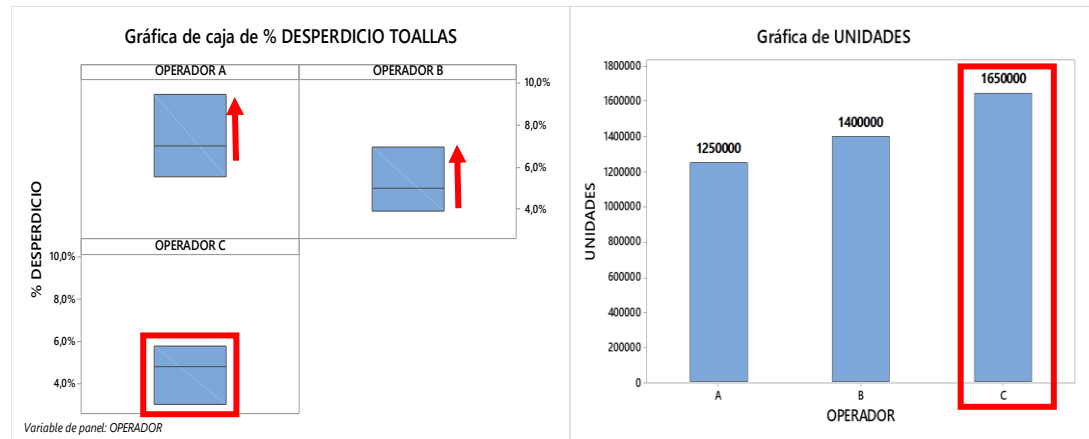


**Nota.** Esta Gráfica nos muestra cómo se identificó la mejor practica entre los tres operadores que manejan la máquina de pañales.

Al observar la Figura 70 se puede determinar que el operador B de la línea de pañales tiene los resultados más llamativos en unidades fabricadas como en el porcentaje de desperdicio que los otros dos operadores.

**Figura 70:**

*Identificación de Best Practice Operador de línea femenina*



**Nota.** Esta Gráfica nos muestra cómo se identificó la mejor practica entre los tres operadores que manejan la máquina de línea femenina.

Al observar la Figura 71 se puede determinar que el operador C de la línea de toallas tiene resultados más llamativos en unidades fabricadas como en el porcentaje de desperdicio en relación los otros dos operadores.

Luego de realizar el seguimiento al operador que generaba menos desperdicio se pudo notar que tenía parámetros de los diferentes formatos anotados, inspecciones, limpiezas y ajustes hechas a diario que siempre se usaba en cada arranque y cambio de formato/producto, al notar esto se comenzó a preguntar a cada uno de los operadores, ya que si bien es cierto quien conoce más de las máquinas son aquellos que están en el día a día, y se pudo notar que de los tres operadores aquel que generaba menos desperdicio era la persona que tenía establecidos sus respectivos parámetros para cada formato de la línea, a diferencia de los otros dos que en cada parada cambiaban de datos, esto se debía a que no revisaban e inspeccionaba si alguna sección donde no se realizó la correcta verificación presentaban algunas piezas quedaron flojas debido a las vibraciones causadas por la máquina, para esto se determinaron los siguientes puntos:

#### 4.9.6 Procesos estáticos.


El proceso estático denominado por parte del equipo de trabajo hace referencia a un proceso que permanece en un mismo estado y no experimenta cambios, aquellos que van a hacer estandarizados para que cada grupo use los mismos datos en cada sku programado.

Para este punto se determinó como puntos a medir:

- Altura de secciones y bandas
- Ratios de adhesivos
- Parámetros electrónicos

**Figura 71**

*Estandarización de piezas para cada tipo de SKU*



Letra	DESCRIPCIÓN	SKU A	SKU B	SKU C	SKU D
A	Altura a la entrada del tambor de transferencia (mm)	17	17	8	17
B	Altura a la salida del tambor de transferencia (mm)	17	17	14	17
C	Separación del tambor de transferencia y formación (mm)	7	7	7	7
D	RUEDA DE FORMACION (REG.POS)	82,5 (1)	82,5 (1)	55,1 (±2,0)	82,5 (1)
E	RANSFERENCIA DE RUEDA (MM/PIEZA)	225	225	164	225
F	BANDA DESPUÉS DE RUEFA DE TRAN. (MM/PIEZAS)	240	240	162,3	240
G	BANDA COMPACTADORA (PULPA) (MM/PIEZAS)	240	240	162,3	240

**Nota.** La figura muestra cómo se estandarizaron los procesos estáticos, estos procesos van a hacer estándar para todas las referencias.

**Figura 72**

Estandarización de tanques de Goma

APLICACION		DATOS	VELOCIDAD MAQUINA	VELOCIDAD DE BOMBA RPM	RATIO
APLICADOR	TIPO DE TANQUE	NORDSON	334	13	0,16
	TIPO DE BOMBA	SN0371			
	TIPO DE ADHESIVO	CONSTRUCCION			
	TEMPERATURA TANQUE	155			
	TEMPERATURA DE LA MANGUERA	155			
	TEMPERATURA DEL APLICADOR	160			
	AIRE DE PROCESO	N/A			


**Nota.** La gráfica muestra la estandarización de temperaturas velocidad y ratios para los tanques de gomas.

### 4.10 Cambio de formato (SMED)

Para entender la importancia de esta técnica se podría plantear un ejemplo sencillo. Cambiar una rueda de un auto toma alrededor de 15 minutos y es aceptable para nosotros, sin embargo, la elevada competencia y la continua pugna por el ahorro de tiempos lleva por ejemplo el tiempo de cambio de 4 neumáticos, en la Fórmula 1, trabajando en equipo, se hace en menos de 3 segundos, en promedio.

Como caso genérico se puede partir de la base de que esta técnica puede reducir el tiempo de los cambios en un 50% sin realizar inversiones importantes al enfocarnos en

dos tipos de operaciones en el estudio de tiempo realizado mediante el mapa de flujo de valor (VSM) levantado:

**Operaciones Internas:** aquellas que deben realizarse con la máquina parada.

**Operaciones externas:** Pueden ejecutarse con la máquina en marcha.

El objetivo del caso es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la manera de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible, siempre enfocado al final en el respectivo estándar de las operaciones priorizando hacer la menor cantidad de movimientos para realizar el cambio de una manera más ágil hasta perfeccionar el método y forme parte de la mejora continua de la empresa.

#### 4.10.1 Etapas del SMED.

La implementación de esta técnica consta de 4 etapas.

**Tabla 15**

*Etapas para implementar SMED*

ETAPAS	ACTUACIÓN
1.-Etapa preliminar	Estudio de la operación de cambio
2.-Primera etapa	Separar tareas internas y externas
3.-Segunda etapa	Convertir tareas internas en externas.
4.-Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

**Nota.** La tabla muestra las etapas para implementar SMED.

#### 4.10.2 Etapa preliminar

“Dime como me vas a medir y te digo como me comporto”, lo que no se conoce no se puede mejorar, para ello se debe saber que vamos a medir para entender el comportamiento de mi proceso, en el estudio del caso se debe filmar el procedimiento para analizar cada movimiento inútil, paseos, distracciones, etcétera, en que incurre el operador. Hay actividades que pueden tomar alrededor de 40 minutos, ya sean

buscando por toda la planta una herramienta en general, otro ubicando tornillos en el almacén, afilando las piezas necesarias o llenando formatos de calidad y producción. Todo aquello mientras el equipo permanece detenido esperando a que el operador se decida a empezar el desmontaje de las herramientas usadas por el sku anterior y el acoplamiento de las que se van a necesitar. Para esta etapa se debe realizar un detallado análisis del proceso inicial del cambio mediante las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos de cambios.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio.
- Análisis con cronómetro.
- Entrevistas con operadores para conocer la necesidad.
- Grabar en vídeo.
- Mostar a los operadores cada tiempo realizado durante el cambio.
- Sacar fotografía para elaborar un procedimiento operativo.

Esta etapa es la más útil y el tiempo que se invierte en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica del cambio inicial de forma correcta.

### 4.10.3 Primera etapa

Luego de determinar cada uno de los puntos causa a raíz de la etapa preliminar, se procederá a realizar un listado de las actividades secuenciales durante el set up, para poder identificar cuáles de ellas son internas (aquellas realizadas durante un paro de la máquina) y externas (ejecutadas durante la operación normal de la máquina), aquellas donde se pueden detectar problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Preparación de las herramientas, piezas y útiles que no debe hacerse con la máquina parada, pero se realizan.
- Movimientos innecesarios.



Siempre será útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc., A partir de esta lista se podrá realizar la respectiva comprobación para asegurarnos de que no haya errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

#### 4.10.4 Secuencia de actividades

A partir del estudio minucioso del cambio de formato en la línea se va a detallar a continuación las actividades que realiza cada operador para luego proceder a determinar que actividades externas e internas se van a simplificar para ganar tiempo durante el cambio.

**Tabla 16**

Actividades tomadas al operador líder etapa 1 SMED

Secuencia	Actividades del operador Líder	Tiempo (HH:MM: SS:)
1	Anotar el resultado del contador final del producto anterior	0:03:00
2	Reunión para designar la estación a trabajar	0:30:00
3	Limpieza de las estaciones designadas	2:30:00
4	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)	0:15:00
5	Ir a traer la estación A	0:10:00
6	Desarmar la estación A	1:00:00
7	Limpiar la estación desarmada	0:30:00
8	Armado de estación A	1:40:00
9	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	0:40:00
10	Ir a traer la estación B	0:10:00
11	Desarmar la estación B	0:50:00
12	Limpiar la estación desarmada	0:30:00
13	Armado de estación B	2:00:00
14	Ubicar en la pantalla táctil parámetros y dar marcha a máquina	0:15:00
15	Revisión de parámetros por calidad	0:45:00
16	Parar máquina para corregir errores	1:30:00
17	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	0:05:00
<b>Total</b>		<b>13:23:00</b>

**Nota.** Tabla de levantamiento de actividades del operador líder para la primera etapa SMED.

**Tabla 17**

*Actividades tomadas para el operador 2 primera Etapa SMED*

<b>Secuencia</b>	<b>Actividades del operador 2</b>	<b>Tiempo</b>
1	Reunión para designar la estación a trabajar	0:30:00
2	Limpieza de las estaciones designadas	1:10:00
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)	0:15:00
4	Ir a traer la estación A	0:10:00
5	Desarmar la estación C	1:00:00
6	Limpiar la estación desarmada	0:30:00
7	Armado de estación C	1:40:00
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	0:40:00
9	Quitar la materia prima del producto anterior	0:30:00
10	Poner stretch film a la materia prima	0:03:00
11	Colocar materia prima del nuevo producto	0:40:00
12	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	0:05:00
13	Revisión de parámetros por calidad	0:45:00
14	Parar máquina para corregir errores	0:50:00
15	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	0:05:00
<b>Total</b>		<b>8:53:00</b>

**Nota.** Tabla de levantamiento de actividades del operador 2 para la primera etapa SMED.

**Tabla 18**  
*Actividades del operador 3 y 4 primera etapa SMED*

<b>Secuencia</b>	<b>Actividades del operador 3 y 4</b>	<b>Tiempo</b>
1	Reunión para designar la estación a trabajar	0:30:00
2	Limpieza de las estaciones designadas	1:00:00
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)	0:15:00
4	Ir a traer la estación D	0:10:00
5	Desarmar la estación D	0:30:00
6	Limpiar la estación desarmada	0:30:00
7	Armado de estación D	0:40:00
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	0:40:00
9	Ir a traer la estación D	0:10:00
10	Desarmar la estación D	2:30:00
11	Limpiar la estación desarmada	0:03:00
12	Armado de estación E	3:00:00
13	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	0:05:00
14	Revisión de parámetros por calidad	0:45:00
15	Parar máquina para corregir errores	0:30:00
16	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	0:05:00
<b>Total</b>		<b>11:23:00</b>

**Nota.** Tabla de levantamiento de actividades del operador 3 y 4 para la primera etapa SMED.

**Tabla 19**

*Actividades para el operador 5 y 6, primera etapa SMED*

<b>Secuencia</b>	<b>Actividades del operador 5 y 6</b>	<b>Tiempo</b>
1	Reunión para designar la estación a trabajar	0:30:00
2	Limpieza de las estaciones designadas	1:00:00
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas- pernos)	0:15:00
4	Ir a traer la estación F	0:10:00
5	Desarmar la estación F	2:00:00
6	Limpiar la estación desarmada	0:30:00
7	Armado de estación F	1:40:00
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	0:40:00
9	Ir a traer la estación G	0:10:00
10	Desarmar la estación G	1:30:00
11	Limpiar la estación desarmada	0:03:00
12	Armado de estación G	0:45:00
13	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	0:05:00
14	Revisión de parámetros por calidad	1:15:00
15	Parar máquina para corregir errores	0:30:00
16	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	0:05:00
<b>Total</b>		<b>11:08:00</b>

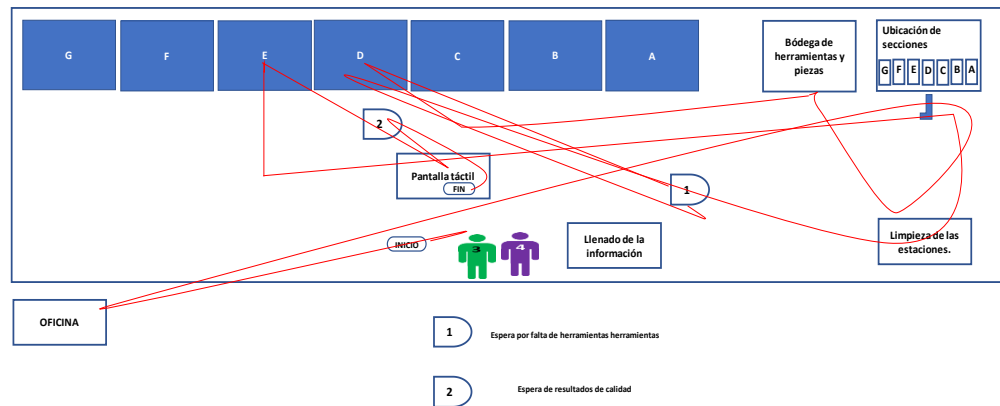
**Nota.** Tabla de levantamiento de actividades del operador 5 y 6 para la primera etapa SMED.

Deben tener en cuenta que las actividades realizadas por cada operador se realizan en paralelo y de acuerdo con el levantamiento de la información, solo son ejecutadas una vez que la línea se ha detenido para realizar el cambio.



**Figura 75**

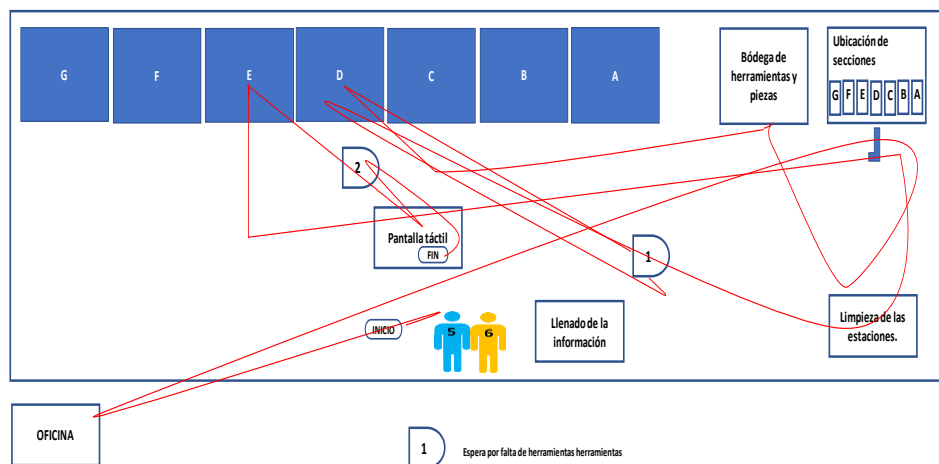
*Diagrama de Spagueti operador 3 y 4*



**Nota.** La figura muestra el recorrido que tiene que hacer el operador para cambiar el

**Figura 76**

*Diagrama de Spagueti operador 5 y 6.*



**Nota.** La figura muestra el recorrido que tiene que hacer el operador para cambiar el formato en la máquina.

El tiempo en el cual el sistema no está produciendo siempre serán actividades que no agreguen valor, misma que se le considera como desperdicio; por lo tanto, serán

actividades que deben ser optimizadas y previamente eliminadas para así ganar tiempo productivo, es decir, hacer lo necesario para mejorar el tema de preparación la idea es que el tiempo en el cual el sistema no está produciendo, es decir, no agrega valor, se le considera como desperdicio; en consecuencia, se requiere de su eliminación.

En esta etapa es necesario hacer una revisión minuciosa de las actividades internas, para poder hacer la conversión pertinente y así ganar más tiempo productivo, es decir, hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc., fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando esta se pare se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

Esto se podría reevaluar para ver si algunos de los pasos están erróneamente considerados como interno, además se arreglaría las herramientas para eliminar los ajustes operacionales debido a que representan del 50% al 70% del tiempo de preparación interna.

Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda en poner en marcha el proceso de acuerdo con la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo con las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Partiremos de la base de que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo, se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes, por lo que requiere espacios estándar.

## 4.11 Segunda etapa

### 4.11.1 Separar las actividades internas y externas

Las actividades se separaron mediante un Check List y el respectivo análisis de acuerdo con las definiciones de las actividades internas y externas, en los siguientes cuadros se indica la clasificación de acuerdo cómo se están ejecutando antes de aplicar cualquier cambio.

**Tabla 20**

*Check list para separar actividades internas de externas OP1*

Secuencia	Actividades del operador Líder	Interna	Externa
1	Anotar el resultado del contador final del producto anterior		x
2	Reunión para designar la estación a trabajar		x
3	Limpieza de las estaciones designadas	X	
4	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)		x
5	Ir a traer la estación A		x
6	Desarmar la estación A	X	
7	Limpiar la estación desarmada	X	
8	Armado de estación A	X	
9	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado		x
10	Ir a traer la estación B		x
11	Desarmar la estación B	X	
12	Limpiar la estación desarmada	X	
13	Armado de estación B	X	
14	Ubicar en la pantalla táctil parámetros y dar marcha a máquina	X	
15	Revisión de parámetros por calidad		x
16	Parar máquina para corregir errores		x
17	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	X	

**Nota.** La tabla muestra la separación de actividades internas y externas para el operador líder

para la segunda etapa de SMED.



**Tabla 21**

Check list para separar actividades internas de externas OP2

Secuencia	Actividades del operador 2	Interno	Externo
1	Reunión para designar la estación a trabajar		x
2	Limpieza de las estaciones designadas	x	
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)		x
4	Ir a traer la estación A		x
5	Desarmar la estación C	x	
6	Limpiar la estación desarmada	x	
7	Armado de estación C	x	
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado		x
9	Quitar la materia prima del producto anterior	x	
10	Poner stretch film a la materia prima	x	
11	Colocar materia prima del nuevo producto	x	
12	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	x	
13	Revisión de parámetros por calidad		x
14	Parar máquina para corregir errores		x
15	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	x	

**Nota.** La tabla muestra la separación de actividades internas y externas del operador 2 para la segunda etapa de SMED.

Esto se podría reevaluar para ver si algunos de los pasos están erróneamente considerados como interno, además se arreglaría las herramientas para eliminar los ajustes operacionales debido a que representan del 50% al 70% del tiempo de preparación interna.

Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda en poner en marcha el proceso de acuerdo con la nueva especificación requerida.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles,

pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo con las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

**Tabla 22**

Check list para separar actividades internas de externas OP3 Y OP4.

Secuencia	Actividades del operador 3 y 4	Interno	Externo
1	Reunión para designar la estación a trabajar		x
2	Limpieza de las estaciones designadas	X	
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)		x
4	Ir a traer la estación D		x
5	Desarmar la estación D	X	
6	Limpiar la estación desarmada	X	
7	Armado de estación D	X	
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado		x
9	Ir a traer la estación D		x
10	Desarmar la estación D	X	
11	Limpiar la estación desarmada	X	
12	Armado de estación E	X	
13	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	X	
14	Revisión de parámetros por calidad		x
15	Parar máquina para corregir errores		x
16	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	X	

**Nota.** La tabla muestra la separación de actividades internas y externas para el operador 3 y 4 para la segunda etapa de SMED.

**Tabla 23**

*Check list para separar actividades internas de externas OP5 Y OP6*

Secuencia	Actividades del operador 5 y 6	Interno	Externo
1	Reunión para designar la estación a trabajar		x
2	Limpieza de las estaciones designadas	X	
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas- pernos)		x
4	Ir a traer la estación F		x
5	Desarmar la estación F	X	
6	Limpiar la estación desarmada	x	
7	Armado de estación F	x	
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado		x
9	Ir a traer la estación G		x
10	Desarmar la estación G	x	
11	Limpiar la estación desarmada	x	
12	Armado de estación G	x	
13	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	x	
14	Revisión de parámetros por calidad		x
15	Parar máquina para corregir errores		x
16	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	x	

**Nota.** La tabla muestra la separación de actividades internas y externas para el operador 5 y 6 para la segunda etapa de SMED.

#### 4.11.2 invertir las actividades internas en externas

El análisis de las actividades, así como cada entrevista realizada a cada operador, nos dieron como resultado la selección de las actividades con potencial para convertir en externas, en las cuales se aplicará las técnicas vistas en la parte teórica. En primer lugar, se analizan las actividades a convertir del operador líder, tabla 20, también se van a detallar las actividades del operador 2, tabla 21, operador 3 y 4 Tabla 22, operador 5 y 6 Tabla 23.

**Tabla 24**

*Convertir actividades internas en externas OP1*

Secuencia	Actividades a eliminar Operador líder	Convertir
1	Reunión para designar la estación a trabajar	X
2	Limpieza de las estaciones designadas	X
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)	X
4	Ir a traer la estación A	X
5	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	Eliminar
6	Ir a traer la estación B	X
7	Parar máquina para corregir errores	X
8	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	X

**Nota.** La tabla muestra la conversión y eliminación de las actividades internas a externas del operador líder para la tercera etapa del SMED.

**Tabla 25**

*Convertir Actividades internas en externas OP2*

Secuencia	Actividades del operador 2	Convertir
1	Reunión para designar la estación a trabajar	X
2	Limpieza de las estaciones designadas	X
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas-pernos)	X
4	Ir a traer la estación A	X
8	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	Eliminar
4	Ubicar en la pantalla táctil parámetros	X
5	Parar máquina para corregir errores	X
6	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	X

**Nota.** La tabla muestra la conversión y eliminación de las actividades internas a externas del operador 2 para la tercera etapa del SMED.

**Tabla 26**

Convertir Actividades internas en externas OP3 Y OP4

Secuencia	Actividades del operador 3 y 4	Convertir
1	Reunión para designar la estación a trabajar	X
2	Limpieza de las estaciones designadas	X
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas- pernos)	X
4	Ir a traer la estación D	X
5	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	Eliminar
6	Ir a traer la estación D	X
7	Parar máquina para corregir errores	X
8	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	X

**Nota.** La tabla muestra la conversión y eliminación de las actividades internas a externas del operador 3 y 4 para la tercera etapa del SMED.

**Tabla 27**

Convertir Actividades internas en externas OP5 y OP6

Secuencia	Actividades del operador 5 y 6	Convertir
1	Reunión para designar la estación a trabajar	X
2	Limpieza de las estaciones designadas	X
3	Buscar elementos secundarios (tornillos-placas- pernos)	X
4	Ir a traer la estación F	X
5	Esperar las herramientas que se prestó al compañero para iniciar el siguiente armado	Eliminar
6	Ir a traer la estación G	X
7	Parar máquina para corregir errores	X
8	Ingresar datos nuevos en la pantalla táctil	X

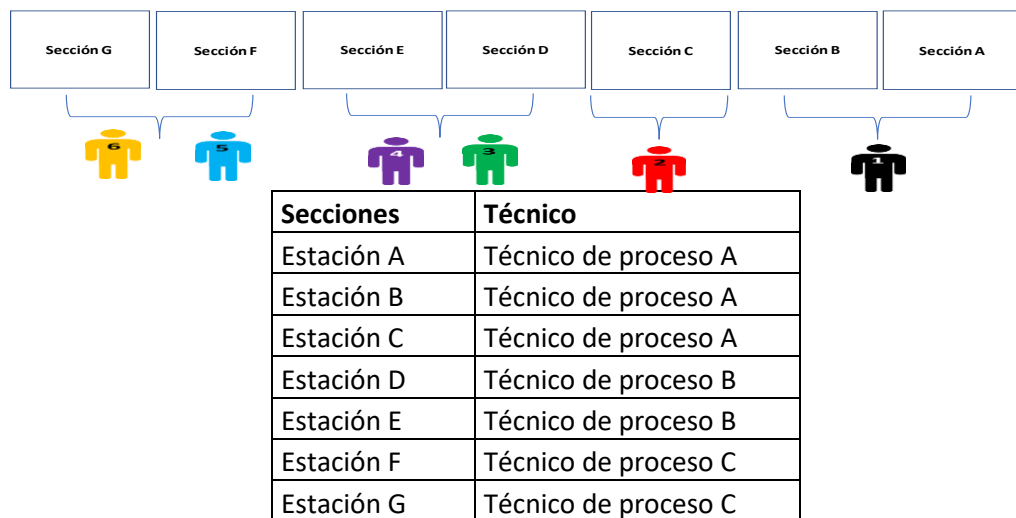
**Nota.** La tabla muestra la conversión y eliminación de las actividades internas a externas del operador 5 y 6 para la tercera etapa del SMED.

Para las actividades de cada operador se puede observar que cada uno cae en el mismo error, para ellos vamos a convertir cada una de estas actividades.

- La secuencia N.º 1 se puede realizar antes del cambio en la línea. En el transcurso del producto anterior o tres días antes y no esperar el día para decidir cada actividad de los operadores, todo esto basándose en la planificación semanal o mensual establecida donde al conocer que referencia se va a cambiar, se puede determinar el operador verde en el puesto verde aquel que cuenta con la experiencia adecuada para cambiar cada sección y así cada operador apenas inicie el cambio va a saber dónde atacar.
- La secuencia N.º 2 y N.º 3 son actividades que luego de hacer el previo estudio de tiempo y movimiento del departamento que presta el servicio a las plantas como el de proceso, se logró determinar que pueden adicionar durante sus actividades previas a la fecha del cambio en la línea.

**Figura 77**

*Operador para designado para hacer cambio en cada Estación de trabajo*



**Nota.** La figura muestra cómo se designó a los operadores para el cambio de sección en las máquinas de Planta Absorbente.

- La secuencia N.º 4 y N.º 6 serán aquellas que van a realizar los mismos técnicos de procesos, quienes al saber el día del cambio previo a cada una de la

información recibida tendrán cada estación lista en su puesto de trabajo para que el operador designado simplemente se dedique cambiar a cada una de estas.

- La secuencia N.º 5 será eliminada en base de la información generada en cada una de las entrevistas hechas a cada operador, con lo que se determinó que no contaban con herramientas suficientes para cada cambio, basándose en esta información se procedió a comprar cada una de las herramientas necesarias para eliminar este tiempo de espera.
- La secuencia N.º 7 y N.º 8 serán actividades que van a estar previamente relacionadas que se deben evitar volver al realizarla al determinar ya los parámetros exactos para cada SKU.

## 4.12 Tercera etapa

### 4.12.1 Perfeccionar el proceso de las actividades

Para esta última etapa se tiene como objetivo reducir al mínimo el tiempo utilizado en las actividades que han quedado como internas, a continuación, se muestra la tabla 28 de las actividades con mayor potencial a reducir tiempos aplicando técnicas descritas en la teoría.

**Tabla 28**

*Actividades a mejorar SMED tercera etapa*

Secuencia	Actividades por mejorar
1	Armado y retirada de las estaciones.
2	Limpieza de las estaciones anteriores.

**Nota.** Actividades por mejorar para la implementación del SMED

## 4.13 VSM (Value Stream Mapping)

Para perfeccionar el proceso de las actividades antes descrita se determinó usar como herramienta un mapa del flujo de valor para registrar los tiempos del cambio y así se pueda visualizar, analizar y mejorar el flujo de la producción, todo esto para capturar la mejora y poder realizar el respectivo análisis de la información recabada.

Como caso genérico se puede partir de la base de que esta técnica puede reducir el tiempo de los cambios en un 50% sin realizar inversiones importantes al enfocarnos en dos tipos de operaciones en el estudio de tiempo realizado mediante el mapa de flujo de valor (VSM) levantado:

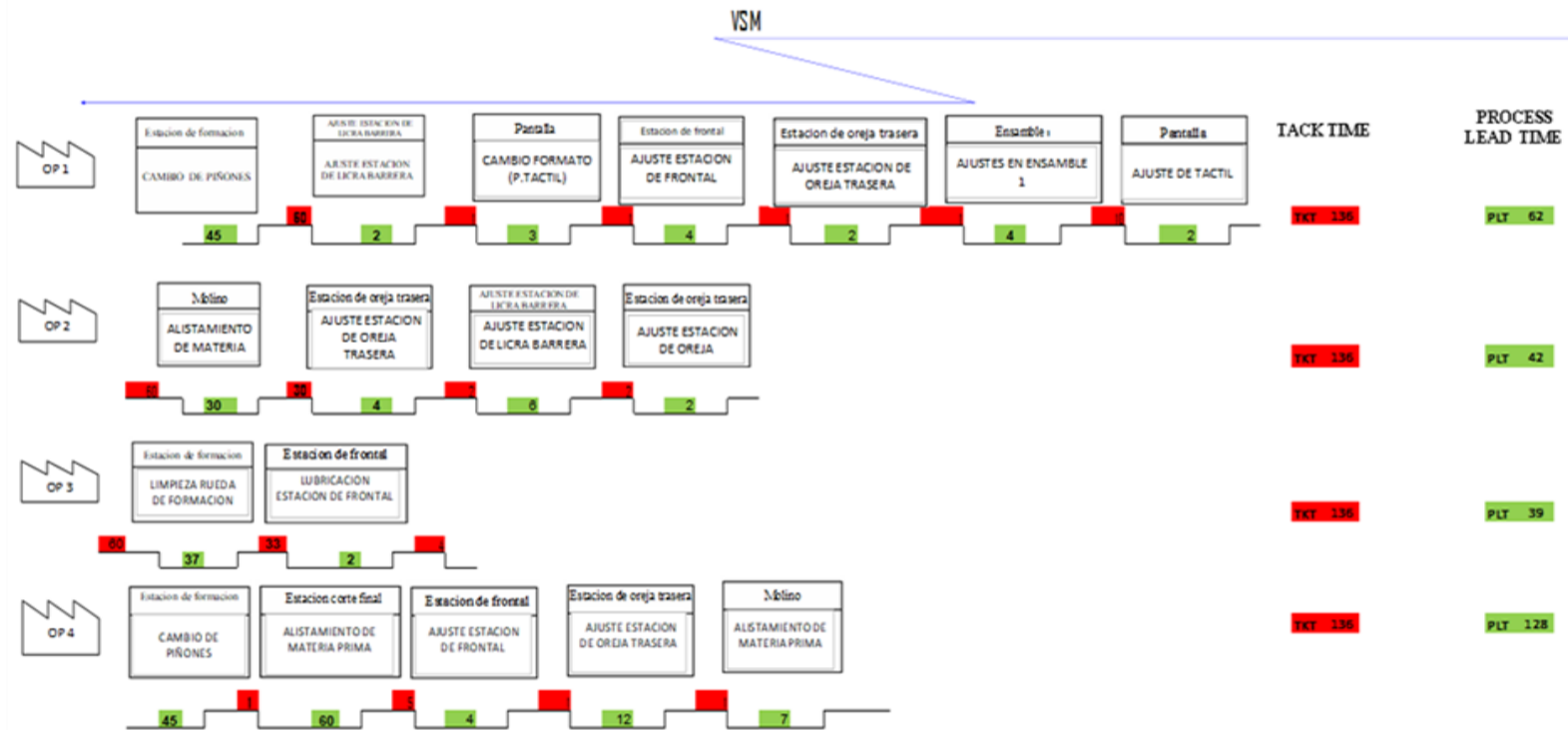
- Operaciones Internas: aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones externas: Pueden ejecutarse con la máquina en marcha.

El objetivo del caso es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la manera de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible, siempre enfocado al final en el respectivo estándar de las operaciones priorizando hacer la menor cantidad de movimientos para realizar el cambio de una manera más ágil hasta perfeccionar el método y forme parte de la mejora continua de la empresa.



Figura 78

VSM para actividades de cambio de formato.



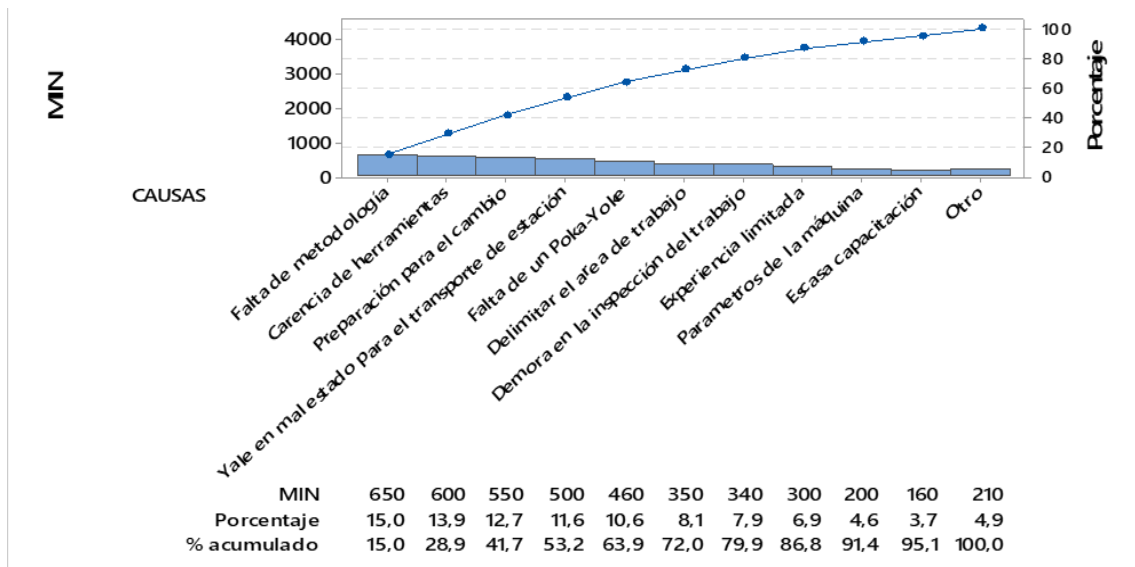
**Nota.** La figura muestra la toma de tiempo para las actividades que generan valor dentro del cambio de formato.

### 4.13.1 Diagrama de Pareto

Luego de realizar el VSM se tomaron los datos de cada uno de los cambios, dando como resultados los datos que se presentan en la Figura 80, donde se determina que no existía un método, es decir, un paso a paso de cada actividad realizada por el operador y sobre todo que cada una de las actividades de preparación se realizaban a última hora, teniendo en cuenta que cada máquina cuenta alrededor de ocho a diez secciones desmontables que deben estar previamente limpias (sin fuentes contaminantes y bien lubricadas).

**Figura 79**

*Pareto de causas para optimizar el tiempo de cambio de formato.*



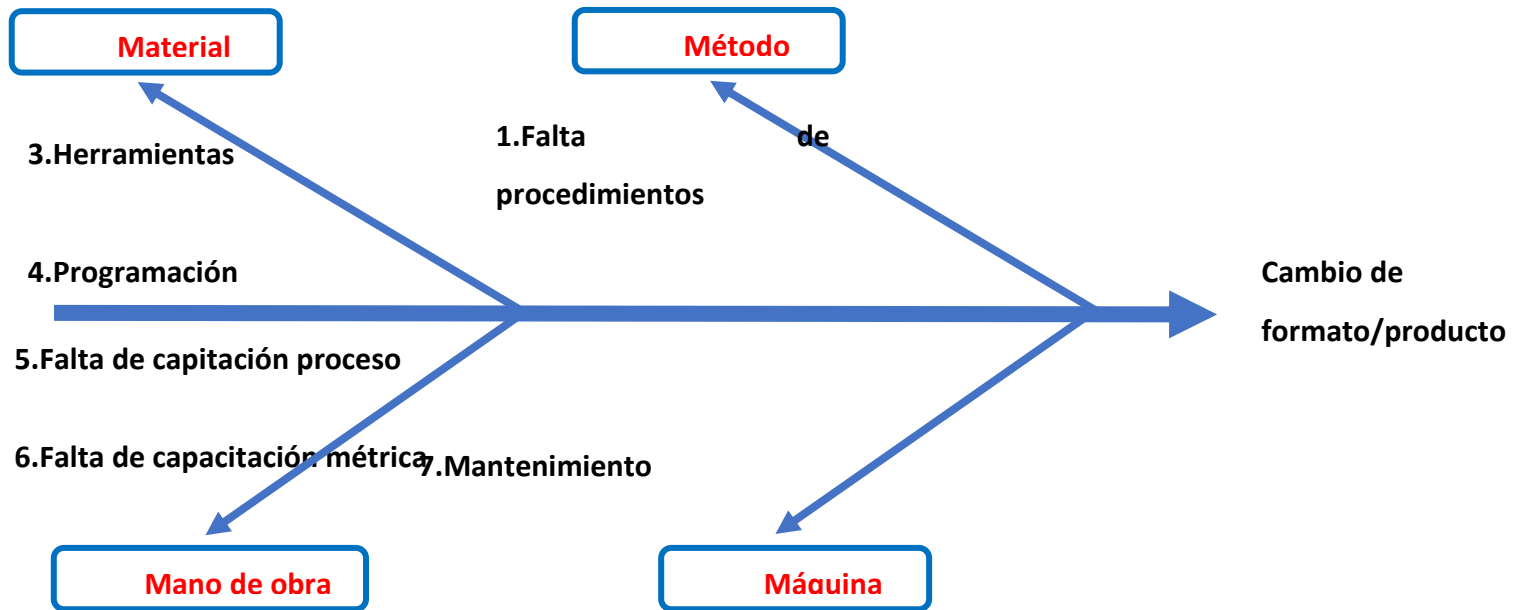
**Nota.** La figura muestra diagrama de Pareto de las actividades para cambio de formatos de

Planta Absorbente.

### 4.13.1 Diagrama de Ishikawa

**Figura 80**

Diagrama de Ishikawa para determinar las mejoras en el proceso



**Nota.** Esta figura muestra como mediante el diagrama Ishikawa se determinas los principales focos de mejoras.

### 4.13.1 Cinco ¿Por qué?

**Tabla 29**

Tabla de 5 POR QUÉ?

1ro Por qué?	¿Causa raíz?	2do Por qué?	¿Causa raíz?	3ro Por qué?	¿Causa raíz?	4to Por qué?	¿Causa raíz?	5to Por qué?	¿Causa raíz?
<b>1. Falta de procedimientos</b>		No existe el paso a paso para capacitar al personal nuevo.							
<b>2. Fichas técnicas</b>	→	No existe un proceso estático (variables de cada sección).							
<b>3. Herramientas</b>	→	No cuentan con herramientas completas que hacen tiempo de espera grande.							
<b>4. Programación</b>	→	No existe un adecuado plan.		Falta de una rueda de producción					
<b>5. Falta de capacitación proceso</b>	→	Falta de parámetros relacionados a la altura en las estaciones o secciones.							
<b>6. Falta de capacitación métrica</b>	→	No se cuentan con instrumentos que funcionen.							
<b>7. Mantenimiento</b>	→	Equipos sin alistamiento previo.							

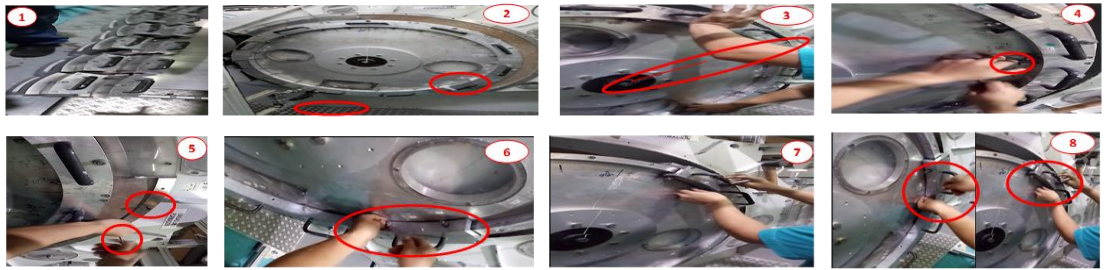







**Nota.** El tablero muestras como mediante las herramientas de los 5 por qué. Se identifica la causa raíz de un problema.

## 4.14 Falta de procedimientos.

Debido a la falta de operadores en máquina y al poco conocimiento en relación con el funcionamiento de cada una de las secciones y sobre todo la importancia de ubicar la medida exacta en cada una de ellas, hace que a lo largo del proceso las paradas en máquinas sean evidente debido a un mal cambio de formato para ellos se estableció un paso a paso mismo que luego se va a capacitar y a poner en práctica en cada uno de los operadores a realizar el cambio en cada sección.

**Figura 81**

*Elaboración de POE para cambio de pockets*

PROCEDIMIENTO ESTANDAR OPERATIVO		Num SOP:	001	REVISIÓN:	001
TITULO: Cambio de pockets		ESCRITO POR:	Francisco Álava	APROBADO POR :	
FECHA APROBADA:		FECHA VIGENCIA:			
EPP REQUERIDOS:		HERRAMIENTA:			
					
Pasos	Actividades	Herramientas			
1	Tener cada pocket ubicado al pie del tambor de formación de manera ordenada.				
2	Limpieza del tambor de formación antes del desmontaje de los pockets.				
3	Ubicar el punto centro del tambor de formación para proceder al desmontaje de los pockets.	 Martillo , llave corona			
4	Sacar pernos de la parte interior de cada pocket				
5	Sacar pernos de la parte superior del tambor de formación				
6	Sacar cada pocket de manera ordenada				
7	Girar el tambor de formación hasta encontrar el punto centro para el respectivo montaje de los pockets nuevos				
8	Ajustar cada perno respectivamente ubicado el cada pocket.				

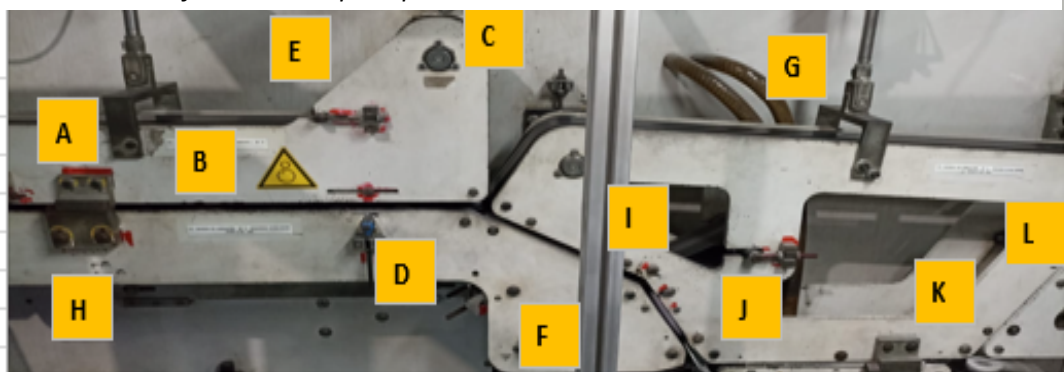
**Nota.** Esta figura muestra el procedimiento operativo estándar levantado para el cambio de Pockets.

### 4.14.1 Fichas técnicas

En la planta absorbentes la ficha técnica se refiere a cada uno de los valores establecidos para cada estación con la finalidad de que sean valores estándares analizados y previamente hecho cada una de las pruebas para determinar si dichos parámetros son funcionales o no.

**Figura 82**

*Elaboración de ficha técnica para parámetros establecidos*



Letra	Descripción	SKU A	SKU B	SKU C	SKU D
A	Banda Transferencia a plegador (mm)	15	15	11	15
B	Banda entrada al 1er doblado (mm)	9	9	9	9
C	Entrada primer doblado (mm)	15	15	10	15
D	Entrada segundo doblado (mm)	8	8	8	8
E	Salida del doblador (mm)	15	15	15	15
F	Entrada a la banda compresora(mm)	17	17	18	17
G	Salida banda compresora (mm)	17	17	14	17
H	Banda fondo de mazo 1 (MM/PIEZAS)	328	238	163	238
I	Banda superior de plegado(MM/PIEZAS)	238	238	238	238
J	Mazo plegado 2 (MM/PIEZAS)	21.8	21.8	21.8	21.8
K	Banda arriba despues de Mazo 2 (MM/PIEZAS)	238	238	163	238
L	Banda Abajo despues de Mazo 2(MM/PIEZAS)	238	238	163	238

**Nota.** Esta figura muestra el tablero de parámetros de cada SKU.

## 4.14.2 Listado de herramientas

Parte de las entrevistas realizadas a operadores dieron como resultados una gran falta de herramientas durante los cambios, por lo que el operador debe de terminar de usar la herramienta para recién allí poder compartir con su compañero que realiza un tiempo de espera sin realizar ninguna actividad que genere valor al cambio.

**Figura 83**

*Listado de herramientas para el cambio*

FOMACIÓN	CONSTRUCCIÓN INICIAL	CONSTRUCCIÓN FINAL	PLEGADORES
Juego de llave allen	Juego de llave allen	Juego de llave allen	Juego de llave allen
Llave boca corona 6 - 8 - 10	Llave boca corona 10-12-17	Llave boca corona 17-19-22	Llave boca corona 8-10-12-13
Llave de tubo	Cepillo acero	Nivelador	Desarmador
Desarmador			
	BAGGER		STACKER
	Juego de llave allen		Juego de llave allen
	Llave boca corona 8-10-12-13-17		Llave boca corona 6-8-10-12-13

**Nota.** Esta figura muestra el listado de herramienta que lleva cada sección para el cambio de formato.

## 4.15 Programación.

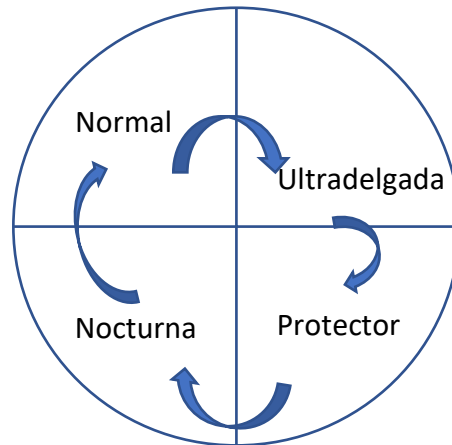
### 4.15.1 Rueda de producción.

La finalidad de la rueda de producción siempre va a buscar establecer el balance perfecto para generar una secuencia óptima donde el operador gane tiempo al momento de realizar cambios de formatos debido a parámetros similares o materia prima similares donde no tienen que estar cambiando cada rollo.

## 4.15.2 Toallas Sanitarias.

**Figura 84**

*Rueda de producción para Línea Femenina*



**Nota.** Gráfica muestra la secuencia de producción en la que se optimiza el proceso de cambio de referencia de Línea Femenina.

## 4.15.3 Pañales 1.

**Figura 85**

*Rueda de producción Pañales 1*



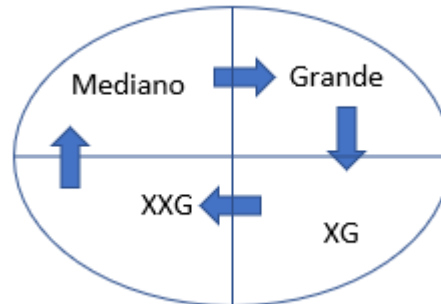
**Nota.** Gráfica muestra la secuencia de producción en la que se optimiza el proceso de cambio de referencia de Pañales 1.



#### 4.15.4 Pañales 2.

**Figura 86**

*Rueda de producción Pañales 2*



**Nota.** Gráfica muestra la secuencia de producción en la que se optimiza el proceso de cambio de referencia de Pañales 2.

#### 4.16 Capacitación.

La capacitación para los operarios actualmente no existe, esto puede ser otro de los factores que ayude a la imprudencia tanto de parte de los trabajadores como de sus empleadores, que favorecen a que se produzcan métodos inadecuados de trabajo, adicionalmente que esto cause un ambiente de trabajo poco seguro y con riesgo a que sufran de accidentes, por falta de conocimiento en ciertos temas que se pueden dar a conocer mediante las capacitaciones al personal.

Luego de levantar cada procedimiento del proceso se debe tener en cuenta la importancia de este para poder implementarse y que cuyo resultado sea el esperado, cada operador debe tener en cuenta el paso a paso de sus actividades, para esto se llevó a cabo capacitaciones donde se indica la importancia de cada uno de los parámetros levantados, procedimientos operativos y herramientas aplicadas ha mejorado el tema de unidades producidas y un desperdicio reducido.

## 4.17 Mantenimiento.

El equipo de mantenimiento, luego de realizar el análisis respectivo de cada una de las paradas, pudo observar que parte de las paradas innecesarias se deben a que no se cuenta con un respectivo seguimiento a las actividades importante de la operación como la limpieza, la lubricación, la inspección y el ajuste de estaciones críticas donde se acumula parte del material que con el pasar del tiempo va a perjudicar las operaciones por no realizar las actividades previas.

## 4.18 Estándares LILA

Basándose en lo anterior, el equipo de mantenimiento y el equipo operativo realizó un estándar provisional de limpieza, inspección, lubricación y ajuste (LILA), este estándar es la evidencia más visible del inicio del mantenimiento autónomo donde cada uno de los operadores siguen el programa LILA, observando cualquier problema de accesibilidad, flujo de lubricación entre otros. Adicional estos estándares incluyen información como: artículos a limpiar, revisar o lubricar, los métodos a utilizar, frecuencia y responsabilidades.

Tabla 30

Estándares LILA levantado para cada proceso estandarizado

Estándar de INSPECCIÓN de Mantenimiento Autónomo																	
Área		Máquina		Preparado por:		Aprobado por:		Fecha:		Rev. #		SOP #					
ENVASADO																	
<b>Seleccione los EPP a utilizar</b>		 <input checked="" type="checkbox"/>		 <input checked="" type="checkbox"/>		 <input checked="" type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/>		 <input checked="" type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/>		 <input checked="" type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/>	
Bocetos / Figuras / Imágenes	Máquina						Frecuencia			Tiempo (min)	¿Impacto en calidad?	¿Paros menores?	Responsable				
	#	Objeto a Insp.	Riesgos	Condición Estándar	Herramientas	¿Qué hacer?	Turno	Día	Mes								
	1	SISTEMA DE TRANSMISIÓN ACOJINADO: FONDO CHATO		SIN DEFORMACIONES		REEMPLAZAR SI ESTÁ DEFORMADO				2	SI		OPERADOR				
	2	SISTEMA DE TRANSMISIÓN ACOJINADO: EXTRANGULADORES		SIN FUGAS DE AIRE EN EL SELLO		REEMPLAZAR SI TIENE FUGA				1	SI		OPERADOR				
	3	SISTEMA DE TRANSMISIÓN ACOJINADO: BLOQUES		SIN GOLPES		REEMPLAZAR SI ESTÁ GOLPEADO				5	SI		OPERADOR				
	4	SISTEMA DE TRANSMISIÓN ACOJINADO: MANGUERAS		SIN FISURAS - SIN FUGAS DE AIRE		REEMPLAZAR SI ESTÁ ROTO O CON FUGAS				5	SI		OPERADOR				
	5	SISTEMA DE TRANSMISIÓN VERTICAL: CORREAS DE TRACCIÓN		SIN DESGASTE EN LA PARTE DENTADA INTERIOR		REEMPLAZAR EN CASO DE DESGASTE				3	SI		OPERADOR				

Nota. Tabla muestra todos los procesos que se levantaron estándares de LILA

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Resultados después de la implementación de la implementación de las herramientas LEAN Manufacturing

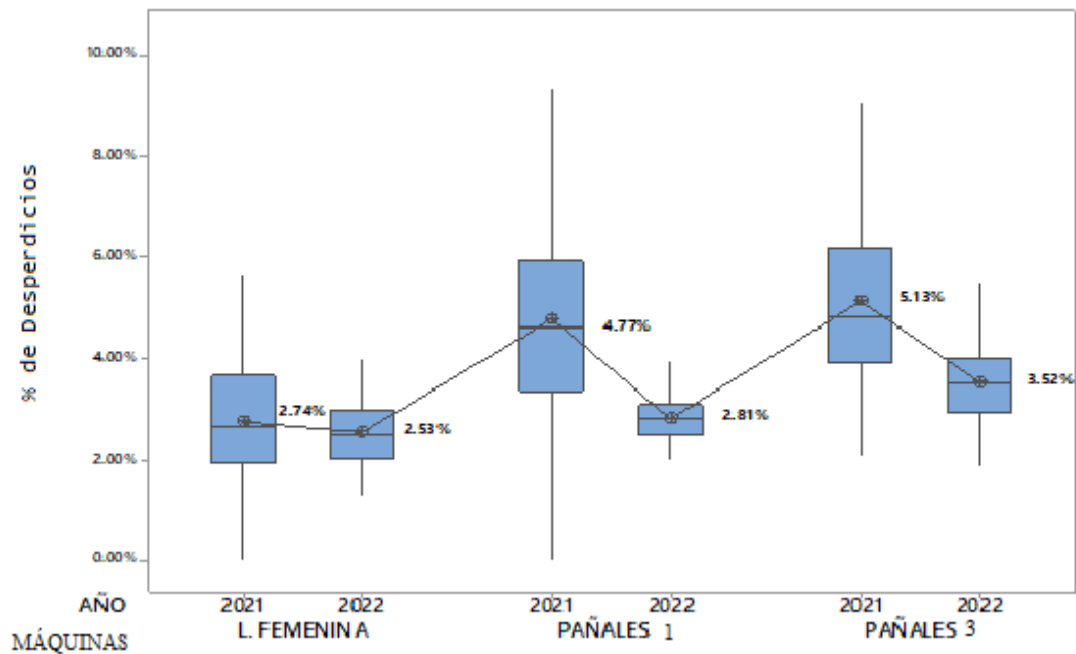
#### 5.1.1 Desperdicio después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing

Podemos observar en la Figura 88 como la media y variación de los desperdicios disminuyeron en la planta absorbente, para las tres líneas de producción.

- La línea femenina se puede observar como el tamaño de la caja para 2021 es más amplia que el año 2022, esto quiere decir que los datos de desperdicio tienen menos dispersión en el 2022, bajando así la media de desperdicio de 2.74% a 2.53%.
- La línea Pañales 2 se puede observar como el tamaño de la caja para 2021 es más amplia que el año 2022, esto quiere decir que los datos de desperdicio tienen menos dispersión en el 2022, bajando así la media de desperdicio de 4.77% a 2.81%.
- La línea Pañales 3 se puede observar como el tamaño de la caja para 2021 es más amplia que el año 2022, esto quiere decir que los datos de desperdicio tienen menos dispersión en el 2022, bajando así la media de desperdicio de 5.13% a 3.52%.

**Figura 87**

*Gráfica de caja de media de desperdicios para el año 2021 y 2022.*



**Nota.** Gráfica de cajas muestra los porcentajes de desperdicios que se han obtenido entre los dos períodos.

## 5.1 TVC después de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing

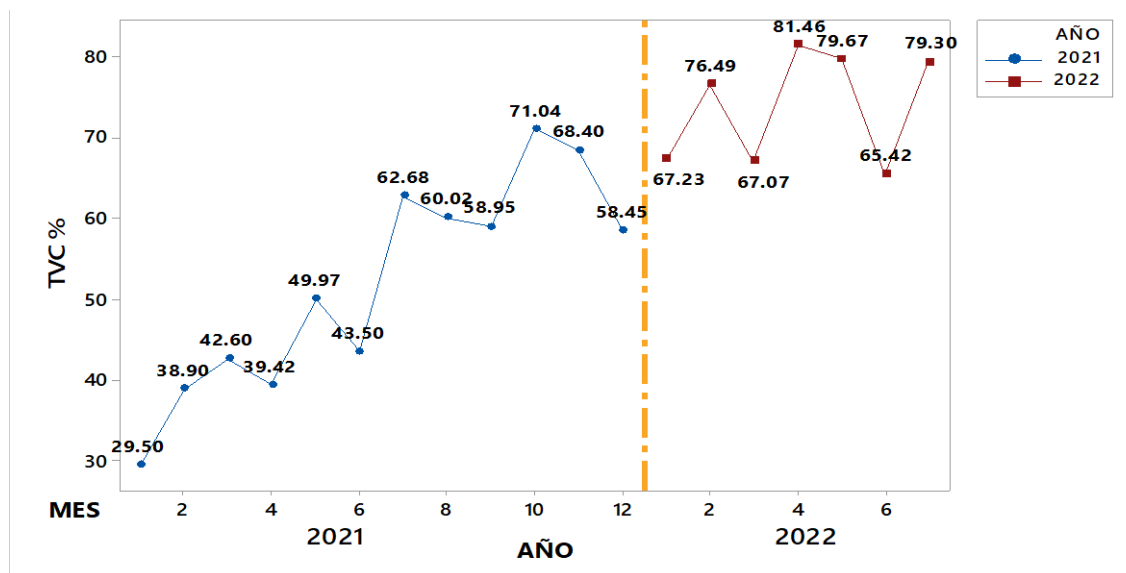
### 5.1.1 TVC línea femenina 2021 vs 2022

Podemos observar en la Figura 89 de como se ha mejorado en el indicador TVC en la planta absorbente, desde el último semestre del 2021 al primer semestre del 2022 se ve un ligero aumento en el indicador, pasando de estar en el último semestre del 2021 en una media de 63% de TVC a lo que va del año del 2022 cuál nota el aumento de la media aprox. 74% de TVC, de tener un indicador Regular con baja competitividad e importantes

pérdidas económicas, a un indicador aceptable con ligeras pérdidas económicas aumentando su competitividad.

**Figura 88**

*Gráfica de TVC Línea femenina antes y después de las mejoras Implementadas*



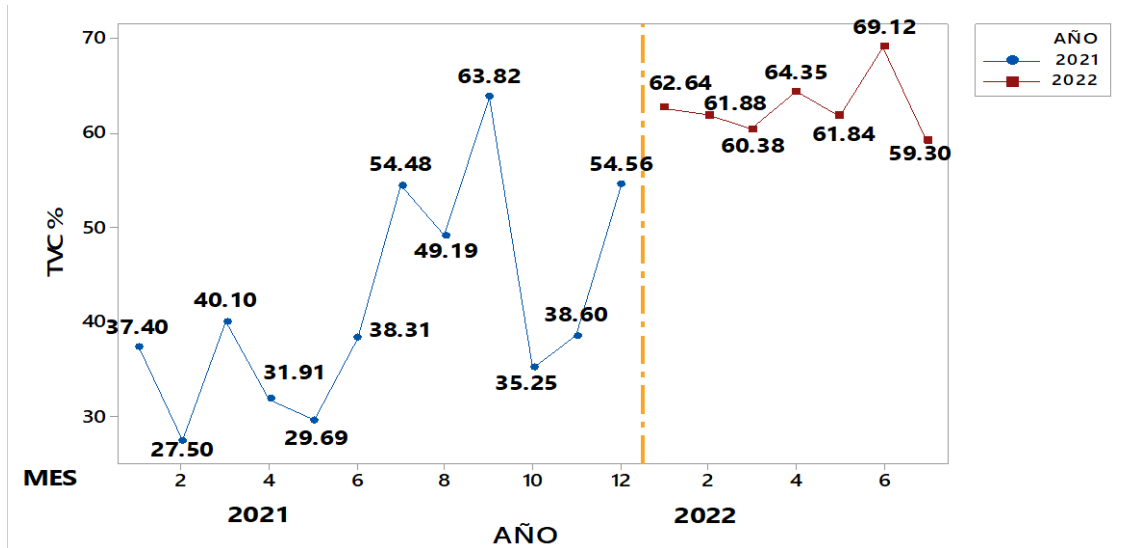
**Nota.** Estas gráficas de líneas muestras las mejoras de TVC para el año 2022 vs 2021 para la línea de línea femenina.

### 5.1.2 TVC pañales 2 2021 vs 2022

Podemos observar en la Figura 90 de como se ha mejorado en el indicador TVC en la planta absorbente, desde el último semestre del 2021 al primer semestre del 2022 se ve un ligero aumento en el indicador, pasando de estar en el último semestre del 2021 en una media de 49.3% de TVC a lo que va del año del 2022 se nota el aumento de la media aprox. 63% de TVC que se mantiene de manera estable en el 2022 y de tener un indicador Deficiente con baja competitividad regular donde se producen pérdidas económicas; pero, con grandes oportunidades de mejoras.

**Figura 89**

*Gráfica de TVC Pañales 2 antes y después de las mejoras Implementadas*



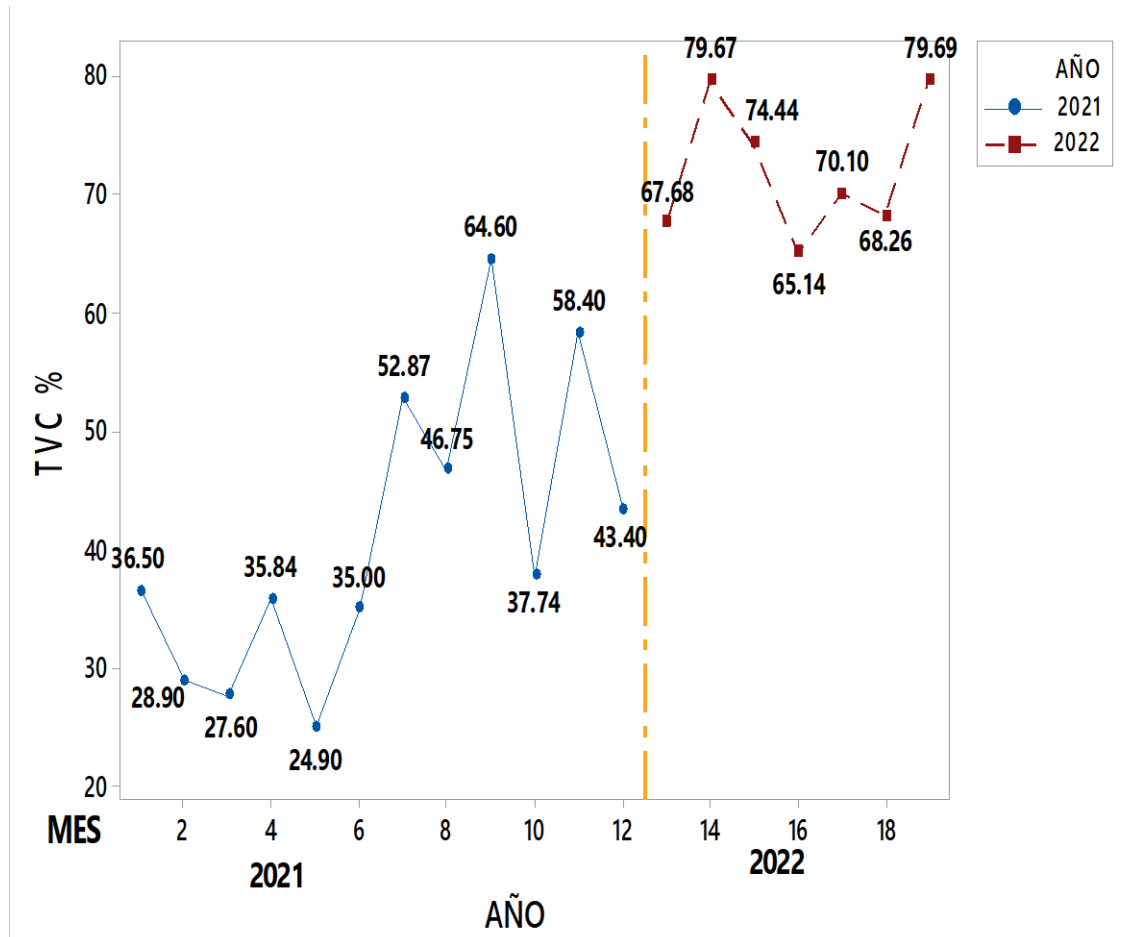
**Nota.** Estas gráficas de líneas muestran las mejoras de TVC para el año 2022 vs 2021 para la línea de pañales 2.

### 5.1.3 TVC pañales 3 2021 vs 2022

Podemos observar en la Figura 91 de como se ha mejorado en el indicador TVC en la planta absorbente, desde el último semestre del 2021 al primer semestre del 2022 se ve un ligero aumento en el indicador, pasando de estar en el último semestre del 2021 en una media de 50.6% de TVC a lo que va del año del 2022 cuál nota el aumento de la media aprox. 72.14% de TVC, de tener un indicador Regular con baja competitividad e importantes pérdidas económicas, a un indicador aceptable con ligeras pérdidas económicas aumentando su competitividad.

**Figura 90**

*Gráfica de TVC Pañales 3 antes y después de las mejoras Implementadas*



**Nota.** Estas gráficas de líneas muestran las mejoras de TVC para el año 2022 vs 2021 para la línea de pañales 3.

## 5.2 Costo de mod por mes para el año 2022 planta absorbente

### 5.2.1 Cálculo de la MOD

Para el cálculo de la MOD se tomaron las siguientes cuentas.



**Tabla 31**

*Cuentas tomadas para el cálculo de la MOD*

<b>CÓDIGO</b>	<b>CUENTA</b>
AB1	SUELDOS Y SALARIOS
AB2	HORAS EXTRAS
AB3	DECIMO TERCER SUELDO
AB4	DECIMO CUARTO SUELDO
AB5	VACACIONES
AB6	APORTE PATRONAL, IECE, SECAP
AB7	FONDO DE RESERVA
AB8	GASTOS MEDICOS
AB9	TRANSPORTE DE PERSONAL
AB10	DOTACION UNIFORMES AL PERSONAL
AB11	SEGUROS DE VIDA
AB12	ALIMENTACION Y REFRIGERIO
AB13	JUBILACION PATRONAL
AB14	DESAHUCIO
AB15	INDEMNIZACIONES LABORALES
AB16	CAPACITACION DEL PERSONAL
AB17	CONSUMOS DE COMEDOR
AB18	GASTOS DEPORTIVOS Y DE RECREAC
AB19	BENEFICIOS CONTRATOS COLECTIVO
AB20	CANASTA NAVIDEÑA
AB21	OTROS GASTOS DE PERSONAL

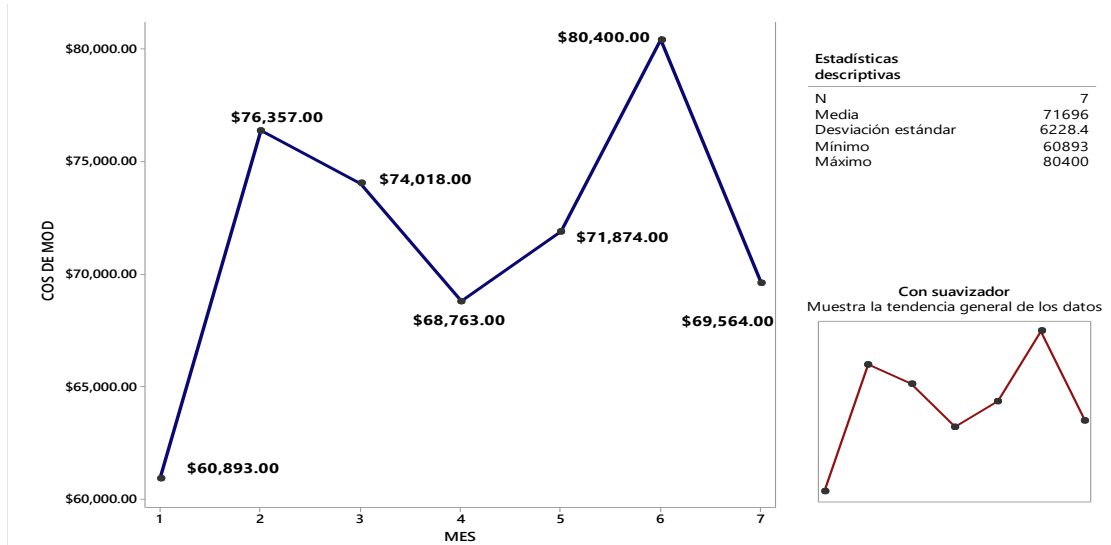
**Nota.** La tabla muestra las cuentas utilizadas para el cálculo de costos de MOD.

Las cuentas descritas en la tabla 32 se usaron para el cálculo de la MOD, estas cantidades fueron tomados de la base de datos de los reportes de gasto de planta absorbente, los valores de estas cuentas están dados en un periodo mensual para lo cual se analizan las toneladas y los costos de personal invertidos por mes durante el año 2021 en la gráfica 54 en la parte del análisis inicial podemos observar que en promedio por mes en el 2021 se ha invertido \$69.986 por mes con respecto a los costos de MOD y se ha producido una media de 403.61 toneladas mensuales.

Para lo que va del año en el 2022 se han invertido un promedio mensual de aproximado \$72 696 dólares en MOD, se ha producido una media de \$450.63 Toneladas mensuales.

**Figura 91**

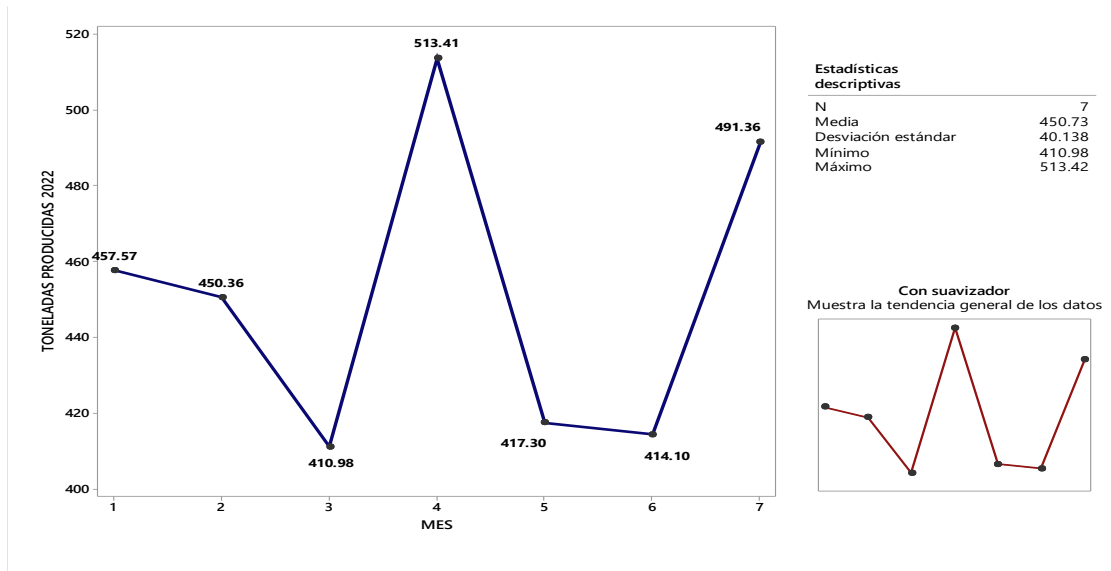
*Costo de MOD año 2022 después de las mejoras*



**Nota.** Gráfica de línea muestra los costos de mano de obra directa en un periodo mensual para el año 2022.

**Figura 92**

*Toneladas Mensuales producidas en el año 2022 por la planta Absorbente*



**Nota.** Gráfica de línea muestra las toneladas producidas en un periodo mensual para el año 2022.

Teniendo estos datos podemos determinar el costo de mano de obra que se invierte por cada tonelada fabricada por mes para el año 2022.

Para calcular el costo de MOD por tonelada producida se debe tener un mismo periodo base, se tomará un periodo mensual de MOD y toneladas producidas.

$$\begin{aligned} & \text{Costo MOD por Tonelada producida} \\ &= (\text{Costo de MOD (Mes)}) / (\text{Toneladas Producidas (Mes)}) \end{aligned}$$

Y para determinar la media de toneladas producidas se debe utilizar la siguiente formula.

$$\begin{aligned} & \text{Media Costo MOD por Tonelada producida} \\ &= \frac{((\sum \text{Costo de MOD}) / N^{\circ} \text{MESES})}{((\sum \text{Toneladas Producidas}) / N^{\circ} \text{MESES})} \end{aligned}$$

$$\text{Media Costo MOD por Tonelada producida} = \frac{((\$506900) / 7)}{((3155.08) / 7)}$$

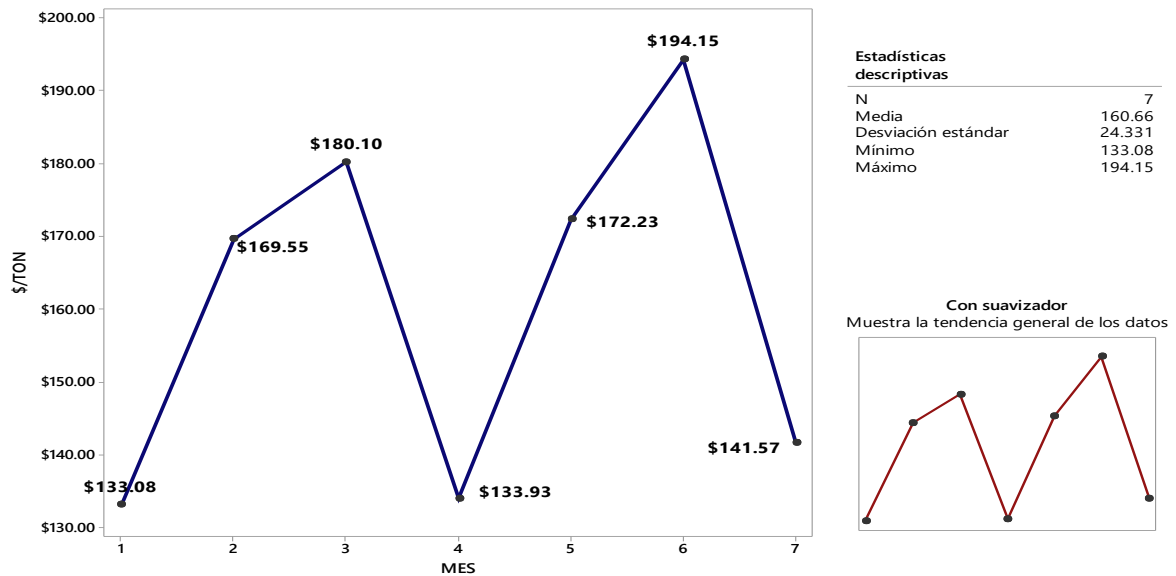
$$\text{Media Costo MOD por Tonelada producida} = \frac{((\$72414))}{((450.73))}$$

$$\text{Media Costo MOD por Tonelada producida} = 160.65 \text{ \$/Ton}$$

A continuación, en la Figura 94 se puede observar, que en promedio por los 7 meses se está invirtiendo un total de \$ 160.66 de MOD para producir una tonelada de productos.

**Figura 93**

*Costo de MOD por tonelada producida 2022.*



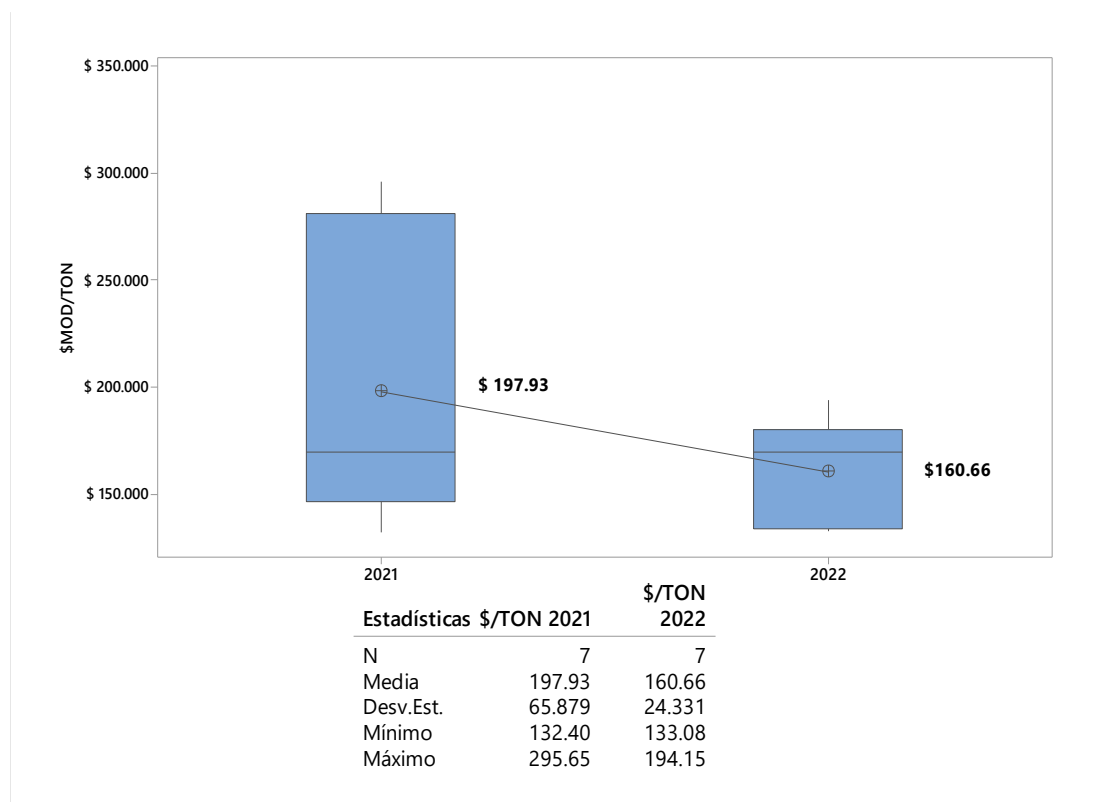
**Nota.** En la gráfica se muestra los costos de MOD para producir una tonelada en un periodo mensual para el año 2022 en Planta Absorbente.

### 5.3 Comparación de los costos de mod por tonelada producida 2021 vs 2022

A continuación se detalla una comparación de los costos por toneladas producidas para determinar si existe una mejora significativa al realizar cada proceso de estandarización.

**Figura 94**

*Comparación de Ton/ Hombres 2021 vs 2022*



**Nota.** Gráfica de caja muestra la media de costos mano de obra por tonelada producida que se han obtenido entre los dos periodos.

Se puede observar en la figura 95 que para el año 2022 la media del costo de MOD sobre tonelada producida es de \$160.66 a comparación del 2021 que es \$197.93, es decir que en el 2022 cada tonelada que se produzca manteniendo los niveles de eficiencia TVC, cuesta \$37.27 dólares menos que el 2021.

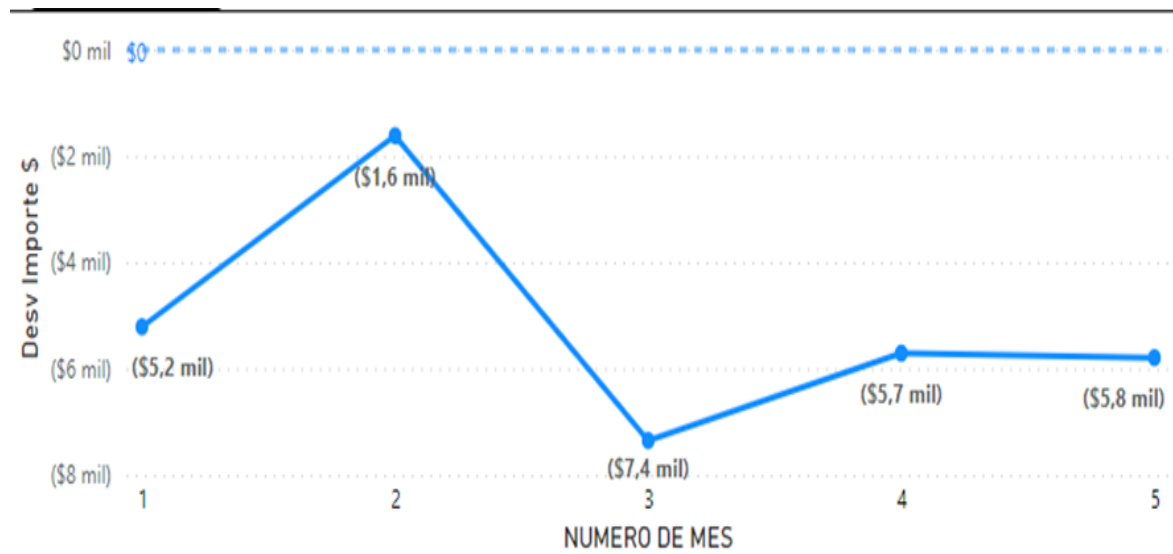
La media de producción de pañales y toallas sanitarias para el 2022 está en aproximadamente 450 Toneladas mes, si este valor lo multiplicamos por la diferencia de costos de MOD 2021 vs. 2022, nos daría un Aproximado de \$1,490.00. dólares mensuales y al año un ahorro de \$17,889.00 de ahorro en los costos de transformación para planta absorbente de la ciudad de Guayaquil.

### 5.3.1 Desviación en las órdenes de producción

A continuación, en el Figura 96, se muestran las desviaciones de materias prima en las órdenes de absorbente, donde podemos observar que se encuentran por debajo del objetivo, esto se debe al trabajo que se realizó en las variaciones de consumo de materia prima, dejando estos consumos de materia prima por debajo del estándar de especificación, sin afectar la calidad del producto.

**Figura 95**

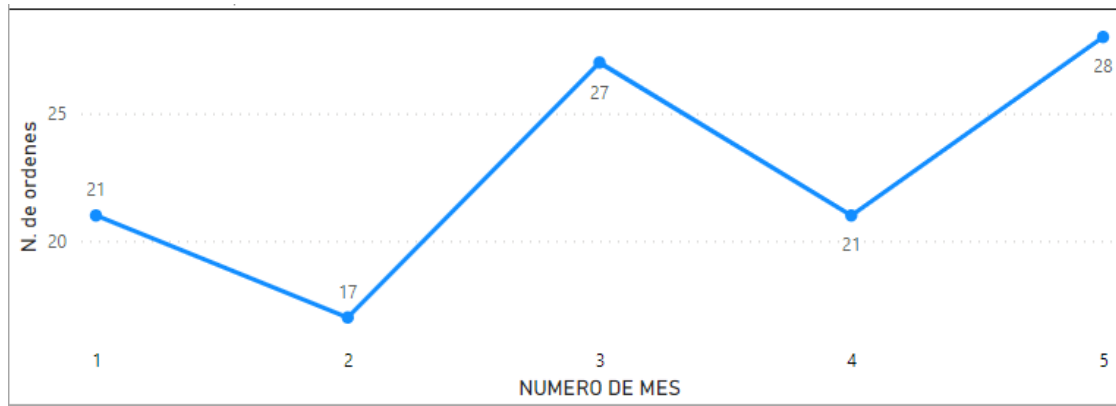
*Desviación en las órdenes de la planta absorbente 2022*



**Nota.** Esta Figura de línea muestra las desviaciones de las órdenes de producción en un periodo mensual después de la implementación.

**Figura 96**

*Numero de orden abiertas por mes del año 2022*



**Nota.** Esta figura muestra las órdenes lanzadas por mes para el año 2022 en Planta Absorbente.

### 5.3.2 Cálculo de desviación de órdenes de producción.

Para determinar las desviaciones de las órdenes de producción se tomó la base de datos de desviaciones de órdenes de producción, estas se valoran en un periodo base, para el caso de planta absorbente se calcula de manera mensual, realizando la siguiente fórmula.

$$\text{Desviación de OP} = ((\$total\ costo\ estandar - \$total\ costo\ real))$$

$$\text{Desviación Total} = \sum \text{Desviación de OP}$$

Para el cálculo se toman los valores mensuales de desviación de la figura 95.

$$\text{Desviación Total} = (\$5200) - (\$1600) - (\$7400) - (\$5700) - (\$5800)$$

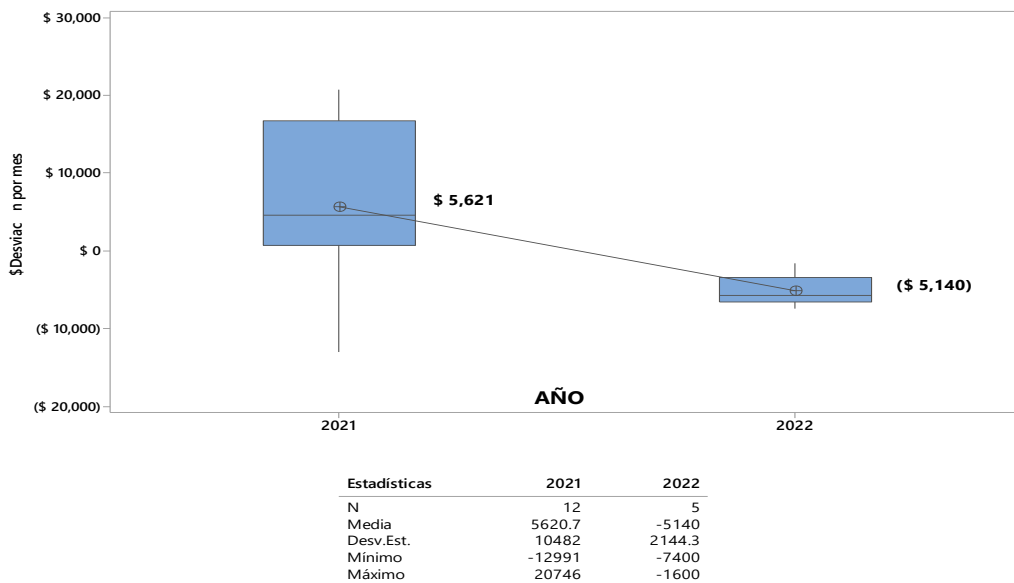
$$\text{Desviación Total} = (\$25700)$$

Se puede observar en la Figura 96, que se lanzaron un total de 144 órdenes hasta el mes 5 en la planta absorbente, y en la Figura 97. Tenemos que aproximadamente (\$25700) dólares de desviación en lo que va hasta el 5 mes del año 2022.

Si comparamos estos valores de lo que va el año con la media del 2021, podemos darnos cuenta de que tanto la dispersión de los datos como la media de variación ha bajado, debido al control de proceso y mediciones de materias prima que se realiza en planta, esto lo podemos observar en la Figura 98.

**Figura 97**

*Gráfica de cajas desviaciones para planta absorbente 2021 vs 2022*



**Nota.** Gráfica de caja muestra la reducción de la media y variación de los datos de desviación para los años 2021 y 2022.

Se calcula la desviación por orden para el año 2022 hasta el mes 5, podemos decir que para cada orden que se abrió en lo que va del 2022, se ha consumido por debajo del estándar (\$203) por cada orden lanzada, con una desviación estándar de \$14.

Teniendo en cuenta el análisis que se realizó para el 2021, donde se estaba consumiendo entre \$289 - \$395, a comparación del 2022 donde estaría consumiendo entre (\$217) - (\$189).

Con el análisis preliminar se puede decir que para cada orden de producción que se está lanzando en planta absorbente en el año 2022, se está consumiendo las materias primas



más cercanas al estándar y no se está efectuando sobre consumo, por lo que se ha optimizado el uso de materia prima y disminuido el desperdicio en las órdenes de producción como lo indica el gráfico de desperdicio.

## 5.4 Optimización de los costos de producción.

Se realiza la comparación de los costos unitarios de producción antes y después de las mejoras, los datos de los costos de producción son obtenidos de la base de corridas de costos de producción, donde se encuentran todos los costos imputados en las órdenes de producción, estos se calculan de manera unitaria como indica la Tabla 33.

**Tabla 32**

*Cálculo de los costos Unitarios de producción*

+	Materiales directos de fabricación
+	Mano de obra
+	Costos indirectos de fabricación
=	<b>Total Costos de producción</b>
÷	Unidades producidas
=	<b>Costos Unitarios de producción</b>

**Nota.** Esta tabla muestra el desglose de la fórmula para calcular los costos unitarios de producción.

Los costos unitarios estándar de producción se actualizan automáticamente de manera trimestral de acuerdo con los costos imputados en las órdenes de producción por centro de trabajo, a continuación, se procede analizar los costos de producción por máquinas de las órdenes antes y después de las mejoras.

### 5.4.1 Análisis costos de producción

**Figura 98**

*Costos unitarios de producción antes y después de las mejoras*



**Nota.** La Gráfica de barra muestra la reducción de los costos unitario de producción por producto que se han obtenido en antes y después de la implementación.

Se realiza el análisis para los costos de producción antes y después de las mejoras podemos observar en la figura 99 que por cada producto que fabrica planta a se ha obtenido un beneficio, si esta rentabilidad unitaria la multiplicamos por las unidades presupuestadas por año tendríamos un ahorro de \$ 103960 dólares anuales, como se observa en la tabla 34.

**Tabla 33**

*Rentabilidad después de las mejoras implementadas*

<b>Máquina</b>	<b>Producto</b>	<b>Rentabilidad Unitaria</b>	<b>Unidades presupuestadas</b>	<b>Ahorro anual</b>
Línea Femenina	NOC	\$ 0.00020	4,346,640.00	\$ 869.33
Línea Femenina	NOR	\$ 0.00010	61,212,300.00	\$ 6,121.23
Línea Femenina	PRC	\$ 0.00030	31,980,360.00	\$ 9,594.11
Pañales 3	G	\$ 0.00080	58,844,524.00	\$ 47,075.62
Pañales 3	M	\$ 0.00030	22,742,172.00	\$ 6,822.65
Pañales 3	P	\$ 0.00090	9,540,642.00	\$ 8,586.58
Pañales 2	XG	\$ 0.00040	39,125,032.00	\$ 15,650.01
Pañales 2	XXG	\$ 0.00110	8,400,492.00	\$ 9,240.54
<b>TOTAL AHORRO</b>				<b>\$ 103,960.07</b>

**Nota.** Tabla muestra la rentabilidad unitaria de cada producto y su ahorro anual después de la implementación

## 6. Conclusiones

---

Al identificar los procesos que se iban a estandarizar en primer objetivo se evidenció que por cada materia prima que pasa en las máquinas existe un proceso y que cada uno se necesita estandarizar de manera individual.

Se demostró mediante las gráficas de Pareto de desviación que por cada máquina existe una materia prima, la cual se estandarizó el consumo. Es decir que para la línea femenina inicialmente se tenía una media de desviación de SAP de 4.9% y mediante el control de procesos se la llevo a una media de 1.19%, de la misma manera en pañaleras 2 las gomas de construcción y elásticos las cuales en el análisis inicial tenían media de desviación de -18.31% y -12.93% los mismos fueron disminuidos con la estandarización a -0.40% y 1.28%, y en pañales 3 se mejoró el sistema de elásticos, desplazando la media de desviación de 9.3% a -3.2%. Los controles de procesos sirven como punto de partida para la mejora continua, ya que al estandarizar un sistema se identifica mediante el Pareto nuevas oportunidades de mejora.

Las herramientas de Lean Manufacturing identificadas e implementadas para optimizar el proceso de fabricación en la Planta Absorbente son SMED y VSM, los mismos permitieron a la empresa reducir los tiempos improductivos, desperdicios de las diferentes líneas de la planta, para el caso de línea femenina se pudo disminuir el desperdicio de 2.74% a 2.53%, pañales 2 de 4.77% a 2.81% pañales 3 de 5.13% a 3.52%, aparte de disminuir los desperdicios se pudo aumentar los indicadores de eficiencia TVC como se muestra en la parte de resultados, los mismos que una vez aumentados fueron mantenidos durante el tiempo.

Se realizó el análisis económico para determinar en valores monetarios las mejoras ejecutadas mediante de las herramientas Lean Manufacturing y la estandarización de procesos, para el caso de mano de obra se pudo evidenciar que el costo de MOD por

tonelada producida se redujo de \$197.93 dólares/Ton a \$160.66 dólares/Ton. Generando una rentabilidad anual de \$17,889.00, de esta misma forma se analizó la optimización de los costos de producción, donde por cada producto se generó una rentabilidad, este beneficio al ser multiplicada por las unidades presupuestada al año, nos genera un ahorro en los costos de transformación de \$103960 dólares anuales. Planta Absorbente debe continuar utilizando otros métodos y herramientas de manufactura esbelta para reducir y/o eliminar los desperdicios de los procesos productivos en el corto plazo, así como fortalecer su actitud positiva hacia el cambio y la mejora continua del negocio.

## Referencias

---

- (Espinoza, 2016)Cruz I. & Burbano J., (2012). Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de lean manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ. (Tesis Licenciatura, Universidad ICESI).
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad. México. Ediciones Díaz de Santos.
- Ohno, T. (1988). Sistema de producción Toyota. Auth.
- Rueda, E., (2007). Aplicación de la metodología seis sigmas y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables. (Tesis Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional).
- Pineda K., (2004). Consultado el 22 de julio de 2014. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.htm>.
- Dennis & Pascal, (2002). Lean production simplifield: A plain language guide to the world's most powerful production system. New York. Productivity Press.
- Villaseñor, A., & Galindo E., (2009). Manual de lean manufacturing: Guía básica. México. Editorial Limusa.
- (Alarcón, 2014.). Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector (Tesis de Maestría). Universidad de Guayaquil, Ecuador.

(Aranibar, 2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en la empresa Abrasivos S.A. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de:

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5303/Aranibar\\_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5303/Aranibar_gm.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

(Aguirre, 2014) Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

(Campos, 2016). Mejoras en el Proceso de Fabricación de Spools en una Empresa Metalmecánica usando la Manufactura Esbelta (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima-Perú. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4712/cordova%20frank%20fabricacion%20spools%20empresa%20metalmecanica%20manufactura%20esbelta.pdf?sequence=3&isallowed>.

(Sarria Yépez, 2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, (83), 51–71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>.

(Mantilla Celis y Sánchez García, 2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23–43. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70214-0](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70214-0)

(Socconini, 2008) Lean Manufacturing Paso A Paso - Luis Socconini.pdf.

Retrieved from <https://es.scribd.com/document/383158879/LeanManufacturing-Paso-A-Paso-Luis-Socconini-pdf>.

(Gómez, O, 2013). “Mejoramiento del sistema productivo de la empresa calzado beatriz de vargas”. (Tesis de Ingeniero). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Womack, J. y Jones, D. (2003). Lean Thinking, en su libro Lean Thinking, Editorial de Centro de Libros PAPP, S.L.U. Grupo Planeta.

(Espinoza, 2016) Merms de hidrocarburos y utilidades de la empresa distribuidora de combustible Negrón Bardalez trading E.I.R.L distrito de san Jerónimo (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Austral del Cusco, Lima-Perú, Recuperado de: <http://repositorio.uaustral.edu.pe/handle/UAUSTRAL/10>

(Ponce, 2017) Distribución de planta para mejorar la eficiencia global de los equipos, Area de habilitado de productos: Empresa SIDERURGICA del Perú S.A.A. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima – Perú. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10305/ponce\\_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10305/ponce_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

(Cabeza, Naranjo, & Torres, 2018) Introducción a la metodología de la investigación científica. Quito: ESPE.

(Lakatos, 1983). La metodología de los programas de investigación científica. Ed. Alianza, Madrid.

(MOLINA, 2007) ,Contabilidad de costos. Grafitext.