



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# ESCUELA DE POSTGRADO Y ESTUDIOS CONTINUOS

PROGRAMA REDUCCIÓN DE MUDAS Y PRODUCTIVIDAD  
DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AUTOPARTES EN  
LA EMPRESA FACTORÍA BRUCE S.A. – 2019.

Tesis para optar el grado **MAESTRO** en:

DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y CADENA DE  
ABASTECIMIENTO

**Autora:**

Bach. Sandra Beatriz Arana Salinas

**Asesora:**

Mg. Ana Teresa La Rosa González Otoyá

Trujillo - Perú

2020

## RESUMEN

Toda empresa, proceso, actividad o tarea puede ser optimizada, las empresas del siglo XXI han optado por la implementación de tecnología y técnicas de mejora continua en sus procesos tanto productivos como administrativos en general, con el fin de reducir los costos y brindar los mejores productos o servicios. El objetivo de la presente investigación se basa en incrementar la productividad de una empresa de carrocería de buses que pretende ser líder en el mercado. Dado que la competencia es cada vez más extensa y los clientes son más exigentes, se busca la diferenciación no sólo de precios sino también de calidad, ofreciendo un producto que sea rentable. Por ello, se estudió uno de los procesos productivos de la empresa que corresponde al área de fabricación de autopartes, se identificaron las mudas o desperdicios que se originaban durante el proceso generando costos de S/ 30,665.78 Nuevos Soles mensuales, así como una productividad de mano de obra de 62%, reprocesos del 21% de la producción mensual y retrasos del 64%. Por ello, mediante técnicas de Lean Manufacturing y Mejora Continua, las mudas se eliminaron o redujeron según cada caso, reduciendo los costos que generaban a S/ 4,814.07 Nuevos Soles mensuales con una productividad de mano de obra de 91 %, reprocesos de 2% y retrasos reducidos a 19% durante el primer mes de evaluación post implementación.

**Palabras clave:** Producción, Productividad, Desperdicios, Mudadas, Mejora continua

## ABSTRACT

Any company, process, activity or task can be optimized, the companies of the 21st century have opted for the implementation of technology and continuous improvement techniques in their production processes and administrative processes in general, in order to reduce costs and provide the best products or services. The objective of this research is based on increasing the productivity of a bus company that aims to be a market leader. As competition is increasingly extensive and customers are more demanding, differentiation is sought not only in prices but also in quality, a product that is profitable. Therefore, one of the production processes of the company that corresponds to the autoparts manufacturing area was studied, waste that originated during the process were identified, generating costs of S / 30,665.78 Nuevos Soles per month, as well as a productivity of workforce is around 62%, 21% reprocessing of monthly production and delays of 64%. Therefore, by means of Lean Manufacturing and Continuous Improvement techniques, the changes are eliminated or reduced according to each case, reducing the costs they generated to S / 4,814.07 Nuevos Soles per month with a labor productivity of 91%, reprocesses of 2% and delays reduced to 19% during the first month of post-implementation evaluation.

**Keywords:** Production, Productivity, Waste, Mudass, Continuous Improvement

## DEDICATORIA

A Dios, por permitirme seguir con vida para servirlo y bendecirme con la compañía de mi familia.

A mis padres, por su paciencia, amor y comprensión, porque con el pasar de los años los entiendo mejor.

A mi hermana, para demostrarle con el ejemplo que siempre debemos superarnos, no dejarnos vencer y ser decididos en nuestra vida.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por cada enseñanza diaria y bendiciones que derrama sobre mí.

Agradezco a mis padres y a mi hermana porque son ellos quienes me motivan a ser mejor persona y profesional, a superarme y buscar el éxito. Y a quien me impulsó cada vez que quería declinar.

Agradezco a todos los que fueron mis compañeros y profesores durante estos 2 años de Maestría, aprendí mucho de sus experiencias y conocimientos, además de la amistad forjada.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	2
ABSTRACT .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
TABLA DE CONTENIDOS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	12
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	14
INDICE DE ANEXOS.....	15
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
I.1. Realidad problemática .....	16
I.2. Pregunta de la investigación .....	17
I.3. Objetivos de la Investigación .....	18
I.3.1. <i>Objetivo General</i> .....	18
I.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	18
I.4. Justificación de la investigación.....	18
I.5. Alcance.....	18
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
II.1. Antecedentes .....	19
II.2. Bases Teóricas.....	21
A. <i>Herramientas de diagnóstico</i> .....	21
B. <i>Las mudas</i> .....	24
C. <i>Productividad</i> .....	30
D. <i>Lean Manufacturing</i> .....	31
E. <i>Mantenimiento de Maquinarias</i> .....	33
F. <i>Programas de simulación</i> .....	35
G. <i>Control de Calidad</i> .....	35
H. <i>Estudio de Tiempos</i> .....	36
I. <i>Manual de Procedimientos</i> .....	37
J. <i>Gestión de Almacenes e Inventario</i> .....	37
K. <i>Gestión del Talento</i> .....	38
II.3. Marco Conceptual .....	39
<b>III. HIPÓTESIS.....</b>	<b>40</b>
III.1. Declaración de Hipótesis.....	40
III.2. Operacionalización de variables .....	40
<b>IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>43</b>
IV.1. Tipo de Investigación.....	43
IV.2. Diseño de Investigación .....	43
IV.3. Método de Investigación.....	43
IV.4. Población.....	43
IV.5. Técnicas o Instrumentos .....	43
<b>V. RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
IV.1. Diagnóstico y productividad.....	44

A.	<i>Identificación del proceso</i> .....	44
B.	<i>Identificación de Maquinarias y herramientas</i> .....	46
C.	<i>Layout del área</i> .....	46
D.	<i>Diagrama de Operaciones</i> .....	47
E.	<i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	49
F.	<i>Costeo de Mudas y Medición de Productividad</i> .....	53
V.2.	Propuesta de mejora .....	63
V.3.	Implementación de la propuesta .....	66
A.	<i>Instalaciones, Maquinarias y Equipo:</i> .....	66
B.	<i>Dirección de operaciones:</i> .....	81
C.	<i>Políticas Empresariales</i> .....	96
D.	<i>Prevención y cobertura de fallas</i> .....	104
E.	<i>Factor Humano</i> .....	109
V.4.	Productividad Post implementación .....	117
VI.	<b>DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>123</b>
VI.1.	Discusión.....	123
VI.2.	Conclusiones .....	124
VI.3.	Recomendaciones.....	125
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>127</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>129</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura n. ° 1</b> Simbología para el diagrama de flujo según ASME.....	23
<b>Figura n. ° 2</b> Causas de generación de mudas según factores.....	29
<b>Figura n. ° 3</b> Relación entre desperdicios .....	30
<b>Figura n. ° 4</b> Operacionalización de Variable Independiente .....	42
<b>Figura n. ° 5</b> Cuadro de Operacionalización de Variable Dependiente .....	42
<b>Figura n. ° 6</b> Gráfica Pareto de Autopartes 916 Interprovincial .....	45
<b>Figura n. ° 7</b> Layout área de Autopartes .....	47

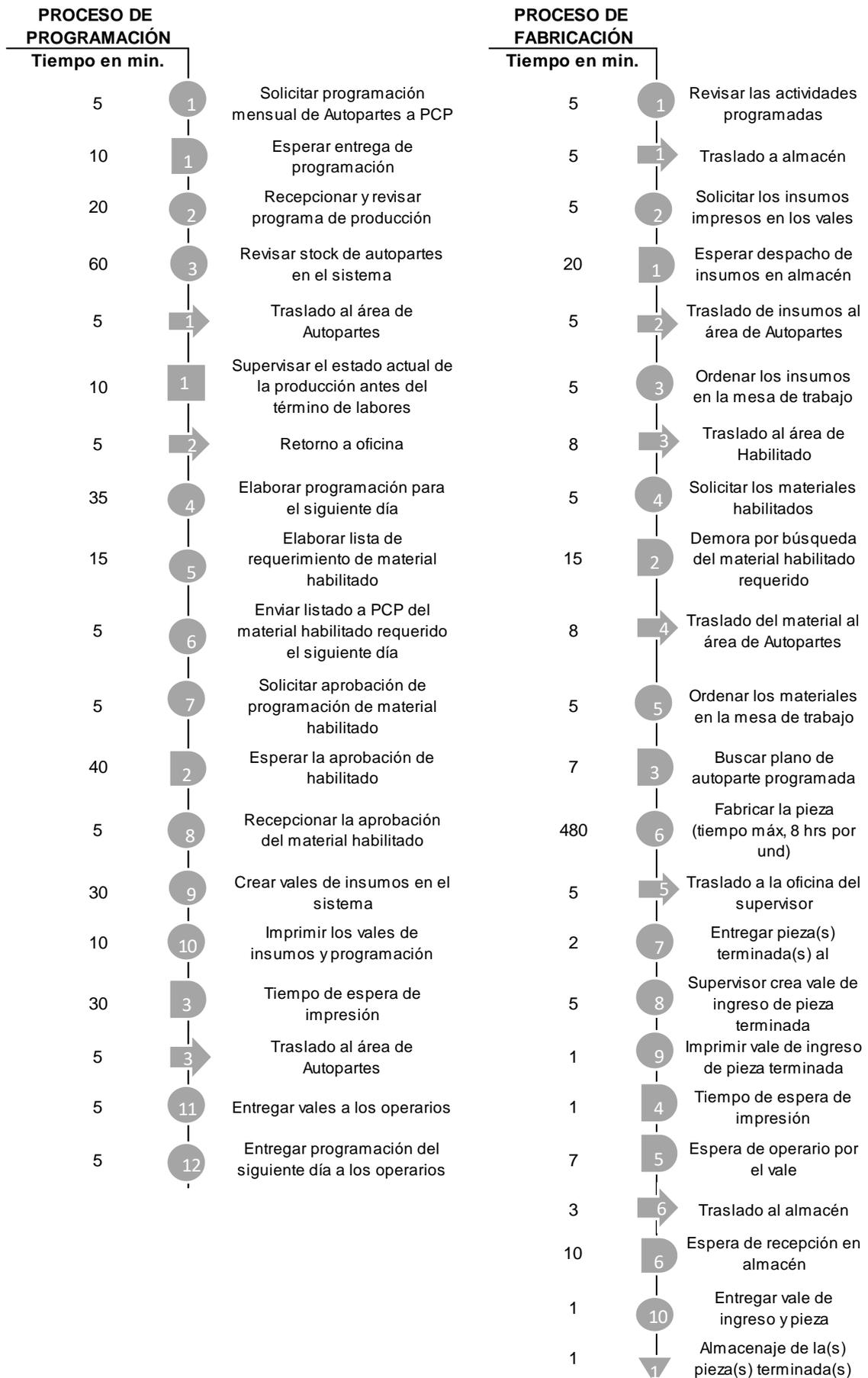


Figura n. ° 8 Diagrama de flujo de los procesos.....48

<b>Figura n. ° 9</b>	Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Programación.....	49
<b>Figura n. ° 10</b>	Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Fabricación .....	49
<b>Figura n. ° 11</b>	Matriz Causas de mudas en Factoría Bruce S.A.....	51
<b>Figura n. ° 12</b>	Diagrama de Ishikawa con causas raíces de Productividad y Mudas .....	52
<b>Figura n. ° 13</b>	Cuadro de Propuesta de Mejora Continua .....	65
<b>Figura n. ° 14</b>	Cronograma de capacitaciones 5S .....	66
<b>Figura n. ° 15</b>	Elementos innecesarios en Autopartes y Almacén - 5S .....	67
<b>Figura n. ° 16</b>	Código de colores para los residuos del ámbito no municipal.....	69
<b>Figura n. ° 17</b>	Información estante 1 .....	70
<b>Figura n. ° 18</b>	Información estante 2 .....	70
<b>Figura n. ° 19</b>	Control Visual estantería Estructura.....	70
<b>Figura n. ° 20</b>	Control visual estantería Acabado .....	71
<b>Figura n. ° 21</b>	Cronograma de limpieza diaria en área de Autopartes.....	71
<b>Figura n. ° 22</b>	Cronograma de limpieza diaria de almacenes.....	72
<b>Figura n. ° 23</b>	Costeo de mudas de falta de orden y limpieza.....	73
<b>Figura n. ° 24</b>	Diseño y dimensiones del estante .....	74
<b>Figura n. ° 25</b>	Comparativo de costeo de mudas de Layout Inadecuado .....	75
<b>Figura n. ° 26</b>	Clasificación y Codificación según área, tipo y modelo .....	76
<b>Figura n. ° 27</b>	Gráfica de porcentaje de Autopartes modelo 916.....	77
<b>Figura n. ° 28</b>	Cantidad actual de maquinarias y herramientas de Autopartes y precios 78	
<b>Figura n. ° 29</b>	Costeo de mudas por falta de herramientas.....	79
<b>Figura n. ° 30</b>	Cronograma de mantenimiento de maquinarias de Autopartes .....	79
<b>Figura n. ° 31</b>	Costeo de mudas por falta de mantenimiento .....	81
<b>Figura n. ° 32</b>	Tiempos estándar desactualizados de Autopartes 916 Interprovincial.....	81
<b>Figura n. ° 33</b>	Cuadro de Valoración del Operario.....	82
<b>Figura n. ° 34</b>	Cuadro de Suplementos.....	82
<b>Figura n. ° 35</b>	Tiempos estándar actualizado de Autopartes críticas 916 Int.....	82
<b>Figura n. ° 36</b>	Diagrama de flujo post implementación de Estribo Auxiliar .....	83
<b>Figura n. ° 37</b>	Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Programación.....	84
<b>Figura n. ° 38</b>	Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Fabricación .....	84
<b>Figura n. ° 39</b>	Costeo de mudas por falta de estandarización del proceso.....	85
<b>Figura n. ° 40</b>	Fabricación de autopartes críticas por lotes .....	87
<b>Figura n. ° 41</b>	Interfaz de Trello.com.....	88
<b>Figura n. ° 42</b>	Creación de tarjeta virtual Kanban - PCP.....	88
<b>Figura n. ° 43</b>	Creación de tarjeta virtual Kanban – Autopartes .....	89
<b>Figura n. ° 44</b>	Costeo de mudas de Inadecuada programación de producción .....	90
<b>Figura n. ° 45</b>	Temario de capacitación de Control de Almacenes.....	90
<b>Figura n. ° 46</b>	Cuadro de Inventario mensual de autopartes.....	91
<b>Figura n. ° 47</b>	Costeo de mudas por inadecuada gestión de almacenes.....	94
<b>Figura n. ° 48</b>	Costeo de mudas por ERP usado ineficientemente .....	95

<b>Figura n. ° 49</b>	Costeo de mudas por inadecuada política de producción.....	97
<b>Figura n. ° 50</b>	Costeo de mudas por estandarización de requerimientos del cliente.....	99
<b>Figura n. ° 51</b>	Costeo de mudas por estándares ineficientes de calidad.....	100
<b>Figura n. ° 52</b>	Cantidad de planos por autoparte crítica.....	101
<b>Figura n. ° 53</b>	Cronograma de actualización de planos .....	102
<b>Figura n. ° 54</b>	Costeo de mudas por falta de estandarización de autopartes .....	103
<b>Figura n. ° 55</b>	Costeo de mudas por falta de política de horas extras .....	104
<b>Figura n. ° 56</b>	Temario de capacitación en Liderazgo, Trabajo en equipo y Resolución de Conflictos.....	106
<b>Figura n. ° 57</b>	Costeo de mudas por inadecuada resolución de problemas .....	108
<b>Figura n. ° 58</b>	Costeo de mudas por ineficiente supervisión del proceso .....	108
<b>Figura n. ° 59</b>	Costeo de mudas por desorden y desorganización.....	108
<b>Figura n. ° 60</b>	Costeo de mudas por falta de motivación laboral.....	111
<b>Figura n. ° 61</b>	Cronograma de inducción del área de Autopartes.....	113
<b>Figura n. ° 62</b>	Indicadores productivos del área de Autopartes.....	113
<b>Figura n. ° 63</b>	Ejemplo de evaluación semanal de los 6 operarios.....	114
<b>Figura n. ° 64</b>	Costeo de mudas de inadecuada selección del personal .....	115
<b>Figura n. ° 65</b>	Costeo de mudas por inadecuada comunicación y coordinación.....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla n. ° 1</b>	Pareto de modelo de buses carrozados el primer semestre del año 2019...	44
<b>Tabla n. ° 2</b>	Listado de Autopartes 916 INT correspondientes al 80% de Pareto.....	45
<b>Tabla n. ° 3</b>	Costeo total de causas raíces .....	53
<b>Tabla n. ° 4</b>	Costeo mensual de Falta de orden y limpieza .....	54
<b>Tabla n. ° 5</b>	Costeo mensual de Layout inadecuado.....	54
<b>Tabla n. ° 6</b>	Costeo mensual de Falta de herramientas .....	55
<b>Tabla n. ° 7</b>	Costeo mensual Falta de mantenimiento de máquinas y equipos.....	55
<b>Tabla n. ° 8</b>	Costeo mensual de Falta de estandarización del proceso .....	55
<b>Tabla n. ° 9</b>	Costeo mensual de Inadecuada programación de producción.....	56
<b>Tabla n. ° 10</b>	Costeo mensual de Inadecuada gestión de almacenes .....	56
<b>Tabla n. ° 11</b>	Costeo mensual de ERP no usado eficientemente .....	56
<b>Tabla n. ° 12</b>	Costeo mensual de Inadecuada política de producción de piezas .....	57
<b>Tabla n. ° 13</b>	Costo mensual de Falta de estandarización en requerimientos del cliente	57
<b>Tabla n. ° 14</b>	Costeo mensual de Estándares de calidad ineficientes .....	57
<b>Tabla n. ° 15</b>	Costeo mensual de Falta de estandarización de autopartes .....	58
<b>Tabla n. ° 16</b>	Costeo mensual de Falta de políticas de horas extras.....	58
<b>Tabla n. ° 17</b>	Costeo mensual de Desorden y desorganización .....	58
<b>Tabla n. ° 18</b>	Costeo mensual de Inadecuada resolución de problemas.....	59
<b>Tabla n. ° 19</b>	Costeo mensual de Ineficiente supervisión del proceso.....	59
<b>Tabla n. ° 20</b>	Costeo mensual de Falta de motivación personal.....	59
<b>Tabla n. ° 21</b>	Costeo mensual de Inadecuada selección del personal.....	60
<b>Tabla n. ° 22</b>	Costeo mensual de: Inadecuada comunicación y coordinación .....	60
<b>Tabla n. ° 23</b>	Eficiencia y eficacia de la fabricación de autopartes .....	61
<b>Tabla n. ° 24</b>	Costos de implementación 5S.....	72
<b>Tabla n. ° 25</b>	Costo de fabricación de estantes .....	74
<b>Tabla n. ° 26</b>	Costos de implementación de Codificación y Clasificación de autopartes ...	77
<b>Tabla n. ° 27</b>	Presupuesto de herramientas y maquinarias requeridas .....	78
<b>Tabla n. ° 28</b>	Costos de insumos para mantenimiento.....	80
<b>Tabla n. ° 29</b>	Costo de implementación mantenimiento preventivo para Autopartes .....	80
<b>Tabla n. ° 30</b>	Costos de Estudio de Tiempos.....	84
<b>Tabla n. ° 31</b>	Costos de implementación de Manual de Procedimientos de Autopartes..	86
<b>Tabla n. ° 32</b>	Costos de implementación del programa Trello.com .....	89
<b>Tabla n. ° 33</b>	Costos de implementación de Gestión de almacén .....	93
<b>Tabla n. ° 34</b>	Costo de implementar capacitación de uso de EPP's .....	95
<b>Tabla n. ° 35</b>	Costos de implementación de Programa de Simulación .....	96
<b>Tabla n. ° 36</b>	Costo de modificación legal de contrato de ventas .....	98

<b>Tabla n. ° 37</b> Costo de implementación de mejora en control de calidad de autopartes .....	100
<b>Tabla n. ° 38</b> Costos de Estandarización de Autopartes .....	103
<b>Tabla n. ° 39</b> Costos de eliminación de horas extras .....	104
<b>Tabla n. ° 40</b> Costos de capacitación en Liderazgo, Trabajo en Equipo y Resolución de Conflictos .....	106
<b>Tabla n. ° 41</b> Costo de política de reuniones mensuales .....	107
<b>Tabla n. ° 42</b> Costos de reconocimiento por asistencia perfecta .....	109
<b>Tabla n. ° 43</b> Costo de programa de Reconocimiento y Motivación .....	111
<b>Tabla n. ° 44</b> Costos de Mejora de proceso de selección e inducción del personal .....	113
<b>Tabla n. ° 45</b> Costos de implementación de evaluación de desempeño .....	114
<b>Tabla n. ° 46</b> Capacitación en Relaciones Interpersonales y Motivación .....	116
<b>Tabla n. ° 47</b> Indicadores de productividad posterior a la implementación .....	117
<b>Tabla n. ° 48</b> Cuadro comparativo de tiempos de fabricación .....	117
<b>Tabla n. ° 49</b> Resumen de fallas de equipos por Mantenimiento .....	118
<b>Tabla n. ° 50</b> Información sobre la fabricación de Autopartes .....	119
<b>Tabla n. ° 51</b> Información sobre la fabricación de Autopartes .....	120
<b>Tabla n. ° 52</b> Información sobre autopartes re procesadas .....	120
<b>Tabla n. ° 53</b> Información sobre los tiempos de autopartes re procesadas .....	121
<b>Tabla n. ° 54</b> Información sobre los tiempos de autopartes re procesadas .....	122

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación n. ° 1</b> Productividad .....	30
<b>Ecuación n. ° 2</b> Productividad Total.....	30
<b>Ecuación n. ° 3</b> Eficiencia de mano de obra .....	31
<b>Ecuación n. ° 4</b> Rendimiento de máquina.....	31
<b>Ecuación n. ° 5</b> Aprovechamiento de materia prima .....	31
<b>Ecuación n. ° 6</b> Eficacia .....	31
<b>Ecuación n. ° 7</b> Ausentismo .....	39
<b>Ecuación n. ° 8</b> Rotación de personal.....	39

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo n. ° 1</b> Instrumento 01 – Evaluación de la eficiencia de Mano de Obra .....	129
<b>Anexo n. ° 2</b> Instrumento 02- Efectividad del proceso de fabricación de Autopartes 916 .....	131
<b>Anexo n. ° 3</b> Instrumento 03 - Paradas Improductivas.....	133
<b>Anexo n. ° 4</b> Listado de Autopartes 916 Interprovincial .....	134
<b>Anexo n. ° 5</b> Evidencia Fotográfica Implementación de 5s .....	136
<b>Anexo n. ° 6</b> Evidencia Fotográfica Estantería en Almacén de Acabado y Estructura..	137
<b>Anexo n. ° 7</b> Evidencia Fotográfica Reubicación de Material Habilitado .....	137
<b>Anexo n. ° 8</b> Evidencia Fotográfica Clasificación y codificación de Autopartes .....	138
<b>Anexo n. ° 9</b> Evidencia Fotográfica Herramientas personales .....	138
<b>Anexo n. ° 10</b> Evidencia Fotográfica Mantenimiento Preventivo .....	139
<b>Anexo n. ° 11</b> <i>Evidencia Fotográfica Manual de Procedimientos</i> .....	139
<b>Anexo n. ° 12</b> Evidencia Fotográfica Programación de producción antes de implementación.....	140
<b>Anexo n. ° 13</b> Evidencia Fotográfica Programación diaria de operarios en pizarras.....	140
<b>Anexo n. ° 14</b> Evidencia Fotográfica Falta de Control en almacén y piezas sin ubicar .	140
<b>Anexo n. ° 15</b> Evidencia Fotográfica Control en almacén .....	141
<b>Anexo n. ° 16</b> Evidencia Fotográfica Inventario mensual.....	141
<b>Anexo n. ° 17</b> Evidencia Fotográfica uso de Blender (programa de simulación) .....	142
<b>Anexo n. ° 18</b> Evidencia Fotográfica Soldexa.....	142
<b>Anexo n. ° 19</b> Evidencia Fotográfica desactualización de planos y modificaciones a mano .....	142
<b>Anexo n. ° 20</b> Evidencia Fotográfica Estandarización de planos de autopartes .....	143
<b>Anexo n. ° 21</b> Evidencia Fotográfica Folders estandarizados de planos de autopartes	143
<b>Anexo n. ° 22</b> Evidencia Fotográfica Estandarización de autopartes .....	144
<b>Anexo n. ° 23</b> Evidencia Fotográfica Capacitación en TECSUP .....	144
<b>Anexo n. ° 24</b> Evidencia Fotográfica Participantes del Concurso de Proyectos de Mejora Continua .....	145

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. Realidad problemática

La industria manufacturera tiene un proceso de trabajo complejo que involucra la transformación de una materia prima en producto terminado. Las empresas en su preocupación por generar más ingresos y seguir vigentes en el mercado, a menudo emplean métodos de trabajo y utilizan los recursos de forma indebida, restando productividad a su proceso. A pesar de que la Organización Internacional del Trabajo ([OIT], 2015) considera aumentar dicho indicador con mejores condiciones de trabajo, respecto de los derechos laborales y programas de desarrollo de competencias, no es suficiente, ya que se debe considerar la eficacia, eficiencia y efectividad con la que se utilizan todos los recursos involucrados.

En el sector automovilístico y automotriz, el sistema de Toyota fue toda una revolución, ya que la preocupación por reducir los desperdicios para incrementar la productividad, generaba empresas más competitivas. Su filosofía extendida alrededor del mundo basada en encontrar desperdicios por reducir, procesos por mejorar, capacidades por adquirir, capital humano por instruir e innovación por implementar, independientemente del rubro de la empresa generó que el Consejo Privado de Competitividad y el *World Economic Forum* evalúen anualmente indicadores como competitividad y productividad a fin de clasificar a los países. En el Reporte Global 2018-2019, Chile fue el país con la economía más competitiva de Latinoamérica. El Perú ocupó el puesto 63 en el Índice de Competitividad Global 2019. Esto debido a la ausencia de reformas para incrementar la productividad considerada como la responsable de haber decaído en el ranking, del menor y lento crecimiento, teniendo en cuenta que el mercado internacional ha jugado un papel importante, por ello, se están proponiendo reformas en factores como infraestructura, mercado laboral, sistema de justicia, logística, negocios, capital humano, tecnología e innovación que tienen relación directa con la productividad. (Consejo Privado de Competitividad Perú [COMPITE], 2019)

En Alemania, el 66% de las empresas de manufactura, en especial de automóviles, consideran que la minimización de los desperdicios, optimización de procesos y mejora de la gestión administrativa puede cambiar el ADN de la empresa y volverla exitosa, en especial como un método de transición a futuro a una *Smart Factory* (Staufen AG and the Institute for Production Management, Technology and Machine, 2016). Por ello, la medición de la productividad continúa en cambio constante debido a que los factores están ingresando a una era mucho más tecnológica, que exige la utilización de tecnología para obtener un mayor número de combinaciones de posibles decisiones que logren optimizar los procesos y mejorar la toma de decisiones (Mirandette, 2019).

En Latinoamérica, las 416 empresas peruanas del rubro metalmecánico y de fabricación de carrocerías son las más demandadas respecto a la fabricación de buses interprovinciales. La regulación actual ordena que los buses con un máximo de 22 años de antigüedad pueden transitar libremente, mientras que en otros países latinoamericanos el máximo es de 12 años, esto ocasiona que la demanda extranjera supere a la nacional. Sin embargo, el pasajero moderno está cambiando su mentalidad y comienza a exigir un servicio diferenciado que ofrezca no sólo el traslado de un lugar a otro, sino una gama de servicios como el tipo de asiento, la merienda dentro del bus, *Wi-Fi*, cargadores de celular, etc. (Del Negro, 2016). Esto ha llevado a que las empresas que fabrican buses, modifiquen y adapten los modelos y procesos de fabricación a las especificaciones actuales de los clientes, generando gran cantidad de desperdicios durante este proceso de adaptación, los cuales afectan la productividad y rentabilidad de las empresas. En el Perú, son muy pocas las empresas que han implementado un modelo de gestión de los desperdicios que genera todo su proceso, incurriendo en gastos innecesarios que reducen su beneficios.

La empresa trujillana Factoría Bruce S.A., se enfrenta a constantes cambios en las especificaciones de los clientes al momento de fabricar un bus, generando modificaciones en la línea productiva en general, especialmente en la fabricación de autopartes. Si se parte desde el área comercial que no cuenta con una programación de ingreso de chasis y entrega de buses fija, la planificación de producción se vuelve vulnerable y por ende, el área logística tiene deficiencias al proveer de materiales e insumos a la fábrica. La inadecuada supervisión de los diferentes procesos tanto de producción como de almacén, generan retrasos, re procesos, pérdidas y/o falta de materiales cuando son requeridos, exceso de inventarios en proceso, paros de producción por maquinaria, etc. Los supervisores no se abastecen de tiempo para cumplir con todas sus funciones y esto genera cierta inconformidad por parte de los operarios, quienes tienen horas que no son controladas y no encuentran la figura de un líder que los guíe al cumplimiento de los objetivos. La inadecuada gestión administrativa y productiva genera gran cantidad de desperdicios a lo largo del trabajo, los cuales de no reducirse o eliminarse, seguirán afectando la productividad, y por ende la rentabilidad de la empresa, hecho que al parecer no es percibida por mandos superiores.

## **I.2. Pregunta de la investigación**

¿En qué medida se incrementa la productividad del proceso de fabricación de autopartes implementando un programa de reducción de las mudas en la empresa Factoría Bruce S.A. – 2019?

### **I.3. Objetivos de la Investigación**

#### **I.3.1. Objetivo General**

Incrementar la productividad del proceso de fabricación de autopartes implementando un programa de reducción de las mudas en la empresa Factoría Bruce S.A. – 2019.

#### **I.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de autopartes y medir su productividad en la empresa Factoría Bruce S.A.
- Desarrollar una propuesta de mejora
- Implementar la propuesta
- Medir la productividad posterior a la implementación

### **I.4. Justificación de la investigación**

Debido al incremento de la competencia en el mercado y la coyuntura actual del sector manufactura en el Perú el cual ha reducido su crecimiento los últimos años, las empresas involucradas en este sector como lo es la presente investigación, requiere de una mejora continua de los procesos productivos a fin incrementar la productividad, ser más competitivos y rentables en el mercado. Si bien es cierto, algunas empresas ya están implementado metodologías de mejora continua, la mayoría de éstas son grandes empresas, mientras que las medianas y pequeñas empresas no suelen tomarle la importancia requerida, son escasas las que se centran en una reducción de los desperdicios generados durante el proceso productivo, para incrementar su productividad. Por ello, la presente propuesta tiene como objetivo analizar la productividad actual de la empresa Factoría Bruce S.A., conocer qué tan eficaz y eficiente es el proceso de fabricación de autopartes, a fin de incrementar dichos indicadores por medio de la identificación y reducción de los desperdicios, a través de métodos, herramientas de ingeniería y teorías ya existentes. Por ende, el desarrollo de la propuesta de la presente investigación propone una estrategia clara y sencilla de implementar para la resolución del problema ya mencionado, del mismo modo generar conocimiento válido y confiable.

### **I.5. Alcance**

La presente investigación se delimita al proceso de fabricación de autopartes de la empresa Factoría Bruce S.A. al año 2019, en la cual participan las áreas de operaciones, producción, logística, almacén, calidad y mantenimiento. Debido a que la cantidad de autopartes por bus es extensa, se considerarán, por medio de la técnica de Pareto, sólo las piezas con mayores tiempos de fabricación. Se realizará un estudio al proceso para determinar los factores que afectan el nivel de productividad con el fin de reducirlos. Todo tipo de información requerida será brindada por la empresa con previa autorización al

tratamiento de datos. Con la investigación, no se pretende realizar juicios o valoraciones subjetivas sobre el desempeño de las diferentes áreas involucradas, sino evaluar por medio de técnicas y herramientas los niveles de productividad que se generan, así como proponer e implementar una propuesta de mejora.

## II. MARCO TEÓRICO

### II.1. Antecedentes

- Valdivieso y Zúñiga (2016) en su tesis titulada *“Diagnóstico y mejora de los procesos de un taller de reparación de carrocería y pintura aplicando herramientas de lean”* abordaron la problemática del desorden y descontrol de las reparaciones de pintura y de carrocería, así como el elevado tiempo de Lead Time de reparación. Para ello, se trazó un VSM inicial y KPIs, se implementaron las 5s, SMED, Jidoka, Tack time, sistema KANBAN y Heijunka. Por medio de la implementación de las técnicas de *Lean Manufacturing* se obtuvieron como resultados el incremento del número de reparaciones mensual de 186 a 196 unidades, así como el Tack time de 18.3 a 12.5 días promedio de estancia, ello utilizando el método de nivelación. Se concluye que la implementación de técnicas de *Lean Manufacturing* incrementa no solo la productividad del proceso, sino también la producción, generando mayores ingresos. Respecto al tema económico, se obtuvo un TIR de 47% y VAN de más de S/. 52 000 Nuevos soles.
- Portada (2017) en su tesis titulada *“Propuesta de Mejora Continua de Procesos Lean Manufacturing para una empresa carrocera”* aborda la problemática del incremento de unidades defectuosas en el proceso productivo al 64% de toda la producción siendo los principales causas de reclamo el mal envasado y error de dosificación, asimismo se han generado un exceso en sobretiempos para cubrir la demanda, por lo que se propone la implementación de un plan de gestión *Lean Manufacturing*. A través de un diagnóstico inicial se identificaron las causas y los desperdicios en el proceso, por ello, se decidió que las herramientas a utilizar partirían de un VSM, 5s, sistemas de gestión y evaluación de proyectos. Se obtuvieron como resultados la reducción de unidades procesadas de 64% a 29%, reducción de costos de mano de obra en 48%, pérdida de re procesos de 39% a 18%, e incremento un 13% de la producción de furgones. Además, el análisis financiero determinó una rentabilidad positiva TIR de 27% con una ganancia adicional a la inversión inicial de S/.39,245. Se concluye que las técnicas utilizadas y la reducción de desperdicios en el proceso influyen directamente en el nivel de productividad del proceso
- Tenicela (2017) en su tesis titulada *“Propuesta de un modelo de planeamiento, programación y control de operaciones para incrementar la productividad en el área de acabados de la empresa metalmecánica FAMECA S.A.C.”* tiene como finalidad

proponer un modelo completo que incremente la productividad del área de acabados. Se utilizaron técnicas como estandarización de tiempos, herramientas de calidad, MRP, Planificación agregada, administración de la capacidad, etc. Obteniéndose como resultado que la productividad parcial del área incremente en un 49.2% mientras que la productividad combinada un 9,73% ambas en relación con el año anterior a su investigación.

- Díaz (2018) en su tesis titulada *“Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz”* tiene como finalidad mejorar la productividad del taller reduciendo los tiempos muertos y mejorando la eficiencia de su proceso. Se realizó un diagnóstico y se determinó que se debía diseñar un plan que se base exclusivamente en reducir los desperdicios en el taller. Los resultados obtenidos del estudio se redujeron los tiempos de espera en un 40%, los tiempos de preparación de pintura en un 25%. Con la reducción de desperdicios se agilizó la producción e incrementó sus órdenes de trabajo en 10,98%, lo que representa un beneficio de S/.11 405 en promedio durante el tiempo establecido del proyecto. Por último, esta implementación tendrá un impacto positivo en la satisfacción del cliente.
- Contreras, Zambrano y Vaca (2018) en su artículo titulada *“Análisis de mudas en el sector metalmecánico de Boyacá-Colombia”* tiene como finalidad proponer acciones que permitan eliminar los desperdicios o mudas a partir de la filosofía Kaizen. El caso de estudio de desarrollará con 3 talleres metalmecánicos y consistió en 3 fases. Para la Fase I, se utilizó el VSM para el diagnóstico inicial. Para la Fase II, se construyó un formato de valoración para la Identificación de las mudas y por último, para la Fase III, se definió una escala de valoración para el análisis de las mudas. Se obtuvo como resultado que en los tres talleres se evidencia la presencia de las 7 mudas o desperdicios. Se evidenció que mudas afectaban el desempeño de los talleres hasta en un 500%. Las principales mudas ocasionaban demoras en tiempo de 415 minutos, cuando el tiempo de ciclo era 71 minutos; respecto a la muda de transporte, representaba el 76%, los inventarios un 80%, defectuosos un 77% movimientos innecesarios un 95%, reprocesamiento un 30%. Por ello, se propuso la implementación de 3 pilares del Kaizen, los cuales fueron: La implementación de las 5s, estandarización y eliminación de desperdicios.
- Quispe (2018) en su tesis titulada *“Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas de Lean Manufacturing en Carrocerías Los Andes”* tiene como propósito mejorar la capacidad de producción y estandarizar el proceso productivo, dada la inexistencia de estándares de tiempos, orden de puestos de trabajo, distribución de planta y sobretodo ausencia de maquinarias y herramientas clave para desarrollar los trabajos. En primera instancia se determinaron los procesos necesarios e innecesarios, un 26% de las actividades corresponden a actividades que

no generaban valor, mediante un estudio de tiempos y movimientos, se detectó un 56% de tiempo operativo. Por ello, se creó 2 áreas adicionales, una de ensamble y otra de preparación de chasis, con ello se redujeron a 26% las actividades improductivas generadas por transporte, espera y almacenamiento, Se concluye que la estandarización de procesos e identificación de desperdicios en el proceso, son vitales para la toma de decisiones, como crear áreas de trabajo.

- Lopez (2020) en su tesis titulada *“Aplicación del Lean Management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C.”* aborda la problemática encontrada en 3 aspectos analizados en la empresa: calidad de reparaciones (71% de aprobación), tiempo de entrega (63% de aprobación) y capacidad de atención (72% de aprobación). Para lo cual se realizó un estudio de identificación y categorización de los 7 desperdicios, análisis de la productividad del proceso y se implementaron las herramientas de Kanban, Jidoka, Jit, Estandarización y Poke Yoke. Entre los resultados más relevantes, se obtuvo un incremento del 6.27% en la productividad del taller, la primera orden nueva de trabajo obtuvo un cumplimiento de 93.75%, sin embargo al culminar el monitoreo el resultado fue del 80%, el proceso de inventariado y recepción incrementó de 76% a 91%, se redujeron los re procesos del 15% al 8%, se incrementó el seguimiento de los asesores de 16% a 88%. Respecto a los criterios evaluados inicialmente, calidad de reparaciones incrementó 11%, tiempo de entrega incrementó 2% y capacidad de atención incrementó 13%. Por ende, se concluye que la aplicación del Lean Management incrementó la productividad, así como el nivel de satisfacción del cliente.

## **II.2. Bases Teóricas**

### **A. Herramientas de diagnóstico**

Según el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas ([UNIT], 2009) las herramientas para la mejora de la calidad tiene se basan en identificar los problemas y sus posibles causas, así como, las posibles metodologías o herramientas que se pueden emplear, para finalmente verificar la eficacia de la solución. Las características fundamentales de dichas herramientas son su sencillez, facilidad, adaptabilidad y su dinamismo.

Las Herramientas para generar y ordenar ideas que considera, son las siguientes:

- Torbellino de ideas
- Diagrama de afinidades
- Diagrama de Ishikawa
- Diagrama de árbol
- Diagrama de decisiones de acción

- Diagrama de Pareto
- Técnica de Delphi
- Diagrama de Interrelaciones

Diagrama de Pareto: En todo proceso siempre existe una o varias causas que originan la mayor cantidad de problemas, mas no todas las causas tienen un real impacto en la rentabilidad de la empresa. Por ello, el Diagrama de Pareto se especializa en localizar las causas vitales, que de ser solucionadas resolverán la mayoría de problemas (Izar, 2004).

El procedimiento de elaboración es sencillo:

1. Identificar el problema
2. Identificar datos a recopilar
3. Preparar una matriz o registro de recolección de datos
4. Organizar la tabla de datos
5. Elaborar el diagrama

Después de realizar los cálculos correspondientes, se procede a seleccionar los problemas que sumen el 80% de la Frecuencia o Porcentaje acumulado. Esa información será la que debemos de trabajar para solucionar el mayor porcentaje de problemas encontrados.

Diagrama de Ishikawa: Representa la relación entre un efecto y todas las posibles causas que lo influyen. El efecto o también conocido como problema es colocado en el lado derecho del diagrama y las causas principales a la izquierda. Se utilizan para ilustrar las diferentes causas que afectan un determinado proceso. Las causas principales se pueden seccionar en: personas, maquinaria, métodos y materiales (Romero y Díaz, 2010).

La UNIT (2009) también indica que existen otro tipo de herramientas, entre ellas tenemos:

Herramientas para el conocimiento de los procesos: Variabilidad de los procesos, dominancia de los procesos, anatomía de los procesos, técnica de operación evolutiva y diagrama de flujo.

El diagrama de flujo es utilizado para plasmar la secuencia de un proceso, y es útil en la planificación, ejecución, seguimiento y control. Su finalidad es identificar, eliminar o minimizar actividades que no agreguen valor, eliminar puntos de evaluación innecesarios, representar gráficamente la labor de los proveedores, evaluar el tiempo de ciclo, diseñar un proceso en paralelo, etc. La información que se le agregue o la construcción del diagrama dependerán del grado de conocimiento del encargado y/o el grupo de trabajo.

Para elaborar un diagrama de flujo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar las actividades del proceso desde el inicio hasta el fin
2. Definir las etapas del proceso, actividades, decisiones, ingresos y salidas
3. Construir un borrador del diagrama utilizando la simbología correspondiente (ver Figura n. °1)
4. Consultar y mejorar el diagrama
5. Verificar que el diagrama se ajuste a la realidad

#### SIMBOLOGÍA DE ASME

ORIGEN		Para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
OPERACIÓN		Hay una operación cada vez que una forma o documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características, cuando se une o engrapa o cuando se desune o desengrapa, cuando se prepara para otra operación, transporte o almacenamiento.
INSPECCIÓN		Hay una inspección cada vez que una forma o documento es examinado para identificarlo o para verificar su cantidad, calidad o características. El resultado de esta inspección puede ser: a) Corregir inmediatamente los errores. b) Rechazar la forma o documento. c) Devolverlo para que el error sea corregido. d) Comparar con otro documento.
TRANSPORTE		Hay un transporte cada vez que una forma o documento se mueve, excepto cuando dicho movimiento es parte de una operación o de una inspección.
DEMORA		Ocurre una demora a una forma o documento cuando las condiciones de trabajo no permiten o requieren la ejecución de la siguiente acción planeada.
ALMACENAMIENTO		Ocurre un almacenamiento cuando una forma o documento es guardado o protegido contra un traslado no autorizado; cuando es archivado permanentemente.
ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ocurre una forma o documento se archiva o guarda transitoriamente, antes de continuar con el siguiente paso.
ACTIVIDADES COMBINADAS OPERACIÓN Y ORIGEN		Se considera esta actividad cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.
INSPECCIÓN Y OPERACIÓN		Se considera esta actividad cuando el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

**Figura n. ° 1** Simbología para el diagrama de flujo según ASME

Herramientas para la mejora continua de los procesos:

- Principios de la mejora continua
- Gestión para mejorar la calidad

- Metodología para la mejora continua
- Metodología Kaizen
- 5s
- Justo a Tiempo (JIT)
- Mantenimiento total productivo (TPM)
- Simulación
- Reingeniería
- Six Sigma

## B. Las *mudas*

El término “*Muda*” proviene de una palabra japonesa cuyo significado es “desecho, residuo, despilfarro, inutilidad”, conceptos utilizados por primera vez por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del sistema *Just in Time* de Toyota (Romero, 2014).

Las *mudas* consumen recursos y representan un costo que no aporta valor a un proceso productivo, es decir, representa pérdidas que reducen la rentabilidad y/o incremento en el precio del producto final. Es por ello que su reducción o eliminación continua es de vital importancia en un proceso de mejora continua, sin embargo, éstos deben ser identificados, analizados, simplificados, minimizados o eliminados correctamente.

*Muda* o desperdicio representa cualquier actividad que consume recursos empresariales sin crear valor para los clientes, quienes usualmente no están dispuestos a pagar por este tipo de actividades (Instituto Mundanaí de Creación de valor, 2017).

Según Kanbanize (2019), para poder identificar los desperdicios, es crucial comenzar el análisis desde los altos mandos, ya que los objetivos estratégicos deben estar alineados con los operacionales, para efectuar la cultura de mejora continua. Sin embargo, las actividades de desperdicio van a variar dependiendo el rubro del negocio.

Taiichi Ohno creador-fundador del Sistema de Producción de Toyota, identificó 7 *mudas* o desperdicios presentados a continuación:

### 1. Sobreproducción

Se refiere a producir más de lo demandado, lo que conlleva a un exceso de inventario o stock, generando gastos extras que no agregan valor a los clientes. La sobre producción genera dinero mal gastado, puesto que se podrían utilizarse los recursos para afrontar otros gastos. (Romero, 2014).

La sobreproducción tiende a ocultar los problemas serios de la empresa como: defectos, producción desbalanceada, layout inadecuado, demanda variable, tiempos largos para alistar máquinas, ausentismo, tiempos de producción lentos, tiempos muertos, lotes grandes de fabricación, etc. (Instituto Mundanai de Creación de valor, 2017)

Uno de los errores más comunes de las empresas es producir al tope de su capacidad creyendo que así serán más productivos, cuando no es así. Si se produce por encima de la demanda, lo único que generará es un desgaste innecesario de personal y maquinaria. Debido a que a mayor producción (innecesaria), habrá más inventarios, se realizarán más movimientos, más transportes, más esperas, más defectos.

Corredor (2015) indica que los efectos que tiene esa *muda* están relacionados a excesos de inventarios, almacenes, defectos, eficiencia de tiempo y costos, agotamiento o cansancio innecesario.

## 2. Producir piezas defectuosas

Un producto defectuoso es aquel que no cumplen las especificaciones del cliente, lo que generará un reproceso, desecho de la pieza o insatisfacción del cliente. (Romero, 2014)

Las piezas defectuosas son los desperdicios más comunes durante un proceso productivo, son fáciles de visualizar, sin embargo, son vistos como parte del proceso, dificultando su eliminación.

Corredor (2015) indica que los efectos que tiene esa *muda* se relacionan con otra, que es el sobre procesamiento e inclusive con el reproceso de piezas, lo que ocuparía procesos logísticos adicionales, reprogramación de la producción e incumplimiento en las entregas.

## 3. Transporte de material

El transporte de material es una actividad que no tiene valor añadido y que representa un riesgo de daño o ruptura de la pieza cuando es movida por: mala distribución en fábrica, mala distribución en la línea de montaje, procesos demasiado alejados y personal desorganizado (Romero, 2014).

Los transportes tienen una relación directa con el diseño del proceso productivo y de la planta, ya sea para desplazar, apilar, acumular, ordenar e inclusive corregir, porque todo ello genera demoras, incrementado los tiempos de ciclo del proceso y costos.

Corredor (2015) indica que los efectos de esta *muda* se presentan en 3 puntos claves: tiempo, calidad y costos. Se incrementa el tiempo de ciclo, debido

a los constantes traslados se puede dañar el producto y se invierte más dinero debido a los movimientos.

#### 4. Inventario

Hace referencia al inventario terminado o de proceso entre estaciones de una línea o departamento que no genera ningún ingreso (Romero 2014).

El inventario es un gran desperdicio ya que oculta las fallas o desperdicios que genera la empresa. Muchas veces el inventario, llámese en proceso o terminado, es considerado “necesario” y provisorio para hacerle frente a las fluctuaciones altas de demanda, cambios inesperados o inconvenientes en el proceso productivo, no obstante, al considerarlo como activo de la empresa, requerirá de recursos que generan un sobre costo en la producción y que financieramente no son visibles, generando pérdidas sin poder determinar su magnitud (Corredor, 2015).

#### 5. Sobre proceso

Añadir actividades innecesarias durante el proceso productivo, los cuales no son requeridos por el cliente conllevando a pérdida de tiempo y uso innecesario de recursos, entre estas actividades tenemos las inspecciones muy consecutivas, sobre diseño, no uso de procedimientos prácticos (Romero, 2014).

Muchas de las actividades clasificadas como sobre procesamiento forman parte del proceso siendo consideradas como valor agregado, sin embargo están consideradas como desperdicio puesto que con ellas se realiza más trabajo del requerido. Son actividades que aparentan ser esenciales en el proceso, pero en realidad si se realiza un análisis de su importancia y/o una mejora de la actividad, pueden ser modificadas para ser realmente eficientes. (Corredor, 2015)

#### 6. Retrasos / esperas

Piezas en proceso o producto terminado que no están transportándose o en proceso de fabricación y se encuentran en espera innecesaria. Entre esas esperas tenemos: averías de máquina, retraso de materiales por parte del proveedor, tardío plan de producción, formalidad documentario de procesos, etc. (Romero, 2014).

Los lotes grandes de manufactura provocan que las piezas esperen mucho tiempo para que sean trabajadas por el siguiente proceso (Instituto Mundanai de Creación de valor, 2017). Las esperas son tiempos ociosos, un desperdicio visible, pero difícil de evitar.

Corredor (2015) indica que los efectos que trae consigo esta *muda* se relacionan con horas ociosas de operarios y máquinas, operarios saturados o descansando, incumplimiento de entregas, generación de inventarios en proceso.

#### 7. Movimientos innecesarios

Movimientos extras que pueden provocar daños en los productos durante o al final del proceso que conlleva a riesgo de lesiones, pérdida de tiempo y uso de recursos innecesarios (Romero, 2014).

Esta *muda* es difícil de visualizar requiere de un análisis y estudio ergonómico, dado que no solo hace referencia al desperdicio de tiempo que ocasionan los movimientos innecesarios, sino a los accidentes y enfermedades que podrían generarse.

Corredor (2015) indica que los efectos que trae consigo esta *muda* se relacionan en su mayoría con el factor humano, es decir, problemas de seguridad y salud, agotamiento innecesario, accidentes y/o enfermedades laborales. Sin olvidar, los tiempos, costos y daños.

Es primordial iniciar reconociendo, corrigiendo o eliminando las múltiples excusas que existen en el proceso para mantener ciertos desperdicios, para posteriormente atacar los problemas que los están causando u ocultando los desperdicios.

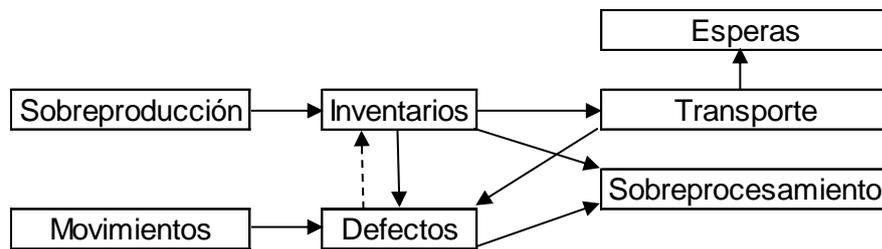
Según Romero (2014) y Corredor (2015), las principales causas que generan o incrementan las 7 *mudas* se pueden seccionar en 5 grupos (ver Figura n. °2).

	<b>SOBREPRODUCCION</b>	<b>INVENTARIO</b>	<b>SOBREPROCESO</b>	<b>TIEMPOS</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>MOVIMIENTOS</b>	<b>DEFECTUOSOS</b>
<b>INSTALACIONES, MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	Instalaciones, maquinaria y equipos sobre dimensionados o exceso de personal. Mal uso de automatización	Instalaciones, maquinarias y equipos sobre dimensionados	Inadecuada adaptación de instalaciones, maquinarias y equipos.	Desequilibrio de capacidad. Falta de un plan de mantenimiento. Mal uso de automatización	Inadecuada distribución en planta. Largos tiempos de suministro y grandes áreas de almacenamiento.	Mala distribución en la planta. Eficiencia baja de los trabajadores.	Instalaciones, maquinarias y equipos mal diseñados. Proceso no capaz.
<b>DIRECCION DE OPERACIONES</b>	Inadecuada planificación de producción. Desbalance de la línea productiva y desequilibrio con el tiempo. Set up inapropiado.	Sobre producción, set up extenso, pronósticos erróneos, desbalance de línea. Complejidad del producto	Estándares ineficientes y proceso mal diseñado Cambio en el producto sin adaptar el proceso. Aprobaciones innecesarias.	Mala programación de aprovisionamiento , desbalance la línea productiva. Set up extenso.	Diseño inadecuado de rutas y recorridos. El producto no fluye de forma continua.	Diseño inadecuado del puesto de trabajo y proceso. Métodos de trabajo ineficientes, inconsistentes o mal documentados e informados. Falta de orden, limpieza y organización.	Estándares de operación o inspección ineficiente. Falta de control y/o supervisión.
<b>POLITICAS EMPRESARIALES</b>	Trabajo bajo estándares de producción y no conforme a demanda. Lógica "producir más de lo necesario, por si acaso"	Tiempos largos de entrega, fallas en el sistema de pedidos. Prevención de faltantes por ineficiencia del proceso o proveedores.	Modificaciones del diseño del producto. Requerimientos no claros del cliente. Inadecuada comunicación entre ingeniería y producción.	Cadena de mando fuerte, el proceso requiere autorizaciones. Una mala gestión de las compras o poca sincronía con los proveedores	Grandes lotes	-	Diseño inadecuado del producto

FACTOR HUMANO	Ausentismo	Ausentismo	Falta de capacitación y disciplina	Trabajadores monovalentes, baja coordinación entre operarios.	Errores humanos, desconcentración	Falta de capacitación, inexperiencia o incapacidad	Falta de formación y capacitación, falta de interés o motivación
PREVENCIÓN Y COBERTURA DE FALLAS	Demanda inestable. Fallas de maquinarias y equipos. Problemas de calidad. Desorganización de planta.	Demanda inestable. Fallas de maquinarias y equipos. Problemas de calidad. Desorden. Proveedores ineficientes	Fallas de maquinarias y equipos. Problemas de calidad. Desorden.	Carencia o retraso de materiales. Fallas o no disponibilidad de maquinarias y equipos. Desorganización de planta	Trasladar o enviar materiales erróneos	Desorganización en el tiempo de trabajo y planta en general	Fallas de maquinarias y equipos o mantenimiento inadecuado. Proveedores ineficientes

**Figura n. ° 2** Causas de generación de mudas según factores

Además, según Corredor (2015) existe una fuerte relación entre los desperdicios, es decir, que uno es causa de otro y así sucesivamente, por lo que si se desea reducir los desperdicios, aconseja hacerlo según la figura a continuación (ver Figura n. °3).



**Figura n. ° 3** Relación entre desperdicios

### C. Productividad

Según Fernández (2010) no debemos confundir intensidad del trabajo con productividad. La productividad es aquella capacidad para producir bienes con la mejor calidad posible utilizando la menor cantidad de recursos, tanto humano, físico y financiero. Ésta se puede incrementar utilizando técnicas de mejora continua que lograrán estabilizar y estandarizar el proceso, generando la satisfacción tanto de los clientes externos como internos.

Prokopenko desde la Organización Internacional del Trabajo ([OIT], 1989) en Ginebra, define a la productividad de forma general como una relación entre la producción y los recursos utilizados, por ello la productividad es definida como el uso eficiente de los recursos (Ver Ecuación n. °1).

#### **Ecuación n. ° 1** Productividad

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad}$$

La productividad puede variar según la relación de las variables, sin embargo, la definición es la misma, evaluar la cantidad y calidad de los bienes producidos y la cantidad de recursos. La OIT evalúa la productividad en dos tipos de relación que se pueden aplicar en cualquier nivel económico (Ver Ecuación n. °2).

#### **Ecuación n. ° 2** Productividad Total

$$\frac{\text{Producto total}}{\text{Insumo total}} = \frac{Ot}{T + C + M + Q} = \text{Productividad total}$$

Pt: Productividad total

Ot: Output (producto) total

T: Factor trabajo

C: Factor capital

M: Factor materias primas y piezas compradas

Q: Insumo de otros bienes y servicios varios

Asimismo, Cruelles (2012) define a la productividad como un ratio cuya función será la de medir el nivel o grado de aprovechamiento de los factores o insumos que se emplearon para fabricar o llevar a cabo determinado producto. La formulación la plantea en tres maneras: productividad total, multifactorial y parcial.

Finalmente, Biasca (2006) describe indicadores que miden el nivel de productividad, los cuales se adaptan a cualquier tipo de escenario. Las fórmulas de productividad total y parcial son idénticas a las mencionadas anteriormente, la diferencia es que el autor hace mención a las dimensiones de eficacia y eficiencia, los cuales se tratarán a continuación.

Eficiencia: Concepto económico de vital importancia en la empresa ya que mide el grado de uso de los recursos para producir bienes: mano de obra, maquinaria y materias primas (Ver Ecuación n. °3, n. °4 y n. °5).

**Ecuación n. ° 3** Eficiencia de mano de obra

$$\frac{\text{Productividad parcial de mano de obra real}}{\text{Productividad parcial de mano de obra estándar}} = \text{Eficiencia de mano de obra}$$

**Ecuación n. ° 4** Rendimiento de máquina

$$\frac{\text{Productividad parcial de maquinaria real}}{\text{Productividad parcial de maquinaria estándar}} = \text{Rendimiento de máquina}$$

**Ecuación n. ° 5** Aprovechamiento de materia prima

$$\frac{\text{Productividad parcial materia prima real}}{\text{Productividad parcial materia prima estándar}} = \text{Aprovechamiento de materia prima}$$

Eficacia: Relación entre los resultados obtenidos y las metas propuestas. Se deben considerar todos los insumos procesados y todas las salidas obtenidas. No solo hace referencia a la producción total, sino también a las metas de utilización de algún recurso específico. También se puede referir a la calidad, logística, mantenimiento de maquinaria (Ver Ecuación n. °6).

**Ecuación n. ° 6** Eficacia

$$\frac{\text{Resultados obtenidos}}{\text{Metas}} = \text{Eficacia}$$

**D. Lean Manufacturing**

La metodología *Lean manufacturing* tiene sus bases en la eliminación de desperdicios, utilizando diversas técnicas con una gama de herramientas, sin embargo, si éstos no son visualizados y entendidos, no podrán reducirse y/o eliminarse.

Algunos de los beneficios de la implementación del *Lean* son: reducción de tiempos e inventarios, aumento de flexibilidad y conocimientos de procesos. Así como

que el punto de partida es el valor, denominado así al cambio de forma o función de un material para cumplir los requerimientos del cliente. Además, describe a la *muda* o desperdicio como “*el bien o servicio incorrecto proporcionado de forma correcta*”.

El número de técnicas de la manufactura esbelta es extenso y existe un desacuerdo al momento de identificarlas, clasificarlas y proponer su ámbito de aplicación, ya que pueden pertenecer al área de la Calidad Total, al *Just in Time* o a las nuevas técnicas organizativas. (Rajadell, M. y Sánchez, J., 2010),

Hernández, J. y Vizán, A. (2013) agrupan las técnicas en tres específicos grupos:

Primer Grupo: Consideradas como obligatorias en cualquier empresa

- Las 5S: Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa por medio de la organización, orden y limpieza.
- *SMED*: Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación. Estandarización.
- TPM: Acciones de mantenimiento productivo total para eliminar las pérdidas de tiempo por parada de las máquinas.
- Control visual: Control y comunicación visual para facilitar el reconocimiento del estado del proceso.

Segundo grupo: Exigen mayor compromiso y cambio cultura

- *Jidoka*: Sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- Técnicas de calidad: Proporciona garantías de calidad para la disminución o eliminación de defectos.
- Sistemas de participación del personal (SPP): Canalizar la supervisión y mejora del sistema *Lean*.

Tercer grupo: Técnicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística, con el fin de agilizar la producción y reducir los desperdicios.

- *Heijunka*: Planificar y nivelar la demanda en volumen y variedad en un periodo de tiempo.
- *Kanban*: Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

Una de las técnicas que “*obligatoriamente*” deben implementarse en todo tipo de empresa es la 5s. Una organización de 5s en el lugar de trabajo es un parámetro

clave para poder lograr la mejora del proceso a través del orden y limpieza, a fin de eliminar los tiempos de búsqueda, generando fluidez. (Hernández y Vizán, 2013)

- *Seiri*: Separar lo necesario de lo innecesario
- *Seiton*: Ordenar y clasificar para minimizar tiempo de búsqueda
- *Seiso*: Limpiar y verificar
- *Seiketsu*: Mantener la limpieza y el orden
- *Shitsuke*: Autodisciplina y compromiso

Respecto al sistema *KANBAN* consiste en un sistema de señales visuales de control de producción que mantendrá en actividad y mayor fluidez el proceso de reabastecimiento. Por ello, Arango, M., Campuzano, L. y Zapata, J. (2015) para la implementación de un sistema *Kanban* sugieren seguir lo siguientes pasos:

1. Formar al equipo involucrado en la metodología
2. No es necesario implementar *Kanban* a todo el proceso en un primer momento, es recomendable identificar el centro con mayores problemas.
3. Implementar *Kanban* en el resto de los centros de trabajo.
4. Mantenimiento y revisión continua del sistema Kanban

Esta metodología busca disminuir los niveles de inventarios, para producir únicamente lo que es requerido.

#### **E. Mantenimiento de Maquinarias**

El mantenimiento industrial es una actividad primordial dentro de un proceso productivo, puesto que una parada de producción por paros de maquinaria genera altos costos y retraso. Antiguamente, la actividad de mantenimiento se solía realizar cuando el equipo presentaba fallas, sin embargo, en la actualidad se está implementando una Gestión de Mantenimiento con el fin de optimizar los recursos que se van a emplear (Garrido, 2003).

Asimismo, Garrido indica que se debe gestionar el mantenimiento definiendo políticas que engloben todos los aspectos relacionados y estrategias que minimicen los riesgos laborales. Esta gestión de mantenimiento incluye:

- Clasificación de equipos en función de su importancia
- Definir el tipo de mantenimiento por máquina
- Determinar las tareas y su frecuencia
- La gestión del recurso humano que se encargará del mantenimiento

Existen diversas filosofías de la Gestión del Mantenimiento, las cuales deben adaptarse según el tipo de empresa, entre éstas tenemos:

- Mantenimiento Preventivo-Correctivo
- Mantenimiento Productivo Total
- Mantenimiento Basado en Fiabilidad
- Mantenimiento como cliente interno de Producción
- Administrador del Mantenimiento
- Gestión Integral del Mantenimiento

El Mantenimiento Preventivo está conformado por aquellas actividades que tienen como fin el anticiparse o prevenir alguna ocurrencia de falla o avería. Estas actividades serán programadas en un tiempo y espacio determinado (Integra Markets, 2017).

Integra Markets recomienda la siguiente Planificación y ejecución de trabajos de mantenimiento:

1. Análisis de la situación actual de la empresa
2. Establecer objetivos
3. Elaborar lista de insumos y materiales que se usarán para el mantenimiento
4. Agrupar los equipos en familias
5. Establecer el tipo de mantenimiento que requerirá cada familia
6. Recopilar información de los equipos
7. Completar información con información adicional propia o de otras áreas
8. Planificar los recursos necesarios
9. Determinar un cronograma de trabajo
10. Contar con las autorizaciones correspondientes
11. Elaborar plan de actividades
12. Elaborar plan de contingencia
13. Establecer canales de comunicación
14. Realizar actividades previas como compras
15. Ejecución y supervisión de tareas de mantenimiento según lo planificado
16. Limpieza del área
17. Restablecimiento de condiciones normales de operación o producción
18. Acciones post mantenimiento
19. Elaborar un informe del trabajo realizado

## 20. Evaluar el desempeño del trabajo

El Mantenimiento Correctivo corresponde a las actividades que tiene como finalidad corregir defectos o fallas en el momento, es decir, se espera a que ocurra la falla para solucionar el problema.

Otro punto importante es la evaluación del grado de criticidad de los equipos a fin de priorizar los trabajos de mantenimiento, los cuales pueden ser:

- Equipos Críticos
- Equipos Importantes
- Equipos Necesarios
- Equipos Prescindibles

## F. Programas de simulación

La simulación es la utilización de un modelo de sistemas que asemejan la realidad, utilizan modelos matemáticos computarizados, a fin de ser de apoyo en la toma de decisiones y evaluar alternativas. La simulación es una técnica que construye el modelo de una realidad para poder experimentar con ella (Naylor, 1982).

Las fases para la implementación que indican Fullana y Urquía (2009) son las siguientes:

- Fase 1: Evaluación y diseño
- Fase 2: Ejecución
- Fase 3: Medida de logros y mejora continua

Entre las numerosas ventajas que tiene el uso de programas de simulación tenemos:

- La simulación anticipa la respuesta a los cambios
- La simulación permite un análisis de las variaciones desde una amplia perspectiva
- Promueve soluciones totales
- Efectividad en el control de costes
- Enfoque cuantitativo para medir la actividad
- Efectuar cambios en una proyección de tiempo para reforzar estrategias
- Evaluar cambios en la organización.

## G. Control de Calidad

Ishikawa (2012) define a la calidad como el desarrollo, diseño y manufactura bajo estándares que sea el más rentable y satisfactorio para el consumidor.

El control de la calidad está definido como el conjunto de métodos y herramientas para la detección de defectos o errores, a fin de tomar medidas inmediatas y cumplir con los requerimientos mínimos de calidad. Estos requerimientos son definidos por el área e ingeniería respectiva y responsable del diseño. La verificación de las piezas se lleva a cabo por inspecciones o pruebas de muestreo

Espinoza (2016) indica que las etapas del control de calidad son las siguientes:

- Control de nuevos diseños
- Control de materiales y materias primas
- Control del proceso
- Control del producto

Además, los requisitos del control total de calidad:

- Responsabilidad de todos
- Participación y cooperación de todos
- Papel de la administración
- Administración participativa
- Disciplina y acción
- Educación y capacitación

## **H. Estudio de Tiempos**

El estudio del trabajo no debe confundirse con el estudio de métodos, Prokopenko (1989) define al estudio o medición del trabajo como el tiempo que un trabajador apto o calificado, necesita para realizar una tarea o actividad en específico con un rendimiento determinado. Por otro lado, el estudio de métodos es utilizado para la eliminación de movimientos innecesarios.

Según Kanawaty (1996) indica que tiene como finalidad analizar la forma en la que se realizan las actividades para reducir y/o eliminar los trabajos innecesarios, establecer tiempos estándar y el uso eficiente de los recursos. La relación entre el estudio de trabajo tiene una relación directamente proporcional con la productividad.

El tiempo total de un trabajo se constituye de: tiempo productivo y tiempo improductivo. El tiempo productivo es el tiempo básico del trabajo, la operación en sí. Mientras que el tiempo improductivo hace referencia a un mal diseño del producto, mal uso de materiales, métodos de manufactura o recurso humano ineficiente. Finalmente, se deben seguir los siguientes 8 pasos para realizar un estudio del trabajo:

1. Seleccionar el trabajo que se estudiará
2. Registrar los datos referentes a la tarea seleccionada

3. Examinar los hechos registrados
4. Establecer el métodos más económico
5. Evaluar los resultados obtenidos
6. Definir el tiempo y método correspondiente
7. Implementación
8. Control

#### **I. Manual de Procedimientos**

El manual de procedimientos es un instrumento en el que se detalla de forma sistemática los pasos a seguir enfatizando en cada paso para determinada actividad, la información que transmite es detallada, ordenada e integral, a fin de que las instrucciones se realicen de forma estandarizada (Mantilla, 2018).

Por ello, se puede decir que es un documento de apoyo para el personal de una entidad, con políticas y controles que detallan las actividades a llevarse a cabo en una tarea específica.

Las ventajas que ofrece un manual de procedimientos según Vivanco (2017) son las siguientes:

- Fundamentar los procedimientos bajo un marco administrativo establecido
- Unificación de criterios en la elaboración del procedimiento
- Estandarizar métodos de trabajo
- La información es formal
- Delimita funciones y responsabilidades
- Documentos de consulta permanente
- Establece controles administrativos
- Facilita la toma de decisiones
- Elimina confusiones e incertidumbres
- Sirven para el adiestramiento y capacitación de nuevo personal

Para Vivanco el control interno es fundamental, ya que integra las normas y procedimientos para el correcto flujo de la información de forma detallada.

#### **J. Gestión de Almacenes e Inventario**

Los inventarios de materias primas, trabajo en proceso y productos terminados pueden costar al año entre 20% y 40% de su valor. Debido a ello, es importante administrar de forma pertinente y cuidadosa los niveles de inventario ya que tiene un alto impacto económico (Fundación Iberamericana de Altos Estudios Profesionales, 2014).

La gestión de inventarios implica dos costos básicos:

- Costos de penalización por inexistencia de los materiales: Costos proporcionales a las ventas perdidas por inexistencia del producto.
- Costos de almacenamiento: Costos de capital inmovilizado, de gestión física y administrativa de los mismos.

La función de las existencias es garantizar el abastecimiento a tiempo, a fin de evitar desperdicio de tiempo en retrasos de búsqueda o entrega de material. Por ello se debe analizar el proceso de compra por lotes económicos, la rapidez y eficacia en abastecimiento.

El diseño de almacenes: Éstos deben ser diseñados en términos de metros cúbicos y no de metros cuadrados, ya que el espacio vertical puede ser convenientemente utilizado de manera de aumentar al máximo el volumen de almacenamiento sin aumentar la superficie requerida. Iluminación adecuada para agilizar la localización de materiales, evitar robos y reducir accidentes.

Codificación de Materiales: Los sistemas de codificación de materiales facilitan la administración de los materiales por medio de la clasificar los artículos que permita procedimientos de almacenaje adecuado, operativo de la bodega y control eficiente de las existencias. La finalidad es simplificar, especificar, normalizar, esquematizar y codificar todos los materiales que componen las existencias de la empresa.

## **K. Gestión del Talento**

Chiavenato (2009) define la administración del recurso humano como un conjunto de políticas y prácticas que serán requeridas en todo el proceso administrativo referente al personal, se basa en tomar decisiones que influirán en la eficacia del empleado.

Indica que existen 6 procesos de la gestión del talento humano:

1. Admisión de personas: Reclutamiento y selección de personal
2. Aplicación de personas: Cargos y salarios
3. Compensación de personas: Beneficios sociales
4. Desarrollo de personas: Capacitación
5. Mantenimiento de personas: Higiene y seguridad
6. Evaluación de personas: División de personal

Factores que intervienen en la planeación del recurso humano:

- Ausentismo: Considerado como faltas o retrasos.

### **Ecuación n. ° 7 Ausentismo**

$$\frac{\frac{\text{Total de personas}}{\text{Horas perdidas}}}{\frac{\text{Total de personas}}{\text{Horas de trabajo}}} = \text{Índice de ausentismo}$$

- Rotación de personal: Salida de trabajadores e ingreso de otros para su reemplazo.

### **Ecuación n. ° 8 Rotación de personal**

$$\frac{\text{Nº empleados desvinculados}}{\text{Promedio de empleados de la organización}} = \text{Índice de rotación}$$

Entre los costos de reposición en función a la rotación del personal tenemos: costos de reclutamiento, selección, entrenamiento y desvinculación.

## **II.3. Marco Conceptual**

- Capacitación: Proceso educativo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, por medio del cual las personas adquieren conocimientos, desarrollan habilidades y competencias en función de objetivos definidos (Chiavenato, 2007).
- Desperdicio: Desperdicio es todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar (Rajadell y Sánchez, 2010).
- Eficiencia: Obtener el máximo valor de las salidas de un sistema para un determinado valor de entradas, considerando tanto las cantidades físicas como los precios (Biasca, 2006).
- Eficacia: Relación entre resultados y metas (Biasca, 2006).
- Evaluación de desempeño: Es un proceso destinado a determinar y comunicar a los empleados la forma en que están desempeñando su trabajo y, en principio a elaborar planes de mejora (Byars y Rue, 1996).
- Existencias: Bienes que tiene a su disposición una empresa para su transformación, incorporación al proceso productivo o venta. También se conoce a las existencias con el término de stock (García, 2017).
- Mejora continua: Consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando las causas o restricciones, creando nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño (Gutiérrez, 2010).

## **III. HIPÓTESIS**

### **III.1. Declaración de Hipótesis**

La implementación de un programa de reducción de las mudas va a incrementar la productividad del proceso de fabricación de autopartes de la empresa Factoría Bruce S.A. - 2019.

### **III.2. Operacionalización de variables**

Variable	Definición operacional	Categoría (mudas)	Definición conceptual	Nivel de medición	Indicador	Unidad de medida	Fórmula del Indicador						
INDEPENDIENTE	<p>Identificar, analizar, simplificar, minimizar o eliminar los desperdicios es crucial efectuar una cultura de mejora continua. Se debe comenzar el análisis desde los altos mandos a fin de alinear los objetivos estratégicos y operacionales (Kanbanize, 2019)</p>	Sobre producción	Producir más de lo demandado, generando excesos de inventarios y gastos extras que no agregan valor a los clientes. (Romero, 2014)	De razón	Costos de mudas en instalaciones maquinarias y equipos	Monetaria	Total de costos monetarios generados por las mudas en Instalaciones, maquinarias y equipos						
PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE MUDAS		Inventario	Inventario terminado o de proceso entre estaciones de una línea o departamento que no genera ningún ingreso. (Romero 2014)				Costo de mudas en Dirección de Operaciones	Total de costos monetarios generados por las mudas en Dirección de operaciones					
		Sobre Proceso	Añadir actividades innecesarias al proceso productivo, generando pérdida de tiempo y uso innecesario de recursos. (Romero, 2014)							Costos de mudas en Políticas Empresariales	Total de costos monetarios generados por las mudas en Políticas Empresariales		
		Tiempos	Espera innecesaria por averías de máquina, retraso de materiales, tardío plan de producción, etc. (Romero, 2014)										
		Transporte	Transporte de material generado por mala distribución en fábrica, línea de montaje, procesos y personal desorganizado. (Romero, 2014)										

		Movimientos	Movimientos extras que pueden provocar daños en los productos generando pérdida de tiempo y uso de recursos. (Romero, 2014)		Costos de mudas en Factor Humano		Total de costos monetarios generados por las mudas en Factor Humano
		Defectuosos	Producto que no cumple las especificaciones, generando reproceso, desecho de la pieza o insatisfacción del cliente. (Romero, 2014)		Costos de mudas en prevención y cobertura de fallas		Total de costos monetarios generados por las mudas en Prevención y cobertura de fallas

**Figura n. ° 4** Operacionalización de Variable Independiente

Variable	Definición operacional	Categoría	Definición conceptual	Nivel de medición	Indicador	Unidad de medida	Fórmula del Indicador
DEPENDIENTE	Es un índice que relaciona la(s) salida(s) de un sistema (es decir, lo producido por él o producto) con una, varias o todo el conjunto de sus entradas. (Biasca, 2006)	EFICIENCIA	Obtener el máximo valor de las salidas de un sistema para un determinado valor de entradas (Biasca, 2006)	De razón	Eficiencia de Mano de Obra (M.O.)	Porcentaje	% Productividad parcial de Mano de Obra
Rendimiento de Maquinaria (MAQ.)					% Productividad parcial de maquinaria		
PRODUCTIVIDAD		EFICACIA	Relación entre resultados y metas (Biasca, 2006)		Cumplimiento de producción		% Producción
					Cumplimiento de calidad		% Rechazos
					Cumplimiento de material habilitado		% Retrasos de material
					Cumplimiento de despacho		% Retrasos de despacho

**Figura n. ° 5** Cuadro de Operacionalización de Variable Dependiente

## **IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS**

### **IV.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación corresponde al tipo aplicativo con enfoque Cuantitativo, ya que se recolectarán datos para probar la hipótesis planteada al problema de estudio, en base a mediciones y análisis de carácter estadístico. (Hernández, 2014)

### **IV.2. Diseño de Investigación**

Por el diseño de la investigación, la presente será Pre-experimental dado que solo se evaluará un grupo de control antes y después de la implementación. (Hernández, 2014)

### **IV.3. Método de Investigación**

El método de la investigación será Deductivo ya que se probará una hipótesis y se trabajará de lo particular a lo general. (Hernández, 2014)

### **IV.4. Población**

Población: Proceso de fabricación de autopartes de las empresas trujillanas de carrocería de buses – 2019

Muestra: Proceso de fabricación de autopartes de las empresas de carrocería de buses Factoría Bruce S.A. – 2019

### **IV.5. Técnicas o Instrumentos**

Análisis Documental: Se solicitaron los documentos y registros tanto físicos como digitales de la producción, mantenimiento, inventarios en proceso y otros como asistencia del personal, llamadas de atención, etc., para realizar el diagnóstico de la situación actual.

ERP: Sistema utilizado para obtener información de piezas ingresadas y retiradas de almacén, así como el inventario actual y futuro.

Diagrama de Operaciones: Se utilizó para visualizar el proceso en estudio, así como reconocer los tiempos operativos, transporte, espera y muertos.

Layout: Se utilizó para reconocer la distribución del área y evaluar los tiempos de desplazamiento.

Matriz de resumen: Se elaboraron matrices de resumen con la información tanto física como digital para identificar los desperdicios en el proceso

Diagrama de Ishikawa: Se utilizó para visualizar y categorizar las causas raíces que generan las mudas y afecta la productividad en la empresa.

Excel: Herramienta utilizada para realizar cálculos, tablas y gráficas de la presente investigación.

Estudio de Tiempos: Se utilizó para actualizar y estandarizar los tiempos en la propuesta.

Trello.com: Se utilizó el siguiente sistema online básico para implementar el Kanban.

Guías de Observación: Se emplearon las guías para las nuevas tomas de tiempos y realizar un comparativo entre el antes y después de la propuesta.

Indicadores: Se utilizaron para medir los valores de las variables en estudio, tanto antes como después de la implementación.

Instrumentos de recolección de datos: Se utilizarán 3 instrumentos que han sido validados por tres ingenieros expertos tanto en el rubro como la variable de productividad. Los instrumentos se encuentran en Anexos n. °1, n. °2 y n. °3.

## V. RESULTADOS

### IV.1. Diagnóstico y productividad

#### A. Identificación del proceso

El área de Autopartes encargada del proceso de fabricación de autopartes de la empresa Factoría Bruce S.A. cuenta con un supervisor y 6 operarios. El horario de trabajo es de Lunes a Viernes de 7:30 am a 4:30 pm contando con 45 minutos de refrigerio y los días sábados de 7:30 am a 1:00 pm. El área de trabajo cuenta con un total de 7 mesas de trabajo y dos estantes donde se almacenan materiales habilitados diversos y sus machinas para la fabricación.

El proceso de fabricación de autopartes se compone tanto desde la programación hasta que la pieza termina ingresa al almacén.

Para realizar el análisis, se elaboró un Pareto del histórico de la demanda de la fabricación de carrocerías de los primeros 6 meses del año 2019 (Ver Tabla n. °1).

**Tabla n. ° 1**

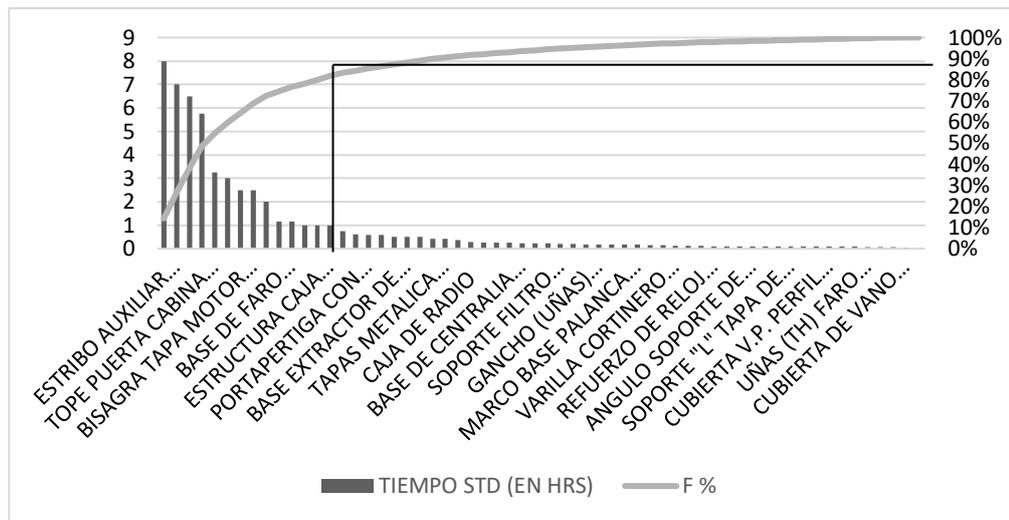
Pareto de modelo de buses carrozados el primer semestre del año 2019

SKU	Modelo	Cantidad Carrozada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Absoluta
0001	916 INT	83	83%	83%
0002	916 URB	10	10%	93%
0003	COMETA	5	5%	98%
0004	917 INT	1	1%	99%
0005	917 URB	1	1%	100%

**Nota:** La información de las carrocerías fabricadas durante el primer semestre del año fue brindada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A.

El modelo 916 Interprovincial representa el 83% de la producción del primer semestre del año 2019. Son 60 autopartes utilizadas en este modelo, por ello, se elaboró un nuevo Pareto para trabajar aquellas autopartes críticas con mayores

tiempos de fabricación. El listado completo de las Autopartes 916 Interprovincial que se fabrican se encontrará en Anexo n. ° 4.



**Figura n. ° 6** Gráfica Pareto de Autopartes 916 Interprovincial

Por consiguiente, para la presente investigación se incluirán las autopartes basándose en el tiempo que toma fabricar la(s) pieza(s) mencionadas a continuación:

**Tabla n. ° 2**

Listado de Autopartes 916 INT correspondientes al 80% de Pareto

Item	Lista de Autopartes 916	Und	Tiempo STD (Hrs)	f %	F %
1	ESTRIBO AUXILIAR THUNDER 916 X 1PZ	UND	8.000	14.29%	14.29%
2	ACOPLE DE FAROS	JGO	7.000	12.50%	26.79%
3	EMBELLECEDOR 916 X 8 PZS	JGO	6.500	11.61%	38.40%
4	TOPE PUERTA CABINA 916 X 1PZ	UND	5.750	10.27%	48.68%
5	CAJA PISTON NEUMATICO 916 X 1PZ	UND	3.250	5.81%	54.48%
6	BISAGRA INFERIOR PUERTA CHOFER BRUCE X 1PZ	UND	3.000	5.36%	59.84%
7	BISAGRA TAPA MOTOR 916 X 2PZS	JGO	2.500	4.47%	64.30%
8	BASE PORTAEXTINTOR 916 C/GANCHO X 1PZ	UND	2.500	4.47%	68.77%
9	PASAMANO PUERTA DELANTERA 916 X 1PZ	UND	2.000	3.57%	72.34%

10	BASE DE FARO PRINCIPAL COMIL X 8 PZS	JGO	1.167	2.08%	74.43%
11	PASAMANO PUERTA CHOFER 916 "U" X 1PZ	UND	1.167	2.08%	76.51%
12	BRAZO TAPA MOTOR 916 X 1PZ	UND	1.000	1.79%	78.30%
13	ESTRUCTURA CAJA DEFROSTER 916 X 1PZ	UND	1.000	1.79%	80.08%
14	MECANISMO SUJECION BATERIA (TH) X 2PZS	JGO	1.000	1.79%	81.87%

**Nota:** Según indica pareto la relación debe ser de 80-20, sin embargo se consideró el item 14 por la gran diferencia de tiempo con el item siguiente.

## B. Identificación de Maquinarias y herramientas

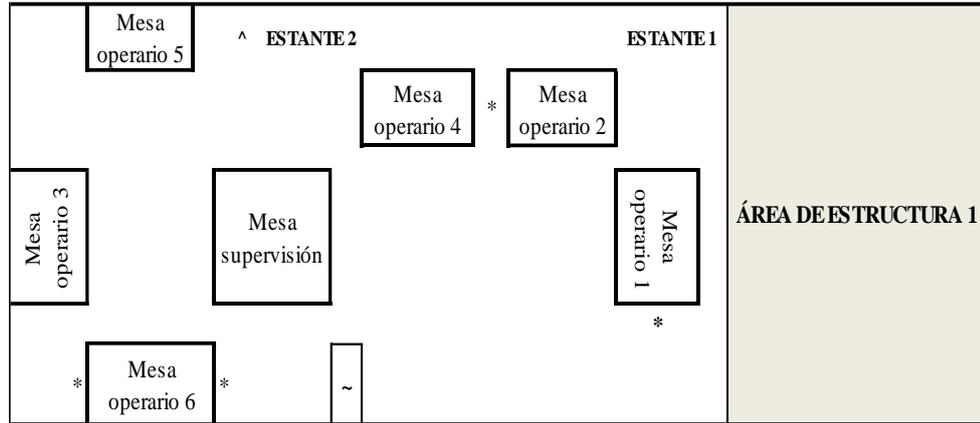
A continuación se detalla el listado de maquinarias y herramientas con las que se cuenta

- Máquinas de soldar: 3 und
- Amoladora pequeña: 3 und
- Taladro de mano: 1 und
- Oxicorte: 1 und
- Tronzadora pequeña: 1 und
- Tijera cizalla: 1 und
- Juego de machos: 1 jgo
- Broca ½: 2 und
- Broca 5/8: 1 und
- Llaves: 8 und

## C. Layout del área

El espacio de trabajo se encuentra ubicado en la zona de habilitado, en el segundo piso, cerca al almacén de Estructura. El segundo piso está dividido entre el área de Autopartes y Estructuras 1. La distribución del área de trabajo es como se muestra en la Figura n. °7.

SEGUNDO PISO DE LA ZONA DE HABILITADO



**Leyenda:**

Operario 1	ANDREW CIPIRAN
Operario 2	FREDY LOZANO
Operario 3	GUSTAVO OLIVA
Operario 4	HECTOR VILLENA
Operario 5	ISMAEL CORREA
Operario 6	RICHARD MORE

*	MÁQUINA DE SOLDAR
^	MÁQUINA DE OXICORTE
~	TRONZADORA PEQUEÑA

**Figura n. ° 7** Layout área de Autopartes

**D. Diagrama de Operaciones**

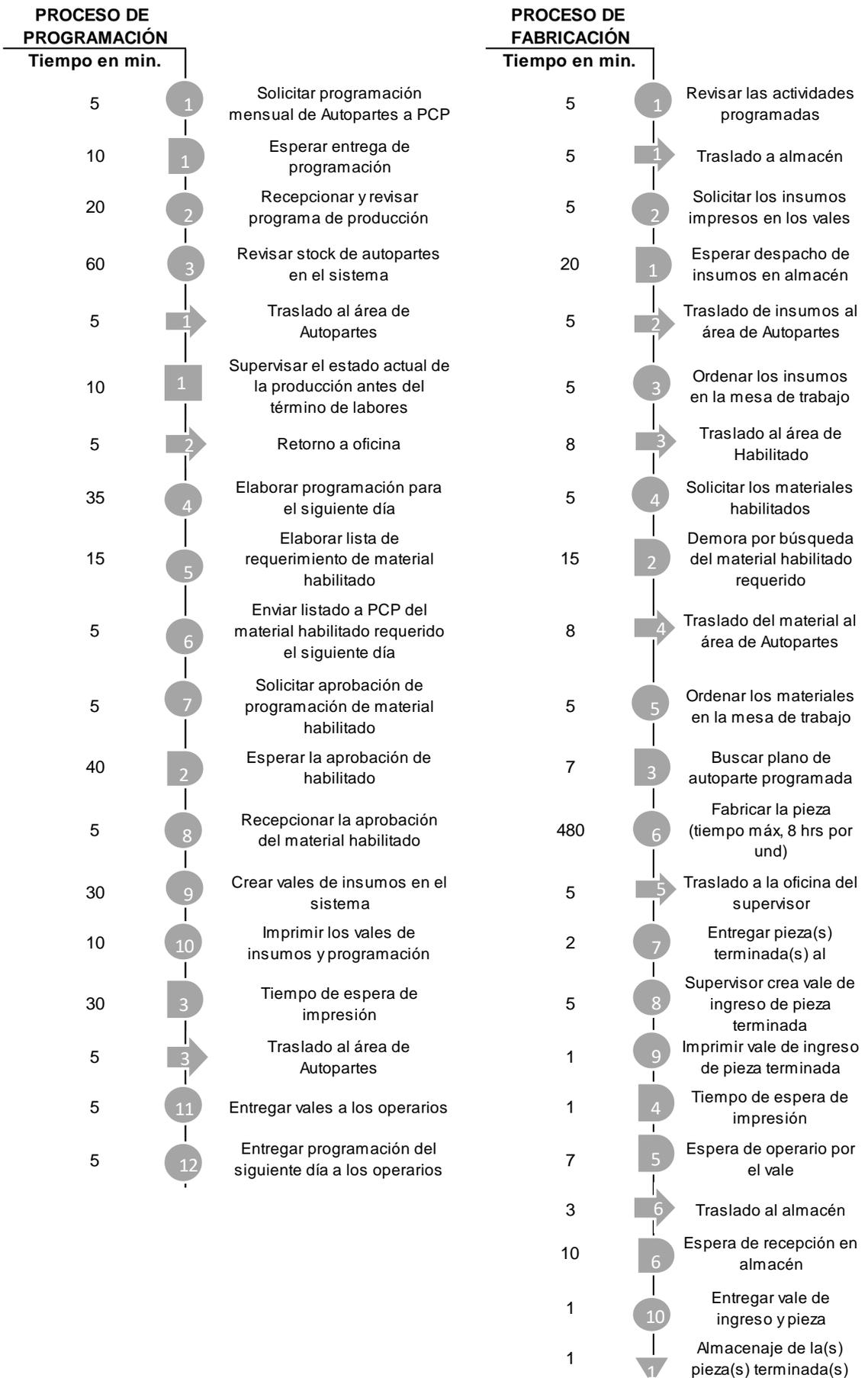


Figura n. ° 8 Diagrama de flujo de los procesos

Los tiempos empleados para cada proceso son los siguientes:

Simbología	Cantidad	Tiempo (min)
●	12	200
■	1	10
➔	3	15
◐	3	80

**Figura n. ° 9** Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Programación

Simbología	Cantidad	Tiempo (min)
●	10	514
➔	6	34
◐	6	60
▼	1	1

**Figura n. ° 10** Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Fabricación

Para la elaboración del diagrama de fabricación de autopartes se consideró la fabricación de la autoparte con mayor tiempo de proceso, se trata del estribo auxiliar con un tiempo de 8 horas de fabricación.

## E. Diagrama de Ishikawa

Según la investigación realizada y dado que el objetivo de esta tesis fue incrementar la productividad basada en reducción de desperdicios bajo las definiciones de Romero (2014) y Corredor (2015), se identificaron los desperdicios basado en 5 criterios específicos (Ver Figura n. °11), y posteriormente se realizó un Diagrama de Ishikawa.

	<b>SOBREPRODUCCION</b>	<b>INVENTARIO</b>	<b>SOBRE PROCESO</b>	<b>TIEMPOS</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>MOVIMIENTOS</b>	<b>DEFECTUOSOS</b>
<b>INSTALACIONES MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	Layout inadecuado. Falta de orden y limpieza en los almacenes.	Espacio reducido de almacenamiento. Áreas de almacenamiento desordenadas sin codificación.	Máquina de soldar no calibradas adecuadamente.	Máquina de soldar o esmerilar averiada. Espera de préstamo de herramientas	Layout inadecuado.	Layout inadecuado. Instalaciones de almacén desordenado. Búsqueda y préstamo de herramientas	Máquina de soldar no cuenta con regulador.
<b>DIRECCION DE OPERACIONES</b>	Inadecuada programación de producción.	Stock virtual y físico diferente. Inadecuada comunicación entre almacén de Autopartes. Inventario en proceso innecesario. ERP no usado eficientemente. Falla en el sistema de abastecimiento	Incumplimiento de tiempo estándar. Planos de autopartes no claros. Falta de comunicación entre ingeniería y producción.	Demora o errores en programar, entregar programación, entregar vales de material, programación de aprovisionamiento. Retraso en abastecimiento de material habilitado.	Solicitud o corrección de vales de material. Despacho incorrecto de material. Material habilitado a destiempo.	Diseño inadecuado del proceso. Instrucciones de trabajo ineficientes. Falta de orden y limpieza.	La "inspección" de calidad solo se hace de forma visual y de forma aleatoria. No existen estándares de operación por autoparte. Material habilitado incorrecto
<b>POLITICAS EMPRESARIALES</b>	Fabricación por lotes y no por demanda. Programación de horas extras diarias y fines de semana.	Fabricación por lotes. Modelo de piezas no estandarizadas.	Requerimientos del cliente no son claros. Modificaciones constantes de las piezas. Estándares de calidad ineficiente	Espera en recepción de programación de jefatura	Recoger todo el material habilitado.	-	Diseño inadecuado de algunas piezas con largos tiempos de fabricación. Las piezas defectuosas se corrigen, sino se desechan. Planos desactualizados.

<b>FACTOR HUMANO</b>	Ausentismo y tardanzas del personal	Ausentismo del personal. Errores de fabricación de piezas	Mano de obra inexperta.	Falta de comunicación y coordinación entre operarios.	Recoger material habilitado o insumos incorrectos por desconcentración. Ineficiencia del operario al solicitar material en almacén	Falta de capacitación e instrucción.	Falta de capacitación de fabricación. Contrato de personal inexperto. Falta de interés, motivación y concentración.
<b>PREVENCION Y COBERTURA DE FALLAS</b>	Reincidencia de conflictos. Desorden y desorganización.	Paradas de máquina, productos defectuosos, demanda inestable, desorden. Problemas inesperados en el proceso o falta de material por ineficiencia de los proveedores.	Evitar futuras rupturas de la pieza por mal manejo. Dar solución y no tratar el problema de raíz. Conflicto entre áreas	Retraso de material habilitado. Herramienta no disponible	Trasladar material demás. Revisión y confinación de vale de material.	Desorganización y desorden durante la fabricación de autopartes.	-

**Figura n. ° 11** Matriz Causas de mudas en Factoría Bruce S.A.

Una vez clasificados los problemas ocasionados por las mudas en los cinco criterios en la matriz, se procedió al análisis de las causas raíces para la elaboración del Diagrama de Ishikawa (Ver Figura n. °12).



Figura n. ° 12 Diagrama de Ishikawa con causas raíces de Productividad y Mudas

## F. Costeo de Mudas y Medición de Productividad

Una vez determinadas las causas raíces, se procedió al costeo mensual de cada causa (Ver Tabla n. °3), lo cual forma parte del diagnóstico actual de la empresa

**Tabla n. ° 3**

Costeo total de causas raíces

<b>Criterio de clasificación de mudas</b>	<b>Causas Raíces</b>	<b>Costo Mensual</b>
<b>INSTALACIONES MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	Causa 1: Falta de orden y limpieza	S/ 4 170.24
	Causa 2: Layout inadecuado	S/ 3 487.12
	Causa 3: Falta de herramientas	S/ 1 494.48
	Causa 4: Falta de mantenimiento de máquinas y equipos	S/ 1 265.40
<b>DIRECCIÓN DE OPERACIONES</b>	Causa 1: Falta de estandarización del proceso	S/ 3 754.90
	Causa 2: Inadecuada programación de producción	S/ 2 094.78
	Causa 3: Inadecuada gestión de almacenes	S/ 1 587.94
	Causa 4: ERP no usado eficientemente	S/ 491.34
<b>POLÍTICAS EMPRESARIALES</b>	Causa 1: Inadecuada política de producción de piezas	S/ 2 421.84
	Causa 2: Falta de estandarización en requerimientos del cliente	S/ 1 492.72
	Causa 3: Estándares de calidad ineficientes	S/ 579.70
	Causa 4: Falta de estandarización de autopartes	S/ 423.12
	Causa 5: Falta de política de horas extras	S/ 280.00
<b>PREVENCIÓN Y COBERTURA DE FALLAS</b>	Causa 1: Desorden y desorganización	S/ 2 496.54
	Causa 2: Inadecuada resolución de problemas	S/ 836.40
	Causa 3: Ineficiente supervisión del proceso	S/ 504.00
<b>FACTOR HUMANO</b>	Causa 1: Falta de motivación laboral	S/ 1 632.68
	Causa 2: Inadecuada selección del personal	S/ 886.18
	Causa 3: Inadecuada comunicación y coordinación	S/ 766.40
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 30 665.78</b>

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por las áreas de Producción, Calidad, Sistemas, Mantenimiento, Logística, Ingeniería y RRHH de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los instrumentos.

A continuación, se segregaron los costos de las causas raíces que se clasificaron por los criterios mencionados anteriormente.

- Criterio: Instalaciones, maquinarias y equipos

**Tabla n. ° 4**

Costeo mensual de Falta de orden y limpieza

Ítems	Costos
Búsqueda de piezas	S/ 130.00
Búsqueda de herramientas	S/ 156.00
Búsqueda de machinas	S/ 156.00
Retraso en despacho de insumos en almacén	S/ 552.50
Pérdida de machinas	S/ 10.00
Pérdida de planos	S/ 12.00
Costo de oportunidad	S/ 3 153.74
Total	S/ 4 170.24

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 5**

Costeo mensual de Layout inadecuado

Ítems	Costos
Desplazamiento entre almacenes	S/ 390.00
Recoger material habilitado del área de Habilitado	S/ 65.00
Costo de oportunidad	S/ 3 032.12
Total	S/ 3 487.12

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 6**

Costeo mensual de Falta de herramientas

Ítems	Costos
Préstamo de herramientas	S/ 195.00
Costo de oportunidad	S/ 1 299.48
Total	S/ 1 494.48

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Logística de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 7**

Costeo mensual Falta de mantenimiento de máquinas y equipos

Ítems	Costos
Paros productivos por mantenimiento	S/ 160.00
Desplazamiento para solicitar mantenimiento	S/ 22.50
Costo de oportunidad	S/ 1 082.90
Total	S/ 1 265.40

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Mantenimiento de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

- Criterio: Dirección de operaciones

**Tabla n. ° 8**

Costeo mensual de Falta de estandarización del proceso

Ítems	Costos
Incumplimiento tiempo estándar	S/ 330.00
Reprocesos por modificación de procedimiento estándar	S/ 659.34
Rechazos por modificación de procedimiento estándar	S/ 299.88
Costo oportunidad	S/ 2 465.68
Total	S/ 3 754.90

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Calidad e Ingeniería de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 9**

Costeo mensual de Inadecuada programación de producción

Ítems	Costos
Retrasos por falta de programación	S/ 105.00
Retraso por instrucciones y vales erróneos	S/ 90.00
Retraso por falta de abastecimiento de materiales	S/ 75.00
Tiempo de supervisor para re programar	S/ 25.50
Costo oportunidad	S/ 1 799.28
Total	S/ 2 094.78

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción y Logística de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 10**

Costeo mensual de Inadecuada gestión de almacenes

Ítems	Costos
Pérdida de piezas	S/ 666.40
Cuadre de inventario	S/ 68.00
Despacho material incorrecto	S/ 10.00
Falta de actualización de stock de piezas	S/ 85.00
Tiempo de espera para ingreso de autopartes	S/ 25.50
Costo oportunidad	S/ 733.04
Total	S/ 1 587.94

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Logística y Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 11**

Costeo mensual de ERP no usado eficientemente

Ítems	Costos
Fallo o caída del sistema	S/ 42.50
Abastecimiento erróneo de material	S/ 15.00
Ingresos erróneos al sistema	S/ 34.00

Costo oportunidad	S/ 399.84
Total	S/ 491.34

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Sistemas, Logística y Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

- Criterio: Políticas empresariales

**Tabla n. ° 12**

Costeo mensual de Inadecuada política de producción de piezas

Ítems	Costos
Piezas obsoletas en el tiempo	S/ 299.88
Preparación de pieza prototipo	S/ 200.00
Falta de autopartes en almacén cuando se requiere	S/ 156.00
Costo oportunidad	S/ 1 765.96
Total	S/ 2 421.84

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Logística de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 13**

Costo mensual de Falta de estandarización en requerimientos del cliente

Ítems	Costos
Piezas reprocesadas por modificación del cliente	S/ 26.64
Piezas obsoletas por modificación del cliente	S/ 666.40
Costo oportunidad	S/ 799.68
Total	S/ 1 492.72

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Ingeniería y Logística de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 14**

Costeo mensual de Estándares de calidad ineficientes

Ítems	Costos
Reprocesos por control de calidad	S/ 113.22
Rechazos por control de calidad	S/ 66.64

Costo oportunidad	S/ 399.84
Total	S/ 579.70

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Ingeniería y Logística de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 15**

Costeo mensual de Falta de estandarización de autopartes

Ítems	Costos
Reprocesos por planos desactualizados	S/ 73.26
Rechazos por planos desactualizados	S/ 66.64
Costo oportunidad	S/ 283.22
Total	S/ 423.12

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Calidad de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 16**

Costo mensual de Falta de políticas de horas extras

Ítems	Costos
Horas extras por retraso	S/ 120.00
Horas extras injustificadas	S/ 160.00
Total	S/ 280.00

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción y RRHH de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

- Criterio: Prevención y cobertura de fallas

**Tabla n. ° 17**

Costeo mensual de Desorden y desorganización

Ítems	Costos
Conflicto entre áreas	S/ 25.50
Tiempo de limpieza extra	S/ 36.00
Tiempo de orden extra	S/ 36.00
Costo oportunidad	S/ 2 496.54

Total	S/ 2 496.54
-------	-------------

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 18**

Costeo mensual de Inadecuada resolución de problemas

Ítems	Costos
Reincidencia de los mismos problemas	S/ 170.00
Costo oportunidad	S/ 666.40
Total	S/ 836.40

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 19**

Costeo mensual de Ineficiente supervisión del proceso

Ítems	Costos
Llamadas de atención verbales y escritas	S/ 51.00
Suspensión del personal	S/ 68.00
Incumplimiento de órdenes de producción	S/ 300.00
Costo oportunidad	S/ 85.00
Total	S/ 504.00

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Producción y RRHH de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

- Criterio: Factor Humano

**Tabla n. ° 20**

Costeo mensual de Falta de motivación personal

Ítems	Costos
C.O. por ausencias del personal	S/ 1 332.80
C.O. por tardanzas del personal	S/ 299.88
Total	S/ 1 632.68

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de RRHH de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 21**

Costeo mensual de Inadecuada selección del personal

Ítems	Costos
Reprocesos por error de mano de obra	S/ 219.78
Rechazos por error de mano de obra	S/ 166.60
Costo de oportunidad	S/ 499.80
Total	S/ 886.18

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Calidad y Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

**Tabla n. ° 22**

Costeo mensual de: Inadecuada comunicación y coordinación

Ítems	Costos
Errores de fabricación por órdenes erróneas	S/ 15.00
Material habilitado erróneo	S/ 35.00
Retraso de material habilitado	S/ 50.00
Costo de oportunidad	S/ 666.40
Total	S/ 766.40

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por el área de Calidad y Producción de Factoría Bruce S.A. e información recolectada con los Instrumentos

Una vez evaluada la variable independiente a través de los costos mensuales ocasionados por las mudas según los 5 criterios seleccionados para el presente trabajo, se procedió a la evaluación de la variable dependiente que es la Productividad. Se realizó una evaluación de los indicadores de eficiencia y eficacia de la fabricación de autopartes del segundo trimestre del año (Ver Tabla n. °23)

**Tabla n. ° 23**

Eficiencia y eficacia de la fabricación de autopartes

<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>FÓRMULA DEL INDICADOR</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>EFICIENCIA</b>	Eficiencia de Mano de Obra (M.O.)	$\% \text{ Productividad parcial M.O.} = (\text{N}^\circ \text{ horas de mano de obra efectiva} / \text{N}^\circ \text{ horas mano de obra real}) * 100$	52%	70%	65%	62%
	Rendimiento de Maquinaria (MAQ)	$\% \text{ Productividad parcial MAQ.} = (\text{N}^\circ \text{ horas máquina real} / \text{N}^\circ \text{ horas máquina estándar}) * 100$	68%	66%	74%	70%
<b>EFICACIA</b>	Cumplimiento de producción	$\% \text{ Producción} = (\text{Producción real} / \text{Producción programada}) * 100$	61%	65%	65%	64%
		$\% \text{ Rechazos} = (\text{N}^\circ \text{ piezas que no cumplen con especificaciones} / \text{N}^\circ \text{ piezas producidas}) * 100$	2%	3%	2%	3%
	Cumplimiento de calidad	$\% \text{ Cantidad de re proceso} = (\text{N}^\circ \text{ piezas re procesadas} / \text{N}^\circ \text{ piezas producidas}) * 100$	29%	13%	21%	21%
		$\% \text{ Tiempo de re proceso} = (\text{Tiempo de re proceso} / \text{Tiempo total de producción}) * 100$	4.8%	2.6%	4.6%	4.0%
	Cumplimiento de material habilitado	$\% \text{ Retrasos de material} = (\text{N}^\circ \text{ de veces de material habilitado retrasado} / \text{N}^\circ \text{ de veces de material habilitado a tiempo}) * 100$	77%	58%	58%	64%
	$\% \text{ Retrasos de despacho} = (\text{N}^\circ \text{ de retrasos en despacho mensual} / \text{N}^\circ \text{ de días laborables}) * 100$	38%	46%	19%	35%	

**Nota:** Los cálculos se realizaron en base a la información brindada por Factoría Bruce S.A.

Como resultado del diagnóstico de la situación actual respecto a las mudas y la evaluación de la productividad actual, tenemos los siguientes resultados:

Se analizó el costo mensual de pérdidas a causa de las mudas identificadas y se obtuvo que respecto a las instalaciones, maquinarias y equipos el costo mensual es mayor a S/ 10 000.00 soles, siendo la falta de orden y limpieza en las áreas de autopartes y almacén la causa raíz de mayor costo, porque ocasiona grandes pérdidas de tiempo que generan un coste de oportunidad elevado.

Cerca de S/ 8 000.00 soles son costos generados por una dirección ineficiente de las operaciones, que incluye el diseño del puesto del trabajo, las programaciones de producción, la gestión de almacén e inventario y el uso inadecuado del ERP, que generan desperdicios de reprocesos y sobreproducción, así como retrasos.

Respecto a las políticas empresariales, el costo supera los S/ 5 000.00 soles, que son generados por las mudas ocasionadas por la falta de estandarización tanto en la producción de piezas, calidad y las ventas con los reprocesos, los rechazos de piezas, la obsolescencia de autopartes, desactualización de información y horas extras de trabajo innecesario.

Para la prevención y cobertura de fallas, al igual que el factor humano, los costos que generan los desperdicios son de aproximadamente S/ 4 000.00 soles mensuales cada uno, producto del desorden y desorganización en general, así como el deficiente desempeño de la mano de obra operativa e inclusive la ineficiente supervisión de los trabajos.

Respecto a la medición de productividad del área de Autopartes, durante los meses de evaluación, el indicador de Eficiencia de Mano de Obra en promedio es del 62%, esto puede deberse a una inadecuada supervisión, programación e inclusive un gran número de piezas que no cumplen las especificaciones, que se mencionó líneas arriba.

El rendimiento de la maquinaria oscila promedio de 70%, el indicador es aceptable para la empresa, sin embargo, hay que analizar si el porcentaje restante para el 100% se debe a fallas de maquinaria, falta de mantenimiento preventivo, tiempo de mantenimiento correctivo, entre otros.

Respecto a la eficacia, el promedio de cumplimiento de producción es del 64%, valor superior al de mano de obra, por lo que se debe analizar si existe una programación de fabricación irreal, piezas defectuosas, excesivo tiempo ocioso o extra, tiempos estándar inadecuados, entre otros.

El cumplimiento de calidad menciona a los productos rechazados y defectuosos. Cerca del 3% de las piezas producidas son rechazadas y re procesadas un 21%, así como el del tiempo empleado en re procesos es del 4% del tiempo total. Sin embargo,

en este re proceso existen costos como materiales, maquinaria que deben tomarse en cuenta.

Respecto a otras áreas que el proceso involucra, el cumplimiento de material habilitado correspondiente al Área de Habilitado, representa un retraso de más del 64%, lo que conlleva a tiempos de espera, re programación, inventarios, movimientos innecesarios e inclusive defectos. Así como el área de almacén, en el despacho de material los tiempos de demora son de 35% respecto al tiempo estándar de despacho, ocasionando tiempos muertos del trabajador mientras espera sus insumos.

## **V.2. Propuesta de mejora**

Realizado el análisis de las causas de las 7 mudas y de cómo se relaciona directamente con la baja productividad del área de Autopartes, se procedió a la elaboración de un cuadro de las herramientas de solución propuestas para reducir y/o eliminar las mudas existentes, así como el presupuesto, el tiempo de ejecución que requerirán para cumplirse y el responsable directo (Ver Figura n. °13).

ÁREA DE AUTOPARTES					
CRITERIO	CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	PRESUPUESTO	TIEMPO DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE
INSTALACIONES, MAQUINARIAS Y EQUIPOS	Causa 1: Layout inadecuado	Implementación de 5s Esterilización en Almacén Codificación y Clasificación de Autopartes en Almacén	S/ 3 253.00	15 Días	Supervisor de Autopartes Jefe de Logística Supervisor de Almacén
	Causa 2: Falta de orden y limpieza				
	Causa 3: Falta de herramientas	Herramientas Personales	S/ 5 642.00	7 Días	Jefe de Producción
	Causa 4: Falta de mantenimiento de máquinas y equipos	Mantenimiento Preventivo de Máquinas y Herramientas	S/ 1 020.00	30 Días	Supervisor de Mantenimiento
DIRECCIÓN DE OPERACIONES	Causa 1: Falta de estandarización del proceso	Estudio de Tiempos Manual de Procedimientos	S/ 1 069.00	30 Días	Supervisor de Autopartes Inspector de Calidad de Piezas
	Causa 2: Inadecuada programación de producción	Modelo KANBAN: Uso de Trello.com	S/ 100.00	1 Día	Jefe de Producción
	Causa 3: Inadecuada gestión de almacenes	Gestión de Almacén e Inventario	S/ 216.00	30 días	Supervisor de Almacén Jefe de Logística
	Causa 4: ERP no usado eficientemente	Capacitación del sistema ERP	S/ 100.00	1 día	Jefe de Producción Supervisor de Sistemas
POLÍTICAS EMPRESARIALES	Causa 1: Inadecuada política de producción de piezas	Uso de Programas de Simulación	S/ 350.00	6 Días	Jefe de Diseño e Ingeniería
	Causa 2: Falta de estandarización en requerimientos del cliente	Política de Ventas	S/ 150.00	5 días	Administrador
	Causa 3: Estándares de calidad ineficientes	Control de Calidad	S/ 300.00	6 días	Jefe de RRH y Jefe de Calidad

	Causa 4: Falta de estandarización de autopartes	Estandarización de Autopartes	S/	450.00	5 días	Jefe de Diseño e Ingeniería
	Causa 5: Falta de política de horas extras	Eliminar Horas Extras	S/	157.00	1 día	Jefe de RRHH y Jefe de Producción
PREVENCIÓN Y COBERTURA DE FALLAS	Causa 1: Desorden y desorganización	Capacitación en Liderazgo, Trabajo en Equipo y Resolución de Conflictos Política de Reuniones Mensuales	S/	1 450.00	3 meses	Jefe de RRHH y Jefe de Producción
	Causa 2: Inadecuada resolución de problemas					
	Causa 3: Ineficiente supervisión del proceso					
FACTOR HUMANO	Causa 1: Falta de motivación laboral	Programas de Bienestar y Motivación	S/	687.00	30 días	Jefe de RRHH
	Causa 2: Inadecuada selección del personal	Mejorar Proceso de Selección de Personal Actualización de Evaluación de Desempeño	S/	65.00	30 días	
	Causa 3: Inadecuada comunicación y coordinación	Capacitación de Relaciones Interpersonales y Motivación	S/	416.00	1 día	

**Figura n. ° 13** Cuadro de Propuesta de Mejora Continua

### V.3. Implementación de la propuesta

#### A. Instalaciones, Maquinarias y Equipo:

- 5S EN AREA DE AUTOPARTES Y ALMACEN:

El primer paso que cualquier organización debe iniciar en su proceso de mejora se basa en tres conceptos sencillos pero cruciales que son la organización, el orden y la limpieza. Por ello, se coordinó con el supervisor de Autopartes y el supervisor de Almacén en implementar la metodología de las 5S en sus respectivas áreas con el objetivo de mejorar las condiciones laborales, reducir gastos, mejorar la calidad y por ende la productividad del proceso de fabricación de autopartes.

El primer paso fue educar y entrenar al personal, ya que el fin de esta implementación no consiste en seguir órdenes sino en crear una cultura de orden y limpieza. Por ello, se capacitó al personal involucrado. Las capacitaciones se llevaron a cabo durante 1 semana todos los días por 30 minutos antes de terminar la jornada laboral (Ver Figura n. °14).

TEMA / DIA (30 min)	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Seiri – Clasificación	X				
Seiton – Organización		X			
Seiso – Limpieza			X		
Seiketsu – Higiene				X	
Shitsuke – Disciplina					X

**Figura n. ° 14** Cronograma de capacitaciones 5S

Una vez concluida la capacitación, se llevaron a cabo las actividades de implementación en ambas áreas de forma simultánea.

1. SEIRI - CLASIFICACION: Se realizó un análisis previo, y para esta etapa se respondieron las siguientes cuestiones de una manera objetiva:

¿Se está aprovechado el espacio en el área al máximo, de manera eficiente y racional?

- o No. Respecto a las mesas de trabajo del área de Autopartes, son de diferentes dimensiones y ubicados en pasadizos. Las máquinas son movidas de un lugar a otro porque son compartidas.
- o No. Respecto a los almacenes de Estructura y Acabado la mayoría de piezas fabricadas o compradas no tienen ubicación fija ni clasificación o nombre. Los

estantes no se encuentran ordenados. Existen piezas fuera de almacén que están ingresadas como productos almacenados, pero no tienen ubicación.

¿Todo el personal tiene el material, documentación y herramientas necesarias para desarrollar su labor?

- En el área de Autopartes, los operarios no cuentan con un manual de procedimientos, el material habilitado debe solicitarse con tiempo al área de habilitado y ser recogidos en dicha área, así como los insumos deben ser recogidos del almacén. No cuentan con herramientas y maquinarias individuales, por lo que deben esperar a que se encuentren desocupadas y/o compartan con otros compañeros.
- En los almacenes, la documentación de las piezas está desactualizada así como los stocks de inventario, el personal no conoce todas las piezas almacenadas ni existe un catálogo de éstas.

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar. Se identificaron los elementos innecesarios (ver Figura n. °15).

Autopartes	Almacenes
Desechos de comida en las mesas de trabajo	Desechos de comida en estantes y cajones
Ropa sucia de los trabajadores	Lapiceros y plumones sin tinta
Botellas vacías de catalizador y/o alcohol	Cartones y plásticos de envoltura de paquetes
Trapos y waipes sucios	Trapos y waipes tirados por el suelo
Vales rotos y/o antiguos.	Fólders de vales de años anteriores
Planos antiguos	Pedazos de cable en el piso y estantes
Machinas obsoletas	Productos rechazados por devolver
Epp's rotos y viejos.	Epp's rotos y tirados en el suelo
Polvillo de esmeril y soldadura	Exceso de polvo en los estantes
Retazos de plancha de aluminio o acero	Retazos de tela o plásticos sobrantes del despacho
Retazos de tubos de acero	Papeles pegados por todo el almacén

**Figura n. ° 15** Elementos innecesarios en Autopartes y Almacén - 5S

- Tarjetas de color: Se marcaron los sitios donde se encontraban los elementos innecesarios, a fin de determinar si se debía tomar una acción correctiva o simplemente desecharlos.

Tarjeta azul: Si el elemento se relaciona con materiales de producción

- Botellas de plástico vacíos de catalizador y/o alcohol
- Trapos y waipes sucios, tirados en el suelo
- Vales rotos y/o antiguos.
- Epp's rotos y viejos, tirados en el suelo
- Planos antiguos
- Machinas obsoletas
- Retazos de plancha de aluminio o acero
- Retazos de tubos de acero
- Lapiceros y plumones sin tinta
- Cartones y plásticos de envoltura de paquetes
- Folders de vales de años anteriores
- Pedazos de cable en el piso y estantes
- Retazos de tela o plásticos sobrantes del despacho
- Papeles pegados por todo el almacén

Tarjeta verde: Para indicar que existe un problema de contaminación

- Polvillo de esmeril
- Polvillo de soldadura
- Exceso de polvo en los estantes

Tarjeta roja: Si se trata de elementos que no pertenecen al trabajo

- Desechos de comida en las mesas de trabajo, estantes y cajones
  - Ropa sucia de los trabajadores.
  - Productos rechazados por devolver
- Plan de acción para retirar los elementos: Una vez visualizados y marcados con las tarjetas, se seleccionaron los elementos que iban a ser almacenados en otra ubicación o eliminados.

Los elementos marcados con la tarjeta roja fueron desechados y solo los productos rechazados por devolver fueron entregados al área de calidad.

Los elementos marcados con la tarjeta azul como envases, embalajes o envolturas de un insumo utilizado en la producción ser desecharon, únicamente los retazos de planchas, tubos y plásticos se separaron para el reciclaje.

Los elementos de la tarjeta verde que contaminan el ambiente fueron inmediatamente eliminados.

Para desechar los elementos o residuos mencionados anteriormente, éstos fueron clasificados según la Norma Técnica Peruana – NTP 900.058-2019, para la compra de los tachos de basura por color (Ver Figura n. °16).

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Color</b>
Papel y cartón	Azul
Plástico	Blanco
Metales	Amarillo
Orgánicos	Marrón
Vidrio	Plomo
Peligrosos	Rojo
No aprovechables	Negro

**Figura n. ° 16** Código de colores para los residuos del ámbito no municipal

Dado el tipo de residuo de los elementos innecesarios a desechar se determinó la compra de los basureros de color azul, blanco, amarillo, marrón y negro para el área de Autopartes, y los basureros de color azul, blanco y marrón para cada uno de los almacenes. Cabe mencionar que la retacería de plástico y metales es vendida semanalmente a un reciclador.

- Control e informe final: El jefe de área de producción realizó un documento de registro y lo publicó en un tablón informativo.
2. SEITON - ORDEN: En el área de Autoparte se ubicaron los elementos necesarios en los 2 estantes metálicos. Un estante fue destinado a materiales para piezas ligeras y machinas, mientras que el segundo estante fue destinado para materiales que corresponden a piezas pesadas y pasamanos. Así mismo, la ubicación se realizó según la frecuencia de uso para que se puedan encontrar de forma rápida y nuevamente retornarlos. Esto mejoró el control de stock de materiales. Además a cada insumo, material y/o maquinaria ubicada en los estantes se le colocó un sticker fosforescente con su nombre y algunas especificaciones a tener en cuenta en su correcta ubicación.

Se designó un responsable por cada estante, quien velará por el orden y la limpieza y se utilizarán controles visuales (Ver Figura n. °17 y n. °18).

ESTANTE 1	
Responsable	ISMAEL CORREA
Tipo de material	HABILITADO PIEZAS LIGERAS
Último abastecimiento	
Próximo abastecimiento	

**Figura n. ° 17** Información estante 1

ESTANTE 2	
Responsable	ANDREW CIPIRAN
Tipo de material	HABILITADO PIEZAS PESADAS
Último abastecimiento	
Próximo abastecimiento	

**Figura n. ° 18** Información estante 2

Además, cada operario ordenó su mesa de trabajo con las herramientas que tienen bajo su custodia. En cada mesa, se colocó una pizarra con el nombre del responsable y la programación de fabricación del día, para que el supervisor encuentre en la mesa solo el material que corresponde a la indicación.

Mientras tanto, en los almacenes de Estructura y Autopartes se ordenaron las piezas e insumos de importaciones con apoyo del área de Importaciones, el material habilitado se ordenó con apoyo del área de Habilitado y Estructura, los insumos de proveedores locales fueron ordenados por el área Logística y finalmente las piezas de autopartes fueron ordenados y nombrados, mas no cuentan con codificación. El mismo procedimiento con todos los materiales. Cabe mencionar que cada almacén cuenta con 6 estantes, los cuales fueron utilizados en su totalidad, quedando piezas por ubicar.

Se designó un responsable por almacén, quien velará por el orden y la limpieza de los 6 estantes de su almacén y se utilizaron controles visuales (Ver Figura n. °19 y n. °20).

ESTANTERÍA ALMACÉN ESTRUCTURA	
Responsable	HECTOR TAM
Estante 1 y 2	Materiales compra local y EPP's
Estante 3 y 4	Materiales de pintura
Estante 5	Materiales habilitado y autopartes
Estante 6	Materiales mantenimiento
Fecha último inventario	

**Figura n. ° 19** Control Visual estantería Estructura

ESTANTERÍA ALMACÉN ACABADO	
Responsable	ERIK SALAZAR
Estante 1 y 2	Materiales importados
Estante 3 y 4	Insumos en general
Estante 5	Materiales de compra local
Estante 6	Autopartes y piezas de fibra
Fecha último inventario	

**Figura n. ° 20** Control visual estantería Acabado

3. SEISO - LIMPIEZA: Las acciones de limpieza deben asumirse como una actividad diaria del mantenimiento.

Se elaboró un cronograma semanal para el área de Autopartes (Ver Figura n. °21), donde se dividió el trabajo y se asignaron responsabilidades a cada trabajador que se llevará a cabo antes del inicio de las labores, dicho cronograma debe ser supervisado por el supervisor del área.

Actividad/ Día	Tiempo	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
		OPER	OPER	OPER	OPER	OPER	OPER
Limpieza de mesa de trabajo	5 min	X	X	X	X	X	X
Limpieza de escaleras	5 min	X	-	X	-	X	-
Limpieza de maquinarias	5 min	-	X	-	X	-	X
Limpieza de estantes	15 min	X	-	X	-	X	-
Limpieza de basurero (3 und)	15 min	-	X	-	X	-	-
Limpieza de basurero (2 und)	15 min	-	X	-	X	-	-

**Figura n. ° 21** Cronograma de limpieza diaria en área de Autopartes

Se le hizo entrega a cada trabajador de sus artículos de limpieza, por ende deben mantener el orden de los elementos de limpieza como escobas, recogedores y trapos, almacenarlos en lugares fáciles de encontrar y devolver. Es muy importante retirar todo tipo de polvo residual y asegurar cerrar las grietas del suelo (uniones de las planchas estriadas), puesto que al encontrarse en un segundo piso, al barrer el polvo va a caer hacia los trabajadores del primer nivel.

De igual forma, se elaboró un cronograma de limpieza para cada almacén (Ver Figura n. °22). A cada almacén se le hizo la entrega de 2 escobas y 2 recogedores, así como de trapos.

Actividad/ Día	Tiempo	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
		OPER	OPER	OPER	OPER	OPER	OPER
Limpieza del suelo	5 min	X	X	X	X	X	X
Limpieza de estantes	15 min	X	-	X	-	X	-
Limpieza de basureros	15 min	-	X	-	X	-	X

**Figura n. ° 22** Cronograma de limpieza diaria de almacenes

4. SEIKETSU - ESTANDARIZAR: Conservar los hábitos para conservar el lugar de trabajo solo se puede conseguir si se estandarizan los 3 puntos anteriores,

Cada trabajador ya fue capacitado y conoce exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Para ello, los cronogramas de trabajo presentados anteriormente servirán de estándar de trabajo, cada trabajador debe mantener su mesa de trabajo y área limpia, colocar los desechos en los tachos dependiendo del tipo de desperdicio y color. El responsable directo de velar por el cumplimiento de lo ya establecido es el supervisor de cada área.

5. SHITSUKE - DISCIPLINA: Se deben respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles implementados de forma permanente. Adicional al esfuerzo de los trabajadores y de la supervisión del área, la gerencia debe crear condiciones que promuevan la implementación y disciplina.

La educación, el suministro de recursos, la motivación y la participación directa se requieren para evaluar el progreso y evolución de esta herramienta 5s. Fomentar los hábitos de limpieza deben darse a partir de ahora en todo momento.

Para lograr la implementación de la técnica de 5s, se han incurrido en los siguientes costos plasmados en la Tabla n. °24.

**Tabla n. ° 24**

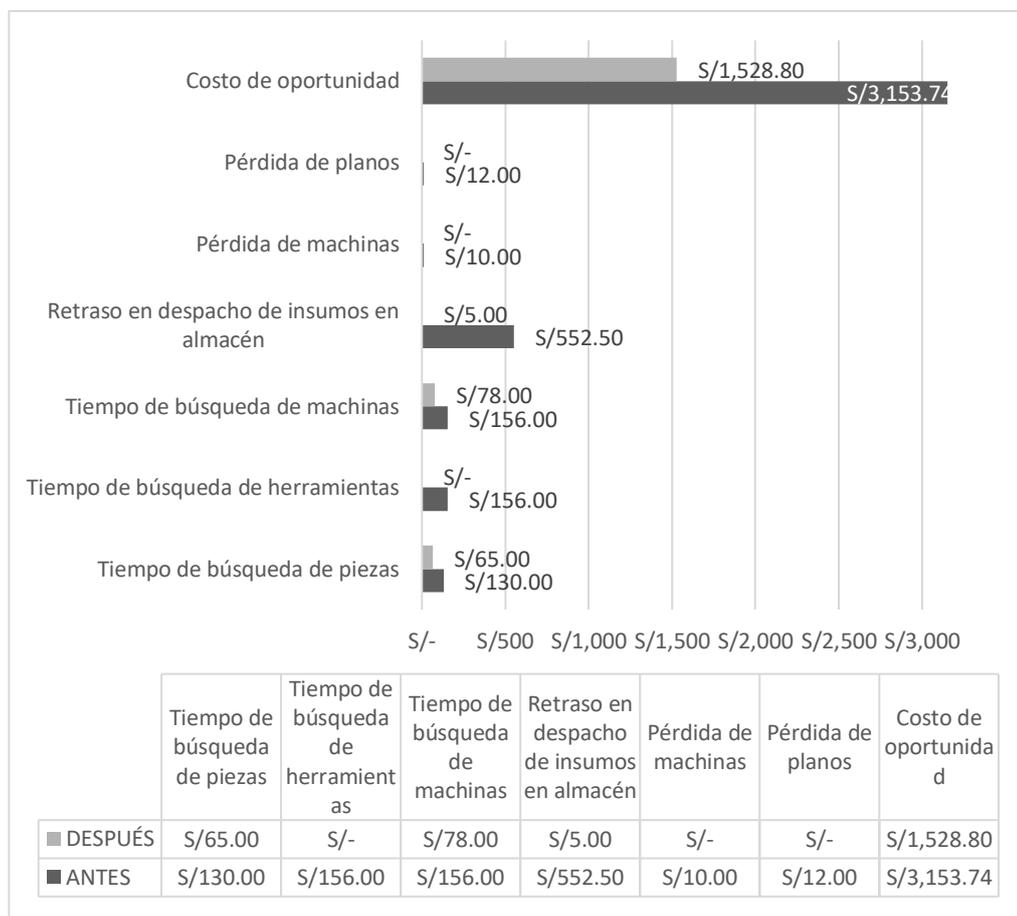
*Costos de implementación 5S*

COSTOS		
Capacitación 5s	S/.	250.00
Tarjeta de color	S/.	10.00
Basureros de color (8 und)	S/.	160.00
Escobas (10 und)	S/.	150.00
Trapos industriales	S/.	50.00
Recogedores industriales (10 und)	S/.	100.00
Stickers fosforescentes	S/.	10.00

Plumones tinta indeleble	S/.	25.00
Micas	S/.	15.00
Hojas bond	S/.	10.00
Impresión	S/.	15.00
TOTAL	S/	800.00

**Nota:** Los costos seleccionados para el presupuesto fueron elegidos por el área de Logística de Factoría Bruce S.A.

Como se observa en la Figura n. °23, los costeos después de la implementación de las 5s en conjunto con la Codificación y Clasificación de autopartes en almacén para solucionar la falta de orden y limpieza, se han reducido hasta en un 100% en algunos items. Las mudas generadas por pérdida de planos y de machinas se eliminaron ya que ahora cuentan con una ubicación específica. Al limpiarse, ordenarse y estandarizarse las ubicaciones de las autopartes en los almacenes, el retraso en despacho de los insumos se redujo de 4.25 horas mensuales a 0.5 horas mensuales. Los tiempos de búsqueda de herramientas se redujeron en un 100% y los de machinas se redujo de 31.2 horas mensuales a 15.6 horas mensuales, así como los tiempos de búsqueda de piezas de 26 a 13 horas mensuales. La evidencia fotográfica de la implementación de las 5s antes y después de la propuesta se encuentra en el Anexo n. ° 5.



**Figura n. ° 23** Costeo de mudas de falta de orden y limpieza

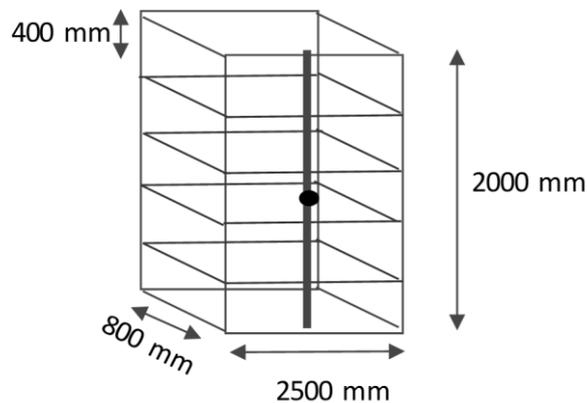
- ESTANTERÍA EN ALMACÉN

Dado que los almacenes de Estructura y Acabado se encuentran en ambos extremos de la planta y no existe una distribución clara de los materiales e insumos así como espacio para organizar las piezas en general, generan mudas de tiempos de desplazamiento buscando materiales.

Del mismo modo, la falta de espacio en los almacenes ocasiona que el material habilitado proporcionado por el área de Habilitado no pueda ser ingresado al almacén y el personal de Autopartes deba ir a buscar piezas no almacenadas, generando mudas de tiempo adicional para el recojo del material.

La distancia entre el área de Autopartes y el almacén de Estructura es de 10 metros, mientras que la distancia entre el área de Autopartes y el área de habilitado es de 30 metros aproximadamente.

Además, al aplicar las 5s se hizo evidente la falta de estantes para el orden de las piezas en ambos almacenes, puesto que quedaron materiales e insumos por almacenar correctamente, por ello se fabricaron 2 estantes (Ver Figura n. °24) y se entregó 1 para cada almacén. El costo fabricación de ambos estantes se encuentra en la Tabla n. °25). La ubicación y el orden de los estantes estuvieron a cargo del supervisor de cada almacén (Ver Anexo n. ° 6 y Anexo n. °7)



**Figura n. ° 24** Diseño y dimensiones del estante

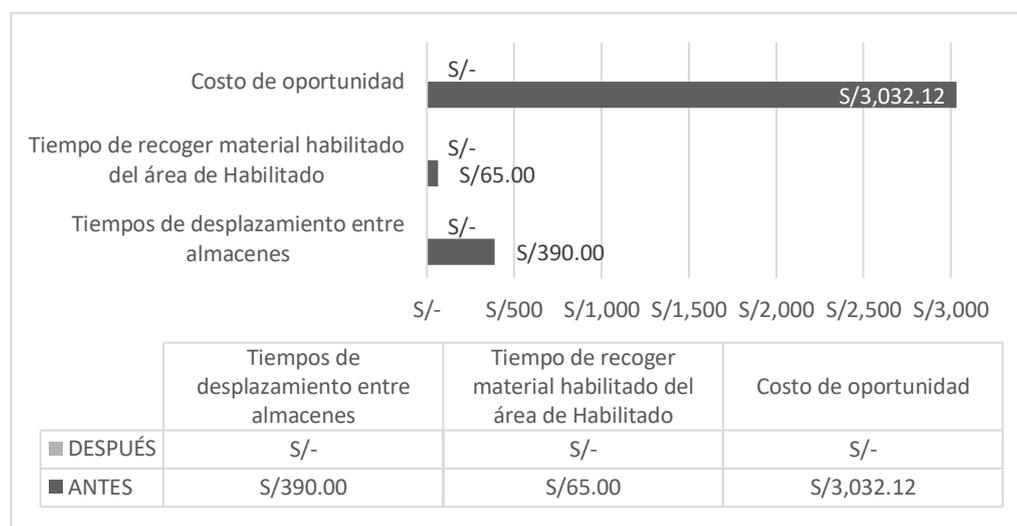
**Tabla n. ° 25**

Costo de fabricación de estantes

<b>COSTO</b>	
Estante de fierro (2 und)	S/ 320.00
Total	S/ 320.00

**Nota:** Los estantes fueron fabricados por terceros a solicitud del gerente de Factoría Bruce S.A.

Como se observa en la Figura n. °25, los costeos después de la implementación y orden de las autopartes en los nuevos estantes de ambos almacenes se redujo en su totalidad. Esto debido a que los tiempos de recoger material habilitado fuera de los almacenes generaba tiempos de desplazamiento innecesarios, por lo que se dispuso su ubicación en una caja azul e ingreso al almacén por parte de la supervisión del área de Habilitado, así el operario de Autopartes solo tendría un desplazamiento al solicitar sus insumos y materiales, el cuál sería al almacén correspondiente. Con la fabricación de nuevos estantes, las autopartes se pudieron ubicar y rastrear en un almacén determinado, ya que antes debido a la falta de espacio, la ubicación de las autopartes era incierta, podían ubicarse en almacén de Estructura o almacén de Acabado según la disponibilidad de espacio. Por consecuencia, con la eliminación de tiempos, se eliminó el costo de oportunidad. Por ello, se logró eliminar el 100% de ese desperdicio.



**Figura n. ° 25** Comparativo de costeo de mudas de Layout Inadecuado

- **CLASIFICACIÓN Y CODIFICACIÓN DE AUTOPARTES EN ALMACEN**

Con la implementación de las 5s y la fabricación de los estantes para los almacenes, se mejoró el orden de las piezas de autopartes en los almacenes, sin embargo las piezas no cuentan con una clasificación y mucho menos una codificación. El área de Autopartes fabrica un total de 104 piezas diferentes, las cuales serán destinadas a 5 áreas de la línea productiva. Estas autopartes son almacenadas en el almacén de Estructura y el almacén de Acabado. Las piezas corresponden además a 3 tipos diferentes de buses, los cuales pueden ser “Interprovincial”, “Urbano” y “Cometa”. A su vez estos 3 tipos de buses se diferencian en 2 modelos, “916” y “917”.

Dada dicha situación, se generan desperdicios de tiempo excesivo en la búsqueda de las piezas a despachar así como pérdida de las mismas. Además, algunas piezas que corresponden a un almacén se suelen encontrar en el otro y viceversa, ocasionando traslados innecesarios.

Por ello se propuso la siguiente clasificación (Ver Figura n. °26), para determinar el destino de cada pieza, es decir, los trabajadores de cada área podrán reconocer el almacén al que deben solicitar el material. Se tuvo en cuenta el layout de la empresa y la cercanía de los almacenes con las áreas de la línea productiva. Una vez identificado el almacén se deberá reconocer cada pieza, para lo cual se codificó una pieza que será la denominada “la muestra” (Ver Anexo n. °8). Cada muestra fue ubicada delante de cada stock y no será despachada bajo ninguna circunstancia, asimismo fue codificada y será de utilidad al momento del despacho, generará rapidez y fluidez, así como ayuda en la identificación a cualquier personal nuevo. El responsable directo es el Jefe del área Logística.

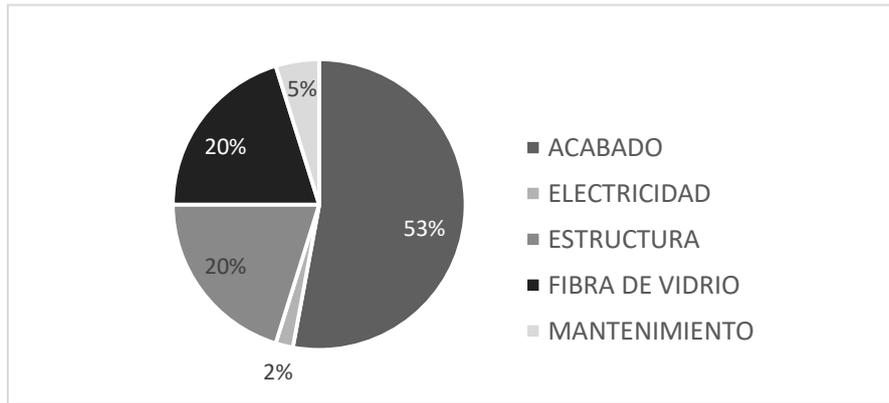
CLASIFICACION DE AUTOPARTES	CANTIDAD DE AUTOPARTES	CODIFICACION DE ÁREA	ALMACEN DE DESTINO
ACABADO	55	AC	ALMACEN DE ACABADO
ELECTRICIDAD	2	EL	ALMACEN DE ACABADO
ESTRUCTURA	21	ES	ALMACEN DE ESTRUCTURA
FIBRA DE VIDRIO	21	FV	ALMACEN DE ACABADO
MANTENIMIENTO	5	MT	ALMACEN DE ESTRUCTURA
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>		

CODIFICACION TIPO	LETRA INICIAL
INTERPROVINCIAL	I
URBANO	U
COMETA	C

CODIFICACION MODELO
916
917

**Figura n. ° 26** Clasificación y Codificación según área, tipo y modelo

Respecto a las autopartes del modelo 916 interprovincial que son las que se están estudiando, más del 50% de las piezas corresponden al área de Acabado, que es la última área en la línea productiva (Ver Figura n. °27). Por ello es crucial que dicho almacén mantenga el orden y stock actualizado, de lo contrario generará retraso en la última estación de producción.



**Figura n. ° 27** Gráfica de porcentaje de Autopartes modelo 916

Los costos en los que se incurrieron para la codificación y clasificación de las autopartes en los almacenes se aprecian en la Tabla n. °26.

**Tabla n. ° 26**

Costos de Implementación Codificación y Clasificación de autopartes

COSTOS		
Piezas de muestra por autoparte	S/.	2 070.00
Plumones de tinta indeleble	S/.	30.00
Stickers fosforescentes	S/.	15.00
Hojas bond	S/.	2.00
Impresión	S/.	16.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>2 133.00</b>

**Nota:** Para la codificación de las piezas de muestra no se tomó en cuenta las existencias en el inventario, sino la nueva fabricación de cada pieza.

Como se mencionó en la Figura n. °23, los costeos después de la implementación de codificación y clasificación de las autopartes se redujeron en un 50% respecto a los tiempos de búsqueda de las piezas y un 88% respecto tiempo de retraso en el despacho de insumos. Cabe mencionar que se asignó a un responsable por almacén para despacho de autopartes

#### - HERRAMIENTAS PERSONALES

El préstamo de herramientas entre operarios genera retrasos, tiempos de espera, es decir, mano de obra inoperativa. Por eso, se requiere la compra de algunas herramientas. Si se comprase una unidad para cada operario, aparentemente ya no existiría tiempo de espera por préstamo, sin embargo, el costo sería elevado y no se garantiza que el porcentaje de uso de la maquinaria o herramienta sea del 100%. La cantidad actual de herramientas con mayor préstamo y sus respectivos precios se detallan en la Figura n. °28.

Herramientas y maquinarias	Cant/Area	Precio unit
Taladro eléctrico	1	S/. 300.00
Tijera hojalatera	2	S/. 60.00
Taladro de banco	1	S/. 1 000.00
Máquina de soldar	3	S/. 5 000.00
Máquina de esmeril	3	S/. 180.00
Alicate universal	4	S/. 70.00
Limas	12	S/. 17.00
Roladora	1	S/. 1 500.00

**Figura n. ° 28** Cantidad actual de maquinarias y herramientas de Autopartes y precios

Después de una evaluación y consenso con el jefe de Producción, no se puede contar con una herramienta por operario, sin embargo, se pudieron adquirir las herramientas a los costos mencionados en la Tabla n. °27.

Se debe considerar que el supervisor del área tiene el trabajo adicional de realizar su programación de fabricación de tal forma que si no se cuenta con la herramienta, pueda fabricar o avanzar con otra pieza. Se compró una máquina de esmeril y una máquina de soldar (Ver Anexo n. ° 9) porque las antiguas tenían continuas fallas en el funcionamiento, estas herramientas se pusieron a disposición del área de Mantenimiento.

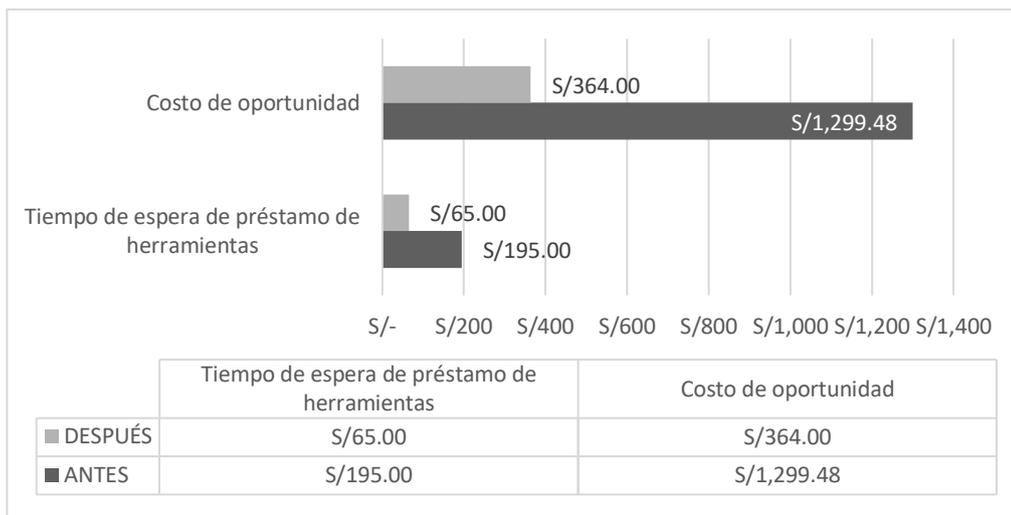
**Tabla n. ° 27**

Presupuesto de herramientas y maquinarias requeridas

Herramientas y Maquinarias	Cantidad	Precio Unitario
Taladro Eléctrico	1	S/. 300.00
Tijera Hojalatera	1	S/. 60.00
Máquina de Soldar	1	S/. 5 000.00
Máquina de Esmeril	1	S/. 180.00
Lima	6	S/. 102.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 5 642.00</b>

**Nota:** Los precios elegidos fueron presupuestados con el área de Logística de Factoría Bruce S.A.

Como se observa en la Figura n. °29, los costos de las mudas generadas por la falta de herramientas se redujeron un 66.67%, esto debido a la reducción en los tiempos de espera por préstamo de 39 a 13 horas mensuales, ya que gerencia no autorizó la compra de una herramienta por operario, por ejemplo, las máquinas de soldar. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos tiempos muertos aún presentes se redujeron en un 72%.



**Figura n. ° 29** Costeo de mudas por falta de herramientas

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS**

No se contaba con ningún plan de mantenimiento, solo se realizaba el mantenimiento correctivo cuando falla alguna maquinaria o herramienta. Esto generaba paros productivos y tiempos de desplazamiento para buscar a algún técnico de mantenimiento en la planta. Por ello, se solicitó al área de Mantenimiento trabajar de forma conjunta con un técnico especializado de SENATI, para la elaboración de un Plan de Mantenimiento de las maquinarias con mayor incidencia de fallas y aquellas que nunca han recibido mantenimiento.

Como resultado, el área de Mantenimiento presentó el cronograma detallado en la Figura n. °30, para la inspección de las máquinas y herramientas del área de Autopartes, este cronograma no incluye las maquinarias adquiridas en la presente propuesta. Dichas maquinarias serán consideradas en el cronograma de mantenimiento general de toda la planta, que será realizado posterior a esta propuesta.

Maquinaria	Tiempo requerido x 1	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Máquina de Soldar	8 horas		X		
Máquina de Esmeril	2 horas			X	
Taladro de Banco	8 horas				X
Taladro Eléctrico	2 horas			X	
Roladora	8 horas	X			

**Figura n. ° 30** Cronograma de mantenimiento de maquinarias de Autopartes

Debe mencionarse que se trabajó con el supervisor de Autopartes en la programación de las actividades del mes, a fin de evitar tiempos muertos de mano de

obra mientras las maquinarias se encontraban en inspección. Así mismo, se coordinó que se realicen los trabajos de mantenimiento en las últimas horas laborales del día en el caso del taladro eléctrico y de las 3 máquinas de esmeril, así como no programar más de 1 máquina de esmeril por día. Las 3 máquinas de soldar dado que requieren las 8 horas laborales, se programaron en días intercalados, no máximo de 1 unidad por día (Ver Anexo n. °10).

Los costos de insumos para el mantenimiento de cada maquinaria se detallan en la Tabla n. °28.

**Tabla n. ° 28**

Costos de insumos para mantenimiento

<b>Maquinarias</b>	<b>Cantidad (Und)</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Máquina de Soldar	3	S/. 100.00	S/. 300.00
Máquina de Esmeril	3	S/. 40.00	S/. 120.00
Taladro de Banco	1	S/. 150.00	S/. 150.00
Taladro Eléctrico	1	S/. 60.00	S/. 60.00
Roladora	1	S/. 90.00	S/. 90.00
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>S/ 440.00</b>	<b>S/. 720.00</b>

**Nota:** Los precios elegidos fueron presupuestados con el área de Logística de Factoría Bruce S.A.

Los costos en los que se incurrió para llevar a cabo el cronograma de mantenimiento se detalla en la Tabla n. °29.

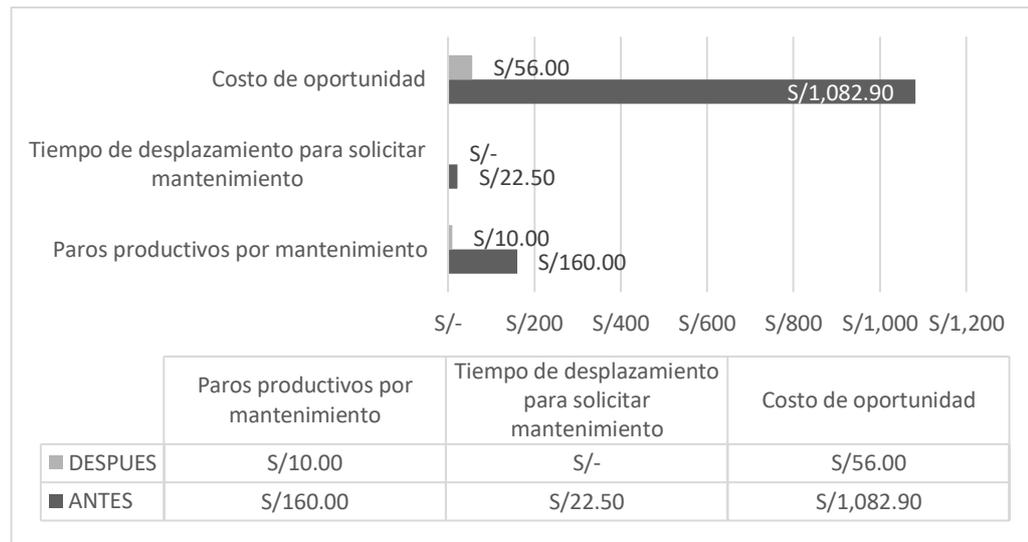
**Tabla n. ° 29**

Costo de implementación de mantenimiento preventivo para Autopartes

<b>COSTOS</b>	
Técnico de SENATI	S/. 300.00
Insumos para mantenimiento	S/. 720.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1020.00</b>

**Nota:** El listado de los insumos fue determinado con el área de Mantenimiento y los precios elegidos fueron presupuestados con el área de Logística de Factoría Bruce S.A.

Como se observa en la Figura n. °31, los costeos de las mudas generadas por la falta de mantenimiento de las máquinas y herramientas del área de Autopartes se redujeron un 100% respecto a el tiempo de desplazamiento para solicitar mantenimiento, dado que el área de Mantenimiento creó un Plan de Mantenimiento Preventivo, evitando así desplazamientos innecesarios. Sin embargo, no se eliminaron en su totalidad los paros productivos por mantenimiento, esto debido a la alta demanda de maquinarias por programar, incluyendo las demás áreas de la empresa. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos tiempos muertos aún presentes se redujeron en un 95%.



**Figura n. ° 31** Costeo de mudas por falta de mantenimiento

## B. Dirección de operaciones:

### - ESTUDIO DE TIEMPOS

El incumplimiento de los tiempos estándar netos de fabricación genera retrasos. En las fichas de recolección de la información se registraron los tiempos brindados por el supervisor, sin embargo, informó que esos tiempos fueron tomados por el supervisor anterior años atrás. Por ello, fue necesario un estudio de tiempos actualizado para realizar una contrastación y verificar si los tiempos habían cambiado o si se mantenían.

En la Figura n. °32 se muestran los tiempos estándares desactualizados brindados en horas.

Nombre autoparte	Und medida	Tiempo std (hrs)
Estrubo auxiliar Thunder 916 x 1pz	UND	8
Acople de faros	JGO	7
Embellecedor 916 x 8 pzs	JGO	6.5
Tope puerta cabina 916 x 1pz	UND	5.75
Caja pistón neumático 916 x 1pz	UND	3.25
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	UND	3
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	JGO	2.5
Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	UND	2.5
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	UND	2
Base de faro principal Comil x 8 pzs	JGO	1.2
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	UND	1.2
Brazo tapa motor 916 x 1pz	UND	1
Estructura caja defroster 916 x 1pz	UND	1
Mecanismo sujeción batería Thunder x 2pzs	JGO	1

**Figura n. ° 32** Tiempos estándar desactualizados de Autopartes 916 Interprovincial

Con la implementación de la propuesta, se le solicitó al supervisor realizar un nuevo estudio de tiempos de cada autoparte crítica.

Para el estudio, se consideró el siguiente escenario: los materiales e insumos en la mesa de trabajo, maquinaria disponible, valoración del operario y suplementos. Los valores de valoración del operario se detallan en la Figura n. °33 y los de suplementos en la Figura n. °34.

Valoración del operario		
Habilidad	Excelente	0.08
Esfuerzo	Bueno	0.02
Condiciones	Regulares	-0.03
Consistencia	Buena	0.01
VALORACION:		1.08

**Figura n. ° 33** Cuadro de Valoración del Operario

Suplementos	
Trabaja de pie	2%
Tensión auditiva intermitente y muy fuerte	2%
SUPLEMENTOS:	4%

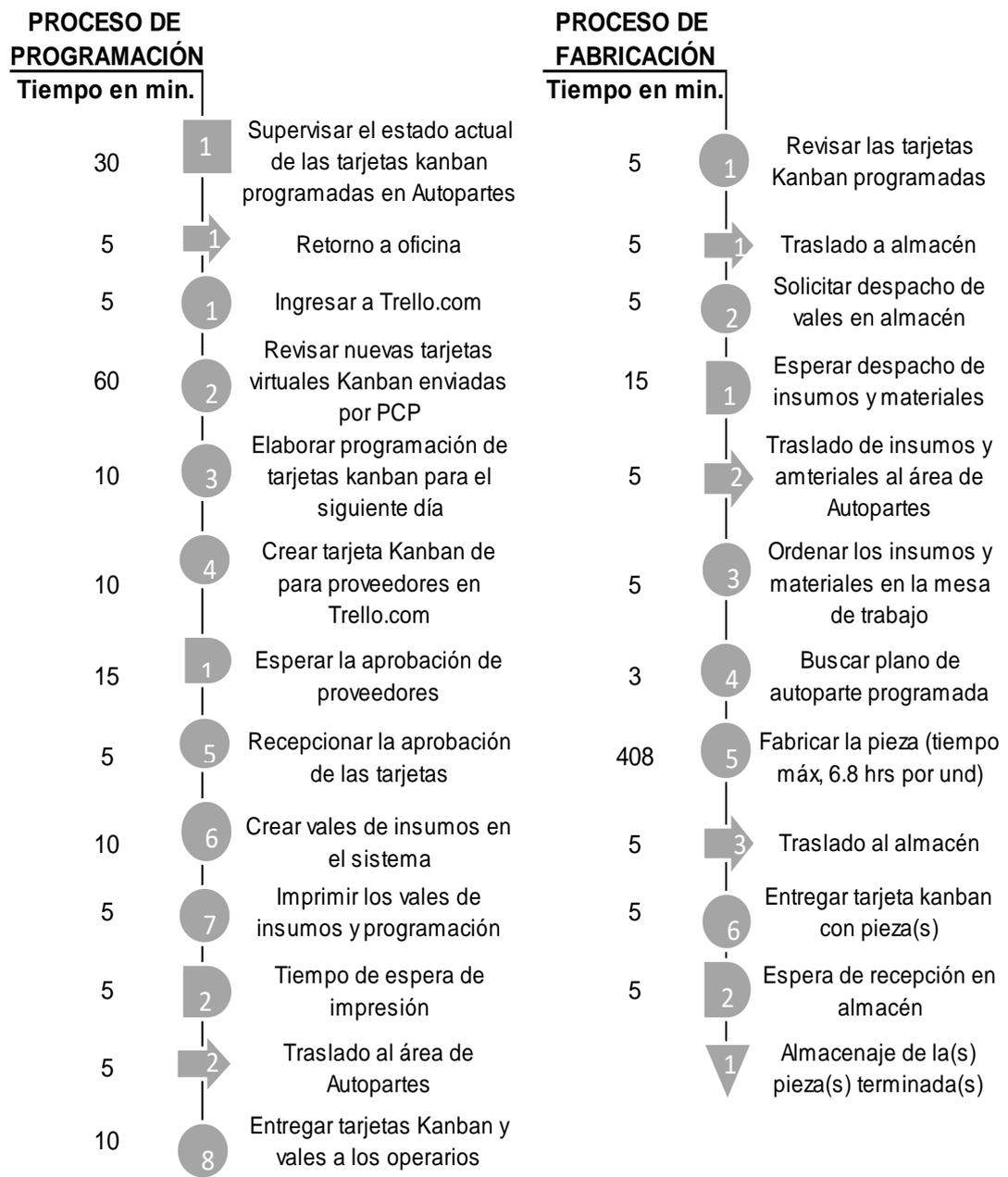
**Figura n. ° 34** Cuadro de Suplementos

Se obtuvo como resultado la Figura n. °35 con los tiempos estándar sólo de fabricación actualizado que servirán para el rediseño del proceso de fabricación de cada pieza, que incluirán tiempos de traslado, solicitud de materiales y demoras en general.

Nombre autoparte	Und medida	Tiempo estándar (hrs)
Estribo auxiliar Thunder 916 x 1pz	UND	6.74
Acople de faros	JGO	6.18
Embellecedor 916 x 8 pzs	JGO	7.19
Tope puerta cabina 916 x 1pz	UND	5.05
Caja pistón neumático 916 x 1pz	UND	2.25
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	UND	3.48
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	JGO	2.47
Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	UND	2.25
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	UND	2.02
Base de faro principal Comil x 8 pzs	JGO	1.12
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	UND	1.12
Brazo tapa motor 916 x 1pz	UND	0.90
Estructura caja defroster 916 x 1pz	UND	0.79
Mecanismo sujeción batería Thunder x 2pzs	JGO	0.90

**Figura n. ° 35** Tiempos estándar actualizado de Autopartes críticas 916 Int

Una vez obtenidos los tiempos estándar, se realizó una actualización de los diagramas de flujo (Ver Figura n. °36), incluyendo la implementación de la propuesta.



**Figura n. ° 36** Diagrama de flujo post implementación de Estribo Auxiliar

Para conocer el tiempo total del Proceso de fabricación por cada autoparte, solo se debe reemplazar la Operación N. 5, con los datos del estudio de tiempos realizado anteriormente. Como ejemplo se utilizó el tiempo de 6.8 horas que toma la fabricación de la autoparte Estribo Auxiliar 916.

Además se redujeron los tiempos totales de los diagramas de flujo de programación y fabricación en un 57% y 76% respectivamente, los tiempos actuales de operación se muestran en la Figura n. °37 y n. °38.

Simbología	Cantidad	Tiempo (min)
●	8	120
■	1	30
➔	2	10
◐	2	20

**Figura n. ° 37** Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Programación

Simbología	Cantidad	Tiempo (min)
●	6	431
➔	4	15
◐	6	20
▼	1	

**Figura n. ° 38** Cuadro Resumen de Diagrama de flujo de Fabricación

Los costos en los que se incurrieron para elaborar el estudio de tiempo se detallan en la Tabla n. °30.

**Tabla n. ° 30**

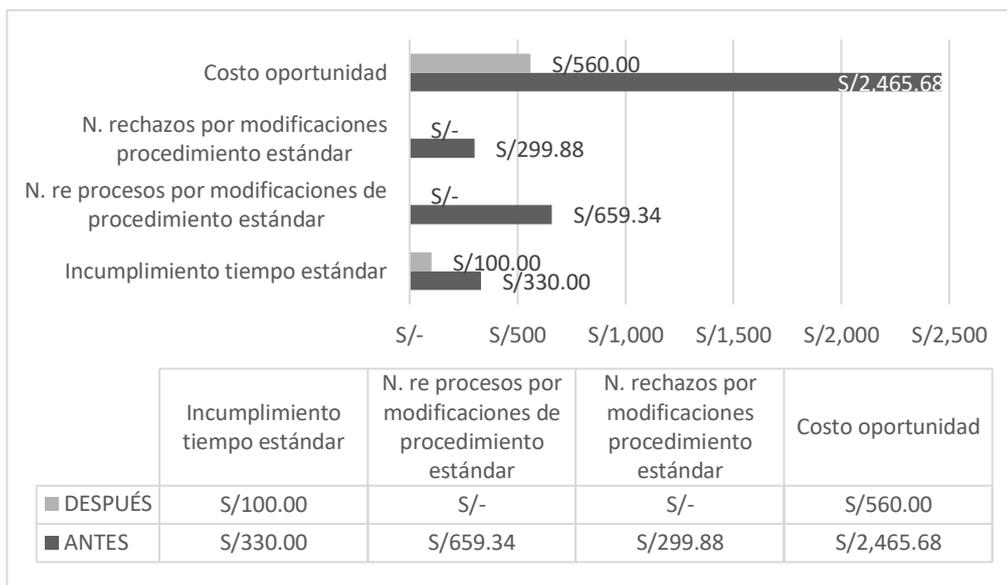
Costos de Elaborar un Estudio de Tiempos

COSTOS		
Cronómetro	S/.	30.00
Cuaderno cuadriculado A4	S/.	5.00
Impresión	S/.	2.00
Lapicero	S/.	2.00
TOTAL	S/	39.00

**Nota:** Los precios elegidos fueron presupuestados con el área de Logística de Factoría Bruce S.A.

Como se observa en la Figura n. °39 los costeos de las mudas generadas por la falta de estandarización del proceso de fabricación de autopartes se redujo con la implementación de un Estudio de tiempos, Manual de procedimientos y Formalidad en las modificaciones. Se eliminaron al 100% las mudas generadas por los re procesos y rechazos debido a las modificaciones del procedimiento. Se redujeron las horas fuera del tiempo estándar de 66 a 20 horas mensuales, esto debido a agentes externos al

área de Autopartes. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos tiempos de incumplimiento aún presentes se redujeron en un 77.3%.



**Figura n. ° 39** Costeo de mudas por falta de estandarización del proceso

- **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS**

El número de re procesos y rechazos de autopartes por modificaciones en el procedimiento de fabricación tanto productiva como administrativa no sólo genera mudas por piezas defectuosas, sino también de tiempo, transporte e inclusive movimientos que no aportan valor alguno.

Las modificaciones en el procedimiento se realizan en su mayoría por parte de los operarios ya que cada trabajador tiene una forma de trabajo diferente, sin embargo también existe un porcentaje de modificaciones que fueron llevadas a cabo por el área de Ingeniería y diseño. Para ello se propone lo siguiente:

**FORMALIDAD EN MODIFICACIONES:** Actualmente en la empresa se realizan modificaciones de algunas piezas de autopartes, pero éstas no son informadas formalmente, solo se realiza de forma oral entre el Área de Ingeniería y Autopartes.

Por ello, al no haber un registro y modificación del plano, se han fabricado lotes con características de modelos antiguos, perdiendo tiempo y dinero. Se realizó una reunión entre las áreas involucradas y gerencia. Se requirió de la actualización de los planos, se lograron unificar los planos tanto los impresos como los de PDF. Se utilizarán el sistema ERP para subir los planos en archivo PDF, el cual se encontrará a disposición de todos los usuarios, para que cuando se realicen modificaciones, se envíe dicho plano actualizado por medio de un correo. Cabe mencionar que antes de realizar alguna modificación futura se debe tener en cuenta el stock de las piezas que se encuentran en almacén y/o en proceso de fabricación, para tomar la decisión de entrada en vigencia o de paro productivo.

Una vez controladas las modificaciones externas, se requirieron controlar las internas, es decir, las que involucran al operario. Es por ello que se coordinó con el jefe del área de Calidad y con RRHH que se contrate a un personal que se encargue de las inspecciones de calidad de las piezas fabricadas y de otras tareas, como de la elaboración de un Manual de Procedimiento de Fabricación de Autopartes basado en los principios de la norma ISO 9001, con el fin de buscar a futuro una acreditación.

En la elaboración del manual, se trabajó conjuntamente con el área de Autopartes, a fin de obtener información del procedimiento empírico de los operarios al fabricar las diferentes piezas, lo cual fue contrastado con el procedimiento técnico por el inspector de calidad. Se estudiaron los procedimientos de las autopartes críticas y se estandarizaron, mientras que las demás piezas serán estandarizadas por el inspector a futuro (Ver Anexo n. ° 11).

Los puntos considerados en el manual fueron los siguientes:

- Gestión administrativa desde la orden de producción hasta el almacenaje
- Proceso de fabricación de cada autoparte crítica, incluye procedimiento y materiales
- Tiempos estándar actualizado de las autopartes críticas: Ello se obtuvo con el estudio realizado anteriormente
- Indicar las interrelaciones con otras áreas de trabajo
- Descripción de las funciones del operario y supervisor
- Formalidad para todo tipo de modificación tanto en la pieza como en el proceso

Finalmente, se realizó una reunión con los operarios del área de Autopartes y los supervisores involucrados exponiendo la implementación del manual, así como el contenido del mismo y su vigencia automática. Se le entregó un manual impreso al supervisor del área y un adicional para sus operarios.

Los costos incurridos para implementar un Manual de Procedimientos se detallan en la Tabla n. °31.

**Tabla n. ° 31**

Costos de implementación de Manual de Procedimientos de Autopartes

<b>COSTOS</b>		
Contratación de inspector de calidad de piezas	S/.	950.00
Hojas bond	S/.	20.00
Impresión	S/.	60.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>1 030.00</b>

**Nota:** El salario del inspecto fue definido por el área de RRHH de Factoría Bruce S.A.

Como se observa en la Figura n. °39 líneas arriba, los costeos de las mudas generadas por las modificaciones tanto del proceso como de las piezas por fabricar se lograron reducir al 100%, dado que en el Manual de Procedimientos especifica los materiales y actividades estandarizadas, así como el compromiso específico de la formalidad por parte del área de Ingeniería para respetar el protocolo de modificaciones.

- Sistema Pull Manufacturing y Kanban

Como ya se contaba con un Manual de Procedimiento y tiempos estándar de fabricación actualizados, se evaluó el sistema de producción de las piezas. El Sistema Productivo de Producción (SPI) de la empresa era por lotes, lo que ocasionaba cantidades exageradas de piezas de autopartes almacenadas, la demanda consistía en un pronóstico tentativo de la cantidad o la fecha de ingreso de los chasis. Además, los lotes de las autopartes con las que se trabajada ni siquiera estaban estandarizados y su programación de fabricación era de forma empírica, es decir, se elaboraba en base a la experiencia del trabajo del supervisor en meses anteriores (Ver Anexo n. ° 12). La Figura n. ° 40 muestra la fabricación por lotes de autopartes críticas.

SKU	Descripción	Und	Lote (jgo)
AC916IEAX	Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	UND	2
EL916IBIN	Base de interruptores 916 x 3pzs	JGO	1
MT916IEMB	Embellecedor 916 x 8 pzs	JGO	15
AC916ITPC	Tope puerta cabina 916 x 1pz	UND	10
ES916ICPN	Caja pistón neumatico 916 x 1pz	UND	10
ES916IBIP	Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	UND	10
AC916IBIM	Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	JGO	30
AC916IBPG	Base portaextintor 916 c/gancho x 1pz	UND	20
AC916IPPD	Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	UND	10
EL916BFC	Base de faro principal comil x 8 pzs	JGO	15
AC916IPPC	Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	UND	10
AC916IBRM	Brazo tapa motor 916 x 1pz	UND	20
MT916ICDE	Estructura caja defroster 916 x 1pz	UND	20
MT916IMSB	Mecanismo sujecion bateria (th) x 2pzs	JGO	20

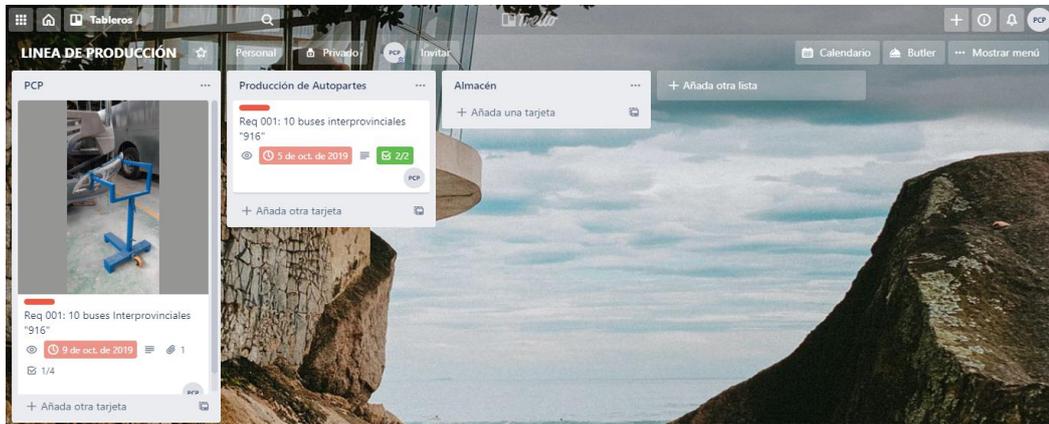
**Figura n. ° 40** Fabricación de autopartes críticas por lotes

Los desperdicios por exceso de inventarios y sobreproducción en específico se debían a una incierta programación de producción. Por ello, se propuso la fabricación de autopartes bajo un sistema pull con el método de Kanban.

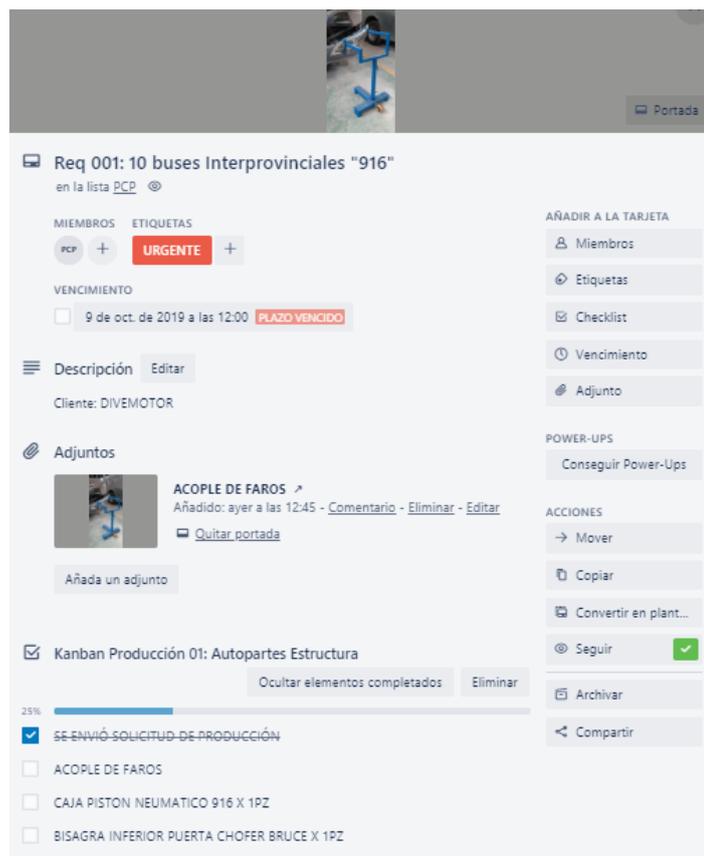
Para adaptar el Kanban al modelo de trabajo de la empresa carrocería, primero se analizó el diagrama de flujo del proceso de programación y proceso de fabricación de autopartes, el cual destinaba 80 y 60 minutos de demora o esperas respectivamente.

Se propuso el uso de Trello.com, un programa online que permitió crear un modelo básico de Kanban, sencillo y de fácil entendimiento. Para ello, se capacitó durante 4 horas a todos los supervisores de producción, almacén y PCP.

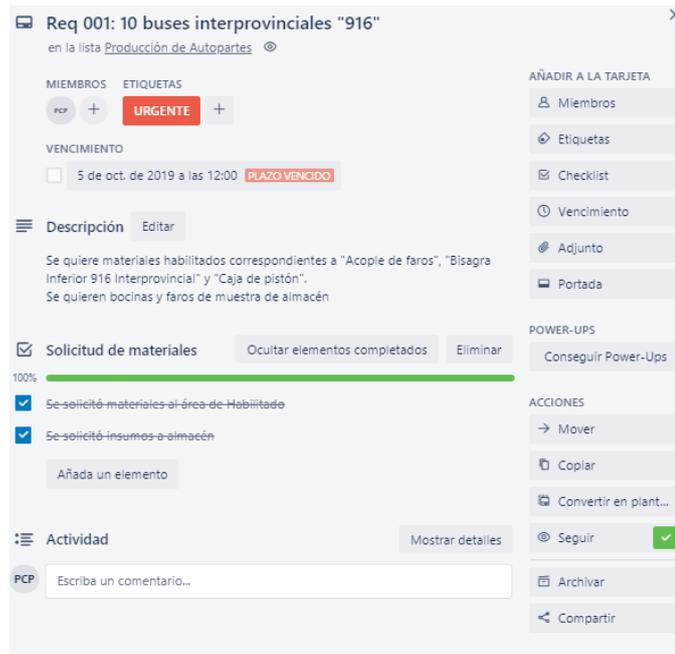
La Interfaz es de uso fácil y rápido. En la Figura n. °41, n. °42 y n. °43 se muestra el ejemplo de la creación de una orden.



**Figura n. ° 41** Interfaz de Trello.com



**Figura n. ° 42** Creación de tarjeta virtual Kanban - PCP



**Figura n. ° 43** Creación de tarjeta virtual Kanban – Autopartes

Los costos de implementación de la propuesta se detalla en la Tabla n. °32.

**Tabla n. ° 32**

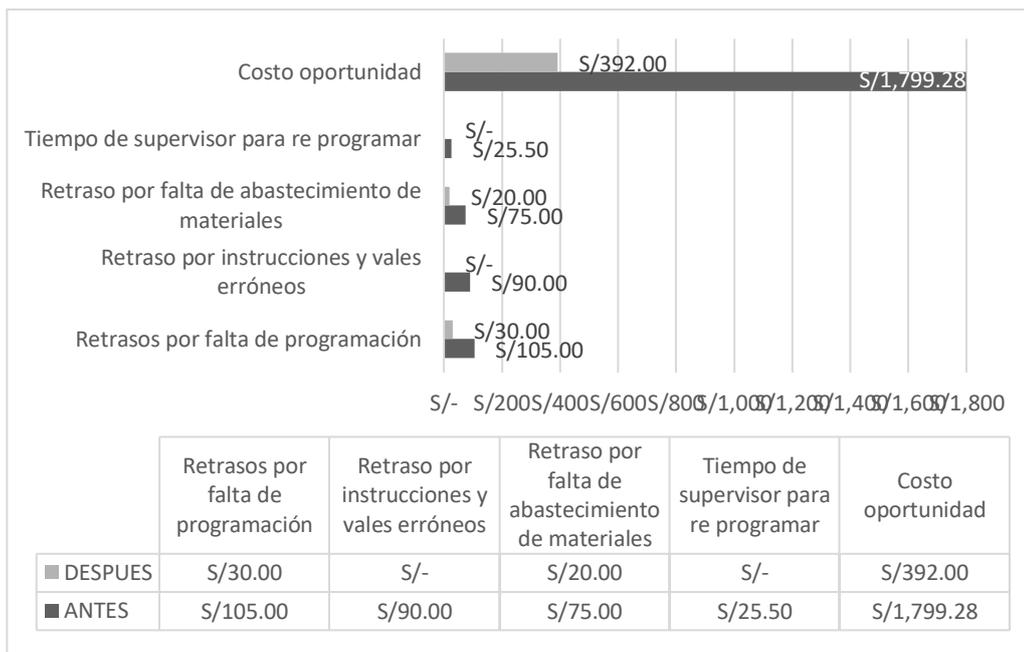
Costos de implementación del programa Trello.com

<b>COSTOS</b>	
Capacitación del uso Trello.com	S/. 100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 100.00</b>

**Nota:** La capacitación incluye certificado

Se debe mencionar que debido a la demanda del mercado de carrocerías y por políticas de gerencia, se aprobó el uso de la metodología Kanban en Autopartes para la fabricación de piezas críticas, es decir las que requieren de mayores horas de elaboración. Respecto a las piezas con cortos tiempos de fabricación por unidad, se trabajará por lotes de 10 unidades. Además, se comenzó a trabajar con pizarras por operario para las programaciones diarias (Ver Anexo n. ° 13).

Como se observa en la Figura n. °44 los costeos de las mudas generadas por un inadecuada programación de producción se eliminaron al 100% respecto al tiempo de retraso por instrucciones y vales erróneos, así como el tiempo del supervisor empleado en las reprogramaciones. Los retrasos por falta de programación se redujeron de 3.5 a 1 hora mensual y los retrasos por falta de abastecimiento se redujeron de 15 a 4 horas mensuales, ambos debido a factores externos al área de Autopartes. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos retrasos aún presentes se redujeron en un 78.2%.



**Figura n. ° 44** Costeo de mudas de Inadecuada programación de producción

- CONTROL DE ALMACEN E INVENTARIO

La gestión de los almacenes es responsabilidad directa del área Logística, sin embargo la continua pérdida de autopartes, despachos incorrectos, tiempos de espera excesivos y desactualización de stocks de autopartes generó costos de aproximadamente S/ 1 600.00 soles mensuales así como la inconformidad por los retrasos generados para las demás áreas (Ver Anexo n. ° 14). Por todo lo expuesto, se trabajó con la jefatura de Logística y los supervisores del almacén de Estructura y de Acabado

Se realizó una capacitación de Control de Almacenes tanto para supervisores como almaceneros de ambos almacenes. Se realizó en 2 fechas con una duración de 2 horas (Ver Figura n. ° 45).

Fecha	Tiempo	Tema
1era fecha	2 hrs	- Responsabilidad de un correcto funcionamiento de un almacén - Categorización de Inventarios y uso correcto del ERP
2da fecha	2 hrs	- Máximo aprovechamiento de las instalaciones - Optimización del proceso de despacho de material

**Figura n. ° 45** Temario de capacitación de Control de Almacenes

Cabe mencionar que previa a esta capacitación, se realizó la implementación de las 5s, la codificación y clasificación de autopartes, así como el cambio de modelo de fabricación de autopartes de sistema Push a Pull. Además, ya se le entregó una

pieza “muestra” de cada autoparte al almacén de estructura y acabado según corresponda.

Uno de los problemas críticos en los almacenes es el manejo de los inventarios, por lo que se vio necesario mejorar el control con la creación de políticas y sanciones.

#### INVENTARIO MENSUAL

Debido a los retrasos por pérdidas de las piezas se requería un control exhaustivo de los almacenes. Mensualmente por el periodo de 6 meses se deberá evaluar si la cantidad de stock de cada autoparte en físico, coincide con lo que refleja el sistema ERP (Ver Figura n. °46). Posterior a los 6 meses, se realizarán los inventarios de forma anual.

Se debe tener en cuenta que las autopartes críticas serán manejadas con el sistema pull, sin embargo, existe un pequeño grupo de autopartes que debido a sus cortos tiempos de fabricación y facilidad, se fabricarán en lotes de 10 unidades.

Además, se podrá evaluar la productividad de los encargados del despacho de autopartes, quienes son los únicos responsables una vez ingresada la pieza al almacén.

Código	Área	Autoparte	Und	Stock sistema	Stock fisico	Diferencia
AC916I	Acabado					
EL916I	Electricidad					
ES916I	Estructura					
FV916I	Fibra de vidrio					
MT916I	Mantenimiento					

**Figura n. ° 46** Cuadro de Inventario mensual de autopartes

Además, se contará con la siguiente política de inventarios que reforzará el correcto ingreso y despacho de las piezas.

1. No se aceptan "ajustes" en el kardex
2. Los ingresos de todas las autopartes se harán con su vale respectivo
3. Para el ingreso de nuevas autopartes, se enviará un correo a las áreas involucradas informando el respectivo ingreso
4. El que recepcione los ingreso debe revisar que la cantidad sea la correcta y firmar con fecha y hora de recepción
5. Almacén es el responsable del almacenamiento de todas las autopartes ingresadas
6. Almacén debe despachar las autopartes si el requerimiento es correcto
7. Almacén contará con una pieza “muestra” que no debe ser despachada, solo servirá para el reconocimiento y ubicación de las piezas.

8. Almacén asume responsabilidad por algún despacho sin vale de requerimiento correcto
9. Los préstamos de autopartes deben ser regulados por almacén
10. Para cambios de autopartes, debe retornarse el despachado y presentarse un nuevo vale por la nueva pieza
11. Si una pieza es devuelta por "defecto", informar de inmediato a la supervisión
12. En caso la supervisión determine que la pieza defectuosa pueda reprocesarse, se reingresará y se determinará la causa para tomar medidas
13. En caso la supervisión determine que la pieza debe ser rechazada, se ingresará al registro de piezas rechazadas y se descartará
14. Si almacén desconoce alguna autoparte, consultar con la supervisión de inmediato
15. Una vez que la autoparte ingrese al almacén con su vale, es total responsabilidad de almacén
16. Los descargos en el kardex por las autopartes despachadas es total responsabilidad de almacén, debe hacerse en tiempo oportuno

Ante la pérdida o extravío de alguna autoparte, se regirán ante la política de descuento en cuadro de inventario

#### POLITICA DE DESCUENTO EN CUADRE INVENTARIO

El personal de almacén debe tener en claro sus funciones así como las penalidades en las que podría incurrir en caso de incumplimiento. Una de las principales causas de retrasos en la línea productiva era la falta de material. Mientras el stock en el sistema no coincida con el físico, no podrá existir un adecuado abastecimiento de piezas y despacho. Dicho problema de desabastecimiento era permanente y durante todo el estudio se ha presentado en más de una ocasión, recibiendo como sanción una llamada de atención verbal por parte de la jefatura, para después solicitar al área de Autopartes que fabrique con carácter de urgencia la o las piezas extraviadas.

Por tal motivo, era necesaria la realización de un cuadro de inventario, se le conoce como "cuadro de inventario" a la modificación del stock en el sistema de forma premeditada para nivelar los stocks; y en caso de pérdida de material, se aplicará un descuento, el cual se propuso de la siguiente manera sencilla.

1. Respecto a las piezas "Muestra" que se ingresaron al almacén, se aplicará un descuento del 50% del valor de la pieza en cualquier mes de inventario, así como una llamada de atención escrita.
2. Al primer "cuadro de inventario", se hará un llamado de atención por escrito al responsable directo y se descontará el 20% del valor total de piezas perdidas.

3. Al segundo “cuadre de inventario”, se hará un llamado de atención por escrito al responsable directo y a la supervisión del almacén, así como el descuento del 25% del valor total de las piezas perdidas a cada uno.
4. Al tercer “cuadre de inventario”, se enviará un Memorándum a responsable directo, un segundo llamado de atención escrito al supervisor del almacén y se descontará el 50% del valor total de las piezas perdidas a cada uno.
5. En caso exista una cuarta reincidencia por parte del responsable directo, se enviará un segundo Memorándum y se deberá considerar el cambio de personal. Respecto al supervisor de almacén, se le enviará un Memorándum y se le convocará a una reunión con carácter de urgencia con la gerencia para tomar medidas más drásticas. Respecto al descuento, será del 100% del valor total de las piezas perdidas al responsable directo.

Con estas medidas, se redujeron las pérdidas y se concientizó a los trabajadores al cuidado y orden de sus almacenes, también se redujeron los tiempos de espera en el despacho y la información de stock reflejaba la cantidad real de las piezas (Ver Anexo n. ° 15 y Anexo n. ° 16). En la Tabla n. °33 se detallan los costos de la implementación.

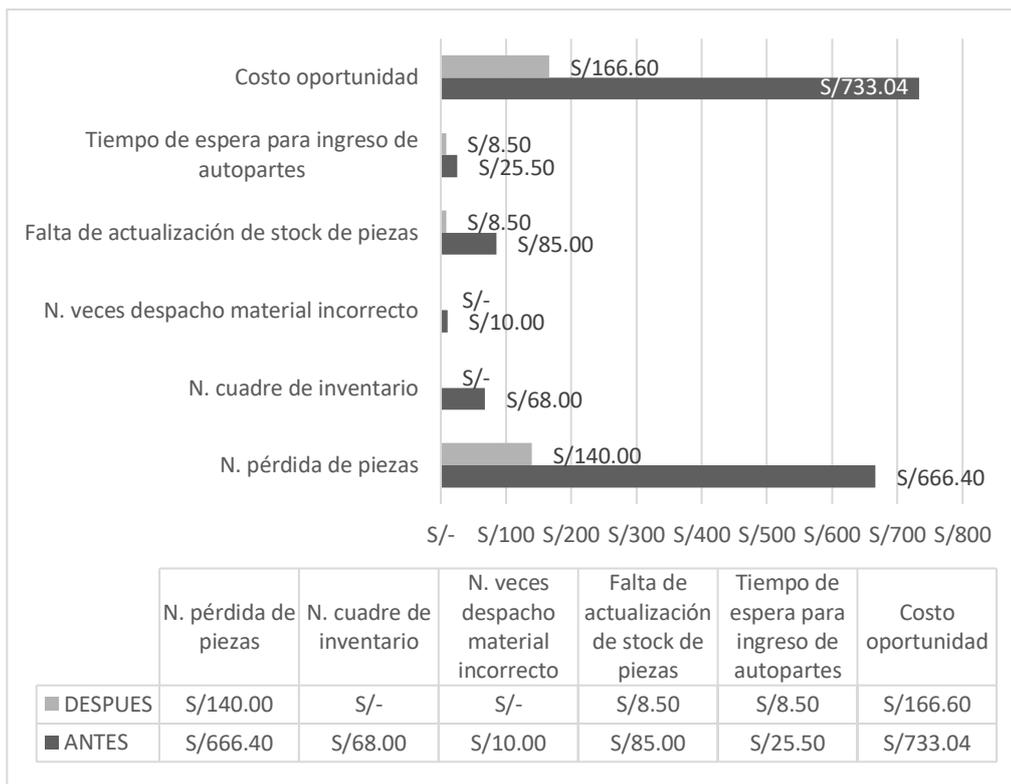
**Tabla n. ° 33**

Costos de implementación de Gestión de almacén

<b>COSTOS</b>		
Capacitación de control de inventario	S/.	140.00
Millar Hojas bond	S/.	15.00
Impresión	S/.	40.00
Caja de lapiceros	S/.	21.00
TOTAL	S/	216.00

**Nota:** La capacitación fue tercerizada

Como se observa en la Figura n. °47 los costeos de las mudas generadas por un inadecuada gestión de almacenes se eliminaron al 100% respecto los cuadros o ajustes de inventario, así como el número de veces de despacho erróneo. El número de pérdida de piezas se redujo de 20 a 5 unidades y estas piezas hacen referencia a las autopartes de tamaño menor a 5 cm. La falta de actualización de stocks se redujo de 12 veces a 2 veces al mes y los tiempos de espera para el ingreso de autopartes sse redujo de 3 horas a 1 hora, respecto al número total de autopartes ingresadas en el mes, ambos debido a factores externos al área de Autopartes. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos retrasos aún presentes se redujeron en un 77.2%.



**Figura n. ° 47** Costeo de mudas por inadecuada gestión de almacenes

- CAPACITACION DEL USO DE ERP

El uso del sistema ERP es vital en toda empresa, sin embargo, en Factoría Bruce S.A.C. no es usado eficientemente, ya que los supervisores de producción no utilizan el sistema para sus requerimientos, programaciones, abastecimientos y otras actividades que esto involucra, por el contrario utilizan cuadros de Excel. Es por ello, que se vió la necesidad de mejorar las directrices del sistema a fin de ser de utilidad y se ajusten al trabajo de producción, así como de estandarizar información y acceder en tiempo real. Además, la caída del sistema debido al internet y los tiempos de reconexión no solo generan retrasos sino incomodidad. Muy a parte de ello, los conocimientos que tenía cada supervisor respecto a las funciones del sistema eran bastante vagos e inconsistentes.

Debido a ello, se coordinó y trabajó directamente con el área de sistemas para mejorar las funciones y capacitar al personal en el uso del sistema, dado que es imposible lograr un trabajo eficiente con ayuda del ERP si no se ingresa información, lo cuál es responsabilidad directa de cada usuario.

Se llevó a cabo una reunión independiente con cada supervisor de producción y las jefaturas respectiva, y finalmente, se concretó una reunión general con todos los usuarios del sistema para capacitarlos. La reunión tuvo una duración de 4 horas y se llevó a cabo al finalizar la jornada laboral del día sábado. Los temas que se trataron fueron:

- Ingreso y funciones del sistema ERP en general
- Ingresos, salidas, monitoreo e inventarios de los almacenes – Logística
- Requerimiento de materiales de producción – PCP
- Ingresos de programaciones por áreas
- Monitoreo de Horas-Hombre por áreas

Cabe mencionar que se mejoró el servicio de Internet y se incrementó el plan para evitar que el sistema se caiga o funcione con lentitud (Ver Tabla n. °34).

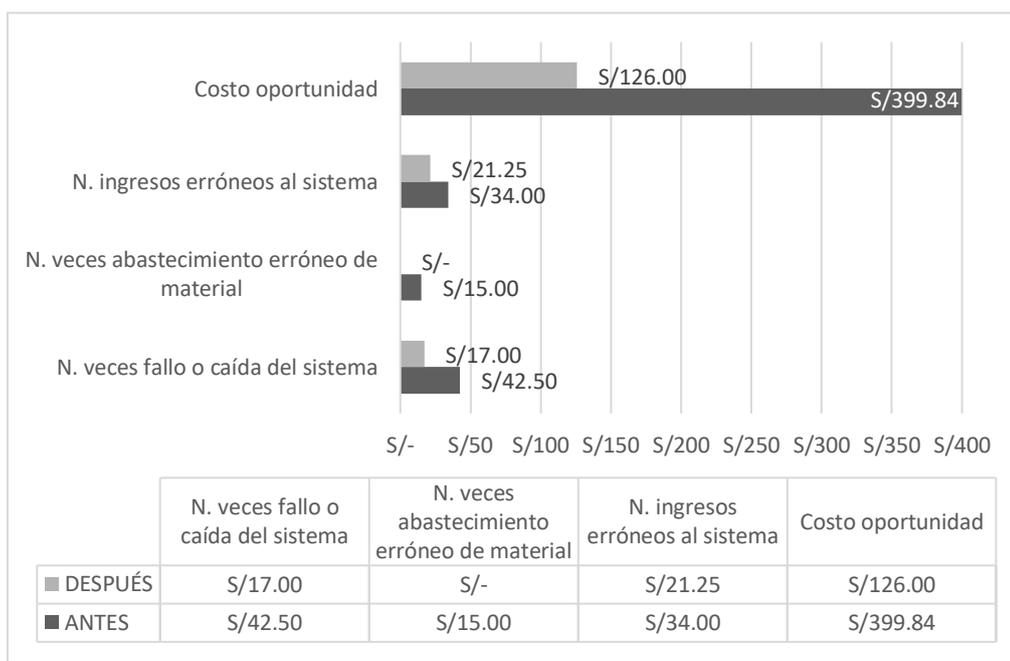
**Tabla n. ° 34**

Costo de mejorar el servicio de internet

<b>COSTOS</b>	
Mejora de plan de Internet	S/. 100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 100.00</b>

**Nota:** El proveedor del servicio de Internet es Entel Perú S.A.C.

Como se observa en la Figura n. °48 los costeos de las mudas generadas por ERP usado ineficientemente se eliminaron al 100% respecto a los errores del abastecimiento de material que se obtenían directamente del sistema. Las caídas del sistema durante el mes redujeron de 5 a 2 veces, esto debido a la conexión del internet. El número de ingresos erróneos al sistema se redujo en un 50%, esto debido a error humano. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos errores aún presentes se redujeron en un 68.5%.



**Figura n. ° 48** Costeo de mudas por ERP usado ineficientemente

## C. Políticas Empresariales

### - USO DE PROGRAMAS DE SIMULACIÓN DE AUTOPARTES

En específico esta propuesta iba dirigida al área de Ingeniería y Diseño puesto que los prototipos de sus nuevos buses tenían medidas diferentes entre los planos y al momento de ser fabricados. Cabe mencionar que el mismo problema se tenía con los modelos actuales.

Por ello, para mantener la estandarización que se propuso el requerimiento de la implementación de programas que permitan diseñar los buses en 3D así como todos sus complementos, desde los materiales, las medidas, los colores y las ubicaciones de los elementos.

Respecto al área de autopartes, se simuló el diseño, la ubicación y las medidas óptimas que debe tener cada pieza, esto fue de ayuda en la toma de decisiones e inclusive a considerar cambios estéticos de las piezas antes de ser fabricadas, ahorrando material y mano de obra operaria, así como el tiempo de los mismos.

Entre los programas que se propusieron a la gerencia, se optó por comenzar con la implementación de un solo programa de simulación, Blender (Ver Anexo n. ° 17)

Se capacitó a los 2 asistentes del área de Ingeniería y Diseño. Estas capacitaciones tuvieron una duración de 2 horas semanales y llevaron a cabo por un Ingeniero de Sistemas. Los costos se detallan en la Tabla n. °35.

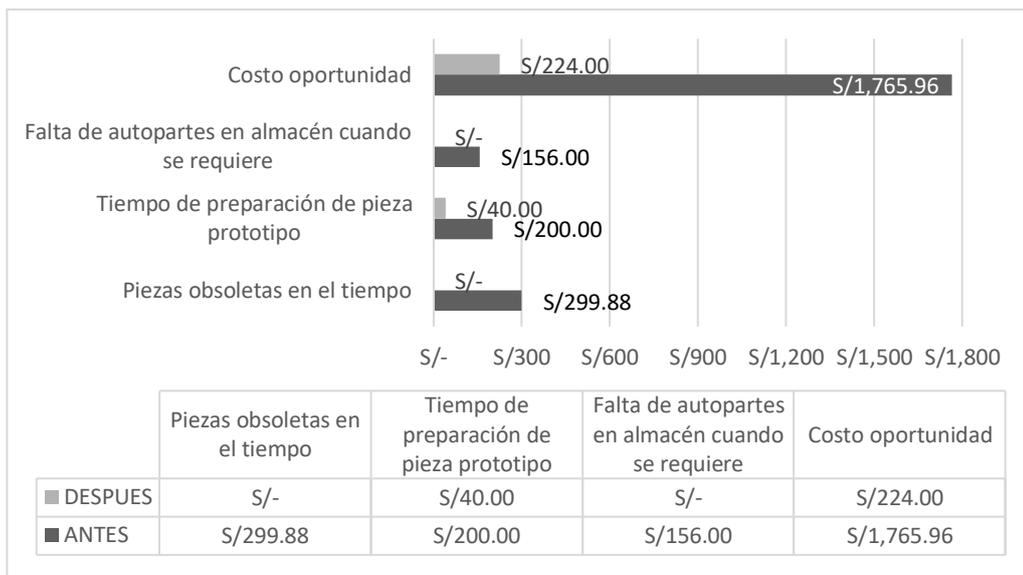
#### **Tabla n. ° 35**

Costos de implementación de Programa de Simulación

<b>COSTOS</b>	
Costo del programa e instalación	S/. 50.00
Costo de capacitación del personal	S/. 300.00
Total	S/. 350.00

**Nota:** La capacitación estuvo a cargo del Ingeniero que instaló el programa

Como se observa en la Figura n. °49 los costeos de las mudas generadas por una inadecuada política de producción respecto a piezas obsoletas en el tiempo y falta de autopartes en almacén cuando se requieren, se eliminaron en un 100% debido a la implementación del sistema Kanban y del uso de Blender para la creación virtual de prototipos. Dado que los prototipos ahora se manejan se forma virtual en Blender, se redujo de 5 unidades por prototipo para hacer pruebas, a 1 unidad virtual. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos errores aún presentes se redujeron en un 87.3%.



**Figura n. ° 49** Costeo de mudas por inadecuada política de producción

- POLITICA DE VENTAS

Debido a los constantes cambios y/o modificaciones de las especificaciones técnicas de cada bus fabricado, la gerencia aprobó la inclusión de una cláusula en los contratos con los clientes, el cuál será informado al área legal y a los futuros contratos ya sea con clientes antiguos o nuevos.

Las modificaciones de los clientes se realizaban en cualquier momento, independiente de la estación en la que se encontrase el bus, lo que ocasionaba no solo la alteración de la planificación y programación de entrega de los buses, sino también la pérdida de piezas por modificación del diseño y los materiales solicitados para el modelo contratado en un primer momento. Cabe mencionar que dichas modificaciones eran gratuitas para el cliente, a excepción de los equipos adicionales que debían solicitarse a un proveedor como aire acondicionado o equipos electrónicos.

Sin embargo, la gerencia no ha denegado las modificaciones en su totalidad, éstas podrán realizarse de la siguiente forma, que será incluida en la cláusula propuesta al área legal:

“Respecto a las modificaciones que el Cliente requiera solicitar a la Empresa, deberán ser solicitados en los plazos mencionados líneas abajo, éstas no tendrán costo alguno, a excepción de los equipos de aire acondicionado, electrónicos y de exportación, los cuales son solicitados al día siguiente de la firma del contrato. El presente contrato incluye la aprobación de las especificaciones técnicas y diseño de pintura del bus. En caso, la(s) modificación(es) se solicite(n) después del período indicado, se procederá al cobro total ésta(s).

- Modificaciones en el modelo de la estructura del bus, se aceptarán solo si el chasis aún no ha ingresado a la línea productiva en el Área de Estructura.

- Modificaciones en los colores internos de las piezas de fibra de vidrio así como del diseño externo del bus, se aceptarán en el periodo máximo de 10 días ingresado el chasis a la línea productiva en el Área de Estructura.
- Modificaciones en los colores o diseños de los asientos, se aceptarán hasta antes que el bus pase del Área de Estructura a la zona de Pre-acabado.
- Modificaciones en los accesorios de acabado y/o agregados solicitados por el Cliente, se aceptarán hasta que el bus ingrese al Área de Pintura.
- Modificaciones en el funcionamiento del bus que involucren trabajo eléctrico, se aceptarán en el periodo máximo de 10 días ingresado el chasis a la línea productiva en el Área de Estructura.

El Cliente está de acuerdo con la modificación de la fecha de entrega final del bus, en caso sea requerida una ampliación. La empresa está obligada a informar con anticipación al Cliente, la fecha de entrega final del bus.”

Con dicha cláusula se reducirán las pérdidas por modificaciones del cliente, las cuales incluyen los materiales, equipos, energía y mano de obra, tanto de los operarios como del personal administrativo.

El costo de la modificación de la modalidad de contrato se detallan en la Tabla n. °36.

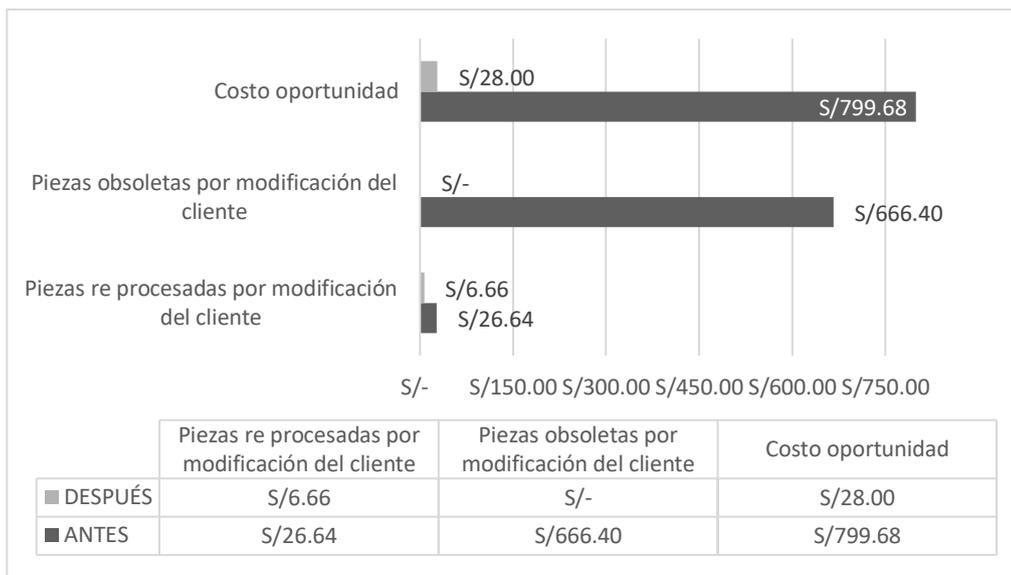
**Tabla n. ° 36**

Costo de modificación legal de contrato de ventas

<b>COSTOS</b>	
Modificación del contrato por una abogada	S/. 150.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 150.00</b>

**Nota:** El servicio legal de la empresa es tercerizado y cobra por cada asesoría

Como se observa en la Figura n. °50 los costeos de las mudas generadas por la falta de estandarización en los requerimientos del cliente respecto a piezas obsoletas por modificación del cliente se eliminaron en un 100% , mientras que las piezas re procesadas por modificación del cliente se redujo de 4 a 1, siempre y cuando esté en el tiempo permitido. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estas modificaciones aún presentes se redujeron en un 96.5%.



**Figura n. ° 50** Costeo de mudas por estandarización de requerimientos del cliente

- CONTROL DE CALIDAD

El área de Calidad contaba con 1 jefe de área y 2 supervisores de calidad, uno para el área de Estructura y otro para el área de Acabado. No se daban abasto con el control de calidad de todo el proceso productivo, por lo que en coordinación con RRHH se contrató un inspector de calidad adicional cuya responsabilidad radicaría en la inspección de las piezas fabricadas por el área de Autopartes y Fibra de vidrio, piezas de compra local e importaciones, así como de la elaboración de manuales de procedimiento.

Entre las primeras funciones del inspector estaba la elaboración del manual y de la mejora del control de calidad de autopartes. Anteriormente, una vez soldada o colocada la pieza en el bus, esta era marcada como defectuosa por los supervisores de calidad tanto de estructura como de acabado, por lo que se debían reprocesar las piezas o en otros caos ser reemplazadas, generando un reproceso para toda la línea. A fin de evitar ese retraso en identificación de piezas defectuosas, se contrató un inspector de calidad para que llevase a cabo el trabajo de inspección cuando la pieza está en proceso o terminada.

Uno de los puntos críticos del rechazo de las piezas era la inadecuada soldadura, ya sea por porosidad, rajaduras o rupturas, así como por falta de flexibilidad por exceso de cordones soldados. Por ello, se propuso al supervisor de calidad la evaluación del uso de líquidos penetrantes para una mejor supervisión de las piezas.

Además, se capacitó en temas de soldadura al supervisor de autopartes y al inspector de calidad, a fin de incrementar sus conocimientos y puedan dar respuestas técnicas a algún trabajo o inquietud que su área requiera, esta capacitación la realizó la empresa Soldexa (Ver Anexo n. ° 18) y los costos se detallan en la Tabla n. °37.

Los temas de la capacitación fueron:

- Soldadura básica
- Principios de la soldadura
- Tipos de soldadura
- Manejo de máquina de soldar
- Técnicas de la soldar

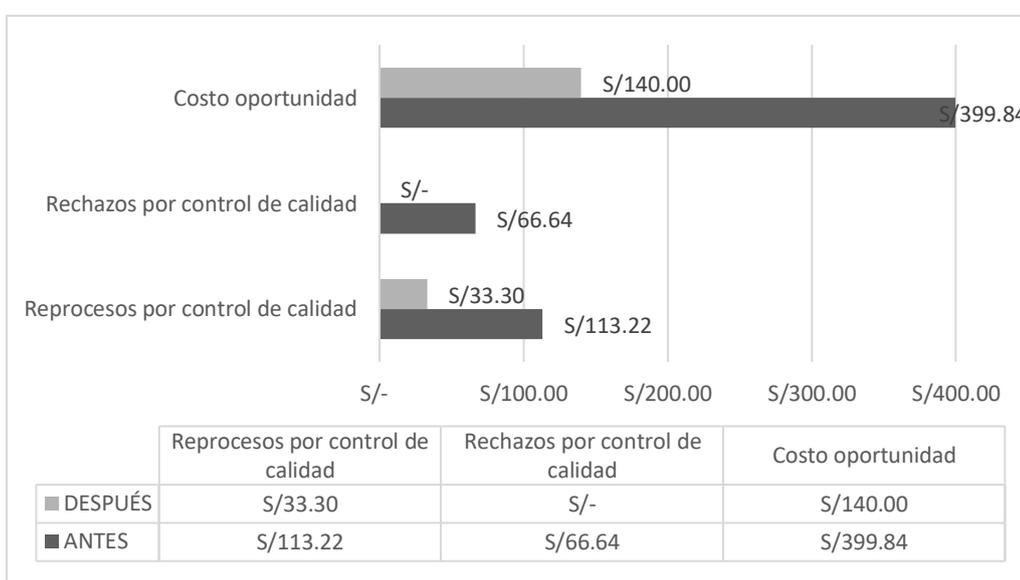
**Tabla n. ° 37**

Costo de implementación de mejora en control de calidad de autopartes

<b>COSTOS</b>	
Capacitación en soldadura	S/. 100.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 100.00</b>

**Nota:** La capacitación se realizó en las instalaciones de Soldexa

Como se observa en la Figura n. °50 los costeos de las mudas generadas por estándares de calidad ineficientes respecto piezas rechazadas se eliminaron en un 100%, dado que el inspector de calidad realizaba una inspección durante el proceso de fabricación. Sin embargo, los re procesos no se eliminaron en su totalidad, pero se redujeron en 70.6%. Finalmente, el costo de oportunidad generado por estos re procesos aún presentes se redujeron en un 65%.



**Figura n. ° 51** Costeo de mudas por estándares ineficientes de calidad

- ESTANDARIZACIÓN DE AUTOPARTES

Para realizar una estandarización, el primer paso es la revisión y actualización de los planos ya existentes.

Un 25% de las piezas que son re procesadas se debe a que la fabricación de piezas se realizó con planos desactualizados, ya sea de medidas diferentes o de tipo de material de fabricación.

Se coordinó con un trabajador del área de Diseño e ingeniería la actualización y estandarización de los planos de las piezas de Autopartes y se puso a su disposición durante una semana a un operario del área de Autopartes para la consolidación durante 2 horas por día. Esto debido a que muchas veces, los operarios han modificado medidas y formas de las piezas de los planos, ya sea por errores de tipeo o gráficos, sin avisar a su supervisor o al encargado del diseño (Ver Anexo n. ° 19).

La cantidad y diversidad de planos para una misma autoparte ha generado no sólo confusión, sino errores de fabricación, por lo que se analizó y en trabajo conjunto con Ingeniería y Diseño, se establecerá un modelo final. Actualmente la cantidad de planos por autoparte crítica son más de uno como se detalla en la Figura n. °52

SKU	Descripción	Und	N° planos
AC916IEAX	Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	UND	8
EL916IBIN	Base de interruptores 916 x 3pzs	JGO	20
MT916IEMB	Embellededor 916 x 8 pzs	JGO	3
AC916ITPC	Tope puerta cabina 916 x 1pz	UND	2
ES916ICPN	Caja piston neumatico 916 x 1pz	UND	8
ES916IBIP	Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	UND	3
AC916IBIM	Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	JGO	1
AC916IBPG	Base portaextintor 916 c/gancho x 1pz	UND	5
AC916IPPD	Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	UND	2
EL916IBFC	Base de faro principal comil x 8 pzs	JGO	8
AC916IPPC	Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	UND	2
AC916IBRM	Brazo tapa motor 916 x 1pz	UND	2
MT916ICDE	Estructura caja defroster 916 x 1pz	UND	4
MT916IMSB	Mecanismo sujecion bateria (th) x 2pzs	JGO	4

**Figura n. ° 52** Cantidad de planos por autoparte crítica

Se actualizaron los planos diariamente según el porcentaje de piezas en el siguiente orden (Ver Figura n. °53):

- 53% de las piezas corresponden a autopartes para acabado
- 20% de las piezas corresponden a autopartes para estructura
- 20% de las piezas corresponden a autopartes para fibra de vidrio
- 5% de las piezas corresponden a autopartes para mantenimiento
- 2% de las piezas corresponden a autopartes para electricidad

Planos por actualizar	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
ACABADO	X	X			
ESTRUCTURA			X		
FIBRA DE VIDRIO				X	
MANTTO					X
ELECTRICIDAD					X

**Figura n. ° 53** Cronograma de actualización de planos

Una vez actualizados los planos (Ver Anexo n. ° 20), se crearon fólдерes independientes por grupo de autopartes, es decir 5 fólдерes que contengan los planos.

Autopartes para Acabado, cuyo fólдер será color rojo, ya que es la última estación de trabajo en la línea productiva, es decir, su requerimiento es de vital importancia para la entrega final de los buses, su escasez significaría peligro o riesgo.

Autopartes para Estructura, cuyo fólдер será color Amarillo, ya que es la primera estación y el color refleja precaución, para evitar que iniciemos las operaciones con retraso por falta de piezas.

Autopartes para Fibra de vidrio, cuyo fólдер será color Verde, es una estación intermedia, las piezas que se entregan son pequeñas, pero no por eso se debe olvidar que hay una inversión de dinero detrás de ello.

Autopartes para Mantenimiento, cuyo fólдер será color Blanco, debido a que es una estación presente en todo el proceso productivo que asegura gran parte del buen funcionamiento y correcta limpieza.

Autopartes para Electricidad, cuyo fólдер será color Morado, ya que las piezas elaboradas forman parte de un cableado que deben ser conectados con sabiduría, conocimientos técnicos que se requieren en dicha área.

Una vez actualizados los planos y los fólдерes (Ver Anexo n. ° 21), procedemos a la estandarización (Ver Anexo n. ° 22).

Son 104 las autopartes fabricadas para las diferentes áreas de Estructura, Acabado, Fibra de vidrio, Mantenimiento y Electricidad, estas son procesadas de acuerdo al plano entregado por el área de Ingeniería y diseño. Sin embargo, en múltiples ocasiones las autopartes debían modificarse. Estas modificaciones no se basaban en cambios en las especificaciones técnicas ni en errores de fabricación, sino al cambio en las medidas de la estructura de los buses mientras éstas eran soldadas. Dichas medidas ocasionaban que la(s) autoparte(s) no encaje(n) y deba(n) ser reemplazada(s) por una(s) nueva(s) con las medidas del bus, por ello la estandarización de las autopartes debía incluir el área de Estructura en particular.

Se solicitó al área de Ingeniería y diseño que así como ya se actualizaron los planos de las autopartes, se evalúe la posibilidad de agregar tolerancias en las medidas

de las piezas a fin de mejorar aun así la estandarización que incluya tolerancias. Los costos se detallan en la Tabla n. °38.

**Tabla n. ° 38**

Costos de Estandarización de Autopartes

COSTOS	
Mano de obra	S/. 390.00
Folders 5 und	S/. 30.00
Hojas bond	S/. 10.00
Impresión	S/. 20.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 450.00</b>

**Nota:** El costo de Mano de Obra incluye a todo personal que requirió de horas extras para completar la estandarización así como reuniones extraordinarias con gerencia

Como se observa en la Figura n. °54 los costeos de las mudas generadas por falta de estandarización de autopartes se eliminaron en un 100%, dado que se actualizaron todos los planos e inclusive se categorizaron por áreas, así como se les desingó un folder con un color determinado para evitar confusiones.



**Figura n. ° 54** Costeo de mudas por falta de estandarización de autopartes

- ELIMINAR HORAS EXTRAS

La eliminación de horas extras en el área de Autopartes, para la empresa significaría un ahorro directo de mano de obra y energía para la empresa.

Las horas extras cubren todos los desperdicios generados durante el proceso, puesto que no son utilizados para avanzar sino para corregir errores

La función del supervisor es evaluar el trabajo diario de sus trabajadores y sus respectivos tiempos.

El uso de horas extras se puede deber principalmente a una mala programación del tiempo de trabajo o a un mal desempeño del operario, no se incluyen imprevistos.

Previamente analizados los tiempos estándar de la fabricación de las autopartes y el desempeño de los trabajadores, se consideró innecesario acceder al trabajo en horas extras. Las horas extras no solo implican gastos monetarios, sino que cubre una desorganización y descoordinación que puede venir desde los altos mandos. Por ello, se capacitó a los supervisores, para mejorar trabajar en los indicadores productivos de sus respectivas áreas. La capacitación que recibirán los supervisores estará a cargo de Ceorza S.A. y los costos se detallan en la Tabla n. °39.

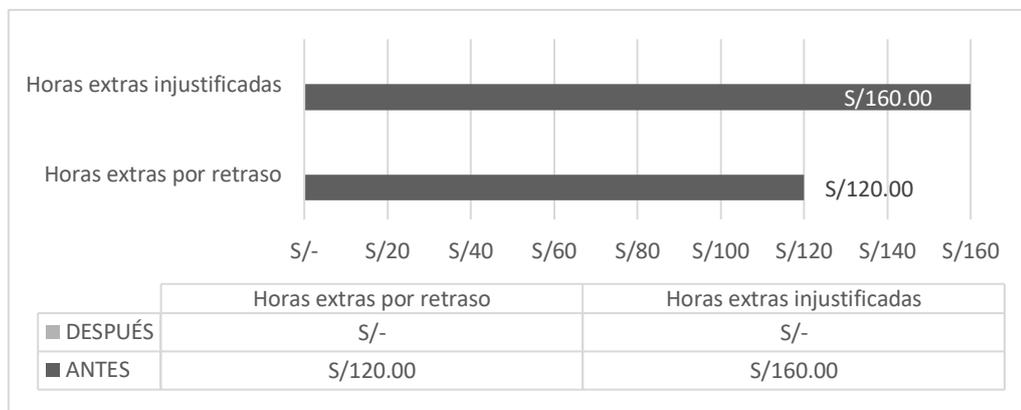
**Tabla n. ° 39**

Costos de eliminación de horas extras

<b>COSTOS</b>	
Capacitación supervisores	S/. 150.00
Hojas bond	S/. 2.00
Impresión	S/. 5.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 157.00</b>

**Nota:** La capacitación fue tercerizada

Como se observa en la Figura n. °55 los costeos de las mudas generadas por falta de política de horas extras se eliminaron en un 100%, dado que se llegó a la conclusión que dado el nivel de producción y cantidad de operarios, además del sistema pull de producción, no es necesario incurrir en horas extras y sólo ajustar mejor la programación diaria.



**Figura n. ° 55** Costeo de mudas por falta de política de horas extras

#### **D. Prevención y cobertura de fallas**

- CAPACITACIÓN EN LIDERAZGO, TRABAJO EN EQUIPO Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

El liderazgo es un conjunto de habilidades para dirigir e influir en un grupo de trabajo, por lo que es totalmente necesario que el supervisor de área deba ser un líder para su equipo. Las llamadas de atención, desorganización, conflictos, sanciones y reincidencia en faltas ocasionan costos innecesarios para la empresa de aproximadamente S/ 3 900 soles mensuales, es decir, aproximadamente S/ 46 000

soles anuales. Por ello, en reunión con gerencia, se acordó que se inscribirá al supervisor del área de Autopartes en un Diplomado de Liderazgo que será llevado a cabo en horas no laborables y los costos se detallan en la Tabla n. °40, a fin de capacitarlo para la correcta toma de decisiones, resolución de conflictos y gestión en su supervisión. Respecto a los operarios, recibirán una capacitación por parte del supervisor del área, concientizándolos en el trabajo en equipo y comunicación efectiva entre trabajadores y supervisor. Esto con el fin de educar al personal para evitar reincidencia de conflictos o problemas, mejorar en sus alternativas de solución y que cumplan sus labores por convicción no por obligación.

Al supervisor de autopartes se le inscribió en el curso de un diplomado en TECSUP (Ver Anexo n. ° 22) con una duración de 4 meses y frecuencia semanal e incluyó los siguientes temas:

- Comunicación efectiva
- Trabajo en equipo
- Herramientas de gestión en la supervisión
- La supervisión y la gestión del cambio

La capacitación de los operarios será llevado a cabo trimestralmente por el periodo de un año, esta tendrá la duración de 2 horas e incluirá un taller (Ver Figura n. ° 56). Se debe destinar un tiempo a concientizar al equipo, ya que la mayoría de las mejoras productivas dependen directamente de la eficiencia del personal.

Tema (1 hr)	Taller (1 hr)
Capacitación 1. Normas y sanciones de la empresa Factoría Bruce S.A.	Conversatorio de las sanciones que han recibido y discrepancia con las normas
Capacitación 2. Responsabilidades del área de Autopartes	“Área sin reglas”
Capacitación 3. Importancia de trabajo en equipo	Confianza a ciegas
Capacitación 4. Orden y organización del área	Inspección de cada mesa de trabajo
Capacitación 5. Diagnóstico del equipo de trabajo	Elaboración de FODA por trabajador y del área
Capacitación 6. Capacidades a desarrollar	Desarrollo de una capacidad individual por operario
Capacitación 7. Comunicación asertiva y empática	“Telefonito malogrado”

Capacitación 8. Roles en el equipo de trabajo	Intercambio de roles
Capacitación 9. Toma de decisiones	¿Debería haber sanciones?
Capacitación 10. Importancia de resolución de conflictos	Plantear un conflicto y analizar
Capacitación 11. Problemas frecuentes y posibles alternativas de solución	Solución grupal a un problema crítico
Capacitación 12. Seguimiento al líder y obediencia	Conversatorio

**Figura n. ° 56** Temario de capacitación en Liderazgo, Trabajo en equipo y Resolución de Conflictos

**Tabla n. ° 40**

Costos de capacitación en Liderazgo, Trabajo en Equipo y Resolución de Conflictos

<b>COSTOS</b>		
Capacitación supervisor	S/.	1350.00
Materiales	S/.	50.00
TOTAL	S/	1400.00

**Nota:** El costo de materiales hace referencia a los costos de las capacitaciones de los operarios a cargo de la supervisión.

- POLITICA DE REUNIONES MENSUALES

Para poder evaluar los avances y mejoras productivas es necesario una reunión para realizar un comparativo y compartirlo entre los participantes, a fin de prevenir o evitar reincidencias.

Actualmente no se cuenta con ningún tipo de reunión acordada entre operarios y supervisor, así como las reuniones entre supervisores del área y el jefe de producción. Mejorar la comunicación entre los operarios y la supervisión afianzará los lazos laborales, ya que muchos retrasos o inconvenientes productivos han surgido por malos entendidos o desconocimiento del personal.

En consenso con el área de Recursos Humanos y la jefatura de producción, se acordó realizar 2 reuniones semanales con todo el personal de la empresa, los lunes y sábados por 2 meses con duración de 10 minutos antes de iniciar las labores por la mañana, posteriormente se redujo a 1 reunión mensual el primer día hábil del mes con una duración de 20 minutos, a cargo del jefe de producción para informar la productividad del mes anterior, problemas suscitados y las soluciones inmediatas, así como la prevención y mejor preparación para el trabajo del mes presente.

Los temas que se tomaron en cuenta para las charlas de 10 minutos fueron:

- Tardanzas y faltas
- Orden y limpieza de las áreas
- Cuidado de las herramientas y maquinarias
- Defensa civil
- Accidentes laborales
- Motivación
- Problemas laborales

Si bien es cierto, estas reuniones no generan “rentabilidad” o “productividad” a primera vista, la concientización de las reuniones logró mejoría en el proceso productivo general, reduciendo desperdicios de tiempo productivo, procesos y movimientos en particular. El personal comenzó a trabajar más motivado y ordenado, responsable de su área de trabajo y de las herramientas que les fueron consignadas, en ello se basa la rentabilidad que dichas reuniones pueden generar.

Cabe mencionar que el carácter de las reuniones mencionadas es obligatorio para todo el personal, y aquel que no participe y esté presente en planta, será sancionado con 1 hora de descuento y si persiste en hasta 3 ocasiones, se le retornará a casa y será considerado como falta laboral. En en Tabla n. °41 se mostrará el costo que quieren las reuniones obligatorias.

**Tabla n. ° 41**

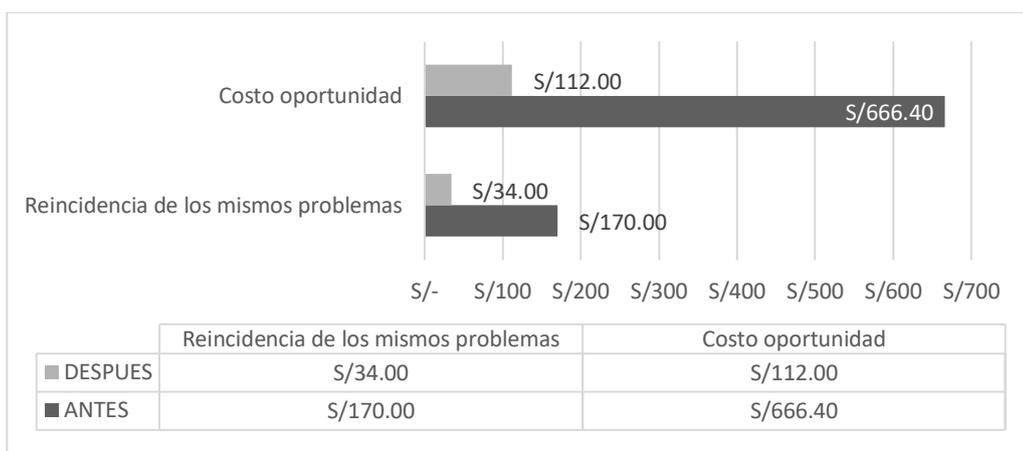
Costo de política de reuniones mensuales

<b>COSTOS</b>			
Impresiones	S/.	50.00	
TOTAL	S/	50.00	

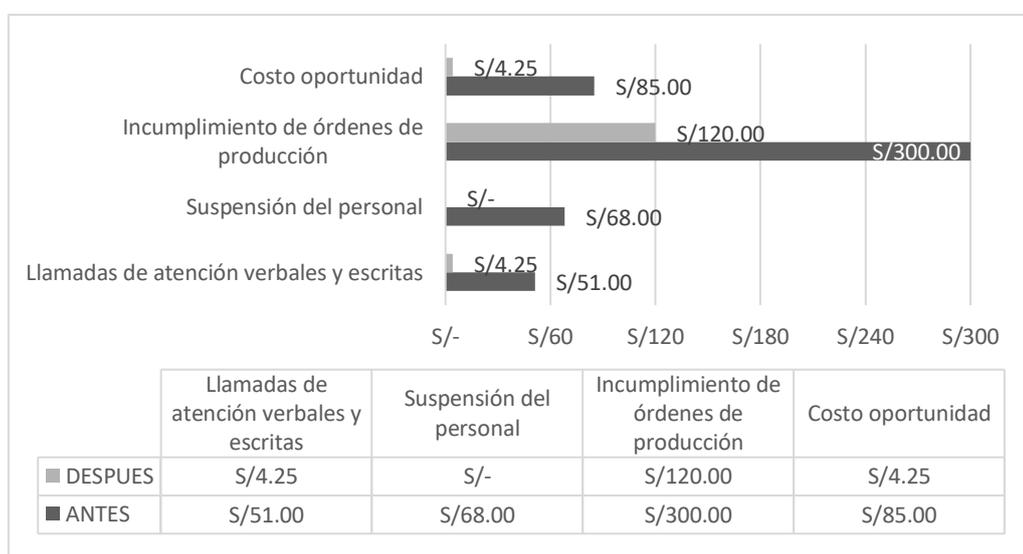
**Nota:** El costo de impresiones hace referencia al material físico visual que se le entregará en las reuniones, dependiendo del tema a tratar por reunión

Como se observa en la Figura n. °57 los costeos de las mudas generadas por una inadecuada resolución de conflictos se redujeron en un 80% respecto a la reincidencia de los problemas y por ende se redujo en un 83.2% el costo de oportunidad. En la Figura n. °58 los costeos de las mudas generadas por la ineficiente supervisión del proceso respecto a suspensiones se eliminaron al 100%, se redujeron un 91.7% respecto a llamadas de atención verbales y escritas, en un 60% se redujeron los incumplimientos en órdenes de producción y el costo de oportunidad se redujo en un 95%. En la Figura n. ° 59 los costeos de las mudas generadas por el desorden y desorganización se eliminaron al 100% el tiempo de limpieza extra, tiempos de orden extra, los conflictos entre áreas y por ende los costos de oprotunidad. Todo ello se logró con las capacitaciones tanto al supervisor como a los operarios, así mismo con las implementación de reuniones semanales, donde se tocan diversos temas a fin de

reducir o erradicar los problemas entre operarios o conflictos entre áreas, del mismo modo las llamadas de atención por incumplimiento.



**Figura n. ° 57** Costeo de mudas por inadecuada resolución de problemas



**Figura n. ° 58** Costeo de mudas por ineficiente supervisión del proceso



**Figura n. ° 59** Costeo de mudas por desorden y desorganización

## E. Factor Humano

### - PROGRAMA DE RECONOCIMIENTO Y MOTIVACIÓN

Reconocimiento de asistencia perfecta:

Respecto a las ausencias y tardanzas, ya existen políticas que incluyen el descuento de planilla por el tiempo no laborado y sanciones. Sin embargo, los trabajadores continuaban con sus faltas, generando un costo de oportunidad para el área de aproximadamente S/ 1 700 soles mensuales, es decir, S/ 20 000.00 soles anuales. Por lo que se le propuso al gerente un incentivo a quienes no tuvieran faltas ni tardanzas, llegando al siguiente acuerdo:

La evaluación de asistencia será mensual, si acumulan 3 meses seguidos sin faltas e inasistencias de cualquier índole a excepción de accidentes laborales, se les entregará un vale de comida para 2 personas (Ver Tabla n. °42), así como el reconocimiento a su asistencia en una de las reuniones mensuales de producción. La cual se tendrá en cuenta al momento de su evaluación de desempeño.

De igual forma, se mantendrán las sanciones, a más de 3 tardanzas no se le permitirá el ingreso a la empresa y se considerará como falta, a más de 3 faltas se le aplicará un memorándum de llamada de atención y a 3 memorándum se le retirará de la empresa.

#### **Tabla n. ° 42**

Costos de reconocimiento por asistencia perfecta

<b>COSTOS</b>		
Vale para 2 personas x6 operarios	S/.	330.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>330.00</b>

**Nota:** El Restaurante donde podrá ser canjeado el vale es Plaza Chicken

Concurso de Proyectos de Mejora Continua:

Los proyectos de mejora continua se están implementando con gran rapidez en las empresas actuales, puesto que no solamente están motivando al trabajador, viendo el proyecto desde una perspectiva del Factor Humano, sino que también nos evitamos de contratar un personal especializado que audite la empresa a fin de detectar puntos de mejora y proponer soluciones.

Los obreros, supervisores y jefatura directa son el personal idóneo para la identificación de problemas críticos a mejorar, ya que ellos a diario deben lidiar con problemas que suscitan durante el proceso productivo. El objetivo es mejorar el proceso productivo generando rentabilidad y mayor porcentaje de productividad de los recursos. Por ello, se aprobó la implementación de un concurso de mejora continua que constará de 5 etapas, detalladas a continuación:

Etapa 1: Informar del concurso de proyectos de mejora continua a las jefaturas y a los supervisores de cada área, quienes a su vez informarán a su equipo operativo en planta. Publicar el objetivo del concurso, el plazo de entrega de los proyectos, el número de participantes por proyecto, el incentivo que tendrán los ganadores y la implementación del o los proyectos ganadores.

Etapa 2: Recepción de los proyectos de mejora continua en el plazo establecido.

Etapa 3: Evaluación de la viabilidad de los proyectos presentados y seleccionar los 2 proyectos que podrán implementarse en este primer concurso

Etapa 4: Se premiará al o los operarios y a su supervisor con un diploma, además de un vale de almuerzo gratis por el periodo de 3 meses.

Etapa 5: Implementación de las 2 propuestas ganadores, las cuales deberán estar lideradas por el jefe de y la supervisión de cada área. Se le otorgará un plazo máximo de 3 meses y si el resultado es el esperado, se les reconocerá un incentivo económico a los integrantes.

Las reglas o normativas que deben cumplir son las siguientes:

- a. Los supervisores y operarios pueden presentarse al concurso. Los supervisores podrán participar solo de forma individual si el proyecto es de su autonomía. Si el proyecto corresponde a la iniciativa de los operarios de su área, el supervisor debe estar involucrado directamente.
- b. Los operarios solo pueden presentarse en una propuesta, ya sea individual o en grupo. Los grupos pueden estar compuestos hasta por 6 integrantes
- c. Solo se aceptarán las propuestas dentro del plazo de entrega de un mes.
- d. Los proyectos deberán ser presentados en un archivo en Word, Excel o algún otro programa según corresponda, debe tener explicado el problema crítico, la solución, el tiempo, materiales y mano de obra que se requerirá. En caso el proyecto corresponda a la idea de un operario, el supervisor directo será el responsable de elaborar el archivo.
- e. El tiempo que emplearán en las propuestas no debe afectar las labores de la línea productiva, por la que deberán manejar los tiempos con el supervisor del área.
- f. Al presentar su propuesta, los participantes se comprometen a participar en la implementación de la misma, bajo la supervisión directa del jefe del área.
- g. Los proyectos serán evaluados en primera instancia por los jefes de cada área, quienes presentarán a gerencia los proyectos que consideren. Contarán con 7 días para dicha evaluación.

- h. La gerencia evaluará los proyectos entregados por cada jefe de área. Tiene la facultad de decidir si solo 1 propuesta cumple con los parámetros para la implementación inmediata, así como de elegir más de 2 en caso los considere viables. Contará con 7 días para dicha evaluación.
- i. El resultado de las propuestas ganadoras se dará 15 días después de haber concluido el plazo de entrega e iniciada la evaluación.
- j. El reconocimiento y entrega de diplomas estará a cargo del área de Recursos Humanos.
- k. El tiempo que requerirá la implementación de la o las propuestas, será manejado directamente por el jefe y supervisor de cada área, para que no interfiera en las labores de la línea de producción.

**Tabla n. ° 43**

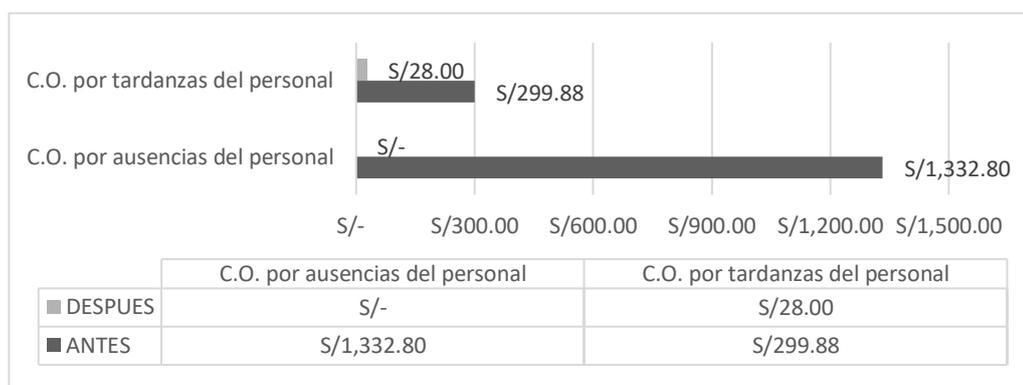
Costo de programa de Reconocimiento y Motivación

<b>COSTOS</b>		
Vale de almuerzo x 7 personas	S/.	350.00
Diplomas	S/.	7.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>357.00</b>

**Nota:** El Restaurante donde podrá ser canjeado el vale es Plaza Chicken

Como resultados de esta implementación, los operarios redujeron sus faltas y tardanzas notablemente, obteniendo casi una asistencia perfecta. La cuarta fase del concurso concluyó y está llevando a cabo la implementación de las propuestas ganadoras, todas las áreas participaron activamente (Ver Anexo n. ° 23).

Como se puede ver en la Figura n. ° 60 los costeos de las mudas generadas por falta de motivación laboral respecto al costo de oportunidad generado por ausencias, se eliminaron al 100% y respecto al costo de oportunidad por tardanzas del personal, de 9 a 1 vez mensual. La iniciativa de los operarios en la participación del concurso fue uno de los principales motivos de la drástica reducción en las ausencias y tardanzas de los operarios del área de Autopartes.



**Figura n. ° 60** Costeo de mudas por falta de motivación laboral

- MEJORAR PROCESO DE SELECCIÓN E INDUCCIÓN DEL PERSONAL

Una de las actividades más importantes del área de Recursos Humanos es el proceso de selección personal. El contratar la mano de obra más barata usualmente no es la mano de obra mejor capacitada. Los reprocesos o rechazos de las autopartes por error de fabricación representaban aproximadamente S/ 900.00 soles mensuales, equivalente al sueldo de un operario. Se detectó que los operarios contratados no estaban calificados, no contaban con los estudios técnicos o la experiencia que el trabajo requería. Por ello, se trabajó con el área de RRHH para mejorar el proceso de selección e incluir una capacitación/inducción obligatoria de no menos de un día y un tiempo de prueba, para constatar la adaptación del trabajador a su nuevo empleo. Además, se ampliaron los canales de convocatoria y se pagará por anuncios en el periódico cuando se requiera de personal.

Entre los requisitos que se estandarizaron respecto al proceso de selección para los operarios del área de Autopartes fueron las siguientes:

- Tiempo de experiencia laboral mayor a 1 año en el área o mayor a 2 años en el rubro.
- Estudios técnicos de soldadura concluidos
- Certificación en soldadura MIG/MAG (deseable)
- Recomendación de mínimo 1 empleador anterior
- Alta destreza manual y concentración

Se debe considerar en el proceso de selección el tipo de contrato y especificar a los participantes de la convocatoria que si es seleccionado ingresará a un periodo de evaluación de 3 meses, se medirá su nivel de desempeño en el área y en base a ello y otros indicadores se realizará su renovación de contratado, lo que incluye el acuerdo salarial. Los costos de la implementación se detallan en la Tabla n. °44.

El seleccionado deberá cumplir con el programa de inducción (Ver Figura n. °60) que se realizará el primer día laboral del trabajador.

Actividad	Cronograma	Responsable	Tiempo
1	Presentación del supervisor y del área de Autopartes en general	Supervisor de Autopartes	0.5 hr
2	Entrega de EPP's	Almacén y RRHH	0.5 hr
3	Presentación formal al grupo de autopartes y su puesto de trabajo	Supervisor de Autopartes	1 hr

4	Informar las funciones que llevará acabo y del manual de procedimientos	Supervisor de Autopartes	3 hrs
5	Entrega de herramientas	Almacén	0.5 hrs
6	Reconocimiento y uso de maquinarias y herramientas	Supervisor de Mantenimiento	2 hrs
6	Recorrido por toda la planta de producción y explicación del proceso	Supervisor de Autopartes	0.5 hr

**Figura n. ° 61** Cronograma de inducción del área de Autopartes

**Tabla n. ° 44**

Costos de Mejora de proceso de selección e inducción del personal

<b>COSTOS</b>		
Impresiones del Cronograma de inducción	S/.	10.00
Hojas bond	S/.	5.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>15.00</b>

**Nota:** El proceso de Selección está a cargo de RRHH y la inducción a cargo del supervisor del área

- **ACTUALIZACIÓN DE EVALUACION DE DESEMPEÑO**

Dado que el área de autopartes no contaba con indicadores de productividad de sus trabajadores, era difícil evaluar su desempeño total, así como incluir cifras comparativas de mejora en las evaluaciones para incremento salarial en renovación de contratos. Las evaluaciones al personal están a cargo del área de RRHH, se le entregaba a los supervisores pruebas proyectivas para evaluar a su personal antes de las renovaciones de contrato. Sin embargo, dichas pruebas no incluían ítem netamente de la productividad de cada operario por lo que se propuso indicadores de productividad (Ver Figura n. °61) para evaluar a cada trabajador y se ajustan al trabajo de fabricación de autopartes:

Indicador	Fórmula del Indicador
Eficiencia de mano de obra	$\% \text{ Productividad parcial M.O.} = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ horas de mano de obra efectiva}}{\text{N}^\circ \text{ horas mano de obra real}} \right) * 100$
Cumplimiento de programación	$\% \text{ Producción de Autopartes} = \left( \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \right) * 100$
Cumplimiento de calidad	$\% \text{ Cantidad de autopartes reprocesadas} = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ piezas re procesadas}}{\text{N}^\circ \text{ piezas producidas}} \right) * 100$
	$\% \text{ Cantidad de autopartes rechazadas} = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ piezas rechazadas}}{\text{N}^\circ \text{ piezas producidas}} \right) * 100$

**Figura n. ° 62** Indicadores productivos del área de Autopartes

Se convocó a reunión a todos los integrantes del área de Autopartes para informar la nueva modalidad de evaluación con indicadores productivos.

Las evaluaciones se realizaron el primer mes de forma semanal, posteriormente mensual. Se decidió evaluar el primer mes de forma mensual para evaluar el impacto de la implementación de la propuesta en el desempeño de los trabajadores, para luego ser mensual y hacer seguimiento de control. Se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura n. °62.

Indicador	Fórmula	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6
Eficiencia de mano de obra	% Productividad parcial mano de obra	80%	85%	76%	86%	91%	93%
Cumplimiento de programación	% Producción de Autopartes	80%	85%	90%	90%	95%	95%
Cumplimiento de calidad	% Cantidad de autopartes reprocesadas	10%	0%	20%	20%	0%	0%
	% Cantidad de autopartes rechazadas	0%	0%	5%	0%	0%	0%

**Figura n. ° 63** Ejemplo de evaluación semanal de los 6 operarios

Como se puede observar en la Figura n. °62 que corresponde a la evaluación de los 6 operarios del área de Autoparte en la primera semana de implementación del uso de los indicadores productivos, los valores fueron elevados, puesto a que se encontraban recibiendo capacitaciones y charlas, mayor supervisión y motivación en el trabajo. Se continuó evaluando semanalmente durante ese primer mes y los valores de cumplimiento de calidad llegaron a 0% mientras que los de eficiencia de mano de obra y cumplimiento se elevaron y mantuvieron. Se acordó continuar con dicha evaluación de forma mensual e incluirse en la evaluación general de desempeño del área de RRHH, para futura toma de decisiones.

Los costos incurridos en la implementación de las evaluaciones se detallan en la Tabla n. °45.

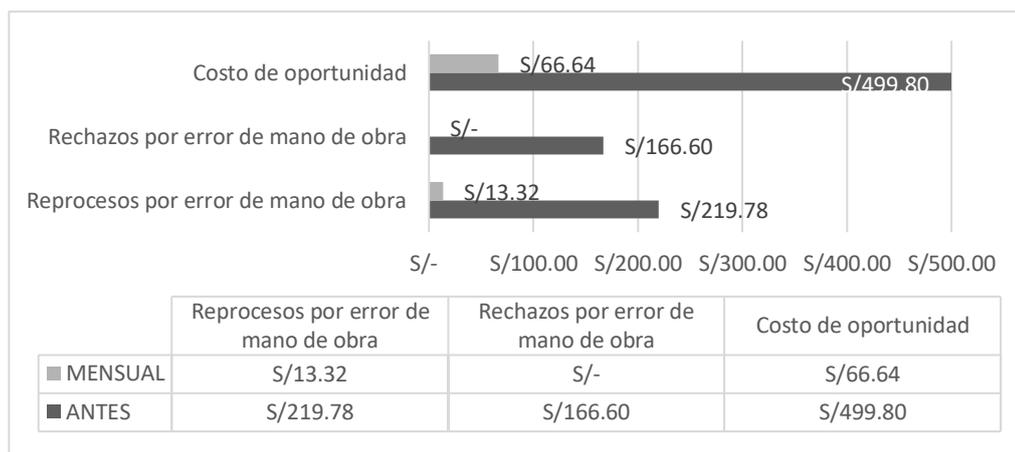
**Tabla n. ° 45**

Costos de implementación de evaluación de desempeño

<b>COSTOS</b>	
Impresión de hojas de evaluación	S/. 24.00
Folders para evaluaciones (6 und)	S/ 18.00
Hojas bond	S/. 5.00
Lapicero	S/. 3.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 50.00</b>

**Nota:** Se compraron folders de diferentes colores para representar a cada operario

Como se observa en la Figura n. °64 los costeos de las mudas generadas por una inadecuada selección del personal, es decir, contratación de mano de obra inexperta además del escaso seguimiento en sus funciones, se redujeron un 93.9% respecto a los re procesos por mano de obra inexperta y los rechazos por el mismo motivo se eliminaron al 100%. Además, el costo de oportunidad se redujo un 86.7%. Esta reducción se debió principalmente a la evaluación de desempeño que se implementó para el seguimiento constante del trabajador, así como se mejoró el proceso de selección de personal para futuros requerimientos.



**Figura n. ° 64** Costeo de mudas de inadecuada selección del personal

- **CAPACITACION EN RELACIONES INTERPERSONALES Y MOTIVACIÓN**

Adicional a la capacitación recibida en liderazgo y resolución de conflictos, se requiere una capacitación exclusiva que trate temas de motivación y relaciones interpersonales.

La desconcentración genera órdenes erróneas y retrasos que involucran costos de aproximadamente S/ 10 000 soles anuales. Por ello, se requiere capacitar a los operarios del área de Autopartes y concientizarlos en la responsabilidad que tiene cada uno.

La concentración en las horas de trabajo es fundamental, por ello se motivará y afianzarán no solo el trabajo en equipo sino también las relaciones interpersonales entre compañeros.

Se contrató a la empresa Buena Onda para que brinde 1 charla-taller cada dos meses con una duración de 1 hr cada charla con los siguientes temas:

- Relaciones interpersonales
- Comunicación asertiva
- Estrés laboral
- Motivación
- Técnicas de motivación

- Clima laboral

Al concluir la primera charla, los operarios disminuyeron el estrés laboral que antes tenían y se redujeron las quejas entre compañeros. Además, el supervisor del área logró afianzar el diálogo constante con su equipo. Se trabajó de la mano con el área de Recursos Humanos, que por medio de encuestas y entrevista a cada involucrado, informó que las aptitudes comunicativas, el nivel de satisfacción, la relación entre supervisor-operario y la cooperación mutua había mejorado.

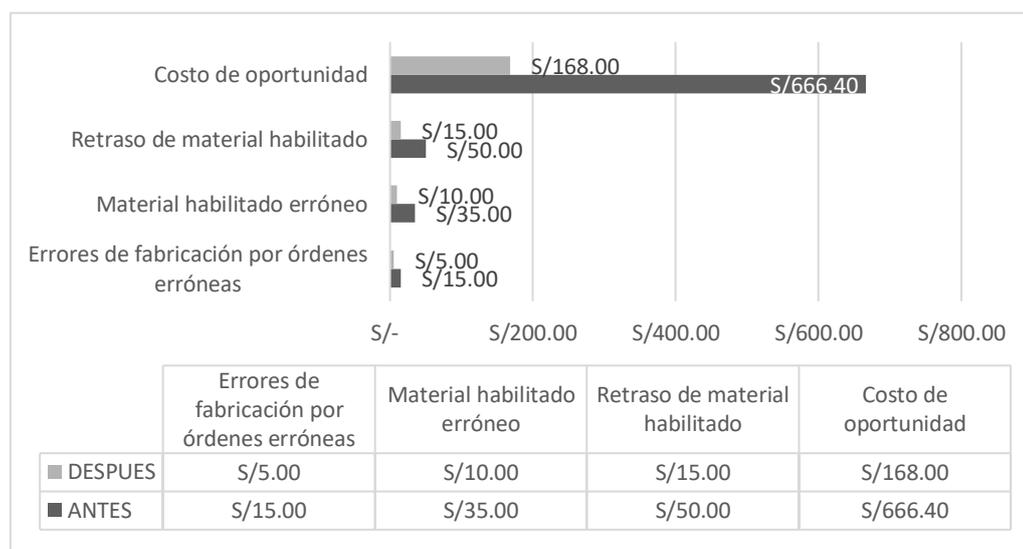
**Tabla n. ° 46**

Capacitación en Relaciones Interpersonales y Motivación

COSTOS	
Capacitación externa	S/ 210.00
Hojas bond	S/ 5.00
Plumones	S/ 15.00
Lapiceros	S/ 6.00
Mano de obra capacitada	S/ 180.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 416.00</b>

**Nota:** La capacitación externa la realizó por Buena Onda OTME S.A.C.

Como se observa en la Figura n. ° 65 los costeos de las mudas generadas por una inadecuada comunicación y coordinación se redujeron un 66.67% respecto a errores de fabricación por órdenes de supervisión, respecto al material habilitado erróneo se redujo un 71.4%, respecto a retraso de material habilitado se redujo de 130 a 15 horas mensuales y por último el costo de oportunidad se redujo un 74.7%. Todo ello se logró con las capacitaciones tanto al supervisor como a los operarios, así mismo con las implementación de reuniones semanales, donde se tocan diversos temas a fin de reducir o erradicar los problemas entre operarios o conflictos entre áreas, del mismo modo las llamadas de atención por incumplimiento.



**Figura n. ° 65** Costeo de mudas por inadecuada comunicación y coordinación

#### V.4. Productividad Post implementación

Finalizada la implementación de la propuesta, se evaluaron nuevamente los indicadores de productividad, para realizar un comparativo, como se muestra en la Tabla n. °47.

**Tabla n. ° 47**

Indicadores de productividad posterior a la implementación

Dimensión	Indicador	Fórmula	Antes de la Propuesta	Después de la Propuesta
<b>EFICIENCIA</b>	Eficiencia de Mano de Obra	% Productividad parcial M.O.	62%	91%
	Rendimiento de Maquinaria	% Productividad parcial máquina	70%	87%
<b>EFICACIA</b>	Cumplimiento de producción	% Producción	64%	100%
		% Rechazos	3%	0%
	Cumplimiento de calidad	% Cantidad de re proceso	21%	2%
		% Tiempo de re proceso	4.0%	0.6%
	Cumplimiento de material habilitado	% Retrasos de material	64%	19%
	Cumplimiento de despacho	% Retrasos de despacho	35%	4%

**Nota:** Los resultados fueron obtenidos en base a la información recolectada por medio de los instrumentos, así como la información brindada por Factoría Bruce S.A.

Respecto a la Eficiencia de mano de obra, se evaluaron las horas de mano de obra real con relación a las horas de mano de obra estándar en el mes. En la Tabla n. °48 se detallan los tiempos por autoparte crítica 9156 Interprovincial Antes y Después de la implementación de la propuesta.

**Tabla n. ° 48**

Cuadro comparativo de tiempos de fabricación

NOMBRE AUTOPARTE	Antes de la propuesta			Después de la propuesta		
	Tiempo STD Antes	Horas de mano de obra mensual	Horas de mano de obra STD	Tiempo STD Después	Horas de mano de obra mensual	Horas de mano de obra STD
Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	8.00	130.00	88.00	6.74	126.00	87.61
Acople de faros	7.00	68.00	0.00	6.18	117.00	111.20
Embellecedor 916 x 8 pzs	6.50	121.00	32.50	7.19	126.00	129.39
Tope puerta cabina 916 x 1pz	5.75	51.00	28.75	5.05	90.00	90.98
Caja pistón neumático 916 x 1pz	3.25	75.00	42.25	2.25	54.00	40.44
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	3.00	71.00	39.00	3.48	63.00	62.67
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	2.50	52.00	45.00	2.47	54.00	44.48

Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	2.50	62.00	57.50	2.25	39.60	40.44
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	2.00	22.00	8.00	2.02	37.80	36.39
Base de faro principal comil x 8 pzs	1.17	18.00	8.17	1.12	21.60	20.22
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	1.17	17.00	11.67	1.12	20.16	20.22
Brazo tapa motor 916 x 1pz	1.00	21.00	15.00	0.90	18.00	16.17
Estructura caja defroster 916 x 1pz	1.00	41.00	13.00	0.79	18.00	14.15
Mecanismo sujeción batería (th) x 2pzs	1.00	11.00	4.00	0.90	18.00	16.17
<b>TOTAL</b>		<b>760</b>	<b>392.83</b>		<b>803.16</b>	<b>730.52</b>

**Nota:** La información corresponde a las autopartes críticas del modelo 916 nterprovincial

Al efectuar la fórmula del % Productividad parcial de Mano de Obra, se obtuvo como resultado el 91% de eficiencia. Por ello, la eficiencia de Mano de Obra se incrementó de 62% antes de la implementación al 91% después, ese 29% se logró con la reducción de mudas por medio de la estandarización de autopartes, tiempos estándar e implementación de un manual de procedimientos.

Respecto a la Eficiencia de Maquinaria, se evaluaron las horas máquina real con relación a las horas máquina estándar en el mes. En la Tabla n. °49 se detalla la información del resumen mensual de Mantenimiento Antes y Después de la implementación de la propuesta.

**Tabla n. ° 49**

Resumen de fallas de equipos por Mantenimiento

Nombre operario	Antes	Después
	Número falla de maquina soldar	
Maquina 1AC	2	0
Maquina 2HV	0	0
Maquina 3RM	3	0
Maquina 4GO	2	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
Nombre operario	Número falla de esmeril	
Esmeril 1AC	3	1
Esmeril 2FL	0	0
Esmeril 3HV	0	0
Esmeril 4IC	0	0
Esmeril 5GO	0	0
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

**Nota:** La información fue brindada por el área de Mantenimiento de Factoría Bruce S.A.

El tiempo promedio de Mantenimiento Correctivo antes de la implementación era de 4 horas aproximadamente, ahora con el Plan de Mantenimiento Preventivo, las fallas en el mes se redujeron de 10 a 1 vez. Además, el mantenimiento correctivo se redujo a

2 horas. Es por ello que al realizar los cálculos, el número de horas real de disponibilidad y uso de la máquina en el mes incrementó la eficiencia de 70% a 87%.

Respecto a la Eficacia del Cumplimiento de Producción, se evaluó la producción real fabricada en el mes con relación a la producción programada. En la Tabla n. °50 se detalla la información sobre la cantidad demandada o programada y cantidad fabricada Antes y Después de la implementación de la propuesta

**Tabla n. ° 50**

Información sobre la fabricación de Autopartes

Nombre autoparte	Antes		Después	
	Cantidad programada	Cantidad fabricada	Cantidad programada	Cantidad fabricada
Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	25	14	18	18
Acople de faros	25	19	18	18
Embellecedor 916 x 8 pzs	25	10	18	18
Tope puerta cabina 916 x 1pz	25	20	18	18
Caja pistón neumático 916 x 1pz	25	32	18	18
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	25	29	18	18
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	25	20	18	18
Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	25	25	18	18
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	25	16	18	18
Base de faro principal comil x 8 pzs	25	20	18	18
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	25	24	18	18
Brazo tapa motor 916 x 1pz	25	30	18	18
Estructura caja defroster 916 x 1pz	25	10	18	18
Mecanismo sujeción batería (th) x 2pzs	25	50	18	18

**Nota:** La información fue proporcionada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A.

Como se puede observar, la programación era de un valor mucho mayor a la cantidad real fabricada, esto debido a que no habían lotes específicos previa evaluación del requerimiento. Las cantidades fabricadas variaban desde 10 a 50 unidades. Sin embargo, reduciendo las mudas de sobre producción y sobre procesamiento, a través de las políticas de producción de piezas, estandarización de autopartes y sobre todo el uso de Trello.com, solo se fabrica la cantidad que se requiere, es decir, trabajar con el sistema pull. Por tanto, se cumplió el 100% de la eficacia en el cumplimiento de producción, superando el 64% que se cumplía antes de la propuesta.

Respecto a la Eficacia del Cumplimiento de Calidad, se evaluó el número de autopartes rechazadas y el número de autopartes re procesadas respecto al total de fabricación, así como los tiempos de re procesamiento empleados. En la Tabla n. °51 se

detalla la información sobre la cantidad rechazada de autopartes Antes y Después de la implementación de la propuesta, eliminándose el 100% de las piezas rechazadas. En la Tabla n. ° 52 se detalla información sobre la cantidad re procesada Antes y Después de la implementación. Se redujeron de 21% a 2% las piezas que se tuvieron que re procesar. Finalmente en la Tabla n. ° 53, se detallan los tiempos que requerían los re procesos, siendo antes el 4% del tiempo total de producción y después de la implementación se redujo al 0.6%. Todo ello se logró con la reducción de mudas de defectuosos con implementación del Manual de Procedimientos y la contratación de un inspector de calidad.

**Tabla n. ° 51**

Información sobre Autopartes Rechazadas

Nombre autoparte	Antes		Después	
	Cantidad fabricada	Cantidad rechazada	Cantidad fabricada	Cantidad rechazada
Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	14	0	18	0
Acople de faros	19	0	18	0
Embellecedor 916 x 8 pzs	10	0	18	0
Tope puerta cabina 916 x 1pz	20	0	18	0
Caja pistón neumático 916 x 1pz	32	0	18	0
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	29	2	18	0
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	20	0	18	0
Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	25	0	18	0
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	16	2	18	0
Base de faro principal comil x 8 pzs	20	0	18	0
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	24	0	18	0
Brazo tapa motor 916 x 1pz	30	0	18	0
Estructura caja defroster 916 x 1pz	10	0	18	0
Mecanismo sujeción batería (th) x 2pzs	50	1	18	0
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>		<b>0</b>

**Nota:** La información fue proporcionada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A.

**Tabla n. ° 52**

Información sobre Autopartes Reprocesadas

Nombre autoparte	Antes		Después	
	Cantidad fabricada	Cantidad re procesada	Cantidad fabricada	Cantidad re procesada
Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	14	5	18	5
Acople de faros	19	10	18	0
Embellecedor 916 x 8 pzs	10	15	18	0

Tope puerta cabina 916 x 1pz	20	5	18	0
Caja pistón neumático 916 x 1pz	32	2	18	0
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	29	3	18	0
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	20	2	18	0
Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	25	2	18	0
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	16	2	18	0
Base de faro principal comil x 8 pzs	20	3	18	0
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	24	0	18	0
Brazo tapa motor 916 x 1pz	30	0	18	0
Estructura caja defroster 916 x 1pz	10	0	18	0
Mecanismo sujeción batería (th) x 2pzs	50	1	18	0
TOTAL		63		5

**Nota:** La información fue proporcionada por el área de Calidad de Factoría Bruce S.A.

**Tabla n. ° 53**

Información sobre los tiempos de Autopartes Reprocesadas

Nombre autoparte	Antes		Después	
	Cantidad re procesada	Tiempo de reproceso	Cantidad re procesada	Tiempo de reproceso
Estribo auxiliar thunder 916 x 1pz	5	5	5	5
Acople de faros	10	10	0	0
Embellecedor 916 x 8 pzs	15	7.5	0	0
Tope puerta cabina 916 x 1pz	5	1.25	0	0
Caja pistón neumático 916 x 1pz	2	1	0	0
Bisagra inferior puerta chofer bruce x 1pz	3	2.25	0	0
Bisagra tapa motor 916 x 2pzs	2	1	0	0
Base porta extintor 916 c/gancho x 1pz	2	1	0	0
Pasamano puerta delantera 916 x 1pz	2	1	0	0
Base de faro principal comil x 8 pzs	3	0.75	0	0
Pasamano puerta chofer 916 "u" x 1pz	0	0	0	0
Brazo tapa motor 916 x 1pz	0	0	0	0
Estructura caja defroster 916 x 1pz	0	2.5	0	0
Mecanismo sujeción batería (th) x 2pzs	1	3	0	0
TOTAL	63	36.25	5	5

**Nota:** La información fue proporcionada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A.

Respecto a la Eficacia del Cumplimiento de material habilitado, se evaluó la relación entre el número de veces que el material habilitado tuvo retraso y estuvo a tiempo. En la Tabla n. °54 se detalla la información sobre el número de veces en el mes que se registraron paradas productivas por retraso de material habilitado, así como el tiempo total en horas tanto Antes y Después de la implementación de la propuesta. La reducción en horas de 20 a 3 así como el número de paradas de 20 a 5, se debió a la reducción de mudas de inventario, sobre producción y tiempos, que se erradicaron en parte por la mejora del programa de producción, así como el flujo de solicitud de material habilitado por parte del área de Autopartes al área de Habilitado respectivamente. Realizando los cálculos, el número de retrasos antes respecto a los cumplimientos era del 64%, porcentaje reducido a 19%.

**Tabla n. ° 54**

Información sobre los tiempos de Autopartes Reprocesadas

Paradas Improductivas	Antes		Después	
	Cantidad de paradas	Tiempo total de paradas mensual (hrs)	Cantidad de paradas	Tiempo total de paradas mensual (hrs)
Retraso de material habilitado	20	20	5	3

**Nota:** La información fue proporcionada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A.

Respecto a la Eficacia del Cumplimiento de despacho, se evaluó la relación entre el número de retrasos en despacho mensual en almacén sobre el número de días laborables (existe despacho de piezas las 8 horas de los 26 días laborables del mes). En la Tabla n. °55 se detalla la información sobre el número de veces en el mes que se registraron paradas productivas por retraso en despacho de insumos, así como el tiempo total que involucraron las paradas en horas tanto Antes y Después de la implementación de la propuesta. La implementación de las 5s y codificación y clasificación de autopartes así como las piezas muestra, redujeron las mudas de transporte y movimientos, ya que el proceso del despacho comenzó a tener mayor fluidez y rapidez. De 10 retrasos se redujo a 1, así como de 5 horas de parada productiva se redujo a 30 minutos. Por ende, los retrasos en despacho antes se redujeron del 35% al 4% mensual.

Paradas Improductivas	Antes		Después	
	Cantidad de paradas	Tiempo total de paradas mensual (hrs)	Cantidad de paradas	Tiempo total de paradas mensual (hrs)
Retraso en despacho de insumos	10	5	1	0.5

**Nota:** La información fue proporcionada por el área de Producción de Factoría Bruce S.A.

Con la información recolectada y la medida de la productividad después de la implementación, la hipótesis planteada en la investigación es aceptada en base a los resultados obtenidos por el programa implementado en el año 2019 dentro del sector manufactura de carrocería de buses.

## **VI.DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **VI.1. Discusión**

- Expuestos los resultados obtenidos con el presente proyecto de investigación, así como el beneficio económico generado por la reducción de mudas y el aumento del nivel de productividad, mediante la aplicación de herramientas y estrategias dentro de la empresa en estudio, Factoría Bruce S.A., según lo indica la metodología de Lean Manufacturing, se afirma que la investigación contribuye a incrementar la productividad e inclusive rentabilidad de la empresa.
- Respecto al aumento de la productividad, se demostró un mayor índice de eficiencia y eficacia del proceso con la disminución de tiempos muertos tanto de mano de obra como de maquinaria, el cumplimiento de las programaciones y estándares de calidad. La identificación de las mudas orientaron a la definición de las causas críticas que generaban un nivel bajo de productividad. Así como Valdivieso y Zúñiga (2016) en su investigación identificaron que el elevado tiempo de lead time de reparaciones generada por las mudas ocasionaba desorden y descontrol a lo largo del proceso. Por ello en el presente estudio fue de vital importancia identificar las mudas o desperdicios, adaptándose el Diagrama de Ishikawa utilizando los criterios propuestos por Romero (2014) y Corredor (2015), quienes seccionaron a los 7 desperdicios en: Instalaciones, Dirección de operaciones, Políticas empresariales, Factor humano y Prevención de fallas, con el fin de relacionar las mudas y generar una sinergia en la reducción de los desperdicios con el fin de impactar todo el proceso.
- Toda empresa en la actualidad debe tener como estrategia el operar y gerenciar con metodologías y herramientas de mejora continua. Portada (2017) partió de la metodología del VSM, para identificar causas raíces y así implementar las 5s, sistemas de gestión y evaluación de proyecto, logrando reducir los re procesos en 35% y costos de mano de obra en 48%, así como el incremento en 13% de la producción de furgones. De forma similar, en la presente investigación cambiando a un sistema KANBAN usando el programa Trello.com se redujeron los tiempo de fabricación y número de re procesos, eliminación de inventarios y cumplimiento al 100% de las programaciones. Con la reducción de desperdicios se agilizó la producción y se eliminaron los faltantes de autopartes en almacén, tal como Díaz (2018) en su investigación aprovechó el incremento de velocidad productiva para incrementar sus órdenes de trabajo en casi 11%. Los tiempos de fabricación son cruciales, por ello los tiempos estándar se actualizaron e incluyeron en el Manual de Procedimientos, ya que en proyectos donde

el ciclo productivo es de 71 minutos, pero el tiempo real es de 415 minutos como en el caso de Contreras, Zambrano y Vaca (2018), la implementación de 5s y estandarización y eliminación de desperdicios fueron de solución inmediata.

- La implementación de la propuesta requirió del compromiso de todos los niveles de la empresa, dado que las herramientas no pueden ser trabajadas independientemente, sino que se requiere de trabajo en equipo para lograr la optimización del proceso y constancia. Lopez (2020) analizó 3 aspectos en la empresa que involucraba no sólo a los trabajadores, sino también las decisiones de los altos mandos, y tuvo como finalidad no sólo implementar herramientas como Jidoka, JIT, Poke Yoke o estandarización, sino crear una cultura esbelta. Además, todo ello incrementó el nivel de satisfacción no sólo del cliente final, sino también de los clientes internos. Del mismo modo, la gerencia de la empresa Factoría Bruce S.A. participó e involucró de forma activa a todas las jefaturas y caros de supervisión de la empresa, a fin de unificar ideas e imponer las nuevas herramientas de trabajo, previa evaluación y análisis de las herramientas e impacto en la productividad del proceso de encarrozado,
- Respecto a la evaluación post implementación del proyecto para conocer los resultados inmediatos, se pudo contrastar información directa con Quispe (2018) y Portada (2017) quienes utilizando técnicas de Lean Manufacturing en el mismo rubro de carrocerías lograron crear 2 áreas adicionales reduciendo un 26% las actividades y reducir las unidades re procesadas en 35% como el incremento del 13% de producción, respectivamente. Mientras que en el presente estudio, los re procesos se redujeron a 2% y la eficiencia de mano de obra incrementó al 90%, estos son sólo algunos indicadores comparados. Además, Portada determinó en su análisis financiero una rentabilidad positiva TIR de 27% con una ganancia adicional a la inversión inicial de S/.39,245, mientras que en Factoría Bruce S.A. se logro un beneficio de S/ 23,783.75 mensual que es un monto muy atractivo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existen herramientas propuestas que deberán continuar con una evaluación constante y sobre todo el seguimiento de los indicadores para medir desperdicios.
- Por último, la reducción y/o eliminación de las mudas es una técnica cuyos resultados son positivos para la empresa, y sobre todo porque los criterios son prácticos y con sentido común, por lo que dependerá de cada empresa o investigador adecuar las técnicas o herramientas a su realidad problemática.

## **VI.2. Conclusiones**

- En medida que se reducen las mudas, la productividad de la fabricación de autopartes en la empresa Factoría Bruce S.A. incrementa, dado que los indicadores de productividad como eficiencia y eficacia se relacionan directamente con ítems que involucran por lo menos una de las mudas presentadas en el proyecto. Además, el

términos monetarios, la reducción de las mudas representa un beneficio económico de S/ 25,851.71 Nuevos Soles mensuales.

- En el diagnóstico de la situación actual se encontraron 51 items relacionados a las 7 mudas en estudio y mediante el Diagrama de Ishikawa se categorizaron en base a 5 criterios, los cuales afectan la eficiencia y eficacia productiva del proceso generando costos de S/ 30,665.78 Nuevos Soles mensuales.
- Uno de los pilares para la implementación de la propuesta fue el trabajo con el personal, por medio de las capacitaciones ya que la empresa no es automatizada y requiere de mano de obra para todo el proceso. Además, las técnicas de Lean Manufacturing implementadas fueron acertadas para la reducción de las mudas, partiendo de las herramienta de 5s.
- Las herramientas o políticas implementadas deben trabajarse en conjunto dado que la relación entre mudas es bastante estrecha. La fabricación de estantes, codificación y clasificación e autopartes, la compra de herramientas, el mantenimiento preventivo, la estandarización de autopartes, el estudio de tiempos, el manual de procedimientos, el sistema ERP, las políticas de ventas y las capacitaciones en general, en conjunto mejorarán la calidad del proceso y del producto.
- No sólo se trabajaron propuestas en el área de Autopartes encargada del proceso en estudio, sino se incluyó la participación de áreas como Calidad, Logística, Sistemas, Ingeniería y Diseño, y Recursos Humanos.
- Los resultados de la evaluación post-implementación incluyen los indicadores de productividad que incrementaron en un 29% respecto de mano de obra, se ha cumplido el 100% de lo programado el primer mes de evaluación, se han eliminado casi en su totalidad los reprocesos y rechazos, los retrasos de material y despacho se han reducido en aproximadamente 45% y 31% respectivamente en el primer mes, y los costos de las mudas se han reducido en un 77% mensual, es decir se redujeron de S/ 30,665.78 a S/ 4,814.07
- La hipótesis planteada en la investigación es aceptada en base a los resultados obtenidos por el programa implementado en el año 2019 dentro del sector manufactura de carrocería de buses.

### **VI.3. Recomendaciones**

- Se recomienda implementar la propuesta de mejora en otras áreas de la empresa Factoría Bruce S.A., a fin de crear sinergia entre las áreas y el flujo del proceso de carrocería de buses sea más productivo y rentable, como ya se demostró en el presente proyecto.

- La identificación, medición y reducción de los desperdicios es una tarea constante de mejora continua que debe implementarse a largo plazo y no conformarse con los resultados obtenidos a corto plazo y ser sostenible en el tiempo.
- Los objetivos estratégicos deben estar alineado con la optimización de los desperdicios, dado que para lograr resultados se debe comenzar con generar una cultura de mejora continua desde los altos mandos.
- Tener en cuenta que no todas las mudas o desperdicios podrán eliminarse en su totalidad, debe se hacerse un estudio y analizar que mudas pueden eliminarse y cuáles reducirse, esto depende del tamaño, rubro y objetivos estratégicos que tenga la empresa.
- Es crucial iniciar un proyecto de mejora continua partiendo de la implementación de las 5s, dado que nos dará un panorama limpio, ordenado y estandarizado para iniciar cualquier otra metodología.
- Es recomendable capacitar de forma continua al personal tanto administrativo como operativo no solo en temas relacionados a la mejora continua sino también respecto proceso productivo, para obtener mejores resultados al evaluar los niveles de productividad.
- El proyecto de reducción de mudas es aplicable a cualquier sector, adaptándolo a la realidad de cada empresa, sin embargo, se recomienda en específico la implementación en empresas del mismo sector, dado que la realidad de las carrocerías en el Perú es bastante similar.
- Las soluciones propuestas antes el problema expuesto no son definitivas, se encuentran abiertas a la creatividad y apertura del investigador, quien juega el rol más importante en el desarrollo de las herramientas y metodologías.

## REFERENCIAS

- Arango, M. , Campuzano L. y Zapata, J. (2015). Mejoramiento de Procesos de Manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad De Medellín*.
- Bellido, Y. (2018). Modelo de Optimización de Desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las Mypes del Sector Textil. (*Tesis de Grado*). Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Biasca, R. (2006). *Productividad: El enfoque integral del tema*. Cordoba: Ediciones Macchi.
- Byars, L. y Rue, L. (1996). *Gestión de recursos humanos*. Madrid: McGraw Hill.
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de personal, el capital humano de las organizaciones* (8° Edición ed.). México D.F., Mexico: Mc Graw-Hill.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano* (3° Edición ed.). Mexico D.F.: McGraw Hill.
- Consejo Privado de Competitividad Perú (Compite). (2019). *Informe de Competitividad 2019*. Obtenido de Consejo Privado de Competitividad Perú: <https://www.compite.pe/wp-content/uploads/2019/02/informe-de-competitividad-2019.pdf>
- Contreras, E., Zambrano, D. y Vaca, Y. (2018). Análisis de mudas en el sector metalmecánico de Boyacá-Colombia. *Revista Espacios*, 30.
- Corredor, I. (2015). Sin identificación de los 7 desperdicios, no hay Lean. (*Tesis de Maestría*). Universidad Autónoma de México, México D.F., México.
- Cruelles, J. (2012). *Productividad Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. España: Marcombo.
- Del Negro. (2016). *Buses Interprovinciales más tecnológicos y Seguros*. Obtenido de Diario El Comercio: Obtenido el 30 de Junio del 2019 <https://elcomercio.pe/suplementos/comercial/autos/buses-interprovinciales-mas-tecnologicos-y-seguros-1002277>
- Díaz, L. (2018). Diagnóstico, diseño y estrategia de implementación de propuestas de mejora para el proceso de reparación de carrocería y pintura en un taller automotriz. (*Tesis de grado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Espinoza, C. (2016). *Control total de calidad: Conceptos y Requisitos*. Costa Rica: Revista Tecnología En Marcha.
- Fernández, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Fullana, C. y Urquía, E. (2009). *Los Modelos de Simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Fundación Iberoamericana de Alta Especialización Profesional. (2014). *Control y manejo de inventarios*.
- Gamarra, J. (2016). Restricciones y rentabilidad en el Sector de Manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo año 2016. (*Tesis de Grado de Maestro*). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- García, I. (Agosto de 2017). *Definición de Existencias*. Obtenido de Economía Simple: <https://www.economiasimple.net/glosario/existencias>
- Garrido, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- Gutiérrez, H. (2008). *Calidad Total y Productividad* (3era ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México D.F.: Mc Graw Hill Education/Interamericana Editores S.A.
- Instituto Mundanaí de Creación de valor. (2017). *MUDA: Los 7 desperdicios de Toyota*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=50&v=3M5o6VLfbV/k](https://www.youtube.com/watch?time_continue=50&v=3M5o6VLfbV/k)

- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Uruguay: UNIT.
- Integra Markets. (2017). *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. Lima: Grupo America Factorial S.A.C.
- Ishikawa, K. (2012). *Introducción al Control de Calidad (Versión Español)*. Díaz de Santos.
- Izar, J. (2004). *Las 7 herramientas básicas de la calidad: descripción de las 7 herramientas estadísticas para mejorar la calidad y aumentar la productividad*. México: Universitaria Potosina.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- KANBANIZE. (2019). *7 Wastes of Lean: How to Optimize Resources*. Obtenido de KANBANIZE: <https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/7-wastes-of-lean/>
- Lopez, K. (2020). Aplicación del lean management para mejorar la productividad del taller de carrocerías y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Mantilla, S. (2018). *Auditoría de Control Interno*. Colombia: Eco Ediciones.
- Mirandette, E. (2019). *World Economic Forum*. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2019/03/manufacturing-is-going-digital-it-s-about-time/>
- Naylor, T. (1982). *Técnicas de Simulación en Computadoras*. Madrid: Limusa.
- Organización Internacional del trabajo (OIT). (2015). *Productividad*. Obtenido de Organización Internacional del trabajo: <https://www.ilo.org/global/topics/dw4sd/themes/productivity/lang--es/index.htm>
- Portada, L. (2017). Propuesta de Mejora Continua de Procesos Lean Manufacturing para una empresa carrocera. (*Tesis de Grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad. Manual práctico*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Quispe, C. (s.f.). Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas Lean Manufacturing en carrocerías Los Andes. (*Tesis de Grado*). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. España, España: Díaz de Santos.
- Romero, A. (2014). *Las 7 mudas en producción*. Obtenido de AAR Management: <http://www.angelantonioromero.com/las-7-mudas-en-produccion/>
- Romero, E. y Díaz, J. (2010). El uso del Diagrama de causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios*.
- Staufen AG and the Institute for Production Management, Technology and Machine. (2016). *25 years of Lean Manufacturing*. Darmstadt: The Technical University.
- Tenicela, C. (2017). Propuesta de un modelo de planeamiento, programación y control de operaciones para incrementar la productividad en el área de acabados de la empresa metalmecánica FAMECA SAC. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Valdivieso, C. y. (2016). Diagnóstico y mejora de los procesos de un taller de reparación de carrocería y pintura aplicando herramientas de Lean. (*Tesis de Grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Vivanco, M. (2017). *Los Manuales de Procedimientos como una Herramienta de Control de una Organización*. Cuba: Universo Sur.



LEYENDA	NOMBRE OPERARIO	COSTO POR HORA DE MANO DE OBRA DIRECTA
O1		
O2		
O3		
O4		
O5		
O6		

LEYENDA	TIEMPO EN HORAS
T1	TIEMPO DE O1
T2	TIEMPO DE O2
T3	TIEMPO DE O3
T4	TIEMPO DE O4
T1	TIEMPO DE O5
T2	TIEMPO DE O6

FICHA DE REGISTRO N° 02: EFECTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AUTOPARTES 916																	
NOMBRE AUTOPARTE	UND MED	COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN	MES 1						MES ...								
			C.DEM	C.FAB	C.DEF	C.RECH.	C. REPROC.	TIEMPO TOTAL REPROCESO UND/HR	COSTO TOTAL REPROCESO	C.DEM	C.FAB	C.DEF	C.RECH.	C. REPROC.	TIEMPO TOTAL REPROCESO UND/HR	COSTO TOTAL REPROCESO	
ESTRIBO AUXILIAR THUNDER 916 X 1PZ	UND																
ACOPLE DE FAROS	JGO																
EMBELLECEDOR 916 X 8 PZS	JGO																
TOPE PUERTA CABINA 916 X 1PZ	UND																
CAJA PISTON NEUMATICO 916 X 1PZ	UND																
BISAGRA INFERIOR PUERTA	UND																
CHOFER BRUCE X 1PZ	UND																
BISAGRA TAPA MOTOR 916 X 2PZS	JGO																
BASE PORTAEXTINTOR 916 C/GANCHO X 1PZ	UND																
PASAMANO PUERTA DELANTERA 916 X 1PZ	UND																
BASE DE FARO PRINCIPAL COMIL X 8 PZS	JGO																
PASAMANO PUERTA CHOFER 916 "U" X 1PZ	UND																
BRAZO TAPA MOTOR 916 X 1PZ	UND																
ESTRUCTURA CAJA DEFROSTER 916 X 1PZ	UND																
MECANISMO SUJECION BATERIA (TH) X 2PZS	JGO																
<b>TOTAL</b>																	

### LEYENDA

CANTIDAD DEMANDADA	C.DEM.
CANTIDAD FABRICADA	C.FAB.
CANTIDAD DEFECTUOSA	C.DEF.
CANTIDAD RE PROCESADA	C.REPROC.
CANTIDAD RECHAZADA SIN RE PROCESO	C.RECH.

NOMBRE AUTOPARTE	TIEMPO REPROCESO PROM. POR UNIDAD (HRS)	COSTO REPROCESO PROM. POR UNIDAD
ESTRIBO AUXILIAR THUNDER 916 X 1PZ		
ACOPLE DE FAROS		
EMBELLECEDOR 916 X 8 PZS		
TOPE PUERTA CABINA 916 X 1PZ		
CAJA PISTON NEUMATICO 916 X 1PZ		
BISAGRA INFERIOR PUERTA CHOFER BRUCE X 1PZ		
BISAGRA TAPA MOTOR 916 X 2PZS		
BASE PORTAEXTINTOR 916 C/GANCHO X 1PZ		
PASAMANO PUERTA DELANTERA 916 X 1PZ		
BASE DE FARO PRINCIPAL COMIL X 8 PZS		
PASAMANO PUERTA CHOFER 916 "U" X 1PZ		
BRAZO TAPA MOTOR 916 X 1PZ		
ESTRUCTURA CAJA DEFROSTER 916 X 1PZ		
MECANISMO SUJECION BATERIA (TH) X 2PZS		

**Anexo n. ° 3 Instrumento 03 - Paradas Improductivas**

**FICHA DE REGISTRO N° 03: PARADAS IMPRODUCTIVAS**

PARADAS IMPRODUCTIVAS	MES 1		...		CANTIDAD TOTAL DE PARADAS	TIEMPO TOTAL DE PARADAS (HRS)
	CANTIDAD DE PARADAS	TIEMPO TOTAL DE PARADAS MENSUAL (HRS)	CANTIDAD DE PARADAS	TIEMPO TOTAL DE PARADAS MENSUAL (HRS)		
Retraso de material habilitado						
Material habilitado erróneo						
Falta de insumos						
Retraso en despacho de insumos						
Falta de programación						
Instrucciones y vales erróneos						
Falta de planos de autopartes						
Planos erróneos						
Eventualidad de otra áreas						
Ausencia del personal operario por falta injustificada						
Máquina o herramienta sin funcionamiento						
OTROS ...						
<b>TOTAL</b>						

NOMBRE OPERARIO	NÚMERO AUSENCIAS		TOTAL
	MES 1	...	
ANDREW CIPIRAN			
FREDY LOZANO			
GUSTAVO OLIVA			
HECTOR VILLENA			
ISMAEL CORREA			
RICHARD MORE			
<b>TOTAL</b>			

NOMBRE OPERARIO	NÚMERO FALLA DE MAQUINA SOLDAR		TOTAL
	MES 1	...	
MAQUINA 1AC			
MAQUINA 2HV			
MAQUINA 3RM			
<b>TOTAL</b>			

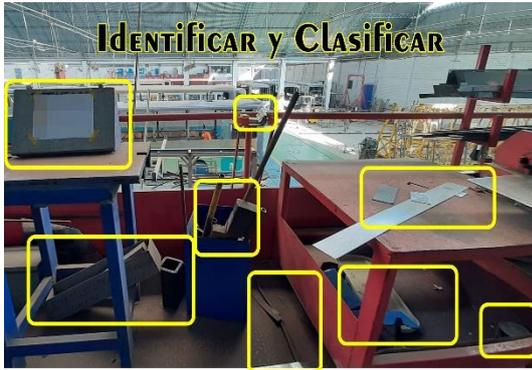
NOMBRE OPERARIO	NÚMERO FALLA DE ESMERIL		TOTAL
	MES 1	...	
ESMERIL 1AC			
ESMERIL 2FL			
ESMERIL 3HV			
<b>TOTAL</b>			

**Anexo n. ° 4** Listado de Autopartes 916 Interprovincial

ITEM	LISTA DE AUTOPARTES 916	UND MED
1	ESTRIBO AUXILIAR THUNDER 916 X 1PZ	UND
2	ACOPLE DE FAROS	JGO
3	EMBELLECEDOR 916 X 8 PZS	JGO
4	TOPE PUERTA CABINA 916 X 1PZ	UND
5	CAJA PISTON NEUMATICO 916 X 1PZ	UND
6	BISAGRA INFERIOR PUERTA CHOFER BRUCE X 1PZ	UND
7	BISAGRA TAPA MOTOR 916 X 2PZS	JGO
8	BASE PORTAEXTINTOR 916 C/GANCHO X 1PZ	UND
9	PASAMANO PUERTA DELANTERA 916 X 1PZ	UND
10	BASE DE FARO PRINCIPAL COMIL X 8 PZS	JGO
11	PASAMANO PUERTA CHOFER 916 "U" X 1PZ	UND
12	BRAZO TAPA MOTOR 916 X 1PZ	UND
13	ESTRUCTURA CAJA DEFROSTER 916 X 1PZ	UND
14	MECANISMO SUJECION BATERIA (TH) X 2PZS	JGO
15	BASE DE ASIENTO CHOFER 916	UND
16	PORTAPERTIGA CON OMEGAS	UND
17	CUBRECABLE DE PAQUETERA	UND
18	PORTACIRCULINA	UND
19	BASE EXTRACTOR DE AIRE	UND
20	REMOLCADOR "U"	UND
21	BASE DE PORTACIRCULINA	UND
22	TAPAS METALICA PAQUETERA G7 (TH) x 4 PZA	JGO
23	TOPE PUERTA CABINA 916 PTA DELANTERA	UND
24	SOPORTE LETRERO RUTA CONSOLA (TH)	JGO
25	CAJA DE RADIO	UND
26	BASE DE MONITOR SALON TH	UND
27	CAJA DE SOPORTE PTA CABINA 916 - EST	UND
28	BASE DE CENTRALIA CARROCERO TH	UND
29	BASE PARA MOTOR TRICO (TH/C-STD)	UND
30	BASE TANQUE DE AGUA	UND
31	SOPORTE FILTRO RACOR 916	UND
32	GANCHOS CANASTILLA	UND
33	CUBREPIERNAS DE ESTRIBO X 4 PZAS	JGO
34	GANCHO (UÑAS) PAPELERA x 2 PZ	JGO
35	REFUERZO FV POSTERIOR TH (JGO x 10Pz)	JGO
36	CORTINERO INFERIOR	UND
37	MARCO BASE PALANCA CAMBIO (916)	UND
38	SOPORTE FARO NEBLINERO HELLA (L)	UND
39	CUBIERTA DE FARO DE BODEGA	UND
40	VARILLA CORTINERO THUNDER	UND
41	BASE DE FARO 5TA LUZ C/BISEL (TH-INTER)	UND
42	ANCLAJE RESORTE DE PAPELERA AC. INOX X 2	JGO
43	REFUERZO DE RELOJ 916 X 4PZA	JGO
44	ABRAZADERA CENTRALIA 916	UND
45	ANGULO ALARMA RETROCESO	UND
46	ANGULO SOPORTE DE CORNETA - ESTRU	UND
47	ANGULO SOPORTE PAQUETERA DER.	UND
48	ANGULO SOPORTE PAQUETERA IZQ.	UND
49	SOPORTE "L" TAPA DE MOTOR 916	UND

50	ANGULO SOPORTE DE CORNETA - ACAB	UND
51	CUBIERTA DE CHAPA PTA.CABINA	UND
52	CUBIERTA V.P. PERFIL CHICO CENTRAL	UND
53	CUBIERTA V.P. PERFIL CHICO DER.	UND
54	CUBIERTA V.P. PERFIL CHICO IZQ.	UND
55	UÑAS (TH) FARO NEBLINERO POST. PIRATA	UND
56	CUBIERTA DE CHAPA PTA.SERVICIO (GRANDE)	UND
57	CUBIERTA DE VANO PTA.CABINA C/TH	UND
58	CUBIERTA DE VANO PTA.SERVICIO (CHICO)	UND
59	CUBIERTA MET. DE POSTES (TH/C)	UND
60	BISAGRAS ALUMINIZADA 2"(HABILITADA)	UND

Anexo n. ° 5 Evidencia Fotográfica Implementación de 5s

ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN	DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN
 <p><b>MESA DE TRABAJO ANTES</b></p>	 <p><b>Identificar y Clasificar</b></p>
 <p><b>MESA DE TRABAJO ANTES</b></p>	 <p><b>ORDEN</b></p>
 <p><b>ESTANTE DE AUTOPARTES ANTES</b></p>	 <p><b>LIMPIEZA</b></p>
 <p><b>ESTANTE DE AUTOPARTES ANTES</b></p>	 <p><b>ESTANDARIZAR</b> Mantén tu área: <b>LIMPIA Y ORDENADA</b></p>
	 <p><b>Disciplina</b> Tu área refleja tu educación Mantén tu área ordenada</p>

**Anexo n. ° 6** Evidencia Fotográfica Estantería en Almacén de Acabado y Estructura



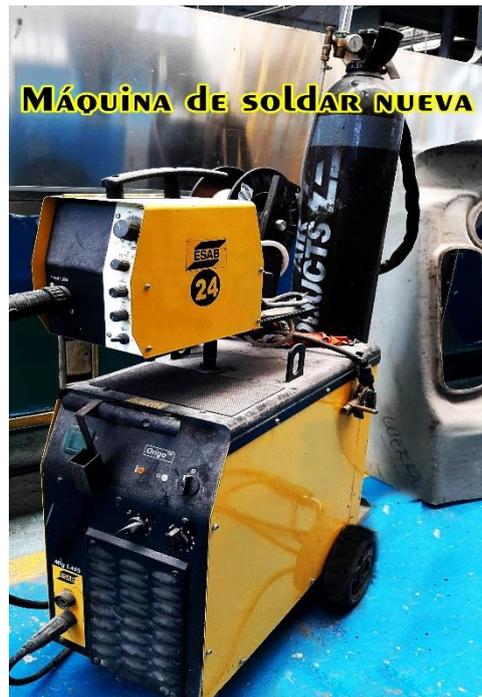
**Anexo n. ° 7** Evidencia Fotográfica Reubicación de Material Habilitado



**Anexo n. ° 8 Evidencia Fotográfica Clasificación y codificación de Autopartes**



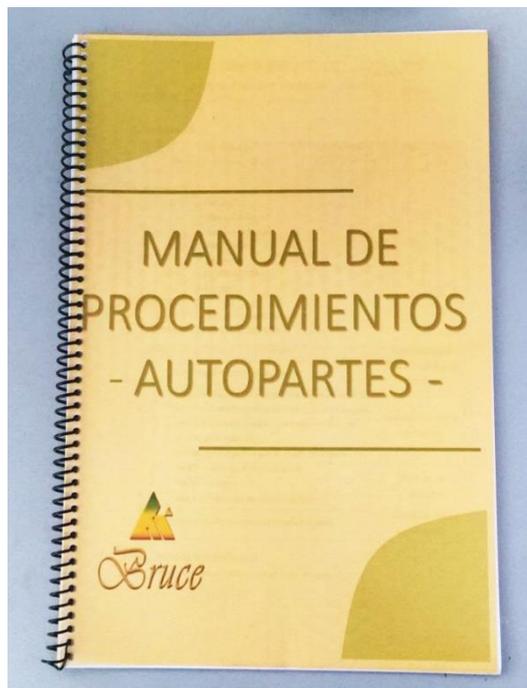
**Anexo n. ° 9 Evidencia Fotográfica Herramientas personales**



**Anexo n. ° 10 Evidencia Fotográfica Mantenimiento Preventivo**



**Anexo n. ° 11 Evidencia Fotográfica Manual de Procedimientos**



**Anexo n. ° 12** Evidencia Fotográfica Programación de producción antes de implementación

TAPA MOTOR		OP
528 x 415	→ 1	075
345 x 362	→ 1	
476 x 300	→ 1	146
694 x 303	→ 1	
416 x 278	→ 1	150
698 x 305	→ 1	
415 x 313	→ 1	151
693 x 300	→ 1	
428 x 318	→ 1	152
690 x 308	→ 1	
402 x 303	→ 1	153
698 x 300	→ 1	
415 x 308	→ 1	154
695 x 303	→ 1	
425 x 325	→ 1	159
700 x 300	→ 1	

**PROGRAMACIÓN DIARIA DE PRODUCCIÓN ANTES**

**Anexo n. ° 13** Evidencia Fotográfica Programación diaria de operarios en pizarras



**Anexo n. ° 14** Evidencia Fotográfica Falta de Control en almacén y piezas sin ubicar





Anexo n. ° 17 Evidencia Fotográfica uso de Blender (programa de simulación)

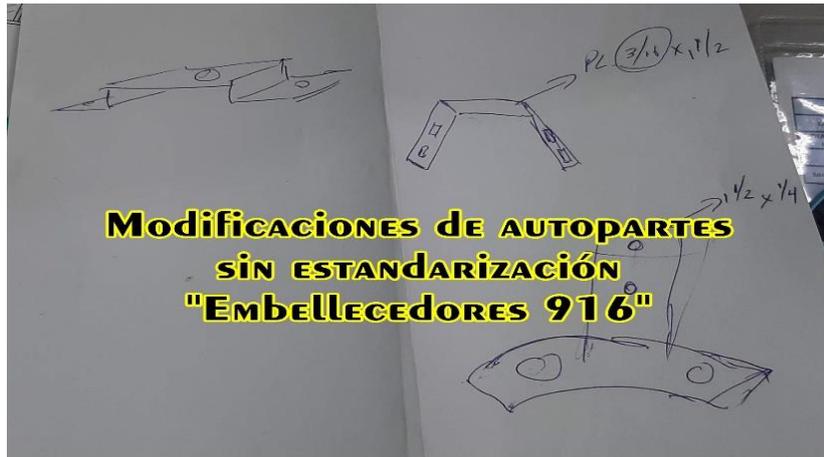


Anexo n. ° 18 Evidencia Fotográfica Soldexa



Anexo n. ° 19 Evidencia Fotográfica desactualización de planos y modificaciones a mano





Anexo n. ° 20 Evidencia Fotográfica Estandarización de planos de autopartes



Anexo n. ° 21 Evidencia Fotográfica Folders estandarizados de planos de autopartes



Anexo n. ° 22 Evidencia Fotográfica Estandarización de autopartes



Anexo n. ° 23 Evidencia Fotográfica Capacitación en TECSUP



**Anexo n. ° 24** Evidencia Fotográfica Participantes del Concurso de Proyectos de Mejora Continua

