

“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN  
MANUFACTURING PARA DISMINUIR LOS RETRABAJO  
S DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA AUTOMOTRIZ  
AUTOSTAR CAXAMARCA S.R.L., CAJAMARCA, PERU,  
AÑO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autores:**

Maria Del Carmen Cruzado Mendez  
Stephany Aracelly Pozo Hernandez

**Asesor:**

Lic. Darwin Dean Duran Janampa  
<https://orcid.org/0000-0001-7680-613X>

Cajamarca - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Ana Rosa Mendoza Azañero</b>	<b>45512232</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Elmer Aguilar Briones</b>	<b>18856045</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Roger Samuel Silva Abanto</b>	<b>26600012</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA DISMINUIR LOS RETRAJOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA AUTOMOTRIZ CAXAMARCA S.R.L., CAJAMARCA, PERU, AÑO 2022”

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>www.unilibrecucuta.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>revistas.elpoli.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Continental</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## DEDICATORIA

La presente investigación desarrollada está dedicada primordialmente a Dios, por permitirnos culminar y desarrollar exitosamente el trabajo, logrando uno de nuestros objetivos más anhelados.

A nuestros padres por su guía, apoyo y esfuerzo en todo el proceso profesional, ya que gracias a ellos hemos logrado llegar hasta este camino tan importante de nuestras vidas.

A nuestros docentes, por su dedicación y enseñanzas, ya que sin sus conocimientos y experiencias no hubiésemos conocido más de lo que es la Ingeniería Industrial.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos en lo largo de nuestras vidas, por darnos la fortaleza necesaria para afrontar cada uno de los obstáculos que se presentaron a lo largo de nuestras vidas.

Gracias a nuestros padres y hermanas, por habernos brindado su apoyo incondicional y haber sido nuestra principal inspiración y motivación para cumplir este gran sueño de obtener nuestro grado de bachiller y titulación, por confiar en nosotros, por apostar en cada paso y decisión que hemos dado, por los consejos y valores que nos inculcaron.

Gracias a los distintos docentes de la escuela profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, por haber compartido cada uno de sus conocimientos, los cuales fueron vitales para nuestra preparación profesional, por habernos guiado en cada una de las etapas atravesadas.

## Tabla de contenido

Jurado evaluador .....	2
Informe de similitud .....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1.1. Antecedentes	13
1.1.2. Contextualización	17
<b>2.2 Formulación del problema</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Objetivos</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Hipótesis</b>	<b>21</b>
<b>2.5 Justificación</b>	<b>22</b>
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	24
CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	88
REFERENCIAS	94
ANEXOS	96

## Índice de tablas

<b>TABLA 1</b> MATERIALES PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	26
<b>TABLA 2</b> TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	27
<b>TABLA 3</b> INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	28
<b>TABLA 4</b> INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA AUTOSTAR CAXAMARCA S.R.L. ....	32
<b>TABLA 5</b> PRODUCTOS COMERCIALIZADOS POR AUTOSTAR CAXAMARCA S.R.L.....	34
<b>TABLA 6</b> PROVEEDORES DE LA EMPRESA AUTOSTAR CAXAMARCA S.R.L.....	35
<b>TABLA 7</b> CLIENTES.....	35
<b>TABLA 8</b> CAUSAS.....	39
<b>TABLA 9</b> CÁLCULO DE LA FRECUENCIA ACUMULADA .....	40
<b>TABLA 10</b> CÁLCULO DE LOS PORCENTAJES POR CADA CAUSA.....	41
<b>TABLA 11</b> CÁLCULO DEL % ACUMULADO POR CADA CAUSA .....	42
<b>TABLA 12</b> OPERACIONES DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE CAMBIO DE MOTOR .....	46
<b>TABLA 13</b> CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL SERVICIO MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	49
<b>TABLA 14</b> DETERMINACIÓN DE LAS 5´S.....	51
<b>TABLA 15</b> PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO .....	55
<b>TABLA 16</b> PRINCIPIO DE LAS 3F .....	56
<b>TABLA 17</b> CÁLCULO TAKT TIME DEL SERVICIO CAMBIO DE MOTOR.....	68
<b>TABLA 18</b> CÁLCULO DEL TAKT TIME DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	69
<b>TABLA 19</b> TIEMPO ESTÁNDAR DEL SERVICIO DE CAMBIO DE MOTOR .....	70
<b>TABLA 20</b> TIEMPO ESTÁNDAR DEL SERVICIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	71
<b>TABLA 21</b> NUEVA CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE MOTOR.....	77
<b>TABLA 22</b> NUEVA CLASIFICACIÓN DE LAS OPERACIONES DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	79
<b>TABLA 23</b> ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	83

## Índice de figuras

<b>FIGURA 1</b> REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROCEDIMIENTO .....	30
<b>FIGURA 2</b> ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA .....	36
<b>FIGURA 3</b> SITUACIÓN INICIAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO .....	37
<b>FIGURA 4</b> DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	38
<b>FIGURA 5</b> DIAGRAMA DE PARETO .....	39
<b>FIGURA 6</b> DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DEL SERVICIO DE CAMBIO DE MOTOR .....	45
<b>FIGURA 7</b> DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ....	48
<b>FIGURA 8</b> METODOLOGÍA DE LAS 5´S.....	51
<b>FIGURA 9</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5´S SE HA LOGRADO CONOCER SU METODOLOGÍA Y COMPONENTES? .....	58
<b>FIGURA 10</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿CONSIDERA IMPORTANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5´S? .....	58
<b>FIGURA 11</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿QUÉ ENTIENDE POR METODOLOGÍA 5´S? .....	59
<b>FIGURA 12</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿CUÁL ES EL SIGNIFICADO DE LAS 5´S?.....	59
<b>FIGURA 13</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿PARA QUÉ SIRVE LA APLICACIÓN Y DISEÑO DE LA TARJETA ROJA DE LAS 5´S? .....	60
<b>FIGURA 14</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿POR QUÉ ES NECESARIO CLASIFICAR CADA HERRAMIENTA?..	60
<b>FIGURA 15</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿CUÁL ES EL BENEFICIO DE UTILIZAR EL PRINCIPIO DE LAS 3F? 61	
<b>FIGURA 16</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿CONSIDERA IMPORTANTE LA APLICACIÓN Y DISEÑO DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES?.....	61
<b>FIGURA 17</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿ES RELEVANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5´S?.....	62
<b>FIGURA 18</b> RESULTADOS DE LA PREGUNTA, ¿CUÁL ES EL ORIGEN DE LA HERRAMIENTA DE LAS 5´S? .....	62
<b>FIGURA 19</b> DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL DE LA EMPRESA .....	64
<b>FIGURA 20</b> DIAGRAMA DE RECORRIDO FINAL .....	66
<b>FIGURA 21</b> SERVICIO DE REPARACIÓN DE MOTOR .....	72
<b>FIGURA 22</b> SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	73
<b>FIGURA 23</b> DISEÑO DEL NUEVO BALANCE DE LÍNEA DEL SERVICIO REPARACIÓN DE MOTOR .....	73
<b>FIGURA 24</b> DISEÑO DEL NUEVO BALANCE DE LÍNEA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	74

<b>FIGURA 25</b> DISEÑO NUEVO DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DEL SERVICIO DE REPARACIÓN DE MOTOR .....	76
<b>FIGURA 26</b> IMPLEMENTACIÓN DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	78
<b>FIGURA 27</b> HISTOGRAMA DEL % DE DESEMPEÑO .....	84
<b>FIGURA 28</b> HISTOGRAMA DEL DAP DE CAMBIO DE MOTOR.....	84
<b>FIGURA 29</b> HISTOGRAMA DEL DAP DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	85
<b>FIGURA 30</b> SERVICIO DE REPARACIÓN DE MOTOR .....	86
<b>FIGURA 31</b> SERVICIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	86

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de disminuir los retrabajos en el proceso de los servicios en una empresa de mantenimiento, ubicada en la ciudad de Cajamarca en el año 2022, en las actividades con mayor demanda de la empresa, así como también aumentar la productividad, causados por diversos factores que no agregan valor en los servicios. Por ende el objetivo es implementar las herramientas Lean Manufacturing para disminuir los retrabajos, para ello primero se realizó un evaluación general del área de mantenimiento en el que se ejecutó la observación directa, seguidamente se analizaron los datos recolectados para la propuesta de las herramientas Lean, y finalmente se hizo una comparación de los resultados obtenidos con la situación diagnosticada en el que se determinaron que los resultados obtenidos ayudaron a reducir los retrabajos y a mejorar la situación analizada en el área.

**PALABRAS CLAVES: Lean Manufacturing, productividad y retrabajos.**

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

En el siglo XX se desarrollaron los primeros vehículos a motor, así como las carrocerías, es por ello por lo que se fueron consolidando nuevas empresas del sector automotriz, lo cual ha permitido que en los últimos años estos hayan adquirido un gran crecimiento en su sector, principalmente para los continentes de Asia y América.

El sector automotriz es considerado a nivel mundial, ya que ha logrado convertirse en una de las industrias más completas en la era moderna. La importancia del sector está enfocada fundamentalmente en el aspecto social y económica que produce. Gachúz, (2011)

El liderazgo obtenido en la industria automotriz en México, hoy en día representa el segundo sector económico más importante en el país, ya que ocupa el 4% del PBI, y el 20% en la producción manufacturera Aguilar Pérez et al., (2015)

Banda Ortiz et al., (2016), nos dice que en el estado de Querétaro esta industria incrementó considerablemente, por lo que permitió generar un impacto positivo en su economía, además de la fortaleza del estado.

Este sector está constituido por una de las actividades más exigentes del mercado global, ya que requiere un aumento constante de la productividad y aprovechamiento de la maquinaria y equipos. Álvarez Newman, (2012)

Jiménez et al., (2019) la industria automotriz presenta diversas actividades de ensamblaje de vehículos ligeros, camiones, busetas y motos y fabricación de partes y piezas para estos vehículos; también, de igual manera estas aportan en diversas industrias.

Youssef et al., (2014) este sector está constituido por una de las actividades más exigentes del mercado global, ya que requiere un aumento constante de la productividad y aprovechamiento de recursos.

Bil & Sartelli, (2018), evidenciaron alrededor de los años 80 y 90 una caída de las ventas, producciones, aumento de costos, y reducción en ciertos indicadores, que generaron una gran crisis en el sector. Debido al gran desarrollo que ha obtenido el sector se han presentado crisis externas en la industria, ocasionado por el alza de precios, en donde disminuyó la demanda, y generó una gran crisis financiera, asimismo, se identificaron diversos factores negativos internos durante el proceso operativo, como los tiempos de demora, déficit en la gestión de sus materiales, los retrabajos, entre otros.

Muñoz Pinzón et al., (2018) , nos dicen que existen distintas formas de mejorar la productividad en el desarrollo de los distintos procesos. Las herramientas que ayudan a las empresas a mejorar sus sistemas productivos son Lean Manufacturing que se concentran en reducir los desperdicios en los procesos operativos y aumentar la productividad.

Asimismo, permite mejorar la eficiencia de las organizaciones, en la que se optimizarán recursos y se obtendrán resultados positivos.

Carreño Dueñas et al., (2019), las técnicas que engloban en las herramientas Lean Manufacturing se basan en la metodología propuesta, las cuales consta de cuatro fases que

se encuentran subdivididas en los siguientes elementos: Uso de 5S, diagnóstico de VSM, herramientas TPM, Kaizen, Poka Yoke, SMED.

En Cajamarca existen distintas empresas dedicadas a la industria automotriz, en las cuales muchas de ellas presentan retrabajos en los distintos procesos de ejecución, debido a que no cuenta con un sistema adecuado para la ejecución de estas.

Bil y Sartelli, (2018) nos dicen que las empresas que brindan este tipo de servicio se encuentran en un entorno altamente competitivo, por ende, es primordial que estas mejoren continuamente su sistema de producción, inclusión y servicio, de tal manera que estas satisfagan las necesidades del cliente. Cada empresa tiene como objetivo mejorar la calidad y rendimiento del servicio a ofrecer.

### **1.1.1. Antecedentes**

Orosco & Alva (2021), en la tesis titulada: "Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de una empresa metalmeccánica de la ciudad de Cajamarca", plantearon como objetivo principal desarrollar la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo en la empresa metalmeccánica. Este estudio es una investigación cuantitativa, teniendo como población a la empresa Metal Industria HVA, y como muestra al área de operaciones de la empresa. En sus resultados, mediante la implementación de las 5's se obtuvo que permitirá a la empresa tener un beneficio mensual de 1250 soles, y aumento en su nivel de desempeño en un 85%, y con la metodología Kanban se redujo la tasa de desperdicio de un 8% a un 3%. Finalmente concluyeron que es un proyecto rentable y viable, teniendo un VAN positivo de s/. 18,581 y un TIR del 15%.

Terrones & Rudas, (2021), desarrollaron la tesis titulada: "Diseño de un sistema Lean

Manufacturing para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa M.S.A. Automotriz S.A.C. Cajamarca", determinaron como objetivo diseñar un sistema

Lean Manufacturing de acuerdo a las 5'S, Poka Yoke, y diagrama de recorrido, para mejorar el nivel de productividad en el área de mantenimiento y presentar una evaluación económica a través del costo-beneficio en la empresa M.S.A Automotriz. Esta investigación es del tipo cuantitativa, aplicada, preexperimental y correlacional. Los resultados que se lograron obtener fue que se redujeron los reprocesos dentro del área, teniendo inicialmente 21% de autos que no pasaban el proceso inicial, pasando a un 6%, la variación obtenida fue de 15%, así como también se mejoró el % de desempeño en un 93%. Concluyendo que se mejoró la productividad, y se disminuyeron los desperdicios, así como también se afirmó lo conveniente que es este plan de mejora dentro del taller, y en la distribución.

Infantes (2021), desarrolló en la tesis titulada: "Implementación de las herramientas Lean Manufacturing en el área de producción para incrementar la productividad en la empresa Eurotubo S.A.C.", tuvieron como objetivo determinar el impacto de la propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad y realizar la evaluación económica en la empresa Eurotubo S.A.C. Esta investigación es de tipo aplicada, presentando como muestra a todos los trabajadores del área de producción y operación. Los resultados que obtuvieron fue que con la implementación de las 5's, redujeron los desperdicios, mejoraron la organización y orden en el área, obteniendo un beneficio de s/.10,715, asimismo con el desarrollo de del plan de capacitación obtuvieron un beneficio de s/.5,655, así como también con la herramienta del TPM, se disminuyó las fallas imprevistas en 21, obteniendo una mejora económica de s/.12,773, logrando mejorar la

productividad en un 81%. Finalmente se concluyó que existió una mejora en la productividad, teniendo como indicador económico un VAN s/.37,635.42 y un TIR de 74%, siendo rentable y eficiente.

Flores (2018), en su trabajo de investigación, titulado "Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la entrega de pedidos en una empresa automotriz, Santa Anita, 2018", plantearon como objetivo principal determinar de qué manera las herramientas Lean Manufacturing mejorarán la entrega de pedidos en la empresa automotriz, presentando un tipo de investigación aplicada. En sus resultados lograron determinar y obtener que la implementación del Takt time, disminuyó los tiempos de entrega, pasando de 34.2 min a 27 min, de la misma forma con la metodología de Kaizen aumentó el nivel de cumplimiento a un 87.28%. Permitiendo concluir que las herramientas planteadas disminuyeron los tiempos, mejorando la gestión en el proceso de los servicios, incrementado en un 61,05%, atendiendo las demandas de los clientes.

Rodríguez, (2018), es su trabajo de investigación: "Manual de mejora para la disminución de tiempos de retrabajos en el área de montaje automotriz", presentaron como objetivo principal reducir el tiempo generado y los desperdicios, manteniendo la calidad del servicio, siendo un tipo de investigación cuantitativa. En sus resultados obtuvieron que con la metodología de las 5's mejoraron la calidad en el área, ya que presentan una mejor clasificación de los elementos, como un orden y limpieza adecuada para la empresa, de acuerdo con el diagrama de Pareto, se determinaron las causas que percuten principalmente en la empresa automotriz, y finalmente con el diagrama de Gantt se logró disminuir los tiempos de retrabajos. Concluyendo que las mejoras planteadas y desarrolladas mejoraron la situación inicial en el área de montaje, siendo viable y eficiente.

Carrillo, Alvis, Mendoza & Cohen, (2018), en el tema de investigación que desarrollaron titulada: "Lean Manufacturing: 5's y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia", tuvieron como objetivo primordial establecer una propuesta de implementación de Lean Manufacturing a través del uso de herramientas de producción esbelta y de confiabilidad de procesos, asimismo de la calidad, como diagrama Ishikawa y diagrama de actividades. En sus resultados obtuvieron que con la implementación de las 5's hay un material eliminado de 37,1 kg, un espacio despejado en un 22%, un ambiente más organizado, y se determinaron las causas que generan las problemáticas, de la misma forma se redujo las paradas en los equipos y la frecuencia de fallas, y reducción de tiempos. Lograron concluir que la implementación de las herramientas son muy útiles para mejorar el proceso del servicio en la empresa metalmeccánica.

Rojas & Gonzales, (2022), en el trabajo de investigación elaborado y titulado: "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Del Ben S.A.S. de la ciudad de Cúcuta", presentaron como objetivo principal aplicar las herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo, y desarrollar una propuesta de acciones de mejorar para la empresa Del Ben S.A.S., siendo la presente una investigación de tipo descriptiva. Los resultados que lograron obtener fueron que con la herramienta de las 5's hubo una mejor organización y planificación con los materiales, y mejora en la entrega a tiempo a los clientes, asimismo se eliminaron los desperdicios del área, con la programación de Kanban hubo un mejor orden con los

requerimientos de los insumos y la disponibilidad de la materia prima, de la misma manera con la implementación del VSM se incrementó el tiempo de funcionamiento en la seccionadora en un 12,4%, asimismo en el área de enchapadora en 17%, en el área de mecanizado en un 7.4%, en el área de ensamble y limpieza en un 1.1.%.

Concluyendo que las herramientas utilizadas redujeron significativamente las actividades que no agregaban valor en cada proceso de la empresa.

La empresa AutoStar Caxamarca S.R.L está enfocada en brindar servicios mecánicos en la ciudad de Cajamarca, esta empresa cuenta con distintas áreas dentro de su proceso, sin embargo, en el área de mantenimiento se ha identificado la presencia de excesivos retrabajos, a causa de una mala distribución y gestión en el almacén perjudicando la calidad del servicio, la productividad, y eficiencia, teniendo como consecuencia la demora en la entrega de los servicios. Es por ello que con la presente investigación se podrá implementar las herramientas lean Manufacturing para la disminución de los retrabajos y optimización de la productividad de la empresa.

### **1.1.2. Contextualización**

#### **Lean Manufacturing**

Según Tejada (2011), las herramientas Lean Manufacturing es un sistema de mejora de procesos, cuyo objetivo principal es eliminar desperdicios o actividades que no generan valor al cliente.

De acuerdo con Rojas (2017), Lean Manufacturing o producción esbelta tiene un enfoque en la mejora continua y optimización de los servicios, permitiendo disminuir los despilfarros en inventarios, tiempo, retrabajos, productos defectuosos.

## **Retrabajos**

Según Rodríguez (2018), nos dice que los retrabajos son actividades que se encuentran fuera del proceso de producción, y que requieren de un trabajo adicional para poder obtener resultados más favorables, por lo cual generan un déficit en la calidad del producto terminado.

## **5's**

Según Reyes, Aguilar, Valencia, Acosta & Piñero, (2017), las 5's es una herramienta cuyo fin es la mejora continua de los procesos de gestión, con la tarea de formar un ambiente de trabajo más eficiente, limpio, organizado y productivo.

Pérez (2017), nos dice que esta metodología está comprendida por 5 principios:

### **Seiri (Eliminar)**

Este primer principio trata de clasificar y eliminar los elementos que no son necesarios en el área, asimismo de conservar y clasificar todos los materiales o documentos en el sitio correcto, para un mejor ambiente de trabajo.

### **Seiton: Ordenar**

Es mantener los elementos de trabajo necesarios en forma ordenada, identificada y en sitios de fácil acceso, para que el operador pueda localizar de manera rápida y eficiente los materiales, herramientas o documentos a necesitar.

### **Seiso: Limpieza**

En la tercera S, consiste en mantener el entorno de trabajo, incluido el mobiliario, equipo, máquinas y herramientas, paredes, pisos y otras áreas del lugar de trabajo de manera limpia y aseada, haciendo que el empleador sea responsable con los objetos de uso y mantenga un ambiente adecuado para laborar eficientemente.

### **Seiketsu: Estandarización**

Consiste en que los trabajadores logren conservar las tres primeras S, así como también ejecutarlas constantemente, para determinar si las acciones planteadas son útiles para la mejora en la empresa.

### **Shitsuke: Disciplina**

Esta última parte del proceso es la más compleja e importante a desarrollar, ya que consiste en que todos los trabajadores asuman el compromiso y mantengan el hábito de disciplina, orden y limpieza dentro del área, para obtener resultados positivos y un ambiente de trabajo más agradable.

### **Takt time**

De acuerdo con Gudiño, Guillermo, Cedillo & Gastón, (2011), nos dice que el takt time es una herramienta que nos permite controlar el ritmo de tiempos del proceso para entregar la demanda de los clientes dentro del tiempo y de acuerdo a la cantidad establecida.

## **Diagrama de recorrido**

De acuerdo con Velasco (2014), dice que el diagrama de recorrido es una representación gráfica sobre el área de trabajo en el cual se tiene en cuenta las operaciones, las demoras, el transporte y almacenamiento, con el que facilita una mejor visibilidad de la distribución de la planta, y permite determinar los avances y retrocesos del proceso.

## **2.2 Formulación del problema**

### **Problema general**

¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing disminuirán los retrabajos de mantenimiento en la empresa automotriz AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022?

### **Problemas específicos**

¿Cómo realizar un adecuado diagnóstico de la situación actual de los factores que generan los retrabajos en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022?

¿Cómo influye la implementación de las 5's en la disminución de los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022?

¿Cómo influye la aplicación del diagrama de recorrido en la disminución de los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022?

¿Cómo influye la aplicación del takt time en la disminución de los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022?

## 2.3 Objetivos

### Objetivo general

Determinar de qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing disminuyen los retrabajos de mantenimiento en la empresa automotriz AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022.

### Objetivos específicos

Determinar cómo influye la implementación de las 5's en la disminución de los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022.

Determinar cómo influye la aplicación del diagrama de recorrido en la disminución de los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022.

Determinar cómo influye la aplicación del takt time en la disminución de los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022.

## 2.4 Hipótesis

### Hipótesis general

La implementación de herramientas Lean Manufacturing disminuyen los retrabajos de mantenimiento en la empresa automotriz AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022.

### **Hipótesis específicas**

La implementación de las 5's disminuyen los retrabajos la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022.

La implementación del diagrama de recorrido disminuye los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L. Cajamarca, Perú, año 2022.

La implementación del takt time disminuyen los retrabajos de mantenimiento en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L. Cajamarca, Perú, año 2022.

## **2.5 Justificación**

### **Justificación General**

Plantea una propuesta de mejora para los retrabajos obtenidos dentro del proceso de mantenimiento de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., para el cual se tiene planteado implementar las herramientas Lean Manufacturing, una metodología de mejora continua, la finalidad principal de esta implementación es optimizar sistemas, procesos y servicios de la automotriz. El solucionar esta problemática permitirá disminuir los retrabajos, optimizar los procesos de los servicios y mejorar la eficiencia, lo cual será beneficiario para los diversos clientes de la empresa.

### **Justificación Práctica**

Presenta justificación práctica porque se plantean alternativas de solución a un problema concreto, la implementación de herramientas Lean Manufacturing frente a los retrabajos en el área de mantenimiento, asimismo permite establecer estrategias de mejora, como takt time, 5'S y diagrama de recorrido.

Los resultados permitirán solucionar correctamente el problema existente en el proceso de ejecución de los servicios de mantenimiento, los cuales no permiten obtener una mejor eficiencia y una mayor productividad en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L.

### **Justificación Metodológica**

En la presente investigación se analizará el proceso del área de mantenimiento que se realiza en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L, para identificar los desperdicios que generan pérdidas en el proceso productivo, posteriormente se implementarán las herramientas del Lean Manufacturing, con la finalidad de mejorar su sistema de producción de mantenimiento. La implementación será medida a través de los indicadores como son el proceso de ejecución, los retrabajos y el tiempo de entrega los cuales serán analizados en el impacto de satisfacción del cliente.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

#### Según su enfoque

Cadena Iñiguez et al., (2017), nos dice que “La investigación cuantitativa produce datos numéricos, por ende, recogen y analizan datos cuantitativos.

Cuantitativo: El tipo de investigación considerado para este trabajo basado en las herramientas Lean Manufacturing, se debe a que en la recolección de datos se van a considerar valores numéricos, con el que se podrán medir las variables planteadas.

#### Según su finalidad

Aplicada: Se determinó este tipo, debido a que el propósito es convertir los conocimientos teóricos en práctica, es decir que el problema planteado se enfocará en la aplicación de la metodología.

Coria Páez et al.,(2013), nos dice “ Es aquella que busca conocimientos específicos, para la resolución de problemas prácticos”

#### Según su alcance

Experimental: Se consideró investigación experimental, debido a que los datos de la variable independiente serán manipulados para poder obtener efectos en la variable dependiente.

Guevara et al.,(2020), nos dicen que la “La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos en tratamiento a la variable independiente para observar efectos en la variable independiente”.

## **2.2 Población y muestra**

### **Población**

La población de esta investigación es finita, ya que es posible determinarla. En este caso se van a considerar los procesos de mantenimiento de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., en Cajamarca.

### **Muestra**

La muestra está enfocada en los dos servicios con mayor demanda en la empresa, los cuales son el servicio de reparación de motor y de mantenimiento preventivo, de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L.

## **2.3 Materiales, instrumentos y métodos**

Los materiales que se han considerado para poder llevar a cabo esta investigación sobre los problemas que se presentan en el proceso del servicio de mantenimiento con respecto a los retrabajos, será detallado en la [referencia](#).

**Tabla 1**

*Materiales para la recolección de datos*

---

<b>Materiales</b>
Guía de observación
Block de notas
Resaltador
Lapiceros
Típex
Engrapador
Programa digital de redacción de textos.
Grabadora de voz
Block de notas
Lapiceros

---

Nota. Clasificación de los materiales a utilizar.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como técnica para la recolección, se optará por la observación; encuesta y entrevista, ya que nos permitirá obtener la información necesaria para el desarrollo de esta investigación, con el que se pueda recopilar los datos más importantes y concretos para la evaluación en cada indicador, en la **Tabla 3** se muestra detalladamente.

**Tabla 2***Técnicas de recolección de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Fuente</b>
Observación	Primaria
Encuesta	Primaria
Entrevista	Primaria

Nota. Clasificación de las técnicas a utilizar según su fuente.

Observación: Esta técnica es muy importante en el desarrollo de nuestra investigación, ya que nos permite observar detenidamente cada suceso que implica los retrabajos de la empresa, el cual debemos de registrar adecuadamente.

Encuesta: Recopilaremos mediante la encuesta datos importantes del proceso del mantenimiento, para que seguidamente sea procesada y analizada.

Entrevista: Mediante esta técnica de recolección, nos permitirá obtener información de más utilidad y asegurada, ya que será realizada a los mismos trabajadores de la empresa AutoStar.

**Tabla 3**
*Instrumentos para la recolección de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Objetivo</b>
Observación	Hoja de observación	Observar la situación inicial del área de mantenimiento, recopilar los datos necesarios, y determinar los factores que generan los retrabajos.
Encuesta	Cuestionario	Evaluar cómo se desarrolla el manejo de las herramientas después de la implementación en los procesos de los servicios en el área de mantenimiento.
Entrevista	Entrevista	Analizar y conocer las diversas opiniones de los trabajadores de la empresa con respecto a los servicios, y las deficiencias que presentan en los procesos y en el área.

Nota. Herramientas de utilización de acuerdo con los instrumentos.

## **2.5 Procedimiento**

### **Recolección de datos**

Para poder llevar a cabo el desarrollo de este estudio de investigación, primero se hizo uso del instrumento de la hoja de observación, con la intención de recopilar los datos más necesarios e importantes que se evidenciaron en el área de mantenimiento, con la finalidad de determinar los principales factores que generan los retrabajos, y los que percuten en el rendimiento de la eficiencia, y desempeño, de la misma manera se obtuvo información sobre la distribución y el orden en el área y en la misma empresa. Sin embargo, para poder obtener datos más precisos, ejecutamos una entrevista al dueño de la empresa y a los trabajadores mecánicos, logrando conocer las diversas causas que generan los retrabajos, así como también los tiempos que conllevan en realizar los servicios de mantenimiento, y la ausencia de herramientas que permitan una mejor gestión dentro de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L. Esta recopilación permitirá evaluar las mejoras para la automotriz.

### **Análisis de datos**

Con la oportuna recolección de datos, primero se plasmarán las causas determinadas en el diagrama de Ishikawa, continuamente se desarrollará el diagrama de Pareto, en la que identificaremos las principales causas que generan el problema en el área de mantenimiento, de acuerdo a la frecuencia calculada. Seguidamente, al conocer estos datos importantes, se identificarán las herramientas Lean Manufacturing a desarrollar como parte de las mejoras en los procesos de los servicios, para ello se hizo el análisis inicial de los tiempos recolectados a través del diagrama de actividades del proceso, según cada servicio con mayor demanda, como lo son la reparación de motor y el mantenimiento preventivo.

Luego se ejecutará la implementación de cada metodología, para ello se hizo una evaluación inicial para las 5’s, el diagrama de recorrido y el takt time, con la intención de conocer de qué manera se desarrollará la implementación de cada metodología. Finalmente se comparará los diferentes indicadores como el % de cumplimiento, el nivel de desempeño, la eficiencia de situación inicial analizada con la situación posterior a la implementación, con la finalidad de conocer si las herramientas aplicadas han sido favorables para la empresa de mantenimiento, y como ha mejorado a la empresa.

**Figura 1**

*Representación gráfica del procedimiento*

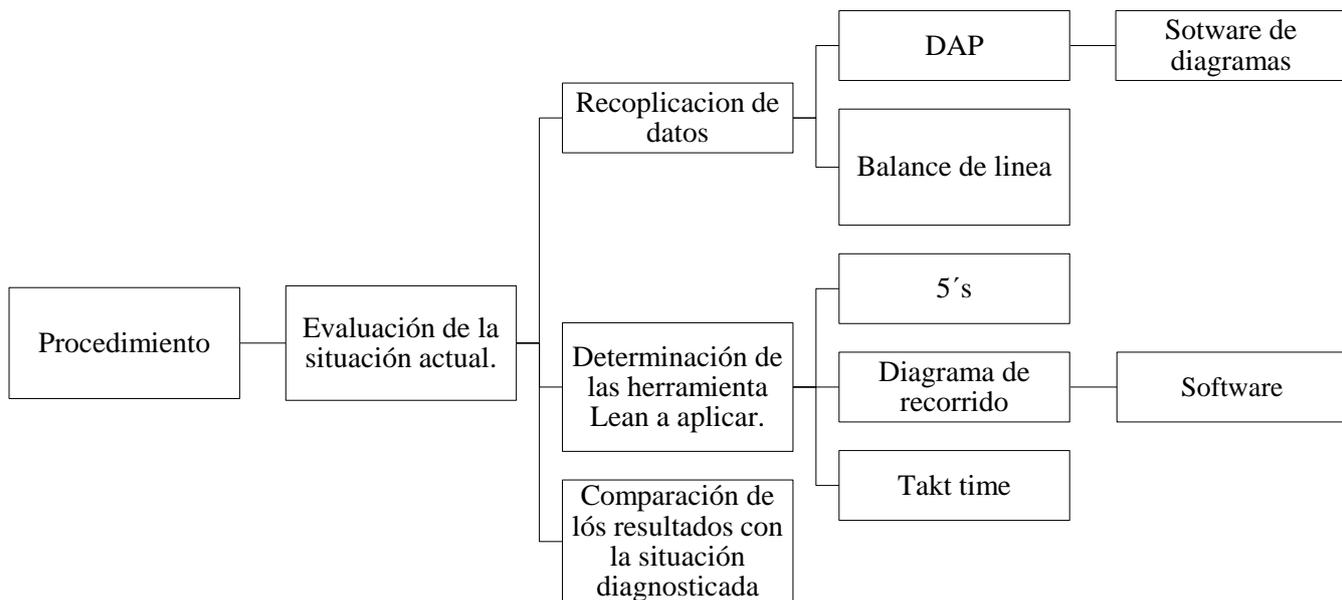


Figura I. Procedimiento gráfico.

## **2.6 Aspectos éticos**

### **Originalidad**

Los datos que se han podido determinar y obtener, son reales y confiables, los cuales no han sido manipulados.

### **Veracidad**

La información obtenida en base a los diferentes autores corresponde a las citas bibliográficas, las cuales han sido verificados.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

La presente investigación ha recaudado los diversos datos en los programas ofimáticos de Excel y Word, asimismo para el desarrollo de este se ha utilizado el software Minitab, en el cual se ha elaborado el diagrama de Pareto e Ishikawa.

De acuerdo con el análisis inicial, es decir para la evaluación del área de mantenimiento hemos usado Ishikawa para determinar las deficiencias que generan el problema principal de la empresa, del mismo modo utilizamos Pareto, en el que hemos justificado las propuestas que se están proponiendo para disminuir lo retrabajos.

De la misma manera se presenta el diseño de las propuestas y el impacto que generaría en el nivel de satisfacción de los clientes.

### 3.1 Análisis del escenario inicial

#### Información general de la empresa

##### Datos específicos

**Tabla 4**

*Información general de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L.*

Razón social	AUTOSTAR CAXAMARCA S.R.L
Rubro de la empresa	Mantenimiento
Tipo de empresa	Sociedad comercial de responsabilidad limitada
RUC	20604438072
Ubicación	Jr. Antonio Astopilco #500

Nota. Datos más relevantes de la empresa AutoStar

## **Reseña Histórica**

La empresa AutoStar Caxamarca, empezó a ejecutar sus actividades el 22 de marzo del 2019, en la ciudad de Cajamarca, como consecuencia de la misma necesidad de la población.

Comenzó sus labores en un local alquilado, ya que no poseían los suficientes recursos económicos para adquirir un local propio.

Actualmente se encargan de brindar diversos servicios mecánicos a diferentes medios de transporte como buses, camiones y automóviles, ejerciendo principalmente la actividad de mantenimiento y reparación de vehículos, automotores, asimismo de la venta al por menor de artículos de ferretería, pintura y productos de vidrio en comercios especializados.

## **Descripción de actividades**

AutoStar Caxamarca realiza diversos trabajos de mantenimiento, entre ellos mantenimiento y reparación de motores y transmisiones; mantenimiento y reparación de suspensión, dirección y frenos; mantenimiento y reparación de los sistemas electrónicos, así como también diagnóstico computarizado y soldaduras. Entre todos estos trabajos, los que tienen mayor demanda por parte de los clientes son el cambio de motores y los mantenimientos preventivos.

## **Productos**

Los productos que se comercializan en la empresa mecánica se detallarán **Tabla 5**.

**Tabla 5***Productos comercializados por AutoStar Caxamarca S.R.L.*

---

<b>Artículos</b>
Junta enfriadora de aceite
Seguro
Reten de cigüeñal
Guías de válvula
Cubierta
ATF transmisión
Electrónico
Cono de sincronización

---

*Nota.* Productos principales que vende AutoStar.

### **Proveedores y clientes**

AutoStar Caxamarca para poder comercializar y realizar mantenimientos, tienen establecidos empresas de gran prestigio que les proveen diversos materiales para realizar los principales servicios de mantenimiento a los clientes, entre ellos empresas transportistas; de estructuras metálicas; electromecánicas; etc.

**Tabla 6***Proveedores de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L*

---

<b>Proveedores</b>
Baterías Castillo
Multiaccesorios Vale S.R. L
Taller Multimarca Génesis
Filtros Cajamarca
Inversiones Unicordio
Metalmark
Focsa
Ferretería Medina

Nota. Lista de empresa principales que proveen a AutoStar.

**Tabla 7***Clientes*

---

<b>Clientes</b>
Deyfor E.I.R.L
N.R servicios generales riverdad
Focsa
J.L transportes
Servicios generales San Francisco
Mundo transportes
Servicios generales Goiser S.R.L

Nota. Lista de clientes principales de AutoStar Caxamarca.

## Organigrama

La conformación del personal de la empresa de mantenimiento está dirigida por el dueño y gerente general José Bardales, así como también está conformado por tres expertos en mecánica, siendo ellos los que ejecutan los servicios mecánicos, los cuales están dirigidos y supervisados por el técnico líder Donoban Murrugarra.

**Figura 2**

*Organigrama de la empresa*

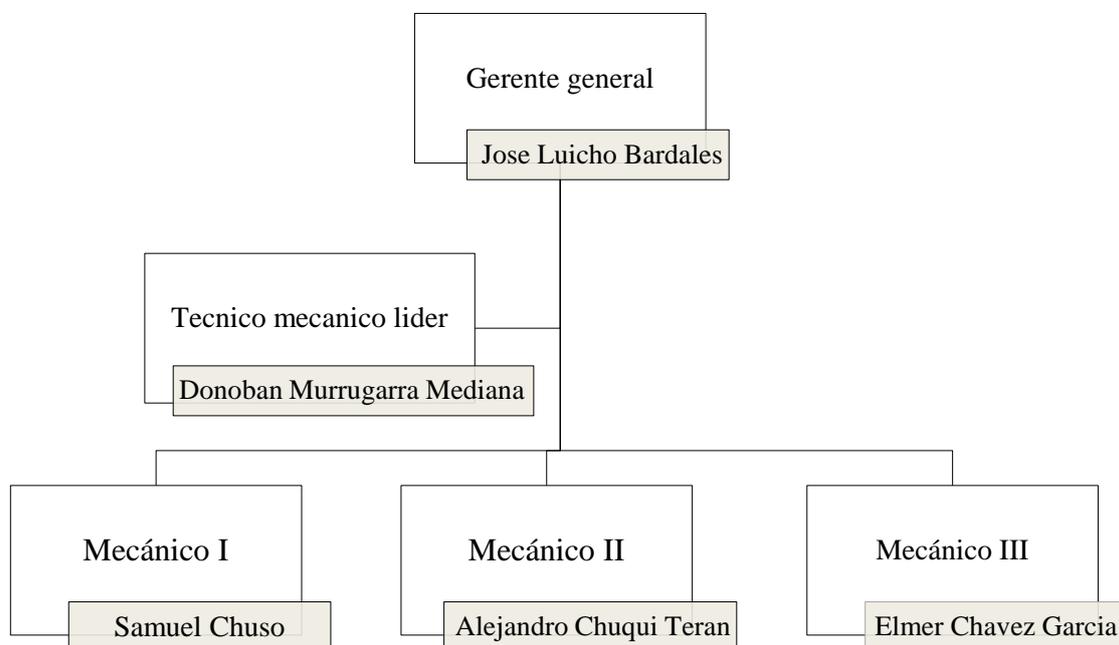


Figura II. Principales trabajadores de la empresa de mantenimiento.

### 3.1.1. Diagrama Ishikawa y Pareto

#### Análisis del área de mantenimiento

En la empresa AUTOSTAR CAXAMARCA S.R.L cuentan con diferentes áreas de trabajo, entre ellas el área de almacén; mantenimiento; gerencia general; entre otros.

El área de mantenimiento es un ambiente al aire libre, un espacio abierto en donde se encuentran algunas herramientas como llaves; linterna, gata hidráulica; engrasador y tubos metálicos, así como también aceites y grasas, además de algunos EPP, para la adecuada

protección del trabajador. Asimismo, se observan materiales que son irrelevantes para la realización de los servicios.

La empresa de mantenimiento diariamente reciben trabajos mecánicos que generan gran cantidad de ingresos, así como también los trabajadores laboran con normalidad, pero a pesar de estos factores positivos, existen algunas deficiencias en el proceso de sus operaciones que perjudican directamente en la productividad de la empresa. El problema con más frecuencia son los retrabajos que percuten en la entrega tardía de los servicios, los costos, y la insatisfacción de los clientes, esto se debe a que los materiales que utilizan no son almacenados en el lugar correcto; generando la confusión de piezas y el mal ensamblaje del mismo; así como también la saturación de trabajo que tienen los trabajadores por la falta de personal; mala planificación de los procesos de servicios y el orden y limpieza del área de mantenimiento. Para obtener un mejor diagnóstico del área, se plasmará en los siguientes diagramas de Ishikawa y Pareto, los cuales serán realizados a través del programa estadístico Minitab.

**Figura 3**

*Situación inicial del área de mantenimiento*



Figura III. Diagnóstico del área, el cual servirá para implementar las herramientas Lean.

**Figura 4**

*Diagrama de Ishikawa*

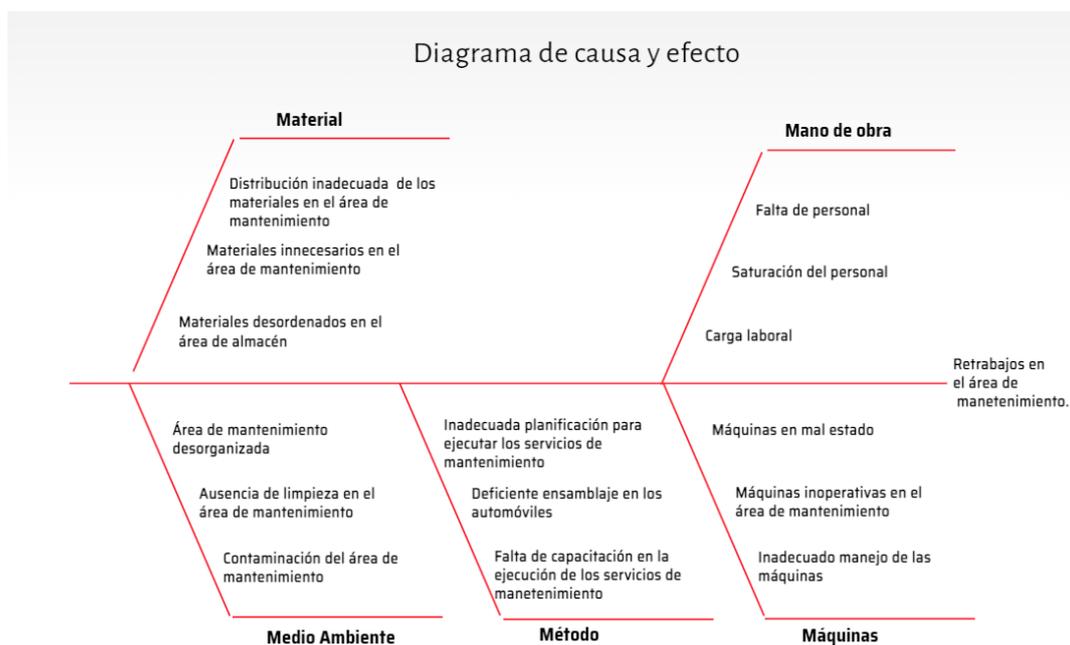


Figura IV. Causas que generan los retrabajos en el área de mantenimiento.

En el diagrama de Ishikawa se determinaron y analizaron las razones que percuten en el alto nivel de retrabajos, el cual cada uno está categorizado por diversos factores. En la presente investigación se hizo el análisis en 5 M, las cuales fueron mano de obra, máquinas, materiales, métodos y medio ambiente, excluyendo el factor de medición, ya que no cuentan con causas que influyan en el problema.

Con el desarrollo del diagrama de Pareto se logrará analizar y determinar las causas que generan los retrabajos en la empresa con su respectiva frecuencia, es decir con la cantidad de veces que suceden estas causas.

**Figura 5**

*Diagrama de Pareto*

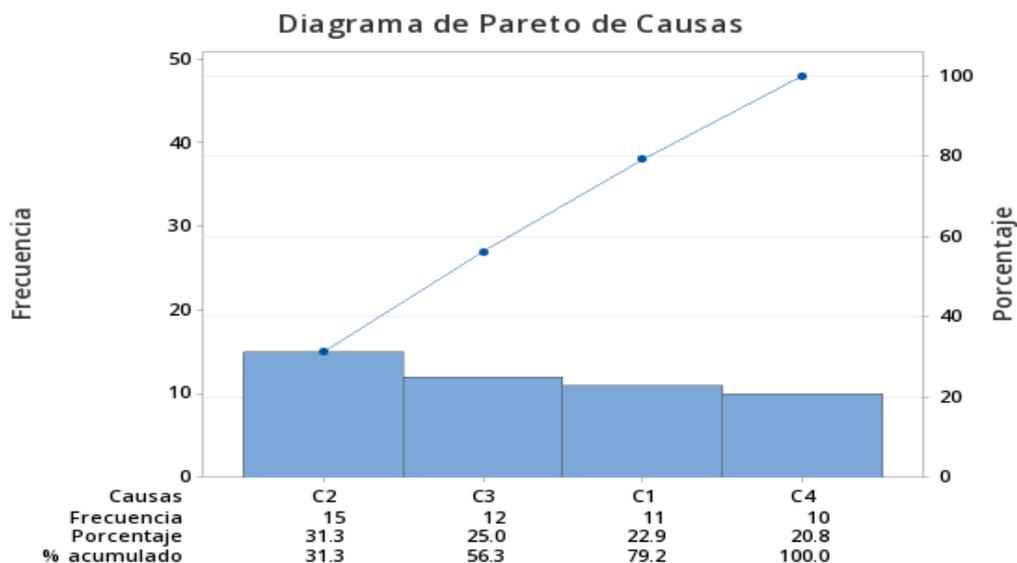


Figura V. El % acumulado de la causa más relevante es de 31.3.

Con respecto a la figura del diagrama 80/20, podemos visualizar que la causa principal de los retrabajos es la ausencia de limpieza y orden en el área, debido a la falta de organización que presentan. Asimismo, determinamos que el 80% de causas dependen del 20% total, de las cuales se detectaron cuatro causas principales que generan los retrabajos, a continuación, en la **Tabla 8**, se detallará cada causa con su respectiva frecuencia.

**Tabla 8**

*Causas*

Orden	Causas	Frecuencia
C1	Ensamblaje inadecuado.	11
C2	Ausencia de limpieza y orden en el área de trabajo.	15
C3	Mala planificación.	12
C4	Ausencia de personal.	10

Nota. La frecuencia que más percute en la causa principal es de 15.

Asimismo, se calculó adecuadamente la frecuencia acumulada, teniendo en cuenta el valor anterior y actual de la frecuencia, para poder continuar con la suma de ambos valores. Así como también se analizó el porcentaje en donde se tomaron datos de frecuencia con el que seguidamente se dividió con la suma total del mismo.

Finalmente se calculó el % acumulado, el cual de la misma manera se utilizaron datos numéricos del porcentaje, para ejecutar la suma del valor anterior y actual. Con el fin de conocer detalladamente cada fórmula y evaluación numérica realizada, se desarrollará a continuación:

**Ecuación 1**

*Frecuencia acumulada*

$$F_i = \text{Valor anterior de frecuencia acumulada} + \\ \text{Valor actual de frecuencia}$$

**Tabla 9**

*Cálculo de la frecuencia acumulada*

<b>Causas</b>	<b>Frecuencia (fi)</b>	<b>Frecuencia acumulada (Fi)</b>
Ensamblaje inadecuado.	11	11
Ausencia de limpieza y orden en el área de trabajo.	15	26
Mala planificación.	12	38
Ausencia de personal.	10	48
<b>Total</b>	<b>48</b>	

Nota. La frecuencia acumulada coincidió con el total de frecuencia, teniendo un valor de 48.

En relación al cálculo de la frecuencia acumulada, para hallar el primer valor se hizo la suma del valor anterior de  $F_i$  con el primer valor de frecuencia teniendo como resultado 11, seguidamente para el segundo cálculo matemático se sumaron los valores de 11 y 15 de  $f_i$  obteniendo un resultado de 26, de igual manera se hizo la evaluación de 26 y 12, resultando un valor de 38, y finalmente para el cuarto valor se realizó la suma del valor  $F_i$  38 y el valor  $f_i$  10 teniendo como resultado final 48, el cual coincide con la suma total de la frecuencia.

Seguidamente se realizará el cálculo del porcentaje por cada causa determinada, para ello se seguirá la **Ecuación 2**.

**Ecuación 2**

*Cálculo del porcentaje*

$$\% = \frac{\text{Valor de frecuencia}}{\text{Total de la frecuencia}}$$

**Tabla 10**

*Cálculo de los porcentajes por cada causa*

Causas	Frecuencia ( $f_i$ )	Frecuencia acumulada ( $F_i$ )	Porcentaje
Ensamblaje inadecuado.	11	11	0,2291
Ausencia de limpieza y orden en el área de trabajo.	15	26	0,3125
Mala planificación.	12	38	0,25
Ausencia de personal.	10	48	0,2083
Total	48		100%

Nota. La suma de los valores obtenidos en porcentaje nos dio un resultado del 100%.

En referencia a la **Tabla 10** del cálculo de porcentaje se obtuvieron los valores correspondientes de cada causa, en el que se dividió a cada valor de *f<sub>i</sub>* con el total del mismo, es decir la división con 48, obteniendo un total del 100%.

De la misma manera se calculó el porcentaje acumulado, en base a la

**Ecuación 3.**

**Ecuación 3**

*Fórmula del porcentaje acumulado*

$$\% \text{ acumulado} = \text{Valor anterior del \% acumulado} + \text{Valor actual del porcentaje}$$

**Tabla 11**

*Cálculo del % acumulado por cada causa*

<b>Causas</b>	<b>Frecuencia (f<sub>i</sub>)</b>	<b>Frecuencia acumulada (F<sub>i</sub>)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>% acumulado</b>
Ensamblaje inadecuado.	11	11	22,9%	22,9%
Ausencia de limpieza y orden en el área de trabajo.	15	26	31,3%	54,2%
Mala planificación.	12	38	25%	79,2%
Ausencia de personal.	10	48	20,83%	100,0%
<b>Total</b>	<b>48</b>		<b>100%</b>	

Nota. Al calcular el % acumulado de las causas, se obtuvo el 100%, de la misma manera que en el total porcentaje.

De acuerdo a la tabla presentada para hallar el porcentaje acumulado en el primer valor se sumó el porcentaje acumulado anterior con el primer valor de % , obteniendo un resultado de 22,9%; asimismo para el segundo valor se calculó la suma de 22,9% más 31,3%, teniendo un resultado del 54,2% ; en el tercer cálculo de la causa de mala planificación se hizo la suma correspondiente del 54,2% más el 25%,, obteniendo 79,20 % , finalmente para la última causa se obtuvo el 100 % por ciento de la operación matemática de 79,2 % más el 20,83 %

### **3.1.2. Análisis inicial de la actividad del servicio de mantenimiento**

En la evaluación a los servicios más demandados como es el cambio de motor y mantenimientos preventivos, además de la conversación previa que se obtuvo con los trabajadores mecánicos involucrados principalmente en las actividades, se determinó y evaluó que existen operaciones en el proceso en donde se genera mucha demora, sobrepasa el tiempo límite de entrega del servicio a los clientes, por el mismo hecho que hay retrabajos en el procedimiento, principalmente por el mal ensamblaje de piezas, y el mismo desorden que es generado por los trabajadores de la empresa.

Es por ello se representará gráficamente cada proceso operativo en base a cada servicio con mayor demanda, para obtener una mejor visibilidad del mismo, así como también se evaluarán las actividades productivas e improductivas en base a las siguientes ecuaciones

**Ecuación 4 y Ecuación 5.**

#### **Ecuación 4**

*Actividades productivas*

$$= \frac{\Sigma(\text{operación, inspección})}{\Sigma(\text{operación, inspección, transporte, demora, almacén})} \times 100\%$$

#### **Ecuación 5**

*Actividades improductivas*

$$= \frac{\Sigma(\text{demora, almacén, transporte})}{\Sigma(\text{operación, inspección, transporte, demora, almacén})} \times 100\%$$

Figura 6

Diagrama de actividades del proceso del servicio de cambio de motor

PROCESO DE CAMBIO DE MOTOR							
UBICACIÓN	TALLER MECANICO	ACTIVIDAD			METODO ACTUAL		
ACTIVIDAD	SERVICIO DE CAMBIO DE MOTOR	OPERACIÓN	●		9		
FECHA		TRANSPORTE	➔		6		
OPERADOR		DEMORA	⏸		3		
COMENTARIOS:		INSPECCION	⬇		1		
		ALMACEN			1		
		TIEMPO (MIN)			277.7		
		DISTANCIA (MTS)			18		
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	➔	⏸	■	▼		
INGRESO DE UNIDAD VEHICULAR	●					2	
TRASLADO AL AREA DE INSPECCION	●	➔				3.1	
INSPECCION DE VEHICULO	●					30.21	2
ELABORACION DE PROFORMA DE REPARACION	●					8.05	
TRASLADO AL AREA DE TRABAJO	●	➔				5.15	2
ALMACEN DE MATERIALES	●					20.01	3
SELECCION DE MATERIALES A UTILIZAR	●					29.04	
DESMONTAJE DE MOTOR	●					35	
DESPIECE DEL MOTOR	●					9.12	
TRASLADO DE RECTIFICADORA Y ELEMENTOS MOVIBLES	●	➔				3.04	3
LAVADO DE RECTIFICADORA Y ELEMENTOS	●					15.09	
TRASLADO A LA ZONA DE TRABAJO	●	➔				3.09	2
PULVERIZADO DE MOTOR	●					35	
ENSAMBLAJE DE MOTOR	●					15.16	
COLOCACION DE REFRIGERANTE	●					10.09	
SUMINISTRO DE ACEITE	●					10.06	
TRASLADO A LA RAMPA	●	➔				8.04	2
PRUEBA DE ENCENDIDO Y FUGA	●					15	
TRASLADO A LA PISTA	●	➔				5.15	4
PRUEBA DE RUTA	●					15.06	
ENTREGA AL CLIENTE	●					1.15	

Figura VI. DAP del servicio de cambio de motor.

**Tabla 12**

*Operaciones del diagrama de actividades del servicio de cambio de motor*

<b>Resumen</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>
	Operación	9	85.78 min
	Transporte	6	27.57 min
	Demora	3	99.04 min
	Almacén	1	20.10 min
	Inspección	1	30.21 min
	Operación combinada	1	15 min
	Total	21	277.70 min

Nota. El tiempo total de la ejecución del servicio es de 277.70 minutos.

Para poder conocer el porcentaje de actividades productivas e improductivas que presentan en el servicio, se detallará a continuación:

**Actividades improductivas**

$$= \frac{146.71}{277.70} \times 100\%$$

$$= 0,53 = 53\%$$

**Actividades productivas**

$$= \frac{115.99}{277.70} \times 100\%$$

$$= 0,42 = 42\%$$

En referencia al diagrama de actividades del proceso , en la actividad principal de la empresa , el cuál es la reparación de motor ,se identificaron que la cantidad de actividades productivas solamente alcanza un 42% y sus actividades improductivas un 53% lo que nos quiere indicar que actualmente para dicha actividad no se tiene un adecuado aprovechamiento del tiempo, y existen actividades que no presentan un valor agregado al proceso y a la empresa, por ende las actividades en donde más se genera demora es en la selección de los materiales a utilizar, por la misma causa de la desorganización y limpieza que presenta el área, pero sin embargo con el gran tiempo que conlleva esta fase, escogen las piezas inadecuadas perjudicando el ensamblaje de los transportes, asimismo la segunda actividad que demanda mucho tiempo es el desmontaje del motor, ya que se debe de realizar cuidadosamente y de la manera correcta, además esto ocurre por la escasez de personal contratado y la ausencia de capacitación constante a los trabajadores que laboran en el área de mantenimiento, y finalmente la actividad con mayor cantidad de tiempo es el pulverizado de motor, esto por el mismo hecho de que el motor debe de estar limpio para poder realizar el ensamblaje adecuado y oportuno.

Figura 7

Diagrama de actividades del proceso del servicio de mantenimiento preventivo

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
UBICACIÓN	TALLER MECANICO	ACTIVIDAD				METODO ACTUAL	
ACTIVIDAD	SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO VEHICULAR	OPERACIÓN	●			7	
FECHA	3/06/2022	TRANSPORTE	→			5	
OPERADOR		DEMORA	◐			4	
COMENTARIOS:		INSPECCION	■			4	
		ALMACEN	▼			1	
		TIEMPO (MIN)				238.87	
		DISTANCIA (MTS)				12	
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	→	◐	■	▼		
INGRESO DE UNIDAD VEHICULAR	●					2	
TRASLADO AL AREA DE INSPECCION		→				3.12	
INSPECCION DE VEHICULO			■			15.16	2
VERIFICACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	●					5.25	
TRASLADO AL AREA DE TRABAJO		→				5	
ALMACEN DE MATERIALES				■		4.19	3
SELECCIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR			◐			20	
DESMONTAJE DE FILTROS				■		20.1	
LIMPIEZA DEL CAPOT	●					9.06	
TRASLADO A LA ZONA DE DESECHO		→				3.03	3
DESECHO DE ACEITE						15.09	
TRASLADO A LA ZONA DE TRABAJO		→				3.11	
CAMBIO DE DISTINTOS FILTROS				■		30	
REVISION DE FLUIDOS				■		15.09	
ENGRASE DE RODAMIENTOS	●					15.15	
INSPECCION DE FRENOS				■		12.08	
RETORQUEO DE SUSPENSION				■		25.06	
INSPECCION DE TABLERO DE INSTRUMENTOS				■		10	
INFORME DE MANTENIMIENTO	●					10.02	
PRUEBA DE RUTA		→				15.06	4
ENTREGA AL CLIENTE	●					2.1	

Figura VII. DAP del servicio del mantenimiento preventivo.

**Tabla 13**

*Clasificación de las operaciones del diagrama de actividades del servicio mantenimiento preventivo*

<b>Resumen</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>
	Operación	7	57.87 min
	Transporte	5	29.32 min
	Demora	4	95.16 min
	Almacén	1	4.19 min
	Inspección	4	52.33 min
	Operación combinada	0	0 min
	Total	21	238.87 min

Nota. El tiempo total de las actividades es de 238.87 minutos.

Para conocer el porcentaje de actividades productivas e improductivas que presentan en el servicio, se detallará a continuación:

**Actividades improductivas**

$$= \frac{128.67}{238.87} \times 100\%$$

$$= 0,53 = 53\%$$

**Actividades productivas**

$$= \frac{110.20}{238.87} \times 100\%$$

$$= 0,46 = 46\%$$

En referencia al diagrama de actividades de operaciones, de una actividad principal de la empresa , el cuál es el mantenimiento preventivo ,se identificaron que la cantidad de actividades productivas solamente alcanza un 46% y sus actividades improductivas un 53% lo que nos quiere indicar que actualmente para dicha actividad no se tiene un adecuada aprovechamiento del tiempo, ya que existen factores que no son relevantes en el desarrollo de las operaciones del servicio, como pudimos analizar, son varias fases en las que hay retrasos en el trabajo, como lo son los cambios de filtros de aceite, aire y combustible con 30 minutos; el retorque de suspensión; en la selección de materiales por el mismo hecho de que el área se encuentra desorganizado y en malas condiciones , así como también hay demora de tiempo en el desmontaje de filtros actuales, los cuales son primordiales para determinar que se necesita de un nuevo diseño del diagrama de flujo de los procesos , en el que se puedan eliminar actividades que no generan valor o disminuir los tiempos innecesarios respectivamente, en base a una nueva construcción de tiempo de acuerdo al ritmo de trabajo del colaborador de la empresa.

### 3.2 Implementación de la propuesta de las herramientas Lean Manufacturing

#### 3.2.1 Antes de la implementación de las 5´s

Con el fin de llevar a efecto la implementación de la 5´s en el área de mantenimiento, primero se evaluó la situación actual del ambiente, en el que se determinaron las condiciones de trabajo. Asimismo, se hizo la toma de datos necesarios a través de fotografías de los materiales en desorden, y se hizo uso de la hoja de observación **ANEXO N° 3**.

**Figura 8**

*Metodología de las 5´s*

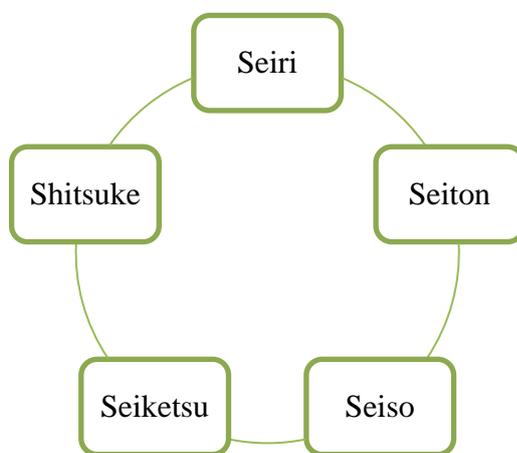


Figura VIII. Mejora continua de las 5´s

**Tabla 14**

*Determinación de las 5´s*

Seiri	Clasificación
Seiton	Orden
Seiso	Limpieza
Seiketsu	Estandarización
Shitsuke	Disciplina

Nota. Término en castellano de cada 5´s

Los resultados obtenidos en el diagnóstico de la situación actual de las 5's, en el área de mantenimiento que se realizó a través de la hoja de observación, nos permitió determinar que no existen parámetros de limpieza, o un cronograma de actividades, que permitan tener un mejor desenvolvimiento del ambiente y de los materiales, a pesar de que cuentan con utensilios de limpieza. Asimismo se obtuvo como resultados que los materiales y herramientas con las que ejecutan los servicios no se encuentran ordenados en el lugar correcto, además que existen elementos innecesarios y en mal estado, pero que no son identificados con alguna herramienta o método, y finalmente con la guía se pudo obtener que los trabajadores consideran que los retrabajos son causados principalmente por el desorden y desorganización del área, los cuales ellos mismo no lo realizan por falta de tiempo y ausencia del mismo personal.

### **Seiri**

En esta primera etapa se identificaron elementos mal ubicados y clasificados, como se muestra en el **ANEXO N° 4** , ya que ciertos materiales de trabajo se encuentran en el lugar de mantenimiento y no en el área de almacenamiento, lo cual genera la confusión en el cambio de las piezas dando como consecuencia el inadecuado ensamblaje, permitiendo de esta manera los retrabajos. Asimismo, se observaron materiales que no agregan valor en el proceso de los servicios, como tapas de baldes, cartones, plásticos y bolsas plásticas, dificultando el espacio de trabajo. Es por ello que deben de clasificarse los materiales en el lugar determinado, asimismo desechar los materiales en mal estado.

## Seiton

En esta segunda etapa se evidenció un mal orden y desorganización de los equipos; materiales y herramientas, ya que se encuentran distribuidos en diversos lugares y no en el sitio correcto.

## Seiso

En esta tercera fase hay presencia de elementos irrelevantes para el proceso de la operación, así como también identificamos objetos que generan suciedad y polvo en el ambiente de trabajo, el cual percute en el cuidado del medio ambiente.

## Seiketsu

En la cuarta fase se identificó que no existe un método de estandarización de trabajo de orden y limpieza, que sigan los empleados y dueño de AutoStar Caxamarca.

## Shitsuke

En esta última fase observamos que la empresa no tiene un procedimiento o seguimiento de un método, así como tampoco el compromiso constante de los trabajadores.

### Ecuación 6

*% de cumplimiento de las 5's*

$$\text{Nivel de desempeño: } \frac{\text{Número de servicios realizados a tiempo}}{\text{Total de servicios realizados}} \times 100$$

$$\text{Nivel de desempeño: } \frac{10}{15} \times 100$$

$$\text{Nivel de desempeño: } 66,7\%$$

### 3.2.2. Propuesta de diseño de implementación de las 5's

#### Seiri

La empresa analizada no cuenta con la metodología 5's, como se determinó anteriormente existe una mala distribución de los equipos a utilizar, es por ello que se generan los retrabajos, por la confusión de la utilización de las herramientas. Como se muestra en el **ANEXO N° 4**, se visualiza un ambiente copado de diversos materiales tanto necesarios como innecesarios que influyen en el control y manejo de la manipulación de las piezas en los servicios, pero a pesar de ello obtienen aceptables ingresos, sin considerar el orden, limpieza y clasificación, ya que, si existiese una implementación adecuada, se obtendría una mejor productividad y rentabilidad, así como también se obtendría un ambiente mucho más organizado, ordenado y limpio con el que se pueda mejorar la distribución de cada herramienta o material. Es por ello que tomando en consideración estas falencias, se realizará la clasificación adecuada de los materiales y equipos que se encuentran en el área de mantenimiento, por el cual primero se registrarán categóricamente cada herramienta según su nombre, frecuencia, necesidad, cantidad y propósito, con el fin de tener una mejor visibilidad de los mismos. A continuación, se muestra la propuesta de clasificación.

**Tabla 15**

*Propuesta de clasificación de los materiales del área de mantenimiento*

<b>N°</b>	<b>Material</b>	<b>Necesidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Propósito</b>
1	Pistolas neumáticas	Si	2	Aflojado de tornillos
2	Filtros de aceite	Sí	3	Retener impurezas
3	Adblue	No	3	Depurador de gases
4	Pastillas	No	6	Generar presión
5	Zapatas	Sí	7	Limpieza del motor
6	Destornilladores	Sí	13	Armar y desarmar
7	Gata hidráulica	Sí	1	Elevación de la carga
8	Abrazaderas	Sí	5	Conectar
9	Multímetro	Sí	1	Medir la electricidad

Nota. Diseño de clasificación de los materiales y herramientas en la metodología 5's.

De tal manera en la entrevista que se ejecutó a los trabajadores nos indicaron sobre el interés de resaltar las herramientas defectuosas, innecesarias y con poco tiempo de uso, con la intención de ser apartados del lugar de trabajo y así tener un mejor alcance y visibilidad del mismo. Así como también puedan reducir tiempos en los procesos y retrabajos, ya que permitirá desechar elementos que no generan un valor agregado, es por ello que se diseñará una tarjeta roja en pequeña dimensión, la cual tendrá una medida de 6 centímetros de largo y 3 centímetros de ancho. En el **ANEXO N° 5** se observará el diseño de mejora.

### Seiton

Después de verificar y analizar la situación de la empresa se determinó que debe de ver un orden correcto de los materiales, y para ello se podría ejecutar a través de las 3F, y así el área de mantenimiento se encuentre en óptimas condiciones de trabajo y puedan disminuir los retrabajos y obtener un buen desempeño de cumplimiento.

**Tabla 16**

*Principio de las 3F*

Principio de las 3F		
Fácil de ver	Fácil accesibilidad	Fácil de retomar a la ubicación inicial

Nota. Diseño del principio de las 3F.

Con respecto al principio de las 3F, este método ayudará a clasificar correctamente cada elemento que existe en el área, de manera rápida y precisa, ya que se ordenarán de acuerdo con la utilización y visibilidad.

## **Seiso**

En esta tercera fase se es conveniente proponer y mantener el área de mantenimiento en óptimas condiciones , así como también los materiales o herramientas de trabajo, con la intención de que todo esté debidamente ordenado, limpio y clasificado, con la finalidad de que haya una mejor visibilidad para los clientes y un ambiente ideal para ejecutar cada proceso mecánico, para ello es indispensable utilizar diversos equipos de aseo.

## **Seiketsu**

Luego de una observación en el ambiente para estandarizar esta mejora continua es conveniente elegir un solo trabajador con el cual se le pueda establecer un plan de control, con el que se pueda verificar que se está siguiendo las 3 primeras S, como propuesta de mejora.

## **Shitsuke**

La propuesta de mejora a implementar en esta última S de seguimiento, se evaluará a los 3 trabajadores a través de una encuesta sobre la importancia de la metodología, y conocimiento sobre la misma. De la encuesta anterior, los resultados obtenidos del seguimiento de la mejora continua que se realizó a los 3 trabajadores de la empresa, los resultados son los siguientes:

**Figura 9**

*Resultados de la pregunta, ¿con la implementación de las 5's se ha logrado conocer su metodología y componentes?*

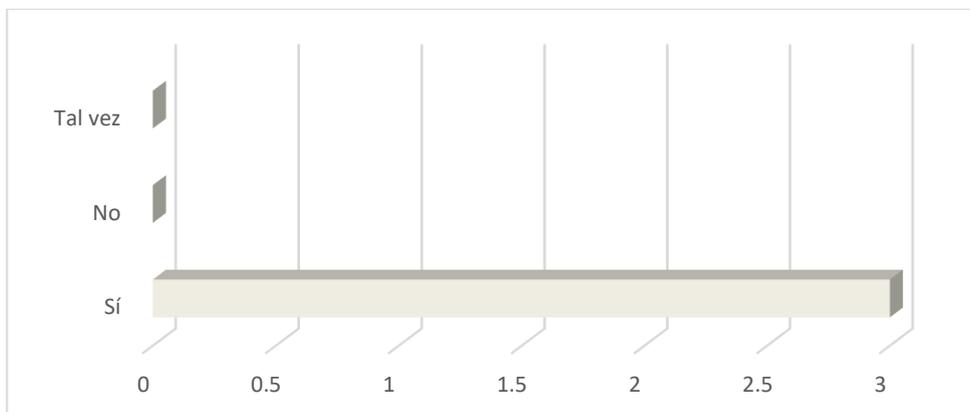


Figura IX. Los 3 trabajadores contestaron que si poseen conocimiento de las 5's.

**Figura 10**

*Resultados de la pregunta, ¿considera importante la implementación de las 5's?*

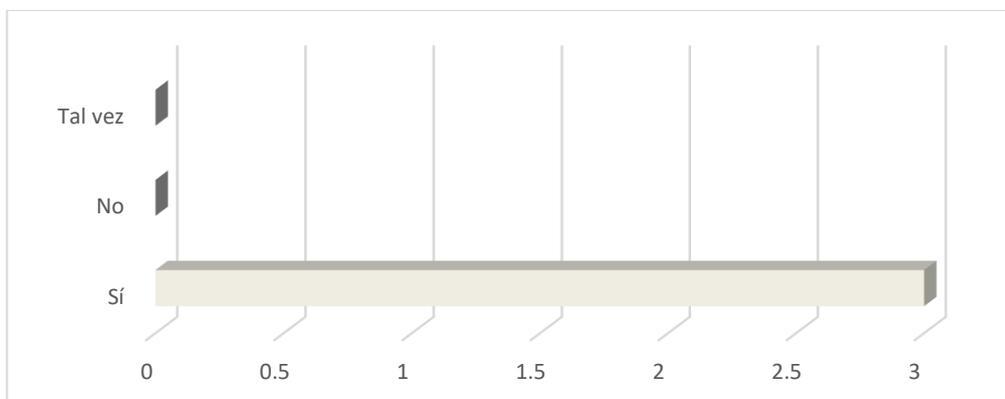


Figura X. Los 3 trabajadores consideran que si es importante las 5's.

**Figura 11**

*Resultados de la pregunta, ¿qué entiende por metodología 5´s?*

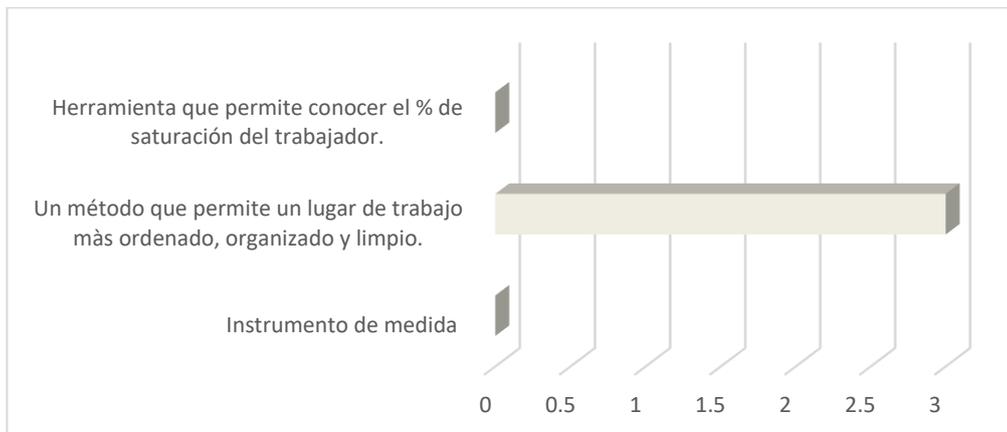


Figura XI. Los 3 trabajadores consideraron correctamente la definición de las 5´s.

**Figura 12**

*Resultados de la pregunta, ¿cuál es el significado de las 5´s?*

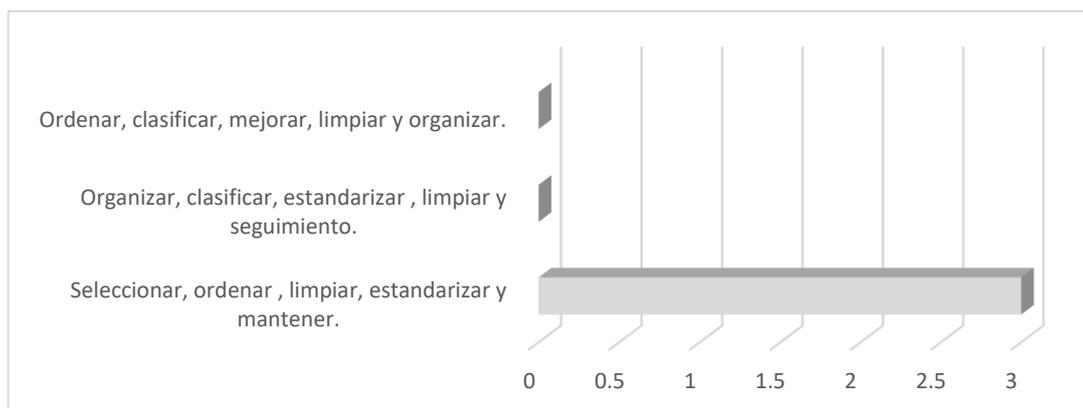


Figura XII. Los 3 trabajadores de la empresa determinaron el significado correcto de las 5´s.

**Figura 13**

Resultados de la pregunta, ¿para qué sirve la aplicación y diseño de la tarjeta roja de las 5's?

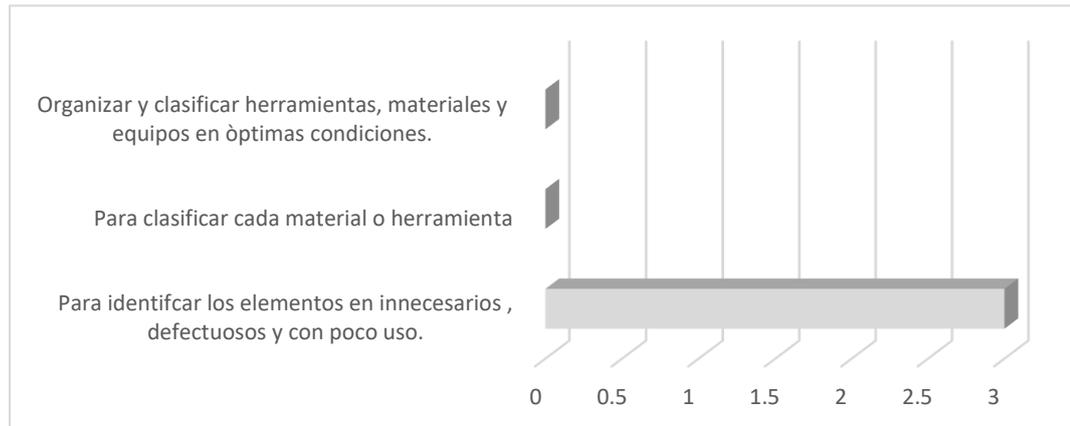


Figura XIII. Los 3 trabajadores de la empresa respondieron que la tarjeta roja sirve para identificar materiales innecesarios e inadecuados.

**Figura 14**

Resultados de la pregunta, ¿por qué es necesario clasificar cada herramienta?

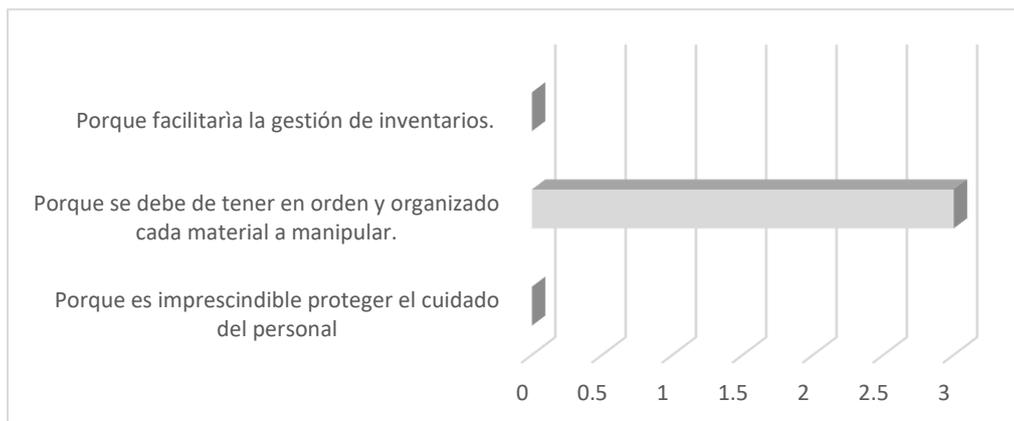


Figura XIV. Los 3 trabajadores de la empresa consideran que cada material debe de estar organizado.

**Figura 15**

Resultados de la pregunta, ¿cuál es el beneficio de utilizar el principio de las 3F?

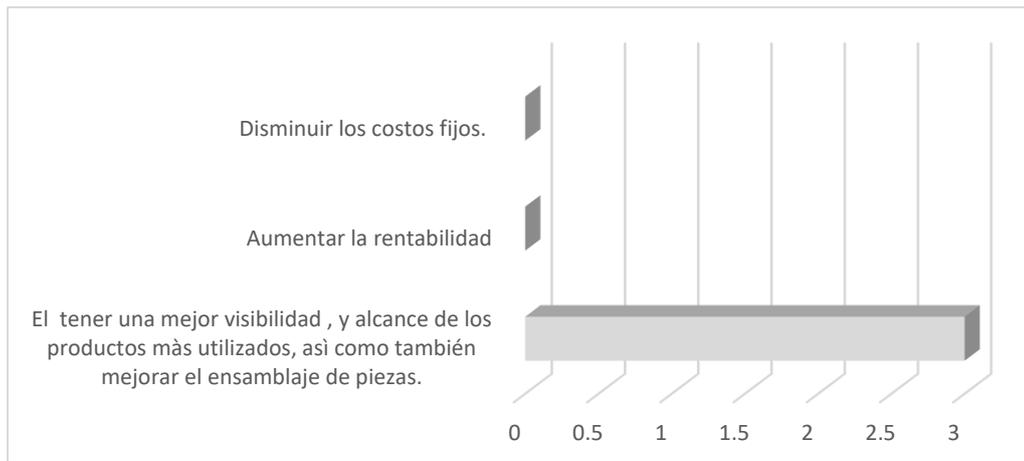


Figura XV. Los 3 trabajadores consideran que el principio de las 3F permitirá tener una mejor visibilidad y alcance de los productos.

**Figura 16**

Resultados de la pregunta, ¿considera importante la aplicación y diseño de un cronograma de actividades?

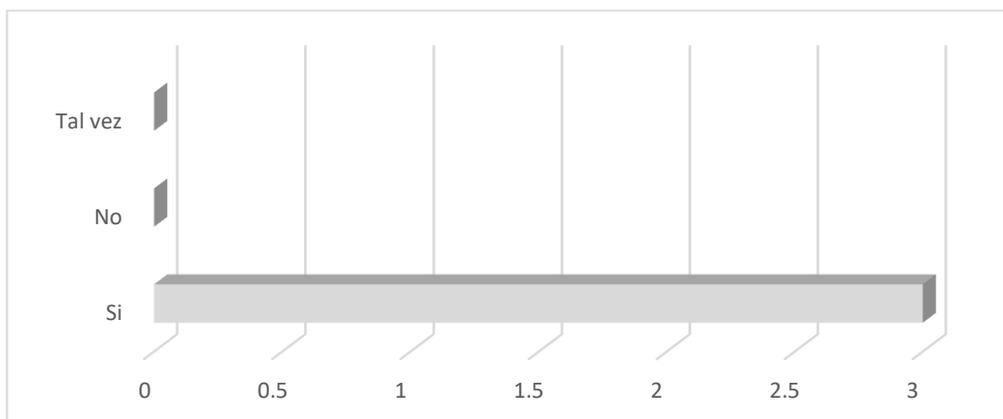


Figura XVI. Los 3 trabajadores de la empresa consideran importante el diseño de un cronograma de actividades.

**Figura 17**

Resultados de la pregunta, ¿es relevante la implementación de la metodología 5's?

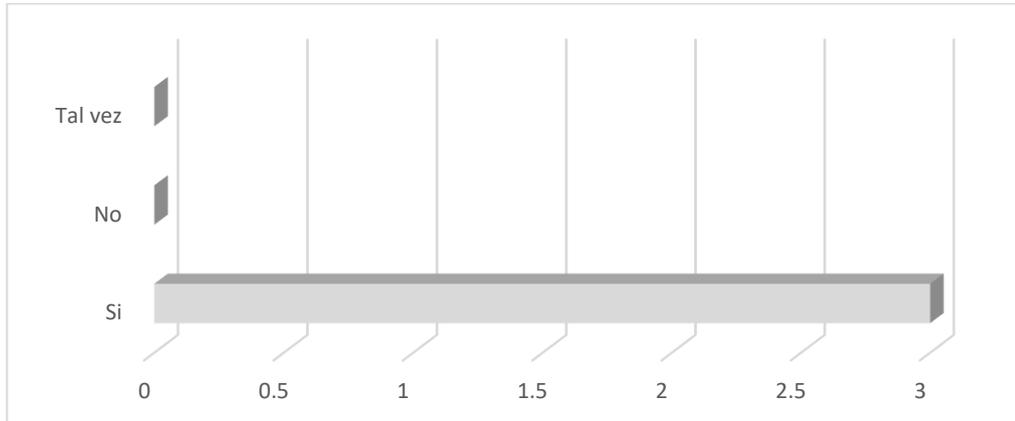


Figura XVII. Los 3 trabajadores de la empresa si consideran relevante contar con la metodología de las 5's.

**Figura 18**

Resultados de la pregunta, ¿cuál es el origen de la herramienta de las 5's?

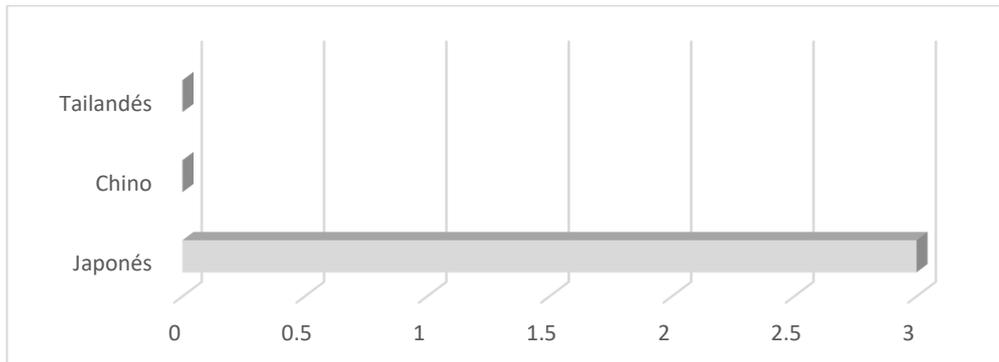


Figura XVIII. Los 3 trabajadores de la empresa consideran que las 5's es de origen japonés.

### 3.2.3. Impacto de los resultados de las 5's

Con la implementación de las 5's, determinamos que fue eficiente para la mejora del orden, limpieza y organización en el área de mantenimiento, es por ello que, para tener un mejor análisis y visión, se evaluará a través de la fórmula % de cumplimiento, analizando la situación actual con la situación después de la propuesta y diseño.

#### **Situación actual**

$$\text{Nivel de desempeño: } \frac{10}{15} \times 100$$

$$\text{Nivel de desempeño: } 0,667$$

$$\text{Nivel de desempeño: } 66.67\%$$

#### **Situación después de la propuesta**

$$\text{Nivel de desempeño: } \frac{13}{15} \times 100$$

$$\text{Nivel de desempeño: } 0,866$$

$$\text{Nivel de desempeño: } 86,67\%$$

Con el análisis y cálculo del nivel de desempeño, se determinó que con la implementación de las 5's ayudó a reducir las deficiencias en los servicios que se brindan, ya que con la propuesta se mejoró el nivel de cumplimiento en un 86%, en el cual se realizó el cálculo del número de servicios realizados a tiempo sobre el total de servicios realizados, teniendo en consideración que se ejecutan 15 servicios al mes.

### 3.2.4. Antes de la implementación del diagrama de recorrido

Tomando en consideración la ubicación actual del diseño del área de trabajo de la empresa AutoStar Caxamarca, se identificó que con respecto al abastecimiento de materiales y producción existen retrasos en la ejecución de los trabajos, de acuerdo al diagrama que se presentará en **Figura 19**, algunas de las deficiencias que esta presenta son la existencia de más de un área de almacenaje de herramientas y materiales, por lo cual todo se encuentra desordenado; ubicación inadecuada para los desechos de residuos obtenidos de los trabajos que se ejecutan en el día a día; asimismo no cuentan con ambientes adecuados de almacenamiento y oficinas principales; también existe una mala distribución de sus materiales y herramientas; de la misma manera existe un área de materiales inutilizables dentro del espacio de ejecución de los servicios mecánicos, lo cual está provocando una disminución del espacio, así como también la incomodidad de los trabajadores.

**Figura 19**

*Diagrama de recorrido actual de la empresa*

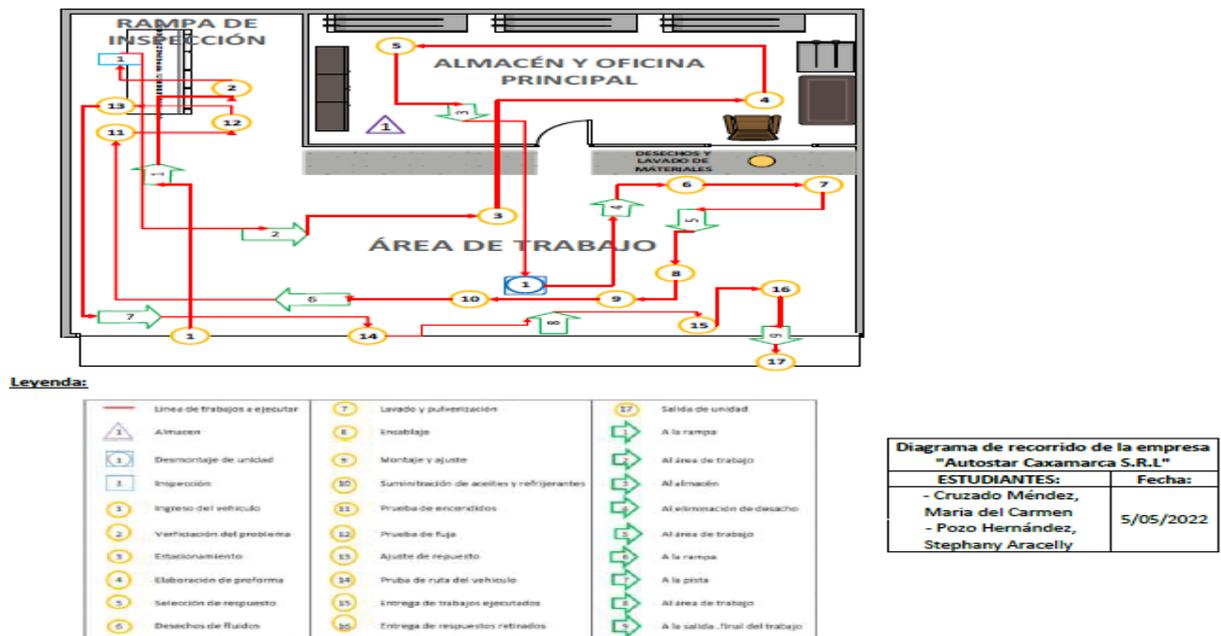


Figura IX. Diagrama de recorrido del ambiente de la empresa de mantenimiento.

Como podemos observar en el diagrama anterior analizado, se visualiza que la organización de las áreas pueden ser mejoradas y organizadas, con el que el trabajador pueda tener la facilidad de trasladarse a otra área, así como también un mejor orden en los materiales y herramientas, para poder ejecutar un adecuado servicio de mantenimiento.

### **3.2.5. Propuesta de diseño de la implementación del diagrama de recorrido**

Las modificaciones propuestas en el nuevo diagrama de recorrido de la empresa automotriz se basaron específicamente en la reubicación de sus almacenes, ya que como hemos podido observar en los diagramas de actividades del proceso, la gran cantidad de tiempo desperdiciado se basa en el área mencionado, debido a que este no cuenta con una distribución adecuada.

La nueva propuesta de recorrido permitirá una disminución de tiempos en el proceso de ejecución de los trabajos de mantenimiento.

En el nuevo diagrama propuesto del área principal se optó por dividir en dos áreas específicas, almacenes y oficinas administrativas, la oficina de almacenes se le incorporó estantes distribuidos en herramientas y equipos, de tal manera que con esto se pueda encontrar los productos de una manera más rápida y así poder disminuir tiempos muertos, de igual forma se propuso que en dicha área se ejecutan dos puertas de entrada, una que estará relacionada directamente al área de inspección de vehículos, y otra, al área de trabajo, dichos ingresos no interferirán con el espacio del área administrativa.

Por otro lado, se propuso incorporar un área específica de lavado y desechos de residuos, como aceites; refrigerantes; etc. Se pudo identificar que uno de los problemas con los que contaba la empresa es con la interferencia y ocupación de espacios debido a una mala organización para dicha actividad.

**Figura 20**

*Diagrama de recorrido final*

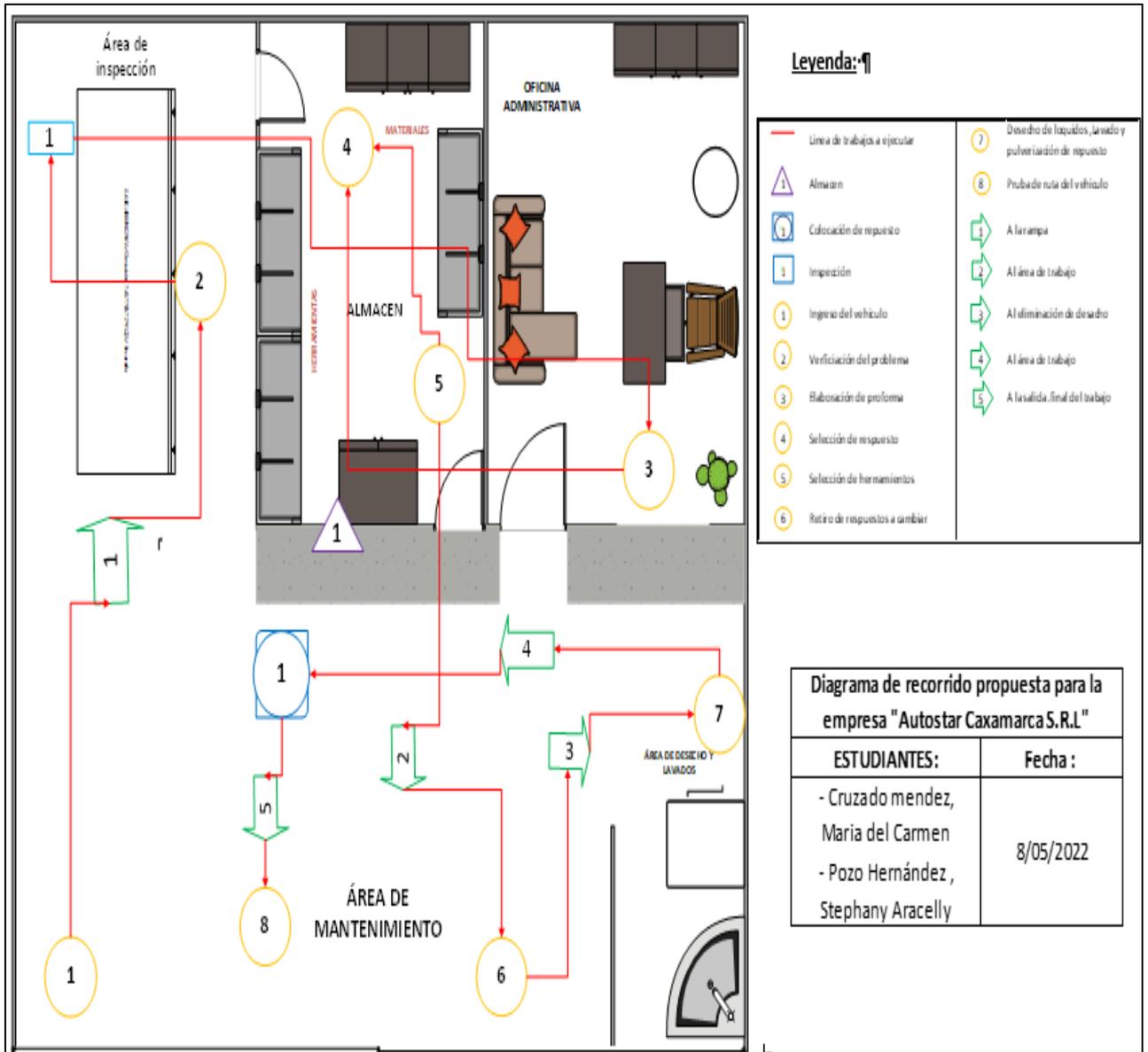


Figura XX. Nuevo diseño del diagrama de recorrido para la empresa de mantenimiento.

### 3.2.6. Impacto de los resultados del diagrama de recorrido

Se analizó antes de la implementación del diagrama de recorrido la presencia de ambientes desorganizados, y con difícil distribución, pero con la implementación de la nueva propuesta de diseño, se obtuvo el nuevo diagrama, el cual fue muy útil para la empresa, ya que se plasmaron nuevas áreas, así como también una nueva distribución de las mismas. Con el nuevo diseño se puede apreciar que el área se encuentra mucho más ordenada y con mejor coordinación para el desarrollo de las actividades.

### 3.2.7. Análisis del Takt time

Se identificó que existen dos servicios con mayor demanda en la empresa, de tal manera que se deseó calcular el cumplimiento de estas, utilizando el concepto del método takt time, de tal manera que se podrá determinar los posibles cuellos de botella que pueden existir en el proceso y asignación del servicio.

#### **Servicio de reparación de motor**

Las fórmulas que se utilizaron para los cálculos correspondientes es la siguiente:

#### **Ecuación 7**

*Takt time*

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Tiempo\ demanda}$$

**Tabla 17**

*Cálculo takt time del servicio cambio de motor*

	<b>Tiempo</b>	<b>Unidad</b>
Demanda del cliente	15	Mensual
Días laborados	15	días
Día de trabajo	1440	min/día
Hora No productiva	225	min/día
Disponibilidad de herramientas	58	%
Desperdicios	25	%

Nota. Se determinó el takt time del servicio con mayor demanda en la empresa.

$$Takt\ Time = 1.45/704$$

$$Takt\ Time = 0.75$$

### **Servicio del Mantenimiento Preventivo**

La fórmula que se tuvo en cuenta para el cálculo correspondiente es la siguiente:

#### **Ecuación 8**

*Ecuación del Takt time*; Error! No se encuentra el origen de la referencia.

$$Takt\ Time = Tiempo\ Disponible / Tiempo\ demanda$$

**Tabla 18**

*Cálculo del takt time del mantenimiento preventivo*

	<b>Tiempo</b>	<b>Unidad</b>
Demanda del cliente	20	Mensual
Días laborados	15	días
Día de trabajo	1440	min/día
Hora No productiva	225	min/día
Disponibilidad de herramientas	52	%
Desperdicios	35	%

Nota. Se determinó cada factor del servicio del mantenimiento preventivo.

$$Takt\ Time = 1.35/645$$

$$Takt\ Time = 0.95$$

Se ejecutaron los cálculos respectivos para la determinación del Takt Time por cada servicio que se ejecuta actualmente, obteniendo como resultado un 75 % en el servicio de reparación de motor y un 95% en el servicio de mantenimiento preventivo.

### **3.2.8. Propuesta de implementación del takt time**

Con la intención de mejorar el cumplimiento de la demanda de los clientes, dentro del tiempo establecido, además de disminuir los retrabajos y las entregas a los clientes, se diseñó una nueva distribución de trabajos con el que se realizará una mejora para la empresa de mantenimiento.

Se realizó una nueva distribución de actividades con el personal que actualmente se encuentra en la empresa, de igual forma se mejorará la eficiencia y disminución de los tiempos muertos. Asimismo, se evaluó cada hora de improductividad en la ejecución de cada uno de los servicios.

### Servicio de cambio de motor

**Tabla 19**

*Tiempo estándar del servicio de cambio de motor*

Mes	Tiempo Neto Disponible	Demanda del Cliente	Takt Time	Takt Time en minutos
1	55	1	55.0	0.92
2	58.5	2	29.3	0.49
3	60	1	60.0	1.00
4	59.9	2	30.0	0.50
5	59	3	19.7	0.33
6	55.45	1	55.5	0.92
7	57	1	57.0	0.95
8	60	2	30.0	0.50
9	55	1	55.0	0.92
10	60	1	60.0	1.00
11	60.2	2	30.1	0.50
12	57	1	57.0	0.95
13	59	2	29.5	0.49
14	58.14	1	58.1	0.97
15	58.955	3	19.7	0.33
<b>PROMEDIO</b>	<b>58.21</b>	<b>1.60</b>	<b>43.05</b>	<b>0.72</b>

Nota. El promedio del tiempo en minutos es de 0.72, para el servicio de reparación de motor.

## Servicio de mantenimiento preventivo

**Tabla 20**

*Tiempo estándar del servicio del mantenimiento preventivo*

Mes	Tiempo Neto Disponibile	Demanda del Cliente	Takt Time	Takt Time en minutos
1	53	1	53.0	0.88
2	65	2	32.5	0.54
3	60.4	1	60.4	1.01
4	65.5	2	32.8	0.55
5	100	3	33.3	0.56
6	55.45	1	55.5	0.92
7	60.05	1	60.1	1.00
8	60	2	30.0	0.50
9	55	1	55.0	0.92
10	60	1	60.0	1.00
11	60.2	2	30.1	0.50
12	57	1	57.0	0.95
13	59	2	29.5	0.49
14	62.1	1	62.1	1.04
15	58.955	3	19.7	0.33
PROMEDIO	62.11	1.60	44.72	0.75

Nota. El promedio de takt time es de 0.75 minutos en el servicio de mantenimiento preventivo.

### 3.2.9. Impacto de los resultados del takt time

Con la implementación del nuevo cálculo del takt time, se puede evidenciar que el impacto en el proceso es positivo, ya que se eliminaron los tiempos innecesarios y las actividades que generaban deficiencias en los procesos. De esta manera en el servicio del cambio de motor se mejoró el promedio de tiempo de 0.75 a 0.72 minutos, asimismo para el

servicio del mantenimiento preventivo se evidenció una mejora de tiempo de 0.95 a 0.75 minutos

### 3.2.10. Análisis inicial del balance de línea

El balance de línea, nos ayuda a identificar que etapa del servicio genera un mayor tiempo, es decir el tiempo cuello de botella, con el fin de determinar que la ejecución de los trabajos se ejecutan con mayor rapidez y esta sea más eficiente.

Los balances de línea serán realizados en ambas actividades principales teniendo en consideración los tiempos que actualmente se manejan y lo tiempos que se manejarían según la propuesta planteada según el análisis, asimismo se evaluará la eficiencia en base a la siguiente **Ecuación 9**.

#### Ecuación 9

*Fórmula de cálculo de la eficiencia*

$$Eficiencia: \frac{\sum \text{de tiempos de cada estación}}{\text{Total de estaciones} \times Tc}$$

### Servicio de reparación de motor

**Figura 21**

*Servicio de reparación de motor*

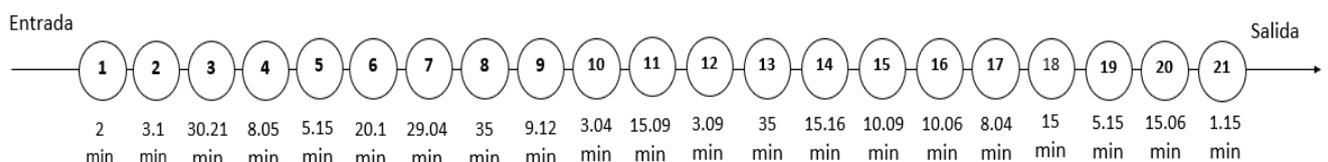


Figura XXI. En la estación 8 y 13 existe un mayor tiempo de demora.

$$Tc = 35 \text{ minutos}$$

Estación cuello de botella: 8;13

$$Eficiencia = \frac{277.70}{21 \times 35}$$

$$Eficiencia = 37 \%$$

Con referencia al balance de línea elaborado anteriormente se obtiene que la eficiencia es del 37%, el cual podemos mejorar, realizando un rebalanceo.

### Servicio del mantenimiento preventivo

**Figura 22**

*Servicio de mantenimiento preventivo*

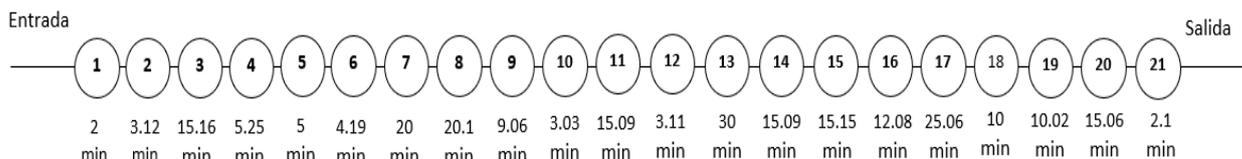


Figura XXII. La estación 13 es la que tiene un mayor tiempo de demora.

Tiempo cuello de botella: 30 minutos

Estación cuello de botella: 13

$$Eficiencia = \frac{237.87}{21 \times 30}$$

$$Eficiencia = 37 \%$$

De acuerdo al balance de línea del mantenimiento preventivo se obtuvo que la eficiencia total de trabajo de cada operación, es del 37%, lo cual requiere de un nuevo replanteo de los tiempos y cantidad de actividades para poder mejorar el proceso de entrega del servicio.

### 3.2.11. Propuesta de diseño del balance de línea

#### Servicio de reparación de motor

**Figura 23**

*Diseño del nuevo balance de línea del servicio reparación de motor*

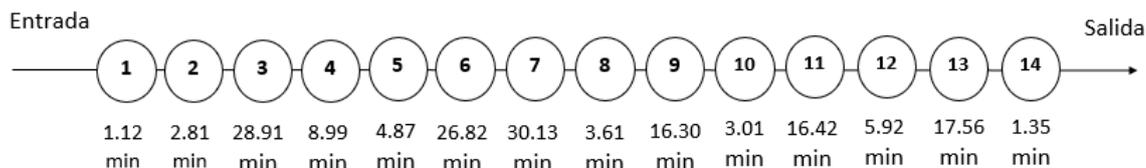
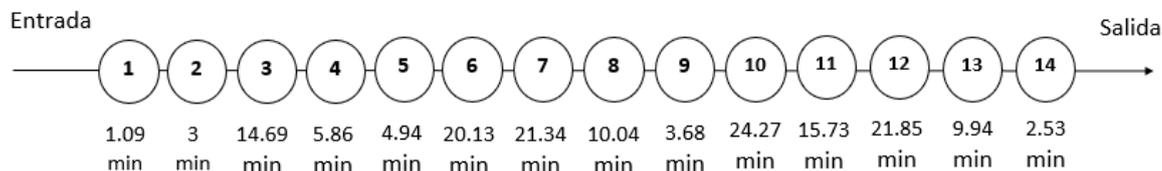


Figura XXIII. Nuevo balance de línea del servicio de reparación de motor.

## Servicio de mantenimiento preventivo

**Figura 24**

*Diseño del nuevo balance de línea del servicio de mantenimiento preventivo*



*Figura XXIV. Diseño del balance de línea para el servicio de mantenimiento preventivo.*

Se propuso un nuevo rebalanceo de línea, en el cual se mantienen en ambos servicios la misma cantidad de servicios, el diseño actual varía en los tiempos de cada estación, en donde se redujeron minutos por cada fase, lo cual se significa que la propuesta es muy positiva para disminuir retrabajos y demora.

### 3.2.12. Impacto de los resultados del balance de línea

#### Servicio de reparación de motor

##### Situación actual

$$Eficiencia = \frac{277.70}{21 \times 35}$$

$$Eficiencia = 37 \%$$

##### Situación después del nuevo diseño

$$Eficiencia = \frac{167.82}{14 \times 30.13}$$

$$Eficiencia = 40 \%$$

Con respecto al balance de línea actual, se logró mejorar la eficiencia del servicio de cambio de motor a un 40%.

## Servicio de mantenimiento preventivo

### Situación actual

$$Eficiencia = \frac{237.87}{21 \times 30}$$

$$Eficiencia = 37 \%$$

### Situación después del nuevo diseño

$$Eficiencia = \frac{159.09}{14 \times 24.27}$$

$$Eficiencia = 42 \%$$

En referencia al balance de línea inicial se obtuvo una mejora, ya que la eficiencia mejoró de un 37% a un 42% en el servicio de mantenimiento preventivo.

### 3.2.13. Propuesta de diseño del diagrama de actividades

#### Servicio de cambio de motor

Figura 25

Diseño nuevo del diagrama de actividades del proceso del servicio de reparación de motor

PROCESO DE CAMBIO DE MOTOR						
UBICACIÓN	TALLER MECANICO	ACTIVIDAD			METODO ACTUAL	
ACTIVIDAD	SERVICIO DE CAMBIO DE MOTOR	OPERACIÓN	●		6	
FECHA		TRANSPORTE	→		5	
OPERADOR		DEMORA	⌋		2	
COMENTARIOS:		INSPECCION	⌋		1	
		ALMACEN	⌋		0	
		TIEMPO (MIN)			167.82	
		DISTANCIA (MTS)			9	
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOS				TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	→	⌋	■		
INGRESO DE UNIDAD VEHICULAR	●				1.12	
TRASLADO AL AREA DE INSPECCION	●	→			2.81	1
INSPECCION DE VEHICULO	●		⌋	●	28.91	
ELABORACION DE PROFORMA DE REPARACION	●				8.99	
TRASLADO AL AREA DE TRABAJO	●	→			4.87	
SELECCIÓN DE MATERIALES	●				26.82	1
DESMONTAJE DE MOTOR	●		⌋	●	30.13	
TRASLADO DE RECTIFICADORA Y ELEMENTOS MOVIBLES	●	→			3.61	2
LAVADO DE RECTIFICADORA Y ELEMENTOS MOVILES	●				16.3	
TRASLADO A LA ZONA DE TRABAJO	●	→			3.01	2
ENSAMBLAJE DE MOTOR	●		⌋	●	16.42	
TRASLADO A LA PISTA	●	→			5.92	3
PRUEBA DE RUTA	●				17.56	
ENTREGA AL CLIENTE	●				1.35	

Figura XXV. Nuevo diseño del diagrama de actividades del servicio de reparación de motor.

**Tabla 21**

*Nueva clasificación de las operaciones del servicio de reparación de motor*

<b>Resumen</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>
	Operación	6	72.14 min
	Transporte	5	20.22 min
	Demora	1	30.13 min
	Almacén	0	0 min
	Inspección	1	28.91 min
	Operación combinada	1	16.42 min
	Total	14	167.82 min

Nota. El tiempo total de las actividades es de 167.82 minutos.

En el nuevo diseño de propuesta se redujeron ciertas actividades en el área almacén, en el cual en el diagnóstico se obtuvo un gran tiempo de demora en esa actividad, asimismo se disminuyó el tiempo total de realizar el servicio de reparación de motor.

## Servicio de mantenimiento preventivo

Figura 26

Implementación del diagrama de actividades del proceso del servicio de mantenimiento preventivo

PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
UBICACIÓN	TALLER MECANICO	ACTIVIDAD			METODO ACTUAL	
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO PREVENTIVO VEHICULAR	OPERACIÓN	●			8
FECHA		TRANSPORTE	→			3
OPERADOR		DEMORA	⏸			2
COMENTARIOS:		INSPECCION	⬇			1
		ALMACEN	⬇			0
		TIEMPO (MIN)				159.09
		DISTANCIA (MTS)				5
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLOS				TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	→	⏸	⬇		
INGRESO DE UNIDAD VEHICULAR	●				1.09	
TRASLADO AL AREA DE INSPECCION	●	→			3	1
INSPECCION DE VEHICULO	●			⬇	14.69	
VERIFICACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	●				5.86	
TRASLADO AL AREA DE TRABAJO	●	→			4.94	1
SELECCIÓN DE MATERIALES	●	→			20.13	2
DESMONTAJE DE FILTROS	●				21.34	
LIMPIEZA DEL CAPOT	●				10.04	
TRASLADO A LA ZONA DE DESECHO	●	→			3.68	1
CAMBIO DE DISTINTOS FILTROS	●				24.27	
ENGRASE DE RODAMIENTOS	●				15.73	
RETORQUEO DE SUSPENSION	●				21.85	
INFORME DE MANTENIMIENTO	●				9.94	
ENTREGA AL CLIENTE	●				2.53	

Figura XXVI. Nuevo diseño del diagrama de operaciones del servicio de mantenimiento preventivo.

**Tabla 22**

*Nueva clasificación de las operaciones del servicio de mantenimiento preventivo*

<b>Resumen</b>			
<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>
	Operación	8	91.31 min
	Transporte	3	11.62 min
	Demora	2	41.47 min
	Almacén	0	0 min
	Inspección	1	14.69 min
	Operación combinada	0	0 min
	Total	14	159.09 min

Nota. El tiempo total de las operaciones es de 159.09 minutos.

En el nuevo de diseño de propuesta se redujeron ciertas actividades como almacén, en el cual en el diagnóstico se obtuvo un gran tiempo de demora en esa actividad, asimismo se disminuyó el tiempo total de realizar el servicio de mantenimiento preventivo.

### **3.2.14. Impacto de resultados del diagrama de actividades de operaciones**

#### **Servicio de reparación de motor**

#### **Situación inicial**

#### **Actividades improductivas**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{146.71}{277.70} \times 100\% \\
 &= 0,53 = 53\%
 \end{aligned}$$

En el análisis inicial del servicio de reparación de motor, determinamos que el 53% de actividades no son relevantes en el proceso de ejecución del servicio.

### **Actividades productivas**

$$= \frac{115.99}{277.70} \times 100\%$$
$$= 0,42 = 42\%$$

En las actividades productivas de la situación inicial de reparación de motor, se obtuvo un porcentaje de 42%, lo cual no es productivo para la empresa, ya que es menor a las actividades improductivas.

### **Situación después del diseño**

#### **Actividades improductivas**

$$= \frac{50.35}{167.82} \times 100\%$$
$$= 0,30 = 30\%$$

#### **Actividades productivas**

$$= \frac{101.05}{167.82} \times 100\%$$
$$= 0,60 = 60\%$$

Implementado la mejora, se obtuvo que, en el servicio de reparación de motor, se logró aumentar considerablemente el nivel de actividades productivas en un 60%, permitiendo disminuir actividades que no generaban valor dentro del proceso de servicio, en el cual se disminuyó en un 30%.

## **Servicio del mantenimiento preventivo**

### **Situación actual**

#### **Actividades improductivas**

$$= \frac{128.67}{238.87} \times 100\%$$

$$= 0,53 = 53\%$$

En el servicio del mantenimiento preventivo, se determinó que el 53% son actividades improductivas, es decir que no presentan una utilidad dentro del proceso.

#### **Actividades productivas**

$$= \frac{110.20}{238.87} \times 100\%$$

$$= 0,46 = 46\%$$

Se obtuvo un 46% en actividades productivas, es decir que proporcionan un valor positivo dentro del proceso de servicio.

### **Situación después de la implementación**

#### **Actividades improductivas**

$$= \frac{53.09}{159.09} \times 100\%$$

$$= 0,33 = 33\%$$

### Actividades productivas

$$= \frac{106}{159.09} \times 100\%$$

$$= 0,66 = 66 \%$$

Con la mejora implementada, se logró mejorar la entrega del servicio, debido a que se disminuyeron las actividades improductivas a un 33%, es decir las que no permitían tener un buen proceso de ejecución, asimismo se obtuvo un mayor porcentaje en las actividades productivas.

**Tabla 23**

*Análisis comparativo de los resultados obtenidos*

METODOLOGIA	OBJETIVO	RESULTADOS OBTENIDOS
5S	Mejorar las condiciones de trabajo de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación adecuada de materiales y equipos, según; nombre, frecuencia, necesidad, cantidad y propósito.</li> <li>- Clasificación correcta de los elementos de manera rápida y precisa, según utilización y visibilidad.</li> <li>- Implementación de planes de control de trabajos programados.</li> <li>- Desempeño en un 86% de trabajos programados, mediante una adecuada organización de elementos y un ambiente limpio.</li> </ul>
Diagrama De Recorrido	Mejorar la distribución y organización del área, tomando en consideración las operaciones, inspecciones, almacenaje y demoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reubicación de los almacenes de herramientas y equipos.</li> <li>- Disminución de tiempos en el proceso de ejecución de trabajos de mantenimientos programados.</li> <li>- Adecuada distribución de área administrativas y de mano de obra.</li> <li>- Implementaciones de áreas específicas de lavado y desecho de residuos.</li> </ul>
Balance de Línea	Incrementar la eficiencia según programaciones de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la eficiencia del servicio del trabajo en cambio de motores en un 40%.</li> <li>- Mejorar la eficiencia del servicio de mantenimiento preventivo en un 42%.</li> </ul>
DAP	Reducción de tiempos en el desarrollo de los servicios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se aumento en un 60% las actividades productivas en el servicio de cambio de motor”, disminuyendo las actividades que no generen valor en un 30%.</li> <li>- Se disminuyó en un 33% las actividades improductivas en el servicio de mantenimiento preventivo, mejorando el desarrollo del servicio.</li> </ul>
Takt time	Entregar el servicio de los clientes dentro del tiempo establecido, y disminuir los retrabajos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se disminuyó el tiempo promedio en el servicio de cambio de motor de 0.75 min a 0.72 minutos.</li> <li>- Se redujo el tiempo del takt time en el servicio del mantenimiento preventivo de 0.95 a 0.75 minutos.</li> </ul>

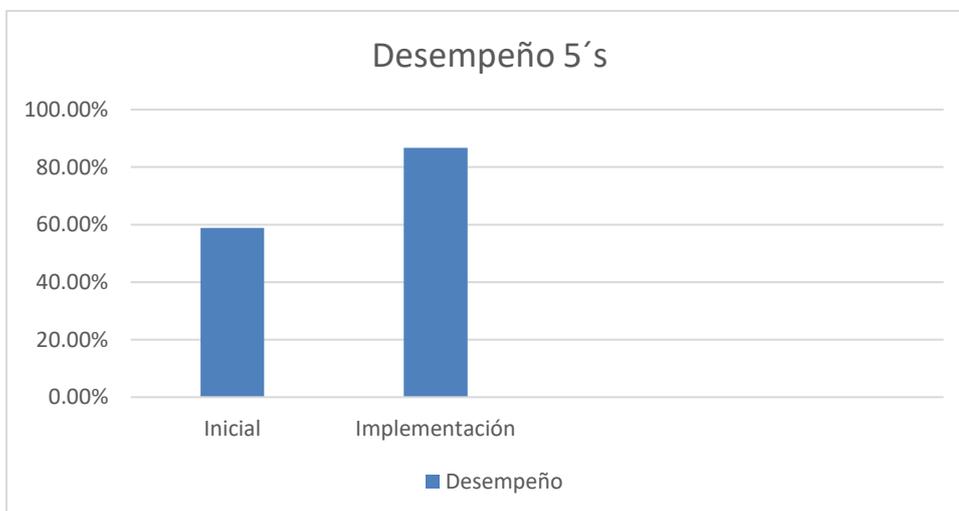
Nota. Cuadro comparativo de los resultados obtenidos de las diferentes implementaciones.

### 3.3. Análisis estadístico

#### 3.3.1. Análisis estadístico de la variable independiente 5's

**Figura 27**

*Histograma del % de desempeño*



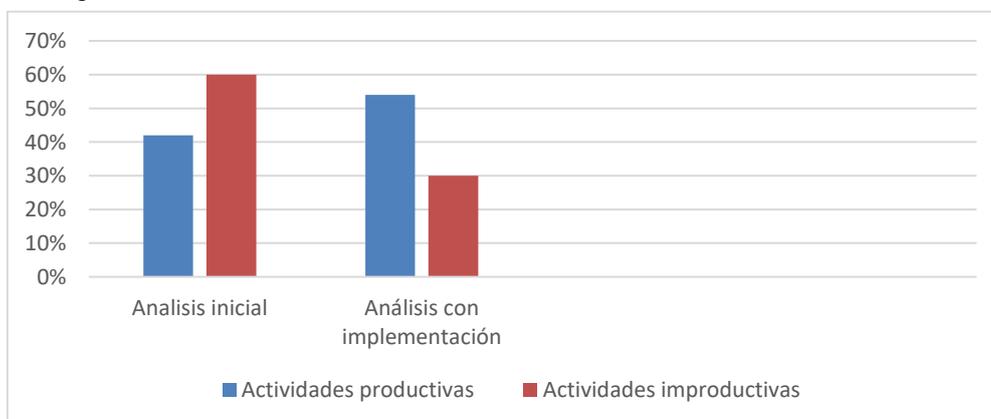
Nota. Histograma del impacto del desempeño de las 5's.

En el flujograma del desempeño de las 5's, se puede observar que se pudo mejorar el nivel de limpieza, organización, orden y planificación, superando el 80% con respecto a la situación inicial, lo cual es muy favorable para el desempeño de los trabajadores en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L.

#### 3.3.2. Análisis estadístico de la variable dependiente de retrabajos

**Figura 28**

*Histograma del DAP de cambio de motor*

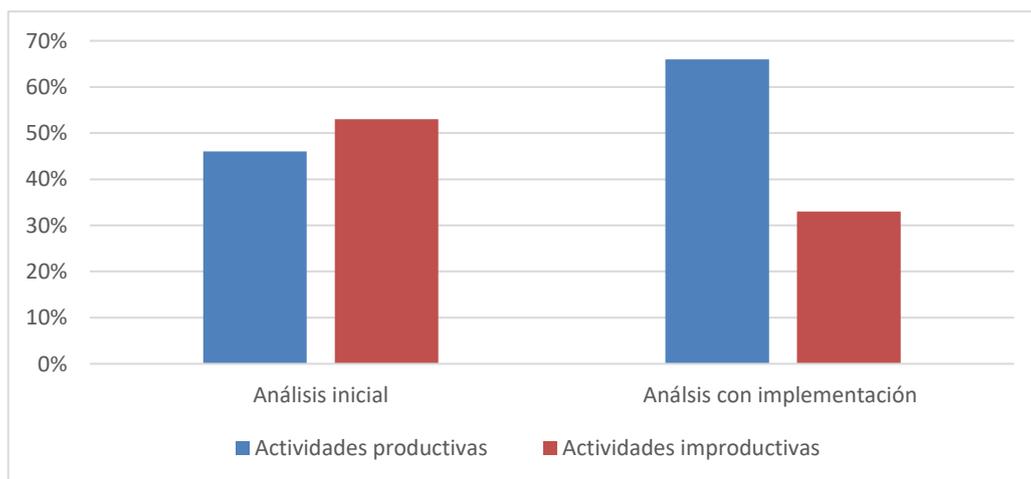


Nota. Histograma del servicio de cambio de motor.

En el análisis estadístico, se puede determinar que los retrabajos se pudieron disminuir en el proceso de cambio de motor, es decir identificando el nivel de reducción en las actividades improductivas, asimismo se puede visualizar que, con la implementación, se redujo a un 30%, lo cual es aceptable y viable para la empresa.

**Figura 29**

*Histograma del DAP del mantenimiento preventivo*



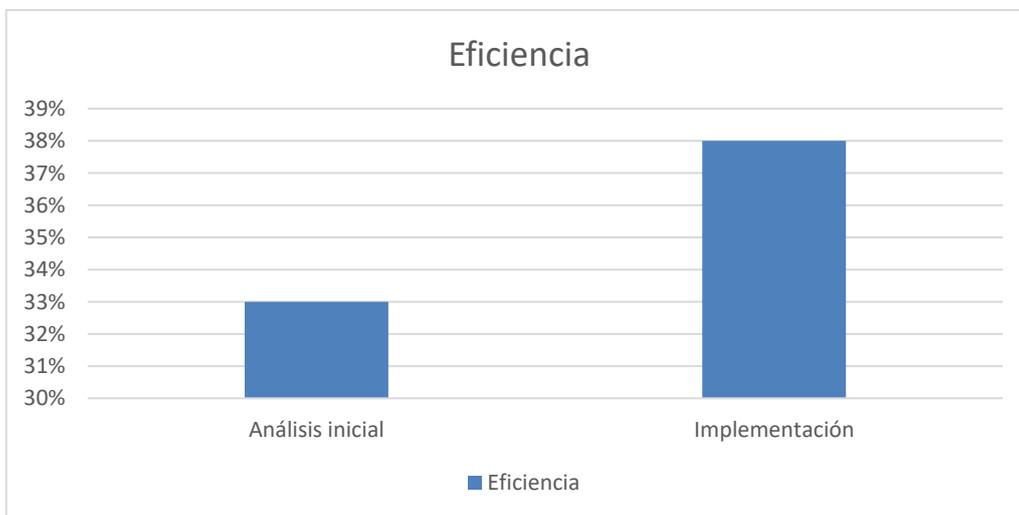
Nota. Histograma del servicio del mantenimiento preventivo.

Se determinó que en el servicio de mantenimiento preventivo con la implementación del nuevo diagrama de actividades se redujo las actividades que no generan valor en el proceso, asimismo se realizó la mejora continua del mismo, y de la empresa.

### 3.3.3. Análisis del balance de línea

**Figura 30**

Servicio de reparación de motor



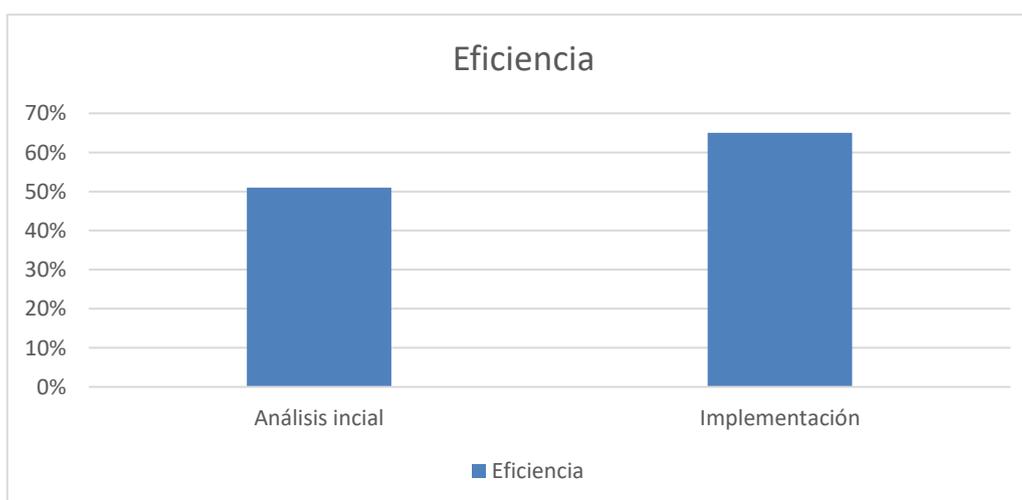
Nota. La eficiencia en la implementación del servicio de reparación de motor es superior a la inicial.

De acuerdo con el análisis estadístico se puede determinar que, en el servicio de reparación de motor, se logró mejorar los tiempos de ejecución del proceso, teniendo una eficiencia del 38%.

### Servicio de mantenimiento preventivo

**Figura 31**

Servicio del mantenimiento preventivo



Nota. La eficiencia en el servicio del mantenimiento preventivo aumentó

Con respecto al análisis inicial en el servicio de mantenimiento preventivo, y con la implementación del nuevo balance de línea, se pudo obtener que la eficiencia es mayor al 50%, lo cual significa que se pudo cumplir los resultados óptimamente con los recursos disponibles en la empresa.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Limitaciones

En el proceso para la recolección de datos, se presenció una limitación en la disponibilidad de tiempos, para ello, según la autorización que brindó la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., se determinó una fecha y hora indicada para obtener la información necesaria, permitiendo un mejor alcance del mismo.

En la ejecución de los resultados se evidenció una limitación al momento de desarrollar una de las herramientas de Lean Manufacturing, como es en el diagrama de recorrido, la dificultad se presenció al momento de elaborar la representación gráfica del área de mantenimiento, sin embargo, se utilizó un software que nos permitió realizar efectivamente este diagrama.

Estas limitaciones presenciadas se superaron adecuadamente, logrando el desarrollo de la presente investigación, con la información necesaria y relevante, así como también con la apropiada implementación de las diferentes herramientas de Lean, permitiendo obtener resultados positivos para la empresa.

### **Discusión**

De acuerdo a Orosco & Alva (2021), en la tesis titulada: " *Propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de una empresa metalmecánica de la ciudad de Cajamarca*", tuvieron como objetivo implementar las herramientas Lean , como las 5's y Kanban, comprobando en sus resultados que con la implementación de la metodología de las 5's en el mantenimiento preventivo se incrementó el nivel de desempeño en un 85%, lo cual indica que dicha conclusión confirma

con la relación de uno de los indicadores evaluados en esta investigación, debido a que de la misma manera se incrementó el nivel de desempeño en un 86,67% en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L., sin embargo, no se logra llegar al 100%, lo cual nos permite determinar, que el seguimiento a la herramienta debe de ser constante, para llegar al resultado máximo.

Terrones & Rudas (2021), desarrollaron la tesis titulada: *"Diseño de un sistema Lean Manufacturing para incrementar la productividad y disminuir los retrabajos en el área de mantenimiento de la empresa M.S.A. Automotriz S.A.C. Cajamarca"*, teniendo como objetivo principal diseñar las herramientas de Lean Manufacturing como las 5's , Poka Yoke y diagrama de recorrido. Concluyendo que el diseño de esta metodología logró reducir los retrabajos dentro del área, teniendo inicialmente 21% de autos que no pasaban el proceso inicial, pasando a un 6%, teniendo una variación obtenida del 15%, así como también se mejoró el % de desempeño en un 93%, y una mejor distribución y espacio en la empresa, disminuyendo los déficit al momento de escoger las herramientas a utilizar, lo cual nos permitió determinar que la implementación de estas herramientas como las 5's y diagrama de recorrido en nuestra investigación si fue efectiva , con respecto a la mejora en el nivel de desempeño en un 86% y en la disminución de los retrabajos en el proceso de los servicios, de la misma manera se evidenció las mejoras en la distribución dentro la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L.

Con respecto a Infantes (2021), y su tesis titulada: *“Implementación de las herramientas Lean Manufacturing en el área de producción para incrementar la productividad en la empresa Eurotubo S.A.C.”*, plantearon como objetivo implementar las herramientas Lean Manufacturing, permitiendo obtener que con la implementación de las 5’s, redujeron los desperdicios, así como también una mejor organización en el área, siendo viable para la empresa, lo cual con respecto a los resultados obtenidos se puede confirmar que la metodología de las 5’s es una metodología que también nos ha permitido disminuir los retrabajos, los desperdicios que no generaban valor en el proceso, y a mejorar el orden, la limpieza y la organización en el área de mantenimiento.

Flores (2018), en su trabajo de investigación, titulado *“Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la entrega de pedidos en una empresa automotriz, Santa Anita, 2018”*, plantearon como objetivo principal determinar de qué manera las herramientas Lean Manufacturing mejorarán la entrega de pedidos en la empresa automotriz. Logrando obtener con la implementación del Takt time, la reducción en los tiempos de entrega, a 27 minutos, de la misma forma con la metodología de Kaizen aumentó el nivel de cumplimiento a un 87.28%, lo cual en referencia a nuestra investigación también logramos obtener con la implementación del takt time la reducción de los tiempos , para el servicio de reparación de motor se obtuvo 72 minutos, y para el mantenimiento preventivo 75 minutos, determinando que esta herramienta si permite reducir tiempos de trabajo para los operadores y la empresa, mejorando la productividad en los procesos.

En nuestra propuesta de implementación, en base a la metodología de las 5's y el diseño del diagrama de Pareto, permitieron mejorar el área de mantenimiento logrando obtener un ambiente con mayor distribución, además de determinar rápidamente las causas que generan las problemática en la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L. Coincidiendo con Rodríguez, (2018), es su trabajo de investigación: "Manual de mejora para la disminución de tiempos de retrabajos en el área de montaje automotriz", ya que de la misma forma la metodología de las 5's, permitió una mejor clasificación , visibilidad y orden de las herramientas , y de acuerdo con el diagrama de Pareto, se determinaron la causas que influenciaron en la empresa automotriz , y finalmente con el diagrama de Gantt se logró disminuir los tiempos de retrabajos.

En cuanto a Carrillo, Alvis,Mendoza & Cohen (2018), en el tema de investigación que desarrollaron:" *Lean Manufacturing: 5's y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia*", tuvieron que establecer una propuesta de implementación de Lean Manufacturing a través del uso de herramientas de producción esbelta de procesos, y de calidad, como Ishikawa y diagrama de actividades , permitiendo mejorar la productividad , y en la disminución de tiempos, así como también a identificar de manera eficaz las causas que generan el problema a través del diagrama causa y efecto, de la misma manera con la implementación de las 5's se redujo el material irrelevante y se mejoró el espacio despejado en un 22%,además de la reducción en las paradas de los equipos y tiempos , y una mejora en la frecuencia de fallas, el cual coincide con los resultados de la presente investigación, ya que de la misma manera se evidenció la disminución de los tiempos de trabajo para el servicio de cambio de motor en 167.82 minutos y en el servicio de mantenimiento en 150.09 minutos, y de acuerdo a la metodología de las

5's también se logró mejorar el espacio y organización en el área de mantenimiento y almacén.

Rojas & Gonzales (2022), en el trabajo de investigación elaborado y titulado: "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Del Ben S.A.S. de la ciudad de Cúcuta", presentaron que el aplicar las herramientas Lean Manufacturing mejoraron el proceso productivo en la empresa Del Ben S.A.S., con la metodología de las 5's existió una mejor planificación y organización del área y los materiales, logrando mejorar la satisfacción de los clientes por la entrega rápida del producto, lo cual dicha conclusión es afirmativa y eficaz con respecto a nuestro trabajo de investigación, ya que de la misma forma nos permitió obtener un mejor nivel de tiempo en las entregas del proceso de los diferentes servicios, y en la estructura y orden de las herramientas de la empresa AutoStar Caxamarca S.R.L.

### **Implicancia**

Se estableció que la implementación de las herramientas Lean Manufacturing disminuyen los retrabajos de mantenimiento en la empresa automotriz AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022. Por consiguiente, el implementar la metodología de las 5's, diagrama de recorrido y takt time conllevan a mejorar la productividad y disminuir los tiempos que no generan valor en las empresas automotrices.

## 4.2. Conclusiones

Se determinó que el plan de mejora de acuerdo a la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, disminuyen los retrabajos en los servicios de cambio de motor y mantenimiento preventivo en la empresa automotriz AutoStar Caxamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, año 2022, el cual se puede evidenciar en la disminución de las actividades improductivas en el diagrama de actividades del proceso.

La metodología de las 5's influye positivamente en la disminución de retrabajos, permitiendo una mejor organización en el área de mantenimiento, hechos que se puede evidenciar en el nivel de desempeño, en el que se obtuvo un incremento del 86,67%, siendo favorable para la empresa.

Se determinó que la herramienta del diagrama de recorrido influyó en la mejora y en la disminución de los retrabajos, permitiendo evidenciar a través de la nueva distribución del área

La herramienta del takt time influye de manera positiva en la disminución de tiempos muertos, permitiendo la entrega de la demanda de los servicios dentro del tiempo estimado, y mejorar el nivel de satisfacción de los clientes.

## Referencias

- Aguilar Pérez, P., Cruz Covarrubias, L. P., Baltazar Silva, A., & Camacho Palomera, R. E. (2015). Articulación productiva del sector automotriz en la región centro-occidente de México con instituciones de educación superior y tecnológicas. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 10(19). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v10i19.620>
- Alcalde, A., Martín, J., Huallpayunca, O., & Pág, C. (n.d.). "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA METALMECANICA DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA."
- Alejandra, K., Gonzales, I., Alexander, J., Heredia, T., Asesor, A., Fanny, I., Piedra, E., Facultad, C., & Ingeniería, D. E. (n.d.). *INGENIERO INDUSTRIAL Cajamarca-Perú 2022 Tesis para optar el título profesional de*.
- Alvarez Newman, D. (2012). Organización del trabajo y dispositivos de control en el sector automotriz: el toyotismo como sistema complejo de racionalización. *Trabajo y Sociedad*, 15(18).
- Banda Ortiz, H., Gómez Hernández, D., & Carrión Ruiz, L. A. (2016). La industria automotriz en el estado de Querétaro: ¿cambio estructural? *Pensamiento & Gestión*, 41.
- Bil, D. A., & Sartelli, H. E. (2018). Continuidades en la industria argentina a partir del caso automotriz: de los Kirchner a Macri. *Estado & Comunes, Revista de Políticas y Problemas Públicos*, 2(7). [https://doi.org/10.37228/estado\\_comunes.v2.n7.2018.84](https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v2.n7.2018.84)
- Cadena Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas- Cruz, E., De la Cruz-Morales, F. del R., & Sangerman- Jarquín, D. Ma. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7). <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i7.515>
- Carhuachin Nuñez, J. (2018). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la entrega de pedidos en una empresa automotriz, Santa Anita 2018.
- Carreño Dueñas, D. A., Amaya González, L. F., Ruiz Orjuela, E. T., & Javier Tiboche, F. (2019). Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario. *Industrial Data*, 22(1). <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16530>
- Carrillo Landazábal, M. S., Alvis Ruiz, C. G., Mendoza Álvarez, Y. Y., & Cohen Padilla, H. E. (2019). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS - Investigación En Sistemas de Gestión*, 11(1), 71–86. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389-4934>

- Coria Páez, A. L., Roman, I. P., & Torres Hernández, Z. (2013). Propuesta de metodología para elaborar una investigación científica en el área de Administración de Negocios. (Spanish). *Methodological Proposal for Developing a Scientific Research in the Area of Business Administration. (English)*, 35.
- Gachúz, J. C. (2011). La crisis mundial en el sector automotriz, China: ¿aliado estratégico de México? *Análisis Económico*, 26(63).
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3).
- Infantes Perez Nelida Gisselle*. (n.d.).
- Jiménez, A. F. B., Moreno, K. J. B., & Silva, C. F. (2019). Implementación de herramientas lean manufacturing en la industria automotriz. In *Repositorio Institucional USC*.
- Lilia Coria Páez, A., Pastor Roman, I., & Torres Hernández, Z. (n.d.). *Propuesta de metodología para elaborar una investigación científica en el área de Administración de Negocios*.
- López, P. (2008). Población, muestra y muestreo. *Punto Cero Final*.
- Muñoz Pinzón, D. S., Arteaga Sarmiento, W. J., & Villamil Sandoval, D. C. (2018). Uso y aplicación de herramientas del modelo de producción Toyota: una revisión de literatura. *Revista Politécnica*, 14(27). <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v14n27a8>
- Reyes-B., J. V., Aguilar-Sánchez, L. A., Hernández-Valencia, J. L., Mejías-Acosta, A., & Piñero-, A. (2017). La Metodología 5S como estrategia para la mejora continua en industrias del Ecuador y su impacto en la Seguridad y Salud Laboral. *Polo Del Conocimiento*, 2(7), 1040. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i7.329>
- Rodríguez Barradas, D. (2018). Manual de mejora para la disminución de tiempos de retrabajos en el área de montaje automotriz.
- Rojas, S., Jacome González, P., Nicolle, A., Sandra, I., & Rozo, M. (n.d.). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Del Ben S.A.S de la ciudad de Cúcuta*.
- Rudas Gonzales, Martín Obedh -Terrones Vera, César Wagner*. (n.d.).
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, 36(2). <https://doi.org/10.22206/cys.2011.v36i2.pp276-310>
- Youssof, A., Rachid, C., & Ion, V. (2014). Contribution to the Optimization of Strategy of Maintenance by Lean Six Sigma. *Physics Procedia*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.08.001>

## Anexos

ANEXO N° 1 Matriz de consistencia

Problema de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<b>Problema general:</b> ¿De qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing disminuirán los retrabajos de mantenimiento en la empresa Automotriz AutoStar Cajamarca S.R.L., Cajamarca, Perú, Año 2022?	<b>Objetivo general:</b> Determinar de qué manera la implementación de herramientas Lean Manufacturing disminuyen los retrabajos de mantenimiento en la empresa	<b>Hipótesis general:</b> La implementación de herramientas Lean Manufacturing disminuyen los retrabajos de mantenimiento en la empresa	<b>Variable independiente:</b> Herramientas Lean Manufacturing	Sobreproducción Excesos de procesos Causa y efecto Movimientos innecesarios	<i>% de cumplimiento</i> $\frac{\text{Nº de servicios realizados a tiempo}}{\text{Total de servicios realizados}} \times 100$ $= \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo demanda}}$ <i>Diagrama Ishikawa</i> <i>Causas y consecuencias</i> <i>Diagrama Pareto</i> $= \frac{\text{Porcentaje acumulado}}{\text{Total}} = \frac{\sum(\text{frecuencia anterior con la actual})}{\text{Total}}$ <i>Diagrama de recorrido</i>	<b>Tipo de investigación:</b> <b>Según su enfoque</b> Cuantitativo <b>Según su finalidad</b> Aplicada <b>Según su alcance</b> Experimental <b>Población:</b> Proceso de mantenimiento

<b>Problemas</b>	automotriz	AutoStar		Tiempos		de la empresa
<b>específicos:</b>	AutoStar	Caxamarca		innecesarios	Balance de línea	AutoStar
¿Cómo realizar un	Caxamarca	S.R.L.,	<b>Variable</b>		$Eficiencia = \frac{Salida\ de\ MP}{Entrada\ de\ MP}$	Caxamarca
adecuado	S.R.L.,	Cajamarca, Perú,	<b>dependiente:</b>			S.R.L.
diagnóstico de la	Cajamarca,	Año, 2022.	Disminuir los			<b>Muestra</b>
situación actual de	Perú, Año 2022.		retrabajos	Tiempo de	Actividades productivas	Los dos
los factores que		<b>Hipótesis</b>		espera	$= \frac{\Sigma(ope., insp)}{\Sigma(ope, insp, transp, demora, almacén)} \times 100\%$	servicios con
generan los	<b>Objetivos</b>	<b>específicas:</b>			Actividades improductivas	mayor
retrabajos en la	<b>específicos:</b>	La			$= \frac{\Sigma(demora, almacén, trans)}{\Sigma(oper, insp, trans, demora, almacén)} \times 100\%$	demanda,
empresa automotriz	Determinar	implementación				cambio de
AutoStar	cómo influye la	de las 5's				motor y
Caxamarca S.R.L.,	implementación	disminuyen los				mantenimiento
Cajamarca, Perú,	de las 5's en la	retrabajos en la				preventivo.
Año, 2022?	disminución de	empresa				<b>Materiales,</b>
¿Cómo influye la	los retrabajos de	automotriz				<b>instrumentos</b>
implementación de	mantenimiento	AutoStar				<b>y métodos:</b>
las 5's en la	en la empresa	Caxamarca				Guía de
	automotriz					observación
						Resaltador
						Lapiceros

disminución de los	AutoStar	S.R.L.,		Tipex
retrabajos de	Caxamarca,	Cajamarca,		Engrapador
mantenimiento en la	S.R.L.,	Perú, Año,		Programa
empresa automotriz	Cajamarca,	2022.		digital de
AutoStar	Perú, Año,	La		redacción de
Caxamarca S.R.L,	2022.	implementación		textos.
Cajamarca, Perú,	Determinar	del diagrama de		Grabadora de
Año, 2022?	como influye la	recorrido		voz
¿Cómo influye la	aplicación del	disminuye los		Block de notas
aplicación del	diagrama de	retrabajos en la		Lapiceros
diagrama de	recorrido en la	empresa		<b>Técnicas e</b>
recorrido en la	disminución de	automotriz		<b>instrumentos</b>
disminución de los	los retrabajos de	AutoStar		<b>para la</b>
retrabajos de	mantenimiento	Caxamarca		<b>recolección de</b>
mantenimiento en la	en la empresa	S.R.L.,		<b>datos:</b>
empresa automotriz	automotriz	Cajamarca,		Hoja de
				observación
				Cuestionario
				Entrevista

---

AutoStar	AutoStar	Perú,	Año,
Caxamarca S.R.L.,	Caxamarca	2022.	
Cajamarca, Perú,	S.R.L.,		
Año, 2022?	Cajamarca,		
¿Cómo influye la	Perú, Año, 2022.		
aplicación del takt	Determinar	La	
time en la	cómo influye la	implementación	
disminución de los	aplicación del	del takt time	
retrabajos de	takt time en la	disminuye los	
mantenimiento en la	disminución de	retrabajos en la	
empresa automotriz	los retrabajos de	empresa	
AutoStar	mantenimiento	automotriz	
Caxamarca	en la empresa	AutoStar	
S.R.L.,Cajamarca,	automotriz	Caxamarca	
Perú, Año ,2022?	AutoStar	S.R.L.,	
	Caxamarca	Cajamarca,	

---

---

S.R.L., Perú, Año,  
Cajamarca, 2022.  
Perú, Año, 2022.

---

Nota. Matriz de consistencia

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA** 

Yo José Emilio Luchio Baudales  
(Nombre del representante legal o persona facultada en permiso al uso de datos)  
 identificado con DNI 47004546, en mi calidad de Gerente General  
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permiso al uso de datos)  
 del área de RECURSOS HUMANOS ADMINISTRATIVOS  
(Nombre del área de la empresa)  
 de la empresa/institución AUTOSTAR CACAMARCA S.R.L.  
(Nombre de la empresa)  
 con R.U.C N° 20604438072, ubicada en la ciudad de Cajamarca

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

Al señor Stephany Rocelly Pazo Hernández  
(Nombre completo del Egresado/Bachiller)  
 identificado con DNI N° 72051625, egresado de la  Carrera profesional o  Programa de  
 Postgrado de ING. EN CONTABILIDAD para  
(Nombre de la carrera o programa)  
 que utilice la siguiente información de la empresa:  
AUTOSTAR CACAMARCA S.R.L.  
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su  Trabajo de Investigación,  Tesis o  Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de  Bachiller,  Maestro,  Doctor o  Título Profesional.

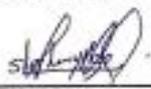
- Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:
- Vigencia de Poder. (para el caso de empresas privadas)
  - ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. (para el caso de empresas públicas)
  - Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.  
 Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
 Mencionar el nombre de la empresa.



Firma y sello del Representante Legal o Representante del área  
 DNI: 47004546

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

  
 Firma del Egresado  
 DNI: 72051625

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	07	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	21/09/2020				

### Hoja de observación

Área de mantenimiento	Sí	NO
1. ¿Visualiza un área de mantenimiento con parámetros de limpieza?		X
2. ¿Existe alguna herramienta para organizar los materiales?		X
3. ¿Tienen utensilios adecuados para realizar la limpieza del ambiente?	X	
4. ¿Los equipos, herramientas y materiales se encuentran ordenados adecuadamente?		X
5. ¿La empresa cuenta con alguna metodología de orden, clasificación y limpieza?		X
6. ¿AutoStar Caxamarca tiene algún método de identificar los materiales innecesarios?		X
7. ¿Los servicios que ejecutan, se ha visto perjudicado por la desorganización en el área?		X
8. ¿En el área de mantenimiento hay presencia de materiales que no generan un valor agregado?	X	
9. ¿Se realiza la limpieza por parte de los trabajadores?		X
10. ¿En el trabajo diario se generan retrabajos, debido al desorden de la empresa?	X	

Nota. Guía de observación del área de mantenimiento

ANEXO N° 4 Clasificación de los materiales en el área de mantenimiento



Nota. Desorganización de los materiales con los que se ejecutan los servicios

ANEXO N° 5 Tarjeta roja de las 5's

No. \_\_\_\_\_

**TARJETA ROJA 5'S**  
Información Gen-

Propuesto por \_\_\_\_\_ Responsable de área \_\_\_\_\_  
Area / Depto. \_\_\_\_\_  
Descripción de artículo \_\_\_\_\_

**CATEGORÍA**

<input type="checkbox"/> Máquina/Herramienta	<input type="checkbox"/> Material restante
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Instrumento	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Otros

OTROS / COMENTARIO \_\_\_\_\_

**RAZÓN DE TARJETA**

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	<input type="checkbox"/> Otros

OTROS \_\_\_\_\_

**ACCIÓN REQUERIDA**

<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Agrupar con espacio separado
<input type="checkbox"/> Retomar

OTROS \_\_\_\_\_

Fecha inicio \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Fecha a la acción \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nota. Diseño de identificación de materiales defectuosos o innecesarios.

Plan de control						
N° de plan de control:		Tiempo inicial		Fecha de actividad:		
		Tiempo final				
Realizado por:			Aprobado por:			
Actividades	Verificación					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Limpieza del área						
Limpieza de los materiales						
Clasificación de los materiales fuera del lugar.						
Colocar la tarjeta roja a los materiales defectuosos e innecesarios.						
Ordenar cada elemento para una mejor visibilidad.						

Nota. Plan de control sobre las actividades de las 3's por día.

*Anexo 7. Encuesta de seguimiento de la implementación de las 5's*

## ENCUESTA

- ¿Con la implementación de las 5`s, se ha logrado conocer su metodología y componentes?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Tal vez
- ¿Considera importante la implementación de las 5`s?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Tal vez
- ¿Qué entiende por metodología 5`s?
  - a. Un instrumento de medida.
  - b. Un método que permite un lugar de trabajo más ordenado, organizado y limpio.
  - c. Una herramienta que permite conocer el % de saturación de los trabajadores.
- ¿Cuál es el significado de las 5`s?
  - a. Seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener.
  - b. Organizar, clasificar, estandarizar, limpiar y seguimiento.
  - c. Ordenar, clasificar, mejorar, limpiar y organizar.
- ¿Para qué sirve la aplicación y diseño de la tarjeta roja de las 5`s?
  - a. Para identificar los elementos en innecesarios, defectuosos y con poco uso.
  - b. Para clasificar cada material o herramienta.
  - c. Organizar y clasificar herramientas, materiales y equipos en óptimas condiciones.
- ¿Por qué es necesario clasificar cada herramienta?
  - a. Porque es imprescindible proteger el cuidado del personal.
  - b. Porque se debe de tener en orden y organizado cada material a manipular.
  - c. Porque facilitaría la gestión de inventarios.
- ¿Cuál es el beneficio de utilizar el principio de las 3F?
  - a. El tener una mejor visibilidad, y alcance de los productos más utilizados, así como también mejorar el ensamblaje de piezas.
  - b. Aumentar la rentabilidad
  - c. Disminuir los costos fijos.

- ¿Considera importante la aplicación y diseño de un cronograma de actividades?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Tal vez
- ¿Es relevante para usted contar actualmente con el diseño de las 5` s?
  - a. Sí
  - b. No
  - c. Tal vez
- ¿Cuál es el origen de la herramienta 5` s?
  - a. Japonés
  - b. Chino
  - c. Tailandés

## Anexo 8. Hoja de observación sobre el diagrama de recorrido

Hoja de Observación		
Descripción	SÍ	NO
1. ¿Puede ejecutar sus trabajos programados con normalidad?		
2. ¿Considera que el área de almacén debe contar con una mejor organización?		
3. ¿Interfiere en el desarrollo de sus trabajos , el área donde desechan residuos?		
4. ¿Se le es factible realizar la inspección de los vehículos?		
5. ¿Puede ejecutar de manera adecuada sus proformas de mantenimiento?		

Nota. Hoja de observación sobre el diagrama de recorrido de la empresa AutoStar.