

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON EL USO DE LA HERRAMIENTA TPM PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS UNIDADES MÓVILES DE UNA EMPRESA DE TRANSPORTES INTERPROVINCIAL DE PASAJEROS, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Alin Edgard Lopez Guizabalo

**Asesor:**

Ing. Mg. Santos Santiago Javez Valladares

Trujillo - Perú

2020

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico primeramente a Dios por brindarme la dicha de tener salud, bienestar físico y espiritual.

A mis padres que me formaron con buenos valores a lo largo de mi vida y a mis familiares por brindarme su apoyo en todo momento, brindándome valor y fortaleza para seguir en los momentos más difíciles

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, Agradezco a Dios por haberme dado la vida y sabiduría para culminar el presente proyecto de investigación.*

*A mis padres, familiares por su apoyo incondicional, sus consejos, fueron una fuente de inspiración para mi formación profesional*

## **Tabla de contenido**

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>26</b>
<b>1.3. Objetivos .....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.1. Objetivo general.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>26</b>
<b>1.4. Hipótesis.....</b>	<b>27</b>
<b>1.5. Variables .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1. Tipo de Investigación.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Procedimiento.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4. Aspectos Éticos .....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>678</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables .....	31
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
Tabla 3: Instrumentos y métodos de procesamiento de datos.....	35
Tabla 4: Priorización de las causas raíces.....	38
Tabla 5: Indicadores actuales y metas .....	40
Tabla 6: Propuesta de mejora seleccionadas.....	41
Tabla 7: Resumen de Indicadores de todas las unidades .....	42
Tabla 8: Indicadores actuales de mantenimiento .....	43
Tabla 9: Programa de mantenimiento preventivo .....	46
Tabla 10: Resumen de Indicadores de todas las unidades .....	52
Tabla 11: Indicadores de mantenimiento con el programa de mantenimiento preventivo propuesto .....	53
Tabla 12: Pérdida por falta de equipos y herramientas .....	55
Tabla 13: Equipos predictivos para el mantenimiento de los equipos .....	56
Tabla 14: Reducción de la pérdida por falta de equipos y herramientas .....	57

Tabla 15: CLC de la falta de procedimiento de mantenimiento .....	58
Tabla 16: % de procedimientos de mantenimiento .....	60
Tabla 17: CLC de la falta de procedimiento de mantenimiento .....	61
Tabla 18: Costo del mantenimiento externo de las unidades de transporte.....	61
Tabla 19: Programa de capacitación propuesto .....	63
Tabla 20: % de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento con la propuesta de mejora.....	65
Tabla 21: Reducción de la pérdida por mantenimiento externo .....	66
Tabla 22: Inversión de la propuesta de mejora .....	67
Tabla 23: Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año .....	68
Tabla 24: Estado de resultados mensual .....	69
Tabla 25: Flujo de caja mensual.....	69
Tabla 26: Indicadores económicos .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Procedimiento del desarrollo de la presente investigación. ....	36
Figura 2: Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad de las unidades móviles.....	37
Figura 3: Diagrama de Pareto .....	39
Figura 4: Ficha para la revisión rutinaria de la unidad de transporte .....	48
Figura 5: Formato de reporte de fallas y análisis de averías.....	49
Figura 6: Formato de check list de mantenimiento de las unidades de transporte...50	
Figura 7: Formato para el control de cambios de aceite de las unidades de transporte.....	51
Figura 8: Procedimiento de mantenimiento preventivo propuesto .....	59
Figura 9: Incremento de la disponibilidad .....	71

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el impacto de la mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta TPM en la disponibilidad de unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las unidades móviles determinando que los principales problemas que afectaban la disponibilidad de las unidades son: falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para las unidades, falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos, falta de un procedimiento de mantenimiento, falta de capacitación en temas de mantenimiento, generando una pérdida anual de S/. 893,122.00.

Luego se realizó la propuesta de mejora para lo cual se desarrolló las siguientes herramientas: Programa de Mantenimiento preventivo, adquisición de equipos y herramientas, proceso para el mantenimiento preventivo y un programa de Capacitación, logrando obtener un ahorro anual de S/. 356,128.00.

Para finalizar se realizó una evaluación económica de la propuesta de mejora determinado que es RENTABLE ya que se obtuvo un VAN positivo de S/. 91,722.33, TIR de 32.7% mayor al Costo de oportunidad de la empresa de 14%, B/C de 1.60 y un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 2.94 meses.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento, TPM, disponibilidad, unidades móviles, pasajeros.



## **ABSTRACT**

The general objective of this research was to determine the impact of the improvement of preventive maintenance with the use of the TPM tool on the availability of mobile units of an interprovincial passenger transport company

The diagnosis of the current situation of the maintenance of the mobile units was carried out, determining that the main problems affecting the availability of the units are: lack of an adequate preventive maintenance program for the units, lack of equipment and tools to carry out the maintenance, lack of a maintenance procedure, lack of training in maintenance issues, generating an annual loss of S /. 893,122.00.

Then the improvement proposal was made, for which the following tools were developed: Preventive Maintenance Program, acquisition of equipment and tools, preventive maintenance process and a Training program, achieving annual savings of S /. 356,128.00.

Finally, an economic evaluation of the determined improvement proposal was carried out, which is PROFITABLE since a positive VAN of S /. 91,722.33, TIR of 32.7% higher than the Opportunity Cost of the company of 14%, B / C of 1.60 and an Investment Recovery Period (PRI) of 2.94 months.

**KEYWORDS: Maintenance, TPM, availability, mobile units, passengers.**

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

El transporte es una fuerza motriz fundamental para lograr el desarrollo económico y social, ya que genera oportunidades para los pobres y habilita a las economías a ser más competitivas. (BancoMundial, 2017)

El sector del transporte terrestre emplea a más de 60 millones de personas en todo el mundo, lo que constituye más del 2% del empleo en el mundo (Rosa, 2020).

En Estados Unidos, el transporte representó el 9% del PIB en 2015 y dio empleo a alrededor de 13 millones de personas y en la Unión Europea, más del 5% de la fuerza de trabajo total, trabajaron en el sector de servicios de transporte y almacenamiento en 2016 (Rosa, 2020)

El transporte público urbano representa alrededor del 20% de la actividad del sector del transporte, y alrededor de 13 millones de personas en todo el mundo trabajan en servicios de transporte público (Rosa, 2020)

La evolución del tráfico de pasajeros en el transporte interprovincial en el Perú entre los años 2007 y 2018 ha tenido un crecimiento constante, ya que de 63065 (miles de pasajeros) en el 2007 se incrementó a 84968 (miles de pasajeros) en el 2018. (Véase el anexo 1).

La economía peruana creció 1.86% en noviembre del 2019, lo que representó su menor avance desde mayo pasado, cuando el Producto Bruto Interno (PBI) solo aumentó en 0.76%. El resultado de la producción en noviembre estuvo determinado

por el aporte favorable de la mayoría de los sectores de la economía, entre los que destaco el sector de Transporte, Almacenamiento y Mensajería (Gestión, 2019).

En los meses de junio de los años 2011 al 2020, el comportamiento del tráfico nacional de pasajeros ha seguido una tendencia creciente en todo el período; excepto en el presente año en que registró una fuerte contracción de 99.2%, por la pandemia de Covid-19. El valor del año 2019 es el mayor alcanzado, aunque la mayor tasa de crecimiento se produjo en el año 2012 (16.2%). (MTC, 2019)

Como se puede apreciar el sector transporte de pasajeros ha tenido un crecimiento sostenido en el tiempo bajo condiciones normales, sin embargo, cuando empezó la pandemia este sector ha visto frenado su crecimiento por la coyuntura actual.

En virtud de ello, las empresas optan por la planificación de actividades de mantenimiento preventivo y predictivo que permitiesen detectar las posibles desviaciones de sus funciones y realizar las correcciones oportunas antes de llegar a las paradas de los bienes que significasen una pérdida material para la organización.

Es por ello que para lograr que el sector de transporte vuelva a optimizar sus costos progresivamente a pesar de la pandemia, el mantenimiento de las unidades es de vital importancia.

En la presente investigación se va a desarrollar en una empresa peruana dedicada al transporte interprovincial de pasajeros que ha venido teniendo problemas que afectan la disponibilidad de sus unidades.

La empresa de transporte interprovincial de pasajeros con nueve años de antigüedad y de funcionamiento encargada de brindar servicios de transporte de pasajeros y para la cual cuenta con una flota de veintiséis (26) unidades que cubren las rutas Trujillo-Lima, Lima-Chiclayo y Lima-Chimbote; se encuentra presentando una serie de ocurrencias en fallas o paradas vehiculares, debido a fallas mecánicas, eléctricas, entre otros; así como disminución significativa de disponibilidad de las unidades para la prestación del servicio lo cual conlleva a disminución en los totales de ingreso, mayor cantidad de accidentes, imposición de multas y pérdida de la imagen comercial de la empresa.

La ineficiente gestión de mantenimiento sobre las unidades es uno de los factores principales observados, seguido de resistencia por parte de los técnicos por modificar sus conductas de trabajo o la asimilación de nuevas herramientas para mejorar la situación, por último, el continuo manejo de mantenimiento correctivo únicamente cuando el equipo este completamente paralizado y en caso de ser necesaria la aplicación del mantenimiento.

Para dar respuesta a ello se aborda la realización de una propuesta de mantenimiento preventivo basado en la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Como antecedentes de la presente investigación tenemos las siguientes tesis:

Suárez (2015). Universidad Nacional de Chimborazo. En su tesis titulada "Diseño del programa de mantenimiento productivo total para mejorar la confiabilidad de la maquinaria y equipos de la línea de esmaltación en formato 25 x 33 planta de

azulejos en C.A Ecuatoriana de Cerámica”, tuvo como objetivo diseñar un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la confiabilidad de la maquinaria y equipos de la Línea de Esmaltación en formato 25 x 33 planta de azulejos de “C.A Ecuatoriana de Cerámica. La propuesta se hizo en base a los lineamientos del Mantenimiento Productivo Total. Esta tesis concluye que: Con la implantación de los estándares y especificaciones de trabajos preventivos, se logró implantar un sistema de mantenimiento preventivo planificado, con estos elementos, las paradas emergentes y los trabajos de mantenimiento correctivo se han minimizado de manera considerable, siendo esto sustentable por medio de los indicadores claves de mantenimiento lo cuales muestran un incremento de la disponibilidad de 82% a 89%.

Portal y Salazar (2016). Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (tpm) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa multiservicios Punre SRL, Cajamarca 2016”, tuvo como objetivo incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimientos de tierras mediante la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento. La propuesta se hizo en base a los lineamientos del Mantenimiento Productivo Total. Esta tesis concluye que: La implementación de la propuesta de TPM en la gestión de mantenimiento de los equipos de movimiento de tierras, incrementara la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras del 79% al 85%.

Ricaldi (2013). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en su tesis titulada “Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de

mantenimiento”, tuvo como objetivo minimizar las demoras de los tiempos de transporte de caña de azúcar mediante el desarrollo de una propuesta de Gestión de Mantenimiento que mejore la disponibilidad de los camiones, lo que a su vez, permita realizar mayor número de viajes y, por ende, mejore tanto los ingresos de la empresa de transportes como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado. Las propuestas de mejora en el planeamiento del área de mantenimiento se centraron en la creación de un banco de datos y un plan de compras, desarrollar distintos tipos de mantenimiento el cual será desarrollado por los mismos conductores, el mantenimiento preventivo, el cual tendrá un cronograma fijo de tareas y, por último, el mantenimiento correctivo para la ejecución del resto de tareas. Esta tesis concluye: La implementación de un buen Sistema de Gestión de Mantenimiento puede generar ahorros de hasta el 10% en un año, entonces si las pérdidas en soles por paradas de camiones ascienden a S/. 425,348.81, el monto que se estima ahorrar es de S/. 42,534.88 en un año.

Bolaños (2018) . Universidad Privada del Norte, en su tesis titulada “Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de transportes e Inversiones JOB S.A.C. – Trujillo”, tuvo como objetivo general determinar el impacto en la rentabilidad de la empresa de Transportes e Inversiones JOB S.A.C. a través la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento, utilizando las siguientes herramientas y técnicas: plan de mantenimiento preventivo y la adquisición de un software, procedimientos, Clasificación ABC. Esta tesis concluye: Con la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad de 91.9% a 95.1%,

incrementando las ventas en un 3.2% (S/.103, 928) y la rentabilidad sobre las ventas de 15% a 16.4%.

Alvites y Chavesta (2018). Universidad Señor de Sipán, en su tesis titulada “Plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la Empresa de Transportes Serpiente de Oro S.R.L Trujillo – 2018”, tuvo como objetivo el desarrollo de un plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes Serpiente de Oro S.R.L. Se realizó el análisis de la situación actual del área de mantenimiento, hallando que los principales problemas que afectan a la rentabilidad actual son: la falta de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para unidades, la falta de un proceso de mantenimiento, la falta de gestión de la documentación de mantenimiento que ocasiona una pérdida de S/.5, 209.00; la falta de orden, limpieza y mala manipulación en el taller que originan pérdidas de repuestos generando pérdidas de S/. 55,934.00. Se elaboró el plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento el cual consiste en un plan de mantenimiento preventivo, cuáles son los procedimientos, clasificación ABC, codificación de repuestos gestión de la documentación y un programa de capacitación. Esta tesis concluye: Con las mejoras realizadas se logró incrementar la disponibilidad de 92.4% a 95%, incrementando las ventas en un 2.59% (S/59,082.72).

Campos (2018). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en su tesis titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L.” propone un nuevo plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en La Empresa de Transportes Sayvan

E.I.R.L, para ello utilizó como herramienta de mejora: el análisis de criticidad de factor crítico para determinar los sistemas del volquete más críticos y analizando los modos y efectos de falla de cada sistema y actividades de Mantenimiento establecidas que mitigan los defectos que surgieron como el más concurrente. Esta tesis concluye: el costo de implementación del plan de mantenimiento preventivo es S/144 397, 4 y el beneficio para la compañía es S / 52 623, 48.

Cabe mencionar que los estudios presentados anteriormente no se desarrollan en una empresa de transporte interprovincial de pasajeros, y esto debido a que no se encontró una investigación relacionado con nuestro rubro, sin embargo, se utilizó otros estudios como referencia y guía para el desarrollo del TPM y para ver el impacto que tuvieron luego de aplicar mejoras en el área de mantenimiento.

A continuación, se presenta definiciones conceptuales las cuales serán de vital importancia para el desarrollo de las mejoras.

El mantenimiento productivo total (TPM) para Attri et al. (2014) es un enfoque innovador para el mantenimiento, que tiene el potencial para mejorar la eficacia de las instalaciones de producción y para Prabhuswamy (2013) es un programa para la mejora fundamental de las funciones de mantenimiento en una organización, asimismo Alexandrescu et al. (2011); manifiestan que el Mantenimiento Productivo Total es ahora una manera de aumentar la producción mientras se mantiene una alta calidad de la misma, de conformidad con las condiciones ambientales y de salud y seguridad, y el cumplimiento muy importante en la optimización económica actual. Sin embargo, la implementación es un proceso complejo que se inicia a partir de los cambios muy radicales en el pensamiento de todo el personal de la empresa, el personal de



administración y el personal ejecutivo y alcanzar cambios radicales en todos los departamentos de la empresa.

Para Bueno (2013), el mantenimiento productivo total o TPM (del inglés, Total Productive Maintenance) es una metodología de mantenimiento industrial desarrollada en Japón en los años cincuenta. Este sistema surge a partir de los conceptos básicos del mantenimiento preventivo, junto con otros conceptos de los sistemas productivos modernos como diferentes variantes de métodos para el control de calidad.

El TPM pretende alcanzar niveles de cero fallos, cero incidencias y cero defectos de forma que la producción sea optimizada y el rendimiento de las intervenciones de mantenimiento sea máximo. Para ello, el TPM busca mantener las instalaciones en su estado original (estado de referencia), a menos que en la aplicación del TPM se detecten posibles mejoras (mejora continua) (Bueno, 2013).

Por lo cual se puede decir que, el TPM mejora la utilización de la máquina, la moral y la productividad del operador. Reduce las horas de degradación, y al mismo tiempo mejora la disponibilidad, eficiencia y el rendimiento también la calidad, estos son los parámetros que influyen directamente en el estado de la OEE.

Los objetivos del TPM son:

- Asegurar la operatividad de los equipos: se pretende alcanzar un nivel de cero averías, cero fallos.
- Aumentar la motivación de los trabajadores y que se involucren en el proyecto empresarial, que todos podrán aportar en la creación de un entorno más creativo, seguro, productivo y gratificante.

- Recopilar datos para poder realizar estudios estadísticos para valorar la adquisición de nuevos equipos y el rediseño de los equipos e instalaciones.
- Formar a las personas que trabajan diariamente con los equipos (Bueno, 2013).

Desde una perspectiva operativa, los objetivos del TPM son: Maximizar la eficacia del equipo y de las instalaciones, eliminando o reduciendo los tiempos muertos debidos a averías, preparaciones y ajustes.

- Desarrollar un sistema de mantenimiento idóneo para toda la vida útil del equipo de producción, que incluya la implicación activa y la participación de todas las personas (diseñadores, montadores, usuarios, etc.) para conseguir una mayor disponibilidad de las instalaciones (Rajadell & García, 2010).
- Mejorar la fiabilidad de máquinas, instalaciones y equipos industriales.

En una empresa existen varias razones para implantar el TPM:

- El aumento de la competencia en los mercados, así como el incremento de las exigencias de los clientes en precio, calidad, plazo de entrega y competencia tecnológica.
- El deterioro de los antiguos equipos y sofisticación de los nuevos.
- La profesionalización cada vez más acusada de los operarios.
- El incremento de la seguridad laboral, reducción de riesgos laborales, polución y contaminación, en relación a puestos de trabajo más ergonómicos, ordenados y limpios (Rajadell & García, 2010).

- La reducción de los periodos de amortización de las inversiones ( pay back ) y la búsqueda constante del incremento de la rentabilidad de los procesos a corto plazo.

Evitar, reducir o paliar los efectos de las seis grandes pérdidas:

#### 1. Pérdidas por averías

Las averías causan dos tipos de pérdidas: pérdidas de tiempo, cuando se reduce la productividad, y pérdidas de cantidad, causadas por productos defectuosos. Las averías esporádicas son fallos repentinos o inesperados del equipo, en general, fáciles de reparar. Por otra parte, las averías crónicas son más difíciles de corregir que las esporádicas, y a pesar de ello a menudo son ignoradas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas. Normalmente se estudia la manera de aumentar la fiabilidad del equipo, con el objetivo de encontrar fórmulas para minimizar el tiempo necesario para corregir los problemas cuando surgen.

#### 2. Pérdidas por preparaciones y ajustes

Cuando finaliza la producción de un producto y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de otro nuevo, se incurre en pérdidas durante la preparación y el ajuste dado que aparecen tiempos muertos e incluso productos defectuosos como consecuencia del cambio (Rajadell & García, 2010).

#### 3. Pérdidas por paradas menores y tiempos muertos

Se produce una parada menor cuando la producción se interrumpe como consecuencia de una anomalía temporal o cuando una máquina está inactiva,

por ejemplo, en el caso de una línea de envasado, cuando los sensores detectan envases colocados al revés.

#### 4. Pérdidas por microparos o velocidad reducida

Las pérdidas por microparos o velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad diseñada de funcionamiento y la velocidad operativa real. Dicha diferencia puede ser debida a problemas mecánicos, el miedo de la sobreutilización del equipo, etc.

#### 5. Pérdidas por defectos de calidad y repetición de trabajos.

Detrás de un problema de calidad se pueden ocultar causas diversas relacionadas con los materiales utilizados, el método de trabajo utilizado, la atención de los operarios, etc., pero también puede atribuirse a una disfunción o desgaste del equipo de producción. (Rajadell & García, 2010).

#### 6. Pérdidas por puesta en marcha.

Las pérdidas de puesta en marcha se producen desde el momento del arranque hasta la estabilización y dependen del nivel de mantenimiento del equipo, de las plantillas o matrices utilizadas, la capacidad técnica del operario, etc. Este tipo de pérdidas están latentes y la posibilidad de eliminarlas se ve a menudo obstaculizada por una falta de sentido crítico que las acepta como inevitables. El paso previo a la implantación del TPM en una planta es la creación de un ambiente adecuado para ello; en Japón esto supone alcanzar tres objetivos denominados 3Y, según la fonética nipona: yakuki, yaruude, yoruba. (Rajadell & García, 2010).

- Yakuki: motivación o cambio de actitud de las personas involucradas en el proyecto.
- Yaruude: competencia, habilidad o destreza para desarrollar las tareas asignadas.
- Yoruba: entorno de trabajo propicio y en ningún caso hostil. (Rajadell & García, 2010).

El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento (Olarde, Botero, & Cañon, 2010)

El objetivo general del mantenimiento industrial es el de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos.

Los objetivos específicos del mantenimiento industrial son los siguientes:

- Realizar listados de las unidades de transporte que conforman el proceso a mejorar.
- Asignar códigos de identificación a cada una de las unidades de transporte.
- Realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos codificados.
- Generar listados con cada una de las actividades de mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, de instrumentación, de metrología y civil en todas las áreas de la empresa.

- Asignar las tareas de mantenimiento requeridas con su correspondiente fecha de inicio y frecuencia de ejecución para cada uno de los equipos codificados.
- Listar los repuestos, herramientas y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
- Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento (Olarte, Botero, & Cañon, 2010)

Una buena programación del mantenimiento hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas:

- Satisfacción de los clientes con respecto al cumplimiento de los viajes.
- Reducción de los riesgos en accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de las unidades de transporte.
- Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación en el cambio o reparación de las mismas.
- Evita los daños irreparables en las unidades de transporte. (Olarte, Botero, & Cañon, 2010)

Cuando en las empresas no se cuenta con un mantenimiento bien planeado, las pérdidas se pueden presentar por los siguientes inconvenientes:

- Paradas en el trayecto hacia la ciudad de destino.
- Averías de las unidades de transporte.
- Incumplimiento en los tiempos de traslado (Olarte, Botero, & Cañon, 2010)

Existen 3 tipos de mantenimiento de las cuales solo se va a desarrollar en la presente investigación el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es un concepto que abarca todo tipo de operaciones destinadas a la conservación de equipos e instalaciones a través de la revisión periódica y reparación profesional, para garantizar así su buen funcionamiento, su fiabilidad y su durabilidad. Este tipo de mantenimiento se hace por recomendaciones de los fabricantes después de un determinado tiempo de uso, por normas de uso de carácter legal o por inspección de técnicos expertos. La prevención en el mantenimiento de cualquier tipo de herramienta resulta fundamental para garantizar su buen funcionamiento y alargar su vida útil. (Contreras, 2016)

Las características principales del mantenimiento preventivo son las siguientes: Se realiza de forma periódica y rutinaria, es un tipo de mantenimiento cuyas tareas y presupuestos son planificadas. Tiene un tiempo de inicio y de culminación, se realiza en condiciones de control total para evitar accidentes y ofrece la posibilidad de actualizar la configuración técnica de los equipos (Contreras, 2016)

Entre las ventajas que presenta el mantenimiento preventivo se encuentran las siguientes: Costo reducido con relación al mantenimiento correctivo, se reducen significativamente los riesgos por fallas, prolonga la vida útil de los equipos, menor tiempo de inactividad no planificado causado por fallas, mejora sustancialmente la disponibilidad de los equipos, menos costos en reparaciones (Contreras, 2016)

En realidad, el mantenimiento preventivo tiene muy pocas desventajas. Algunas de estas son las siguientes: El mantenimiento de los equipos debe ser realizado por personal especializado que generalmente está fuera de la empresa, por lo cual tiene que ser contratado. La empresa debe ceñirse a las recomendaciones del fabricante para

programar las labores de mantenimiento. Por esto puede ocurrir que se deba cambiar una pieza cuando quizás puede tener una mayor vida útil. (Contreras, 2016)

La disponibilidad es la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos: la frecuencia de las averías y el tiempo necesario para reparar las mismas (Lefcovich, 2009)

Alavedra et al. (2016), menciona que no se puede dejar de relacionar el mantenimiento preventivo con la disponibilidad, pues son dos variables que van de la mano. Por lo tanto, debemos resaltar que la disponibilidad es el trabajo completo que se le da a un equipo. La disponibilidad de un equipo representa el tiempo disponible de un sistema al servicio de la unidad de producción, la cual se calcula en porcentaje en un tiempo determinado.

Una herramienta que siempre tiene que estar en los pilares del TPM es la capacitación ya que de ella depende que los operarios, choferes puedan interiorizar las mejoras realizadas en la empresa.

La capacitación de los empleados es aquella información, aprendizaje básico que se le da al personal de una empresa para complementar los conocimientos y formación que ha llevado y así poder desempeñar su labor dentro de ella. Está orientada a la ya existente capacidad de los empleados para realizar sus labores dentro de una empresa, la cual está encaminada hacia un cambio positivo en los conocimientos, habilidades y actitudes del empleado (Restrepo, 2017)



Para el desarrollo de la presente investigación se hará uso de las siguientes herramientas e instrumentos:

- El diagrama de causa y efecto (también llamado Ishikawa o de fishbone) identifica muchas causas posibles de un efecto o problema y clasifica las ideas según categorías definidas. También conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez, analiza de forma organizada y sistemática los factores, las causas y las causas de las causas, que inciden en la generación de un problema detectado a partir de sus efectos (Marcelino & Ramírez, 2012)
- El diagrama de Pareto permite elegir en forma visual el problema a tratar con base en datos respaldados por hechos. Se basa en la ley del 80/20: 20% de las disfunciones de una empresa ocasionan 80% de sus problemas (Cuatrecasas, 2012)
- La encuesta es una técnica de recogida de datos, o sea una forma concreta, particular y práctica de un procedimiento de investigación y se enmarca en los diseños no experimentales de investigación empírica propios de la estrategia cuantitativa, ya que permite estructurar y cuantificar los datos encontrados y generalizar los resultados a toda la población estudiada (Kuznik, Hurtado, & Espinal, 2010).
- Los diagramas de flujo son una manera de representar visualmente el flujo de un proceso y describen que operaciones y en que secuencia se requieren para solucionar un problema dado, facilitan la comunicación entre los actores de un proceso (Cuatrecasas, 2012)

- La Matriz de Indicadores es una herramienta de planeación que en forma resumida, sencilla y armónica establece con claridad los objetivos de un programa, incorpora los indicadores que miden dichos objetivos y sus resultados esperados; identifica los medios para obtener y verificar la información de los indicadores e incluye los riesgos y contingencias que pueden afectar el desempeño de lo que desee medir o mejorar (Coneval, 2018)

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo impacta la propuesta de mejora de mantenimiento preventivo usando la herramienta TPM en la disponibilidad de las unidades móviles de una empresa de transportes interprovincial de pasajeros, 2020?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de propuesta de mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta TPM en la disponibilidad de unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros.
- Desarrollar una propuesta de mejora de mantenimiento preventivo mediante el uso de la herramienta TPM para incrementar la disponibilidad

de unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros.

- Realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de las unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros.

#### **1.4. Hipótesis**

La aplicación de la mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la Herramienta TPM incrementa la disponibilidad de las unidades móviles de la empresa de transporte interprovincial de pasajeros, 2020.

#### **1.5. Variables**

##### **Variable independiente**

Propuesta de mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta TPM

##### **Variable dependiente**

Disponibilidad de las unidades móviles de una empresa de Transportes Interprovincial de Pasajeros.

##### **1.5.1. Operacionalización de Variables**

A continuación, en la tabla 1 se presenta la operacionalización de variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

<b>Operacionalización de Variables</b>			
<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fórmula</b>
<b>INDEPENDIENTE:</b> - Propuesta de mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta TPM	El mantenimiento productivo total (TPM) es un enfoque innovador para el mantenimiento, que tiene el potencial para mejorar la eficacia de las instalaciones de producción. (Attri et. al.,2014).	Disponibilidad	$MTBF/(MTTR+MTBF)$
		% fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos	$N^{\circ}$ fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos X 100% / $N^{\circ}$ fallas totales
		% de Procedimientos de Mantenimiento	$(N^{\circ}$ procedimientos de mantenimiento/ $N^{\circ}$ de procedimientos totales ) x 100%
<b>DEPENDIENTE:</b> - Disponibilidad de las unidades móviles de una empresa de Transportes Interprovincial de Pasajeros.	Proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total (Lefcovich, 2009).	% de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento	$N^{\circ}$ de trabajadores capacitados en temas de mantto. x 100% / $N^{\circ}$ Total de trabajadores
		Disponibilidad de los equipos	$\text{Tiempo de funcionamiento del equipo} \times 100\% / \text{Tiempo total}$

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de Investigación**

#### **2.1.1. Por la orientación**

La presente investigación es Aplicada ya que según Baena (2014), la investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema y es por ello que concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales y de esta forma lograr resolver las necesidades que se plantean la sociedad y los hombres.

#### **2.1.2. Por el diseño**

Propositivo, por cuanto se fundamenta en una necesidad del área de mantenimiento de la empresa de transportes, una vez que se tome la información necesaria de la situación actual, se realizará una propuesta de mejora de mantenimiento preventivo basado en la herramienta TPM.

#### **2.1.3. Población**

Se tomó como población las 26 unidades de transporte interprovincial de pasajeros, ya que la población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación (López, 2004).

#### **2.1.4. Muestra**

Se tomará como muestra el total de la población es decir las 26 unidades de transporte interprovincial de pasajeros, debido a que la muestra es el subconjunto

o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación (López, 2004).

## 2.2. Materiales, Instrumentos y Métodos

### 2.2.1. Materiales, Instrumentos y Métodos de Recolección de datos

Para poder realizar la recolección de datos se usaron las técnicas: Encuesta, análisis documental y la observación para determinar las causas raíces de la baja disponibilidad de las unidades de transporte.

En la tabla 2 se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 2

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

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuentes</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Procedimiento</b>
Encuesta	Cuestionario (véase anexo 2)	Operarios de las unidades y los encargados del mantenimiento	Obtener las causas raíces de la baja disponibilidad	Aplicación de la encuesta en la empresa por 15 min.
Análisis documental	Formatos de informe del conductor (anexo 3) y el de inspección de la unidad (anexo 4)	Base de datos de la empresa	Obtener información para tener una idea de la situación actual del área de mantenimiento.	Revisar los formatos de informe del conductor y el de inspección de las unidades.

Observación	Hojas de registro (véase anexo 5)	Choferes y encargados de mantenimiento de las unidades.	Identificar los problemas y posibles soluciones.	Observar el proceso de mantenimiento y anotar problemas y ocurrencias que se identifiquen en ese momento
	Lapicero			

Fuente: Elaboración propia

## 2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar datos

### Técnicas de estadística descriptiva

Los datos obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 3

*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se realizó para plasmar las causas raíces de la baja disponibilidad.
Diagrama de Pareto	Se realizó el diagrama de Pareto para determinar las causas raíces principales
Diagrama de flujo	Permite tener estructurado el proceso de mantenimiento de la empresa.
Matriz de Indicadores	Se formula indicadores para la medición de las causas raíces principales

Fuente: Elaboración propia

### Procesamiento de información

Para el procesamiento de la información se hizo uso de:

- Hoja de cálculo Excel, este programa fue de mucha utilidad para el desarrollo de las tablas y gráficos estadísticos los cuales son parte de la presente tesis.

### 2.3. Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo del trabajo en la empresa se muestra en la siguiente figura.



Figura 1. Procedimiento del desarrollo de la presente investigación.

Fuente: Elaboración propia

### 2.4. Aspectos Éticos

La información obtenida se obtuvo con el permiso de la empresa, sin embargo, no se nos permite mencionar el nombre de la empresa.

Los nombres de las personas encuestadas se mantendrán de manera anónima y los datos serán utilizados solo y exclusivamente para el desarrollo de esta investigación.



## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Diagnóstico de la Realidad Actual de la Empresa

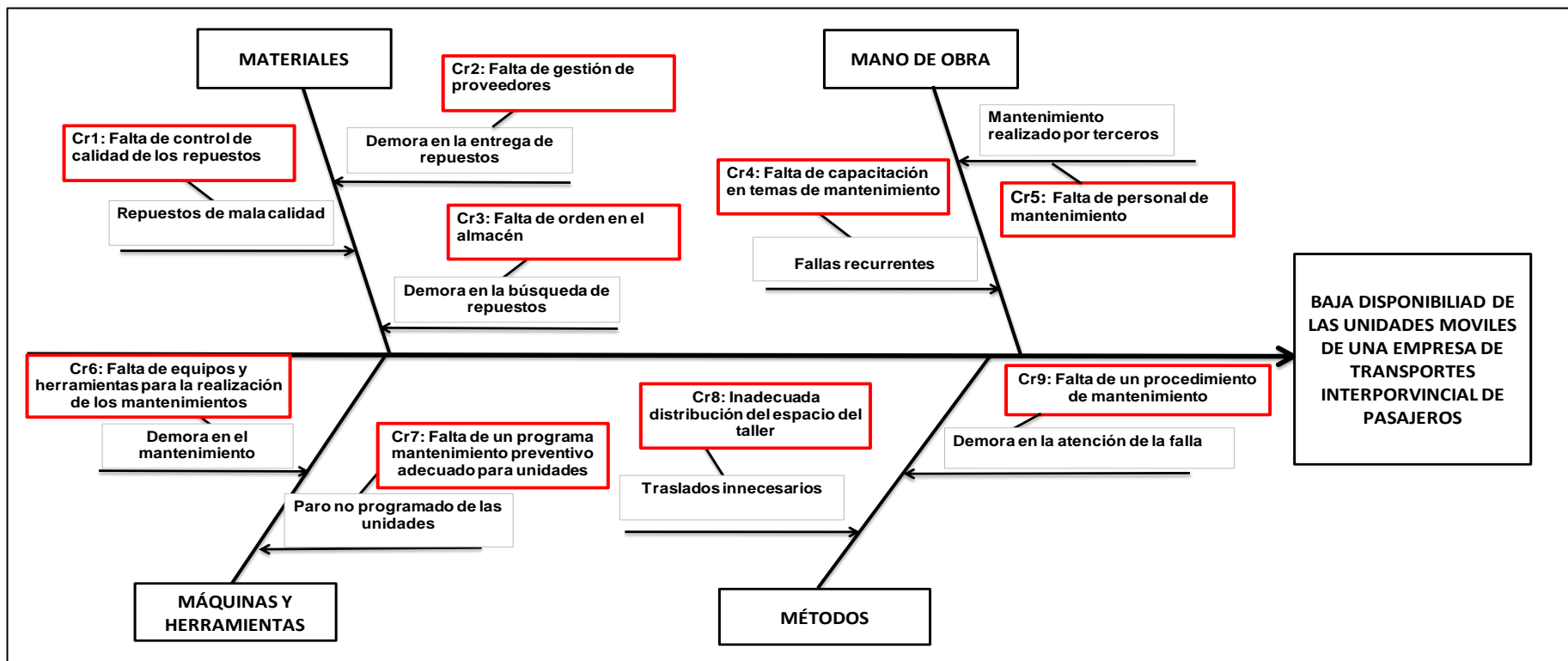


Figura 2. Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad de las unidades móviles

Fuente: Elaboración propia

Para determinar las causas de la baja disponibilidad de las unidades se procedió a realizar una encuesta la cual se muestra en el anexo 2, con la finalidad de obtener las causas raíces principales a la cuales se les tiene que dar solución.

Cabe mencionar que las causas que se muestra en la encuesta fueron obtenidas luego de realizar el análisis documental y la observación propiamente dicha.

A continuación, en la tabla 4, se muestra los resultados de la encuesta realizada

Tabla 4

*Priorización de las causas raíces*

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	FRECUENCIA PRIORIZACION	% ACUMULADO	FRECUENCIA ACUMULADA
Cr7	Falta de un programa mantenimiento preventivo adecuado para unidades	24	19%	24
Cr6	Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimiento	24	39%	48
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	23	57%	71
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	22	75%	93
Cr8	Inadecuada distribución del espacio del taller	8	81%	101
Cr2	Falta de gestión de proveedores	7	87%	108
Cr5	Falta de personal de mantenimiento	6	92%	114
Cr3	Falta de orden en el almacén	6	97%	120
Cr1	Falta de control de calidad de los repuestos	4	100%	124
	TOTAL	124		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura 3 se procedió a realizar el diagrama de Pareto con los resultados de las encuestas

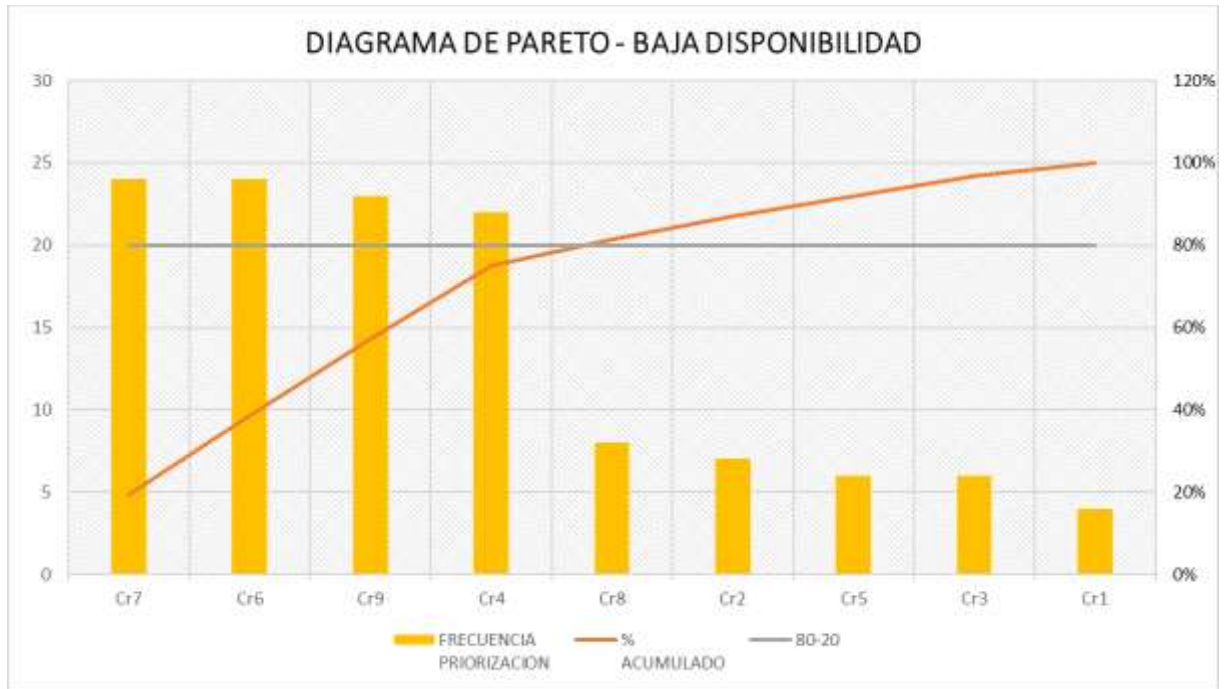


Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 3, se determinó que las causas de la baja disponibilidad de las unidades móviles de la empresa de transporte interprovincial de pasajeros a las cuales se les va a dar una solución son:

- Cr7 - Falta de un programa mantenimiento preventivo adecuado para unidades
- Cr6 - Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos
- Cr9 - Falta de un procedimiento de mantenimiento
- Cr4 - Falta de capacitación en temas de mantenimiento

### 3.1.1 Identificación de Indicadores

A través de los indicadores se medirán y se seleccionarán las herramientas que mejorarán el mantenimiento de las unidades, es por ello que en la tabla 5 se presentan los indicadores para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 5

*Indicadores actuales y metas*

CR	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	FÓRMULA	UND	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA (SOLES)	VALOR MEJORADO	PÉRDIDA (SOLES)	BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
Cr7	Falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para las unidades	Disponibilidad	$MTBF/(MTTR+MTBF)$	%	85.38%	S/. 434,198	91.12%	S/. 263,673	S/. 170,525	Programa de Mantenimiento preventivo
Cr6	Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos	% fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos	$\frac{N^{\circ} \text{ fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas para mantenimientos}}{N^{\circ} \text{ fallas totales}} \times 100\%$	%	6.8%	S/. 15,296	2.3%	S/. 5,150.53	S/. 10,146	Adquisición de equipos y herramientas
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	% de Procedimientos de Mantenimiento	$(\frac{N^{\circ} \text{ procedimientos de mantenimiento}}{N^{\circ} \text{ de procedimientos totales}}) \times 100\%$	%	0%	S/. 25,990	10%	S/. 9,466	S/. 16,524	Proceso para el mantenimiento preventivo
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	% de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento	$\frac{N^{\circ} \text{ de trabajadores capacitados en temas de mantto.}}{N^{\circ} \text{ Total de trabajadores}} \times 100\%$	%	0%	S/. 417,637.8	81%	S/. 258,704.0	S/. 158,934	Programa de Capacitación
					TOTAL	S/. 893,122		S/. 536,994	S/. 356,128	

Fuente: Elaboración propia

### 3.2 Descripción de la propuesta de mejora

En la siguiente tabla se muestra las propuestas de mejora a desarrollar para dar solución a las causas raíces identificadas.

Tabla 6

*Propuesta de mejora seleccionadas*

CR	CAUSA RAIZ	HERRAMIENTA DE MEJORA
Cr7	Falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para las unidades	Programa de Mantenimiento preventivo
Cr6	Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos	Adquisición de equipos y herramientas
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	Proceso para el mantenimiento preventivo
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	Programa de Capacitación

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se llevará a cabo el desarrollo de las propuestas de mejora seleccionadas para cada causa raíz.

#### 3.2.1 CR7: Falta de un programa mantenimiento preventivo adecuado para unidades

La empresa no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo adecuado para sus unidades lo que ocasiona que se tenga paros no programados y esto incide en la disminución de su disponibilidad.

##### 3.2.1.1 Diagnóstico de Costos Perdidos

En el año 2019 la empresa obtuvo un total de 1677 paros no programados (en sus 26 unidades) debido a fallas las cuales se les dio el respectivo mantenimiento correctivo con un total de 9339 horas. Asimismo, se obtuvo un MTBF de 33 horas y un MTTR de 6 horas y la disponibilidad fue de 85.4%, así como se muestra en la tabla 7.

Posteriormente se halló el Costo lucro Cesante de las horas de mantenimiento correctivo, para ello se determinó que la utilidad por hora de la empresa era de S/.46.49\*, luego se procedió a multiplicar este valor por el Tiempo Total de Reparaciones (TTR) de 9339 horas, obteniendo un costo lucro cesante de S/.434,198.05, así como se muestra en la tabla 7.

\*Información cedida por la empresa

Tabla 7

*Resumen de Indicadores de todas las unidades*

<b>INDICADORES</b>	<b>ACTUAL</b>
<b>TTF(h)</b>	54568
<b>TTR(h)</b>	9339
<b>Nº Paradas o fallas</b>	1677
<b>MTBF</b>	33
<b>MTTR</b>	6
<b>Disponibilidad</b>	85.4%
<b>Pérdida anual</b>	S/. 434,198.05

Fuente: Información cedida por la empresa (Elaboración: Tesista)

A continuación, en la tabla 8, se muestra de manera más detallada los indicadores de cada unidad de transporte con las que cuenta la empresa:

Tabla 8

*Indicadores actuales de mantenimiento*

N°	Tipo	Modelo	Año fabricación	Ventas por unidad al año	TTF(h)	TTR(h)	N° Paradas o fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad	CLC Mantto. Correctivo
1	BUS1	SCANIA	2007	S/. 333,960.00	2024	395	67	30	5.90	83.7%	S/. 18,364.73
2	BUS2	SCANIA	2007	S/. 343,200.00	2080	394	65	32	6.06	84.1%	S/. 18,318.24
3	BUS3	SCANIA	2007	S/. 330,000.00	2000	394	46	43	8.57	83.5%	S/. 18,318.24
4	BUS4	SCANIA	2007	S/. 348,480.00	2112	341	57	37	5.98	86.1%	S/. 15,854.11
5	BUS5	SCANIA	2007	S/. 363,000.00	2200	330	62	35	5.32	87.0%	S/. 15,342.69
6	BUS6	SCANIA	2007	S/. 357,720.00	2168	348	76	29	4.58	86.2%	S/. 16,179.56
7	BUS7	SCANIA	2007	S/. 330,000.00	2000	303	61	33	4.97	86.8%	S/. 14,087.38
8	BUS8	SCANIA	2007	S/. 339,240.00	2056	375	66	31	5.68	84.6%	S/. 17,434.87
9	BUS9	SCANIA	2007	S/. 355,080.00	2152	336	57	38	5.89	86.5%	S/. 15,621.65
10	BUS10	SCANIA	2007	S/. 359,040.00	2176	344	75	29	4.59	86.3%	S/. 15,993.59
11	BUS11	SCANIA	2000	S/. 340,560.00	2064	396	58	36	6.83	83.9%	S/. 18,411.22
12	BUS12	SCANIA	2000	S/. 352,440.00	2136	399	56	38	7.13	84.3%	S/. 18,550.70

13	BUS13	SCANIA	2000	S/. 318,120.00	1928	341	51	38	6.69	85.0%	S/. 15,854.11
14	BUS14	SCANIA	2003	S/. 347,160.00	2104	332	57	37	5.82	86.4%	S/. 15,435.67
15	BUS15	SCANIA	2003	S/. 360,360.00	2184	361	47	46	7.68	85.8%	S/. 16,783.97
16	BUS16	SCANIA	2003	S/. 368,280.00	2232	347	84	27	4.13	86.5%	S/. 16,133.07
17	BUS17	SCANIA	2003	S/. 326,040.00	1976	399	69	29	5.78	83.2%	S/. 18,550.70
18	BUS18	SCANIA	2003	S/. 359,040.00	2176	399	74	29	5.39	84.5%	S/. 18,550.70
19	BUS19	SCANIA	2003	S/. 349,800.00	2120	398	65	33	6.12	84.2%	S/. 18,504.21
20	BUS20	SCANIA	2007	S/. 343,200.00	2080	317	83	25	3.82	86.8%	S/. 14,738.28
21	BUS21	SCANIA	2007	S/. 361,680.00	2192	374	66	33	5.67	85.4%	S/. 17,388.38
22	BUS22	SCANIA	2007	S/. 331,320.00	2008	376	64	31	5.88	84.2%	S/. 17,481.36
23	BUS23	SCANIA	2007	S/. 364,320.00	2208	309	59	37	5.24	87.7%	S/. 14,366.33
24	BUS24	SCANIA	2007	S/. 318,120.00	1928	347	65	30	5.34	84.7%	S/. 16,133.07
25	BUS25	SCANIA	2007	S/. 347,160.00	2104	307	55	38	5.58	87.3%	S/. 14,273.35
26	BUS26	SCANIA	2007	S/. 356,400.00	2160	377	92	23	4.10	85.1%	S/. 17,527.86
<b>Promedio</b>								33	5.72	85.4%	
<b>Total</b>				S/. 9,003,720.00	54568	9339	1677				S/. 434,198.05

Fuente: Información cedida por la empresa (Elaboración: Tesista)



### **3.2.1.2 Solución propuesta**

Para dar solución a los paros no programados de las unidades se desarrollará como propuesta de mejora un programa de mantenimiento preventivo

A continuación, se procederá a desarrollar el programa de mantenimiento preventivo propuesto.

#### **1. Objetivos del programa de mantenimiento**

- a) Incrementar la disponibilidad de las unidades de transporte
- b) Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.
- c) Reducir el número de paros no programados

#### **2. Desarrollo del programa de mantenimiento**

Para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo primero hay que determinar la frecuencia para este tipo de mantenimiento, para ello se hizo en base a recomendaciones hechas por los fabricantes de estas unidades y en la experiencia del mecánico que lleva a cabo los mantenimientos correctivos. Cabe mencionar que las unidades son de marca SCANIA. A continuación, se muestra en la tabla 9, el programa de mantenimiento preventivo propuesto.

Tabla 9

*Programa de mantenimiento preventivo*

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																
SISTEMA	Operación / Kilometraje	18000	36000	54000	72000	90000	108000	126000	144000	162000	180000	198000	216000	234000	252000	270000	288000	
<b>MOTOR</b>	Mant. Purificador centrífugo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Cambio filtro primario combustible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Cambio filtro racord	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Cambio de filtro de aceite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Cambio aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Cambio filtro aire primario				X					X				X			X	
	Cambio filtro aire secundario				X					X				X			X	
	Cambiar aceite de ventilador				X					X				X			X	
	Cambiar filtro de ventilador				X					X				X			X	
	Inspeccion del embrague	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Líquido de frenos y embrague	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambio kit de embrague															X		
	Cambiar refrigerante del motor									X								X
	Inspeccion del sistema de aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspeccion de fajas del motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Calibración de válvulas				X					X				X				X	
Engrase General	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>TRANSMISIÓN</b>	Cambiar aceite de diferencial				X				X				X				X	
	Cambiar filtro de diferencial				X				X				X				X	
	Tomar muestra de aceite de diferencial y mandos finales				X				X				X				X	
	Lubricar cojinetes de oscilación del eje		X		X		X		X		X		X		X		X	
	Cambio aceite caja cambios				X				X				X				X	
	Cambio filtro caja cambios				X				X				X				X	
	Cambiar aceite de mandos finales (selector)		X		X		X		X		X		X		X		X	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																	
<b>HIDRAULICO</b>	Cambiar líquido hidraulico de embrague																X
	Cambiar aceite del servo																X
	Cambiar filtro de aceite																X
<b>DIRECCIÓN</b>	Inspeccionar válvula(s) de alivio, limpiar																X
	Lubricar cojinetes del cilindro de dirección	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Limpiar rejilla del aceite de la dirección piloto, cambiar si es necesario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Revisión de Caja de Timón	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>FRENO</b>	Verificar funcionamiento del acumulador del freno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Comprobar funcionamiento del indicador de desgaste del Disco de freno de servicio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambiar aceite de retardador																X
	Cambiar filtro de retardador																X
	Cambiar filtro secador de aire																X
<b>ELÉCTRICO</b>	Inspeccionar baterías (base, guardas y terminales)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Limpiar terminales de la batería (borneras), lubricar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Verificar cableado en general	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ajustar sujetador de batería				X			X					X			X	
	Verificar funcionamiento de alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Scania (Elaboración tesista)

Para complementar el programa de mantenimiento se elaboró los siguientes formatos:

REVISIÓN RUTINARIA DE LA UNIDAD		
FECHA		
N° UNIDAD		
ITEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES (Cambio, reparar, mant.)
1	Reviar nivel de aceite motor	
2	Revisar temperatura de motor	
3	Revisar presión de aceite motor	
4	Revisar turco compresor	
5	Revisar radiador de agua de motor	
6	Reviar nivel de refrigerante motor	
7	Revisar nivel de aceite caja cambios	
8	Revisar sistema de transmisión	
9	Revisar sistema de embrague	
10	Revisar nivel de aceite del diferencial	
11	Revisar nivel de aceite hidraulico de la dirección	
12	Revisar mangueras, cañerías de aire	
13	Revisar mangueras, cañerías de agua	
14	Revisar mangueras, cañerías de aceite	
15	Revisar tanques del sistema de aire	
16	Revisar mangueras, cañerías de combustible	
17	Revisar nivel de líquido hidráulico del sist. De embrague	
18	Revisar fajas de accionamiento	
19	revisar rodamientos de tensores	
20	Revisar sistema electrico, luces, alternador, arrancador, etc.	
21	Revisar cables del sistema electrico	
22	Revisar sistema de frenos	
23	Revisar sistema de carrocería	
24	Revisar neumáticos, presión de aire y bandas	
REVISADO POR:		
MECÁNICO:		
ELECTRICISTA:		

Figura 4. Ficha para la revisión rutinaria de la unidad de transporte

Fuente: Elaboración Tesista

FORMATO DE REPORTE DE FALLAS Y ANÁLISIS DE AVERIAS	
N° BUS:	FECHA:
PLACA:	KILOMETRAJE
PILOTOS:	
FALLAS EN LOS SISTEMAS	DIAGNÓSTICO DE FALLAS (Probar func., Cambio, reparar, mant
MOTOR:	
SIST. REGRIGERACIÓN:	
SIST. COMBUSTIBLE:	
SIST. EMBRAGUE:	
SIST. TRANSMISIÓN:	
SIST. DIRECCIÓN:	
SIST. FRENOS:	
SIST. ELÉCTRICO:	
CARROCERIA:	
NEUMÁTICOS:	
OTRAS AVERIAS:	
REVISADO POR:	
MECÁNICO:	ELECTRICISTA:

Figura 5. Formato de reporte de fallas y análisis de averías

Fuente: Elaboración Tesista

CHECK LIST DE MANTENIMIENTO			
N° BUS:		FECHA:	
PLACA:			
FUNCIONA CORRECTAMENTE			
DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
MOTOR Y COMPONENTES FUNCIONA CORRECTAMENTE			
SIST. REGRIGERACIÓN			
SIST. COMBUSTIBLE			
SIST. EMBRAGUE			
SIST. TRANSMISIÓN			
SIST. DIRECCIÓN			
SIST. FRENOS			
SIST. ELÉCTRICO			
CARROCERIA			
PRESIÓN DE AIRE DE NEUMÁTICOS			
OTRAS AVERIAS			
REVISADO POR:			
MECÁNICO:		ELECTRICISTA:	

Figura 6. Formato de check list de mantenimiento de las unidades de transporte

Fuente: Elaboración Tesista



Con el programa de mantenimiento preventivo para las unidades de la empresa de Transportes interprovincial de pasajeros, se espera reducir los paros no programados de 1677 a 1018, con lo cual el MBTF se incrementó de 33 a 59 horas. Cabe mencionar que esto permitió incrementar la disponibilidad de 85.4% a 91.1%, reduciendo la pérdida por el costo lucro Cesante de las horas de mantenimiento correctivo de S/.434,198.05 a S/./263,673.25, así como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

*Resumen de Indicadores de todas las unidades*

INDICADORES	CON LA	
	ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
<b>TTF(h)</b>	54568	58236
<b>TTR(h)</b>	9339	5671
<b>N° Paradas o fallas</b>	1677	1018
<b>MTBF</b>	33	59
<b>MTTR</b>	6	6
<b>Disponibilidad</b>	85.4%	91.1%
<b>CLC Mantto. Correctivo</b>	S/. 434,198.05	263,673.25

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 11 se muestra de manera más detallada los indicadores de cada unidad de transporte luego del programa de preventivo propuesto en la empresa de Transportes.



Tabla 11

*Indicadores de mantenimiento con el programa de mantenimiento preventivo propuesto*

N°	Tipo	Modelo	TTF(h)	TTR(h)	N° Paradas o fallas	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Pérdida
1	BUS1	SCANIA	2177	242	41	53	5.90	90.0%	S/. 11,238.12
2	BUS2	SCANIA	2238	236	39	57	6.06	90.4%	S/. 10,990.94
3	BUS3	SCANIA	2154	240	28	77	8.57	90.0%	S/. 11,150.23
4	BUS4	SCANIA	2244	209	35	64	5.98	91.5%	S/. 9,734.98
5	BUS5	SCANIA	2328	202	38	61	5.32	92.0%	S/. 9,403.58
6	BUS6	SCANIA	2305	211	46	50	4.58	91.6%	S/. 9,792.89
7	BUS7	SCANIA	2119	184	37	57	4.97	92.0%	S/. 8,544.80
8	BUS8	SCANIA	2204	227	40	55	5.68	90.7%	S/. 10,566.59
9	BUS9	SCANIA	2282	206	35	65	5.89	91.7%	S/. 9,592.24
10	BUS10	SCANIA	2314	206	45	51	4.59	91.8%	S/. 9,596.15
11	BUS11	SCANIA	2221	239	35	63	6.83	90.3%	S/. 11,110.22
12	BUS12	SCANIA	2293	242	34	67	7.13	90.4%	S/. 11,262.93

13	BUS13	SCANIA	2062	207	31	67	6.69	90.9%	S/. 9,636.81
14	BUS14	SCANIA	2232	204	35	64	5.82	91.6%	S/. 9,478.04
15	BUS15	SCANIA	2322	223	29	80	7.68	91.2%	S/. 10,356.07
16	BUS16	SCANIA	2368	211	51	46	4.13	91.8%	S/. 9,795.08
17	BUS17	SCANIA	2132	243	42	51	5.78	89.8%	S/. 11,291.73
18	BUS18	SCANIA	2332	243	45	52	5.39	90.6%	S/. 11,280.83
19	BUS19	SCANIA	2279	239	39	58	6.12	90.5%	S/. 11,102.53
20	BUS20	SCANIA	2206	191	50	44	3.82	92.0%	S/. 8,878.48
21	BUS21	SCANIA	2339	227	40	58	5.67	91.2%	S/. 10,538.41
22	BUS22	SCANIA	2155	229	39	55	5.88	90.4%	S/. 10,652.71
23	BUS23	SCANIA	2328	189	36	65	5.24	92.5%	S/. 8,765.90
24	BUS24	SCANIA	2067	208	39	53	5.34	90.8%	S/. 9,679.84
25	BUS25	SCANIA	2227	184	33	67	5.58	92.4%	S/. 8,564.01
26	BUS26	SCANIA	2308	229	56	41	4.10	91.0%	S/. 10,669.13
		<b>Promedio</b>				59	6	91.1%	
	<b>Total</b>		58236	5671	1018				S/. 263,673.25

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2 CR6: Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos

La empresa no cuenta con muchas herramientas y equipos especiales para hacer un adecuado seguimiento a los parámetros predictivos de los componentes de las unidades de transporte y cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo.

#### 3.2.2.1 Diagnóstico de Costos Perdidos

En el año 2019 se tuvo un total de 1677 fallas de las cuales 114 fallas fueron atendidas con demoras por la falta de equipos y herramientas, generando un tiempo perdido de 329 horas lo que representó una pérdida de S/.15,296.00, así como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

#### *Pérdida por falta de equipos y herramientas*

Meses	Número de fallas	Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	% Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	Horas de demora por falta de la herramientas y/o equipos	Pérdida
Enero	143	12	8.4%	23	S/. 1,069.34
Febrero	121	12	9.9%	30	S/. 1,394.79
Marzo	150	11	7.3%	31	S/. 1,441.28
Abril	137	9	6.6%	25	S/. 1,162.32
Mayo	162	9	5.6%	25	S/. 1,162.32
Junio	150	9	6.0%	26	S/. 1,208.82
Julio	141	9	6.4%	23	S/. 1,069.34
Agosto	143	10	7.0%	31	S/. 1,441.28
Septiembre	130	7	5.4%	30	S/. 1,394.79
Octubre	136	10	7.4%	32	S/. 1,487.78
Noviembre	117	7	6.0%	23	S/. 1,069.34
Diciembre	147	9	6.1%	30	S/. 1,394.79
Total	1677	114	6.8%	329	S/. 15,296.19

Fuente: Información cedida por la empresa (Elaboración: Tesista)

#### 2.4.1.1.1. Solución propuesta

Para dar solución a esta causa raíz se procedió a determinar los equipos y herramientas necesarios para complementar el programa de mantenimiento preventivo propuesto.

Los equipos predictivos y herramientas necesarias para hacer un seguimiento de las condiciones y parámetros de los equipos son lo que se muestran en la tabla 13 y cabe mencionar que se hizo una cotización previa para saber el monto de inversión (véase el anexo 8).

Tabla 13

*Equipos predictivos para el mantenimiento de los equipos*

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL	VIDA UTIL POR UNIDAD(AÑOS)	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Vibrómetro	S/. 1,059.00	1	S/. 1,059.00	5	S/. 17.65
Termógrafo	S/. 1,094.30	1	S/. 1,094.30	5	S/. 18.24
Multímetro	S/. 1,200.00	1	S/. 1,200.00	5	S/. 20.00
Fisurómetro	S/. 900.00	1	S/. 900.00	5	S/. 15.00
Meghómetro	S/. 3,000.00	1	S/. 3,000.00	5	S/. 50.00
Medidor digital de presión de llantas	S/. 1,588.50	1	S/. 1,588.50	5	S/. 26.48
Caja de llaves	S/. 400.00	2	S/. 800.00		
Juego de Llaves	S/. 400.00	2	S/. 800.00		
Juego de Dados	S/. 400.00	2	S/. 800.00		
Banco de Trabajo	S/. 800.00	2	S/. 1,600.00		
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>S/. 12,841.80</b>		<b>S/. 147.36</b>

Fuente: Gromar International Service S.A.C.

Como se puede apreciar el costo de los equipos y herramientas es de S/.12,841.00

Con la adquisición de herramientas y equipos adecuados para el desarrollo del mantenimiento preventivo de las unidades de transporte, se espera reducir el

número de horas de parada por falta de equipos y herramientas de 329 a 110.8, con lo cual se reduce la pérdida de S/.15,296.19 a S/.5,150.53.

Adicional a ello se logró reducir el % de fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas de 6.8% a 2.3 %, así como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

*Reducción de la pérdida por falta de equipos y herramientas*

Meses	Número de fallas	Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	% Fallas atendidas con demoras por falta de equipos y herramientas	Horas de demora por falta de la herramienta y/o equipo	Pérdida
Enero	143	5	3.5%	9.6	S/. 445.56
Febrero	121	5	4.1%	12.5	S/. 581.16
Marzo	150	3	2.0%	8.5	S/. 393.08
Abril	137	3	2.2%	8.3	S/. 387.44
Mayo	162	3	1.9%	8.3	S/. 387.44
Junio	150	3	2.0%	8.7	S/. 402.94
Julio	141	3	2.1%	7.7	S/. 356.45
Agosto	143	3	2.1%	9.3	S/. 432.38
Septiembre	130	2	1.5%	8.6	S/. 398.51
Octubre	136	4	2.9%	12.8	S/. 595.11
Noviembre	117	2	1.7%	6.6	S/. 305.53
Diciembre	147	3	2.0%	10.0	S/. 464.93
Total	1677	39	2.3%	110.8	S/. 5,150.53

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3 CR9: Falta de un procedimiento de mantenimiento adecuado

La empresa de Transportes, no cuenta con un proceso de mantenimiento documentado y bien estructurado, es por ello que cuando se genera una falla en las unidades de transporte, no se sabe cómo proceder para solicitar la realización de un mantenimiento que la unidad necesita. Por tal motivo este indicador de % de Procedimientos de Mantenimiento es de 0%.

### 3.2.3.1 Diagnóstico de Costos Perdidos

La falta de un proceso de mantenimiento ocasiona que se tenga tiempos de parada debido a que los choferes de las unidades no saben cómo proceder cuando necesitan algún tipo de atención de los mecánicos.

Es por ello durante el año 2019 se estima que el tiempo promedio de espera hasta que se comunica a los mecánicos que deben de realizar un mantenimiento es de 20 minutos por cada falla que se presenta. Se sabe que se tuvo un total de 1677 fallas en todas las unidades de transporte, por ende, al multiplicar el número de fallas por el tiempo promedio nos da como resultado 33540 minutos de tiempo perdido por la falta de un procedimiento de mantenimiento, lo que representó una Pérdida anual de S/.25, 989. 58. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15

*CLC de la falta de procedimiento de mantenimiento*

<b>FALTA DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTUAL</b>
<b>Nº FALLAS</b>	1677
<b>TIEMPO PROMEDIO PARA ATENDER UNA FALLA (MIN)</b>	20.0
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO PARA ATENDER UNA FALLA (MIN)</b>	33540
<b>PERDIDA ACTUAL</b>	S/. 25,989.58

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3.2 Solución propuesta

Debido a que actualmente la empresa de Transportes, no cuenta con un procedimiento de mantenimiento preventivo, se tuvo que desarrollar un diagrama

de flujo del mantenimiento preventivo en el cual intervienen el chofer, el mecánico y el área logística quien provee de los materiales y repuestos necesarios para un adecuado mantenimiento. A continuación, en la figura 8, se muestra de forma detallada los pasos

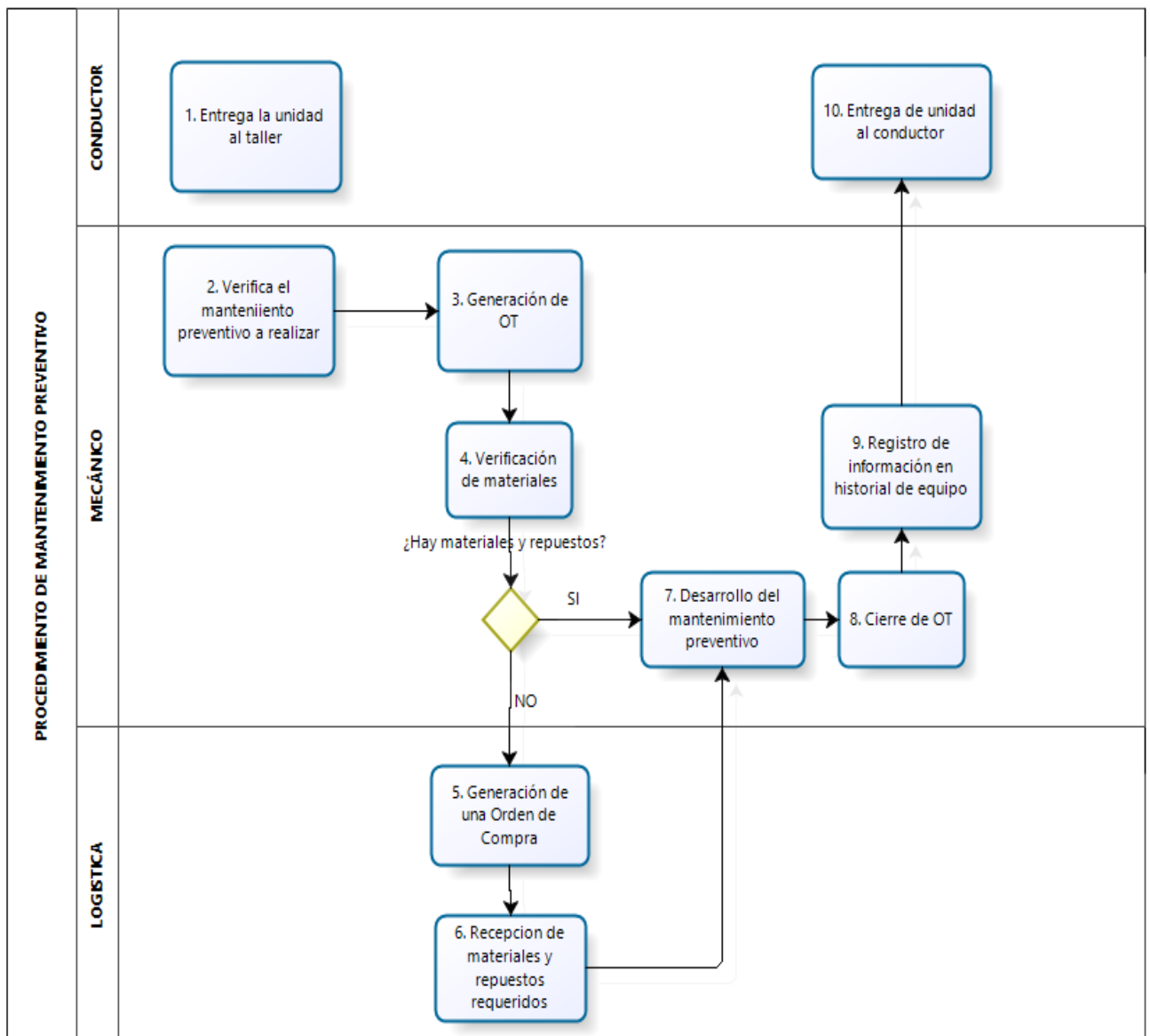


Figura 8. Procedimiento de mantenimiento preventivo propuesto

Fuente: Elaboración propia

Con el desarrollo de un procedimiento de mantenimiento preventivo para la empresa de Transportes el % de Procedimientos de Mantenimiento se incrementó de 0% a 10%, así como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

*% de procedimientos de mantenimiento*

AREAS	Nº PROCEDIMIENTOS ACTUALES	Nº PROCEDIMIENTOS CON LA PROPUESTA DE MEJORA
GERENCIA	0	0
CONTABILIDAD	2	2
MANTENIMIENTO	0	1
SEGURIDAD	3	3
OPERACIONES	2	2
LOGISTICA	0	0
RECURSOS HUMANOS	2	2
TOTAL	9	10
% DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	0%	10%

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que con este procedimiento se espera reducir el tiempo promedio de espera hasta que se comunica a los mecánicos que deben de realizar un mantenimiento a las unidades de transporte de 20 a 12 minutos por cada falla que se presenta, reduciendo a su vez la pérdida anual de S/.25, 989.58 a S/.9, 465.97, así como se muestra en la tabla 17.



Tabla 17

*CLC de la falta de procedimiento de mantenimiento*

<b>FALTA DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>CON LA MEJORA</b>	<b>AHORRO</b>
<b>N° FALLAS</b>	1677	1018	
<b>TIEMPO PROMEDIO PARA ATENDER UNA FALLA (MIN)</b>	20.0	12.0	
<b>TOTAL DE TIEMPO PERDIDO PARA ATENDER UNA FALLA (MIN)</b>	33540	12216	
<b>PERDIDA ACTUAL</b>	S/. 25,989.58	S/. 9,465.97	S/. 16,523.61

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4 CR 4: Falta de capacitación en temas de mantenimiento.

La empresa hasta la fecha, no ha brindado ninguna capacitación a su personal con la temática de mantenimiento, es por ello que el indicador % de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento es de 0%.

#### 3.2.4.1 Diagnóstico de Costos Perdidos

Cabe mencionar que la falta de capacitación en temas de mantenimiento a los mecánicos, originó que en el año 2019 se halla necesitado de mantenimiento externo para 543 fallas, generando un costo de mantenimiento externo de S/.417,638. Así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18

*Costo del mantenimiento externo de las unidades de transporte*

<b>N°</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Año fabricación</b>	<b>N° Paradas o fallas</b>	<b>N° de fallas atendidas de manera externa</b>	<b>% de fallas atendidas de manera externa</b>	<b>Costo de mantenimiento externo</b>
1	BUS1	SCANIA	2007	67	24.00	35.8%	S/. 25,000

2	BUS2	SCANIA	2007	65	19.00	29.2%	S/. 12,036
3	BUS3	SCANIA	2007	46	17.00	37.0%	S/. 12,036
4	BUS4	SCANIA	2007	57	21.00	36.8%	S/. 12,036
5	BUS5	SCANIA	2007	62	19.00	30.6%	S/. 12,036
6	BUS6	SCANIA	2007	76	24.00	31.6%	S/. 13,875
7	BUS7	SCANIA	2007	61	22.00	36.1%	S/. 25,000
8	BUS8	SCANIA	2007	66	21.00	31.8%	S/. 21,000
9	BUS9	SCANIA	2007	57	21.00	36.8%	S/. 25,000
10	BUS10	SCANIA	2007	75	23.00	30.7%	S/. 5,000
11	BUS11	SCANIA	2000	58	21.00	36.2%	S/. 25,000
12	BUS12	SCANIA	2000	56	20.00	35.7%	S/. 25,000
13	BUS13	SCANIA	2000	51	17.00	33.3%	S/. 14,621
14	BUS14	SCANIA	2003	57	16.00	28.1%	S/. 12,003
15	BUS15	SCANIA	2003	47	15.00	31.9%	S/. 10,256
16	BUS16	SCANIA	2003	84	25.00	29.8%	S/. 13,705
17	BUS17	SCANIA	2003	69	21.00	30.4%	S/. 23,000
18	BUS18	SCANIA	2003	74	21.00	28.4%	S/. 23,000
19	BUS19	SCANIA	2003	65	23.00	35.4%	S/. 12,621
20	BUS20	SCANIA	2007	83	21.00	25.3%	S/. 10,003
21	BUS21	SCANIA	2007	66	20.00	30.3%	S/. 8,256
22	BUS22	SCANIA	2007	64	17.00	26.6%	S/. 11,705
23	BUS23	SCANIA	2007	59	25.00	42.4%	S/. 21,000
24	BUS24	SCANIA	2007	65	22.00	33.8%	S/. 12,003
25	BUS25	SCANIA	2007	55	23.00	41.8%	S/. 15,722
26	BUS26	SCANIA	2007	92	25.00	27.2%	S/. 16,722
		Promedio				32.8%	
		Total		1677	543.00		S/. 417,638

Fuente: Información cedida por la empresa (Elaboración: Tesista)

### 3.2.4.2 Solución propuesta

La empresa en el año 2019 no brindó ningún tipo de capacitación a su personal. Es por ello que se plantea como propuesta de mejora el desarrollo de un programa de capacitación el cual tiene como finalidad mejorar el mantenimiento de las unidades.

A continuación, se presenta el programa de capacitación propuesto:

Tabla 19

*Programa de capacitación propuesto*

<b>Programa de capacitación</b>	
<b>I. ALCANCE</b>	El presente programa de capacitación está dirigido para el personal del área de mantenimiento y operaciones.
<b>II. OBJETIVOS</b>	
<b>2.1. Objetivo general</b>	Preparar al personal para la ejecución de las tareas relacionadas a la gestión de mantenimiento
<b>2.2. Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampliar los conocimientos del mantenimiento de las unidades</li> <li>➤ Incrementar la eficiencia y eficacia de los trabajadores</li> </ul>
<b>III. ESTRATEGIAS</b>	Clases teóricas - prácticas
<b>IV. TEMAS DE LA CAPACITACIÓN</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantenimiento preventivo</li> <li>2. Mantenimiento predictivo</li> <li>3. Manejo de equipos predictivos</li> <li>4. Indicadores de mantenimiento</li> </ol>

5. Gestión de mantenimiento
6. Costos de mantenimiento

## V. RECURSOS

### 5.1. Humanos

Lo conforman el personal del área de mantenimiento y operaciones y los que llevarán a cabo la capacitación

### 5.2. Materiales

Laptop  
Proyector  
Impresiones

### 5.3. Económicos

El presupuesto para el desarrollo de las capacitaciones es de S/.18,000 soles (véase anexo 9)

## VI. FECHA DE EJECUCIÓN

El programa se ejecutará en el transcurso del año y la evaluación será permanente

## VII. META

Capacitar al 81% de personal de las áreas elegidas.

## VIII. CRONOGRAMA

En la siguiente tabla se presenta el cronograma de capacitaciones

N°	Tema	Horas	Meses												
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	Mantenimiento preventivo	4	X												
2	Mantenimiento predictivo	4				X									
3	Manejo de equipos predictivos	4						X							
4	Indicadores de mantenimiento	4								X					
5	Gestión del mantenimiento	4										X			
6	Costos de mantenimiento	4													X
TOTAL		24													

Fuente: Elaboración propia

Adicional a ello se creó formatos para evaluar las capacitaciones a desarrollar como:

- Formato de evaluación de eficacia de la capacitación (véase anexo 6)
- Formato de evaluación de satisfacción de la capacitación (véase anexo 7)

Con el programa de capacitación propuesto se estima incrementar el % de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento a 81%, así como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

*% de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento con la propuesta de mejora*

AREAS	Nº de colaboradores	Horas de capacitación en temas de mantenimiento	Nº de colaboradores capacitados en temas de mantenimiento	% de trabajadores capacitados
GERENCIA	2	0	0	0%
CONTABILIDAD	2	0	0	0%
MANTENIMIENTO	8	24	8	100%
OPERACIONES	32	24	32	100%
SEGURIDAD	4	0	0	0%
LOGISTICA	3	24	3	100%
RECURSOS HUMANOS	2	0	0	0%
TOTAL	53	72	43	81%

Fuente: Elaboración propia

Con el programa de capacitación propuesto se estima reducir el número de fallas atendidas de manera externa de 543 a 336, reduciendo el costo de mantenimiento externo de S/.417, 638.00 a S/.258, 704.00, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 21

*Reducción de la pérdida por mantenimiento externo*

N°	Tipo	Modelo	Año fabricación	N° Paradas o fallas	N° de fallas atendidas de manera externa	% de fallas atendidas de manera externa	Costo de mantenimiento externo
1	BUS1	SCANIA	2007	67	15.00	22.4%	S/. 15,625
2	BUS2	SCANIA	2007	65	12.00	18.5%	S/. 7,602
3	BUS3	SCANIA	2007	46	11.00	23.9%	S/. 7,788
4	BUS4	SCANIA	2007	57	13.00	22.8%	S/. 7,451
5	BUS5	SCANIA	2007	62	12.00	19.4%	S/. 7,602
6	BUS6	SCANIA	2007	76	15.00	19.7%	S/. 8,672
7	BUS7	SCANIA	2007	61	14.00	23.0%	S/. 15,909
8	BUS8	SCANIA	2007	66	13.00	19.7%	S/. 13,000
9	BUS9	SCANIA	2007	57	13.00	22.8%	S/. 15,476
10	BUS10	SCANIA	2007	75	14.00	18.7%	S/. 3,043
11	BUS11	SCANIA	2000	58	13.00	22.4%	S/. 15,476
12	BUS12	SCANIA	2000	56	12.00	21.4%	S/. 15,000
13	BUS13	SCANIA	2000	51	11.00	21.6%	S/. 9,460
14	BUS14	SCANIA	2003	57	10.00	17.5%	S/. 7,502
15	BUS15	SCANIA	2003	47	9.00	19.1%	S/. 6,153
16	BUS16	SCANIA	2003	84	15.00	17.9%	S/. 8,223
17	BUS17	SCANIA	2003	69	13.00	18.8%	S/. 14,238
18	BUS18	SCANIA	2003	74	13.00	17.6%	S/. 14,238
19	BUS19	SCANIA	2003	65	14.00	21.5%	S/. 7,682
20	BUS20	SCANIA	2007	83	13.00	15.7%	S/. 6,193
21	BUS21	SCANIA	2007	66	12.00	18.2%	S/. 4,953
22	BUS22	SCANIA	2007	64	11.00	17.2%	S/. 7,574
23	BUS23	SCANIA	2007	59	15.00	25.4%	S/. 12,600
24	BUS24	SCANIA	2007	65	14.00	21.5%	S/. 7,639
25	BUS25	SCANIA	2007	55	14.00	25.5%	S/. 9,570
26	BUS26	SCANIA	2007	92	15.00	16.3%	S/. 10,033
		Promedio				20.3%	
		Total		1677	336.00		S/. 258,704

Fuente: Información cedida por la empresa (Elaboración: Tesista)

### 3.3 Evaluación Económica

#### a) Inversión para la propuesta de mejora

Tabla 22

*Inversión de la propuesta de mejora*

INVERSIÓN						
Inversión - Programa de mantenimiento preventivo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Impresiones	Unidad	50	S/. 3.00	S/. 150.00		
Laptop	Unidad	1	S/. 2,000.00	S/. 2,000.00	5	S/. 33.33
	Total			S/. 2,150.00		S/. 33.33
Inversión - Procedimiento de mantenimiento	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Impresiones	Unidad	50	S/. 3.00	S/. 150.00		
Alquiler de Proyector	Horas	3	S/. 30.00	S/. 90.00		
	Total			S/. 240.00		
Inversión - Adquisición de equipos y herramientas	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Vibrómetro	Und	1	S/. 1,059.00	S/. 1,059.00	5	S/. 17.65
Termógrafo	Und	1	S/. 1,094.30	S/. 1,094.30	5	S/. 18.24
Multímetro	Und	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00	5	S/. 20.00
Fisurómetro	Und	1	S/. 900.00	S/. 900.00	5	S/. 15.00
Meghómetro	Und	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	5	S/. 50.00
Medidor digital de presión de llantas	Und	1	S/. 1,588.50	S/. 1,588.50	5	S/. 26.48
Caja de llaves	Und	2	S/. 400.00	S/. 800.00		
Juego de Llaves	Und	2	S/. 400.00	S/. 800.00		
Juego de Dados	Und	2	S/. 400.00	S/. 800.00		
Banco de Trabajo	Und	2	S/. 800.00	S/. 1,600.00		
	Total			S/. 12,841.80		S/. 147.36
Inversión - Cronograma de capacitación	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Capacitación	Horas	24	S/. 750.00	S/. 18,000.00		
	Total			S/. 18,000.00		
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>				<b>S/. 33,231.80</b>		<b>S/. 180.70</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 22, la inversión es de S/.33, 231.80 y se tiene una depreciación mensual de S/.180.70.

### a) Ahorro implementando la propuesta

Con las propuestas de mejora se espera obtener un ahorro anual de S/.356, 127.85, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23

*Ingresos generados por la propuesta de mejora en un año*

CR	DESCRIPCIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Cr7	Falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para las unidades	S/. 14,610	S/. 14,300	S/. 14,176	S/. 14,349	S/. 14,083	S/. 14,574	S/. 13,580	S/. 13,677	S/. 14,097	S/. 14,356	S/. 14,250	S/. 14,473	S/. 170,525
Cr6	Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos	S/. 869	S/. 851	S/. 843	S/. 854	S/. 838	S/. 867	S/. 808	S/. 814	S/. 839	S/. 854	S/. 848	S/. 861	S/. 10,146
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento	S/. 1,416	S/. 1,386	S/. 1,374	S/. 1,390	S/. 1,365	S/. 1,412	S/. 1,316	S/. 1,325	S/. 1,366	S/. 1,391	S/. 1,381	S/. 1,402	S/. 16,524
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento	S/. 13,617	S/. 13,328	S/. 13,212	S/. 13,374	S/. 13,125	S/. 13,583	S/. 12,657	S/. 12,748	S/. 13,139	S/. 13,380	S/. 13,282	S/. 13,489	S/. 158,934
<b>INGRESO TOTAL</b>		S/. 30,512	S/. 29,864	S/. 29,605	S/. 29,967	S/. 29,410	S/. 30,436	S/. 28,362	S/. 28,564	S/. 29,440	S/. 29,981	S/. 29,760	S/. 30,225	S/. 356,128

Fuente: Elaboración propia

### b) Estado de resultados



Inversión total: S/. 33,231.80. Costo de oportunidad anual: 14% anual Tasa mensual: 1.10%

Tabla 24

*Estado de resultados mensual*

Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ingresos		S/. 30,512	S/. 29,864	S/. 29,605	S/. 29,967	S/. 29,410	S/. 30,436	S/. 28,362	S/. 28,564	S/. 29,440	S/. 29,981	S/. 29,760	S/. 30,225
costos operativos		S/. 14,036	S/. 13,737	S/. 13,618	S/. 13,785	S/. 13,529	S/. 14,001	S/. 13,046	S/. 13,140	S/. 13,543	S/. 13,791	S/. 13,690	S/. 13,904
depreciación		S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181
Utilidad bruta		S/. 16,296	S/. 15,946	S/. 15,806	S/. 16,002	S/. 15,701	S/. 16,255	S/. 15,135	S/. 15,244	S/. 15,717	S/. 16,009	S/. 15,890	S/. 16,141
Gav		S/. 815	S/. 797	S/. 790	S/. 800	S/. 785	S/. 813	S/. 757	S/. 762	S/. 786	S/. 800	S/. 794	S/. 807
Utilidad antes de impuestos		S/. 15,481	S/. 15,149	S/. 15,016	S/. 15,202	S/. 14,916	S/. 15,442	S/. 14,378	S/. 14,482	S/. 14,931	S/. 15,209	S/. 15,095	S/. 15,334
Impuestos		S/. 4,180	S/. 4,090	S/. 4,054	S/. 4,104	S/. 4,027	S/. 4,169	S/. 3,882	S/. 3,910	S/. 4,031	S/. 4,106	S/. 4,076	S/. 4,140
Utilidad después de impuestos		S/. 11,301	S/. 11,058	S/. 10,961	S/. 11,097	S/. 10,889	S/. 11,273	S/. 10,496	S/. 10,572	S/. 10,900	S/. 11,102	S/. 11,020	S/. 11,194

Fuente: Elaboración propia

**c) Flujo de caja**

Tabla 25

*Flujo de caja mensual*

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 11,301	S/. 11,058	S/. 10,961	S/. 11,097	S/. 10,889	S/. 11,273	S/. 10,496	S/. 10,572	S/. 10,900	S/. 11,102	S/. 11,020	S/. 11,194
mas depreciación		S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181	S/. 181
FNE	<b>-S/. 33,231.80</b>	S/. 11,482	S/. 11,239	S/. 11,142	S/. 11,278	S/. 11,069	S/. 11,453	S/. 10,677	S/. 10,752	S/. 11,080	S/. 11,283	S/. 11,200	S/. 11,374

Fuente: Elaboración propia

**d) Cálculo de los indicadores económicos**

Tabla 26

*Indicadores económicos*

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 30,512	S/. 29,864	S/. 29,605	S/. 29,967	S/. 29,410	S/. 30,436	S/. 28,362	S/. 28,564	S/. 29,440	S/. 29,981	S/. 29,760	S/. 30,225
Egresos totales		S/. 19,030	S/. 18,625	S/. 18,463	S/. 18,689	S/. 18,341	S/. 18,983	S/. 17,685	S/. 17,812	S/. 18,360	S/. 18,698	S/. 18,560	S/. 18,851
<b>PRI</b>	<b>2.94</b>	<b>MESES</b>											
<b>VAN</b>	<b>S/. 91,722.33</b>												
<b>TIR</b>	<b>32.7%</b>	<b>&gt;</b>	<b>COK</b>	<b>1.10% mensual</b>									
<b>B/C</b>	<b>1.6</b>												

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 26, se obtuvo un:

- VAN positivo de S/. 91,722.33
- Tasa Interna de Retorno (TIR) de 32.7% mayor al Costo de oportunidad de la empresa de 14%.
- Un B/C de 1.60, lo que significa que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/. 0.60.
- Un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 2.94 meses

Por lo antes mencionado se concluye que la presente investigación es RENTABLE.

**e) Incremento de la disponibilidad**

Inicialmente la empresa tuvo una disponibilidad actual de 85.4% y se tuvo una pérdida de S/. 434,198.05 y luego de la mejora del mantenimiento preventivo basado en la herramienta TPM se logró incrementar la disponibilidad de las unidades a 91.1% y además se redujo la pérdida a S/. 263,673.25, así como se muestra en la siguiente figura.

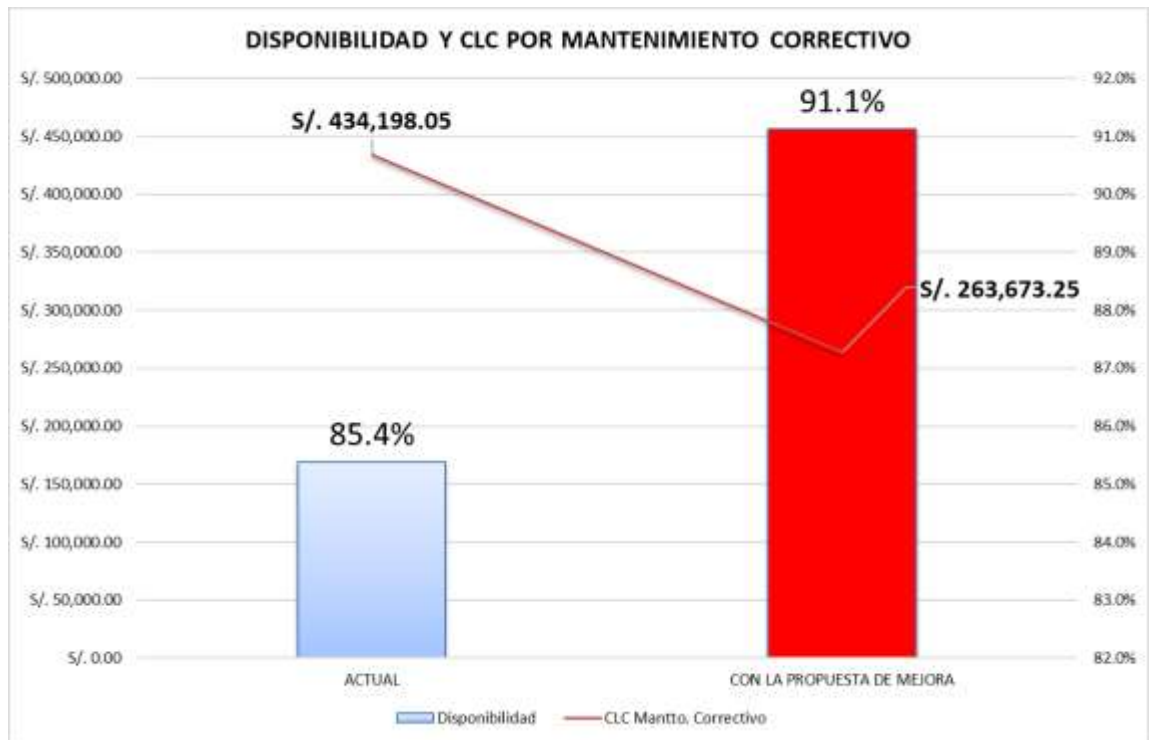


Figura 9. Incremento de la disponibilidad

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1 Discusión**

En la presente investigación se ha recolectado información para solucionar los problemas del área de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las unidades de una empresa de transportes interprovincial de pasajeros, en este punto realizaremos una comparación de los resultados obtenidos con otras investigaciones que hayan aplicado mejoras similares.

Cabe mencionar que la presente investigación tuvo una limitación en lo que se refiere a la búsqueda de estudios similares, ya que no se encontró investigaciones realizadas en una empresa de transporte interprovincial y que hayan aplicado el mantenimiento preventivo basado en el TPM, es por ello que se procedió a comparar con otros estudios que utilizaron herramientas similares y que se desarrollaron en empresas de otros rubros.

En nuestra investigación aplicando las siguientes herramientas basadas en el TPM como: Programa de Mantenimiento preventivo, adquisición de equipos y herramientas, proceso para el mantenimiento preventivo y un programa de Capacitación, se logró incrementar la disponibilidad de las unidades de transporte de 85.4% a 91.1% y esto a su vez generó un ahorro anual de S/. 356,128.00. Este resultado fue el esperado ya que así lo corroboran los estudios realizados por: Alvites y Chavesta (2018) aplicando un plan de mantenimiento preventivo logró incrementar la disponibilidad de los equipos de 92.4% a 95% obteniendo un ahorro de S/59,082.72. Bolaños (2018) aplicando mejoras en la gestión de mantenimiento como: plan de

mantenimiento preventivo y la adquisición de un software, procedimientos, Clasificación ABC, logró incrementar la disponibilidad de 91.9% a 95.1%, incrementando las ventas en un 3.2% (S/.103, 928). Portal y Salazar (2016) también logró a través de la implementación de la propuesta de TPM en la gestión de mantenimiento de los equipos de movimiento de tierras, incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras del 79% al 85%. Suárez (2015) luego de diseñar un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) logró un incremento de la disponibilidad de 82% a 89%.

Ricaldi (2013). en su tesis luego de mejorar el sistema de Gestión de Mantenimiento obtuvo beneficios de S/. 42,534.88 en un año y Campos (2018 en su tesis logró obtener un beneficio para la compañía es S / 52 623, 48.

Como se puede apreciar en los estudios mencionados anteriormente las mejoras que se realizan en el área de mantenimiento de los equipos y que tienen relación con los pilares del TPM"; logran incrementar la disponibilidad de los equipos en los que se desarrolla trayendo consigo un ahorro para las empresas que lo ponen en práctica.

## 4.2 Conclusiones

- Se determinó que la mejora de mantenimiento preventivo con el uso de la herramienta TPM incrementó la disponibilidad de unidades móviles de una empresa de transportes interprovincial de pasajeros de 85.4% a 91.1%.
- Se realizó el diagnóstico de la situación actual del mantenimiento de las unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros determinando que los principales problemas que afectaban la disponibilidad de las unidades son: falta de un programa de mantenimiento preventivo adecuado para las unidades, falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos, falta de un procedimiento de mantenimiento, falta de capacitación en temas de mantenimiento, generando una disponibilidad actual de 85.38% y una pérdida anual de S/. 893,122.00.
- Se desarrolló una propuesta de mejora de mantenimiento preventivo mediante el uso de la herramienta TPM para incrementar la disponibilidad de unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros para lo cual se desarrolló las siguientes herramientas: Programa de Mantenimiento preventivo, adquisición de equipos y herramientas, proceso para el mantenimiento preventivo y un programa de Capacitación, logrando obtener un ahorro anual de S/. 356,128.00.
- Se realizó una evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de las unidades móviles de una empresa de transporte interprovincial de pasajeros en un horizonte de tiempo de 12 meses determinado que es RENTABLE ya que se obtuvo un VAN positivo de S/. 91,722.33, TIR de 32.7% mayor al Costo

de oportunidad de la empresa de 14%, B/C de 1.60 y un Periodo de recuperación de la inversión (PRI) de 2.94 meses.

## REFERENCIAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., . . . Moreno, C. (2016). *Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3374/337450992001>
- Alexandrescu et al. (2011). *Implementation of TPM Principles I (First Steps)*. Obtenido de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=cedf7bab-ec8d-40f6acb01310a48f7636%40sessionmgr106&vid=0&hid=106&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#db=a9h&AN=95497346>
- Alvites, R., & Chavesta, J. (2018). *Plan de mejora en la gestión del área de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la Empresa de Transportes Serpiente de Oro S.R.L Trujillo – 2018*. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/4653>
- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación Serie integral por competencias*. Obtenido de <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>
- BancoMundial. (2017). *Transporte*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>
- Bolaños, S. (2018). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para incrementar la rentabilidad de la empresa de Transportes e Inversiones Job S.A.C*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13738>
- Bueno, P. (2013). *Operatividad con sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos de máquinas e instalaciones para la transformación de polímeros y su mantenimiento*. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?docID=11126402>
- Campos, I. (2018). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L*. Obtenido de [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL\\_CamposVeralllarec.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL_CamposVeralllarec.pdf)
- Coneval. (2018). *¿Qué es la matriz de indicadores?*. Obtenido de <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/Paginas/Normatividad/MatrizIndicadores/MatrizIndicadoresQuees.aspx>
- Contreras, S. (2016). *Mantenimiento Preventivo*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/mantenimiento-preventivo/>

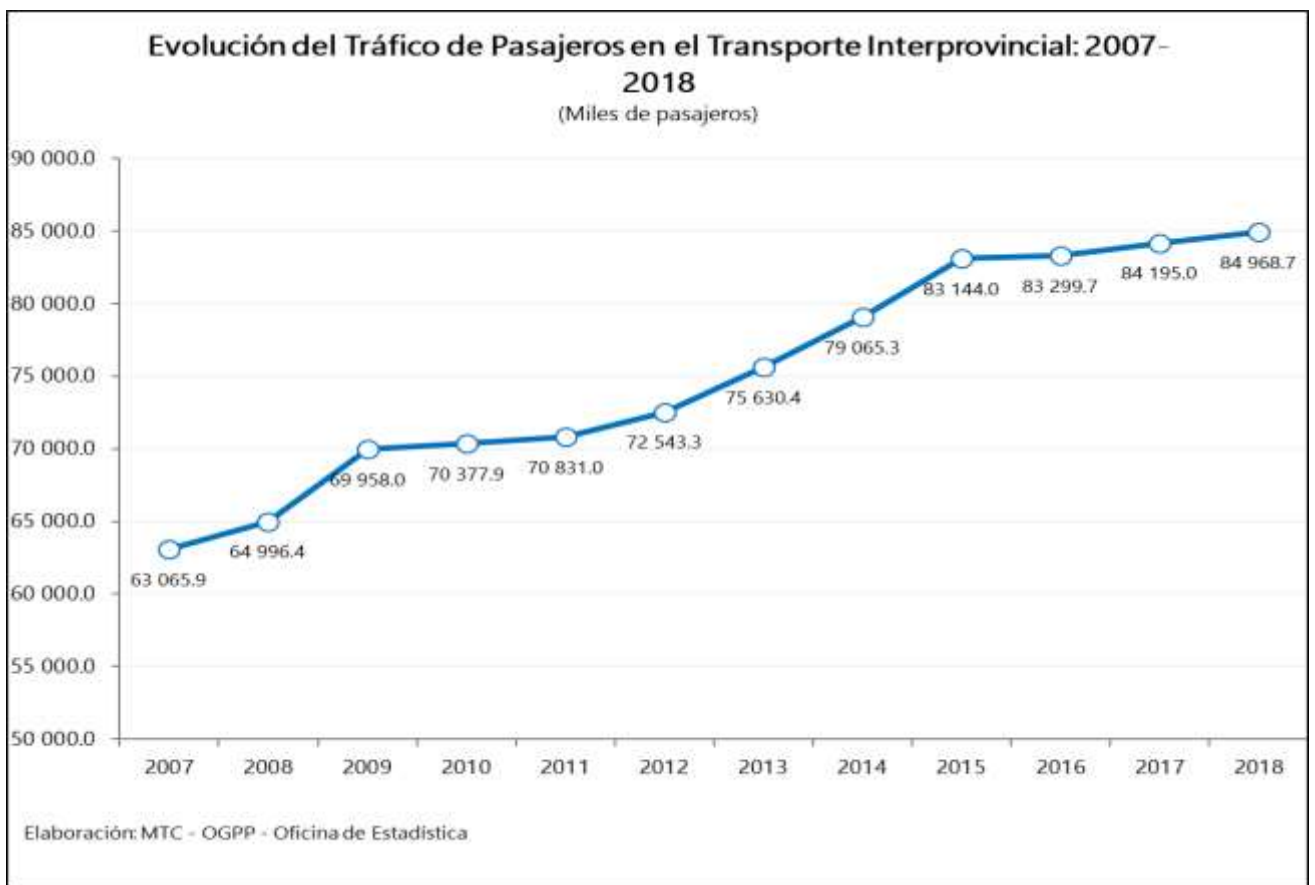


- Cuatrecasas, L. (2012). *La producción: procesos: relación entre productos y procesos*. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?ppg=15&docID=11046406&tm=1473987145325>
- Gestión. (2019). *Economía peruana creció 1.86% en noviembre del 2019, su tasa más baja desde mayo*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/economia-peruana-crecio-186-en-noviembre-del-2019-su-tasa-mas-baja-desde-mayo-pbi-inei-noticia/?ref=gesr>
- Kuznik, K., Hurtado, A., & Espinal, A. (2010). *El uso de la encuesta de tipo social en Traductología. Características metodológicas*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2651/265119729015>
- Lefcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial*. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3179942>.
- López, P. (2004). *POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012).
- Marcelino, M., & Ramírez, D. (2012). *Administración de la calidad: nuevas perspectivas*. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/upcsp/reader.action?ppg=40&docID=11013511&tm=1473643552143>
- MTC. (2019). *Estadística de pasajeros*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/343577-estadistica-de-pasajeros>
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>
- Paredes, F. (2017). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento de los equipos del área de producción para incrementar la rentabilidad de la empresa de confecciones Danpar e.i.r.l.* Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11565/Paredes%20Diaz,%20Flor%20Margarita.pdf?sequence=1>
- Portal, E., & Salazar, P. (2016). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (tpm) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa multiservicios Punre SRL, Cajamarca 2016*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9892/Portal%20Arribasplata%20Edwin%2c%20Salazar%20Alza%20Pablo%20C%2c%20a9sar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Prabhuswamy, M. et. al. (2013). *Implementation of Kaizen Techniques in TPM*. Obtenido de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=c0675699-b1e1-4583-9ee1-98ee7da9e192%40sessionmgr103&vid=0&hid=106&bdata=Jmxhbmc9ZXM%3d#db=iih&AN=91675224>
- Rajadell, M., & García, J. (2010). Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=3196599>. Created from upnortesp on 2020-11-01 18:34:31.
- Restrepo, L. (2017). *Importancia de la formación y la capacitación de los empleados*. Obtenido de <https://mdc.org.co/importancia-de-la-formacion-y-la-capacitacion-de-los-empleados/>
- Ricaldi, M. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento*. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315015/ricaldi\\_ampubtesis.pdf;jsessionid=7B6C729CE278481508F8690FA149D9D1?sequence=2](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/315015/ricaldi_ampubtesis.pdf;jsessionid=7B6C729CE278481508F8690FA149D9D1?sequence=2)
- Rosa, A. (2020). *Transformar el transporte público tras la pandemia: la oportunidad de crear 15 millones de empleos*. . Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2020/05/1474652>
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, C. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Suárez, A. (2015). *Diseño del programa de mantenimiento productivo total para mejorar la confiabilidad de la maquinaria y equipos de la línea de Esmaltación en formato 25 x 33 planta de azulejos en C.A Ecuatoriana de Cerámica*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/472/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0014.pdf>.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Evolución del tráfico de pasajeros en el transporte interprovincial 2007 -  
2018



Fuente: MTC (2019)

Anexo 2: Encuesta realizada

**Encuesta de las causas raíces de los problemas actuales en la empresa de Transportes Interprovincial de Pasajeros**

Área : **Mantenimiento**

Problema : **Baja disponibilidad**

Nombre: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_

Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema.

Valorización	Puntaje
Alto	3
Regular	2
Bajo	1
Ninguno	0

EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA DISPONIBILIDAD:

Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación			
		Alto	Regular	Bajo	Ninguno
Cr1	Falta de control de calidad de los repuestos				
Cr2	Falta de gestión de proveedores				
Cr3	Falta de orden en el almacén				
Cr4	Falta de capacitación en temas de mantenimiento				
Cr5	Falta de personal de mantenimiento				
Cr6	Falta de equipos y herramientas para la realización de los mantenimientos				
Cr7	Falta de un programa mantenimiento preventivo adecuado para unidades				
Cr8	Inadecuada distribución del espacio del taller				
Cr9	Falta de un procedimiento de mantenimiento				

Fuente: Paredes (2017). Elaboración propia

Anexo 3: Formato del Informe del conductor

<b>TALLER</b>		<b>INFORME DEL CONDUCTOR</b>	
Nº BUS: _____		KM. _____ GALONES: _____	
PILOTOS: _____		LUGAR ORIGEN: _____ PASAJEROS: _____	
REVISAR, CAMBIAR Y/O REPARAR	TRABAJO REALIZADO		
1.- MOTOR: _____ _____	1.- MOTOR: _____ _____		
2.- EMBRAGUE: _____ _____	2.- EMBRAGUE: _____ _____		
3.- CAJA DE CAMBIOS: _____ _____	3.- CAJA DE CAMBIOS: _____ _____		
4.- CORONA: _____ _____	4.- CORONA: _____ _____		
5.- SISTEMA ELÉCTRICO: _____ _____	5.- SISTEMA ELÉCTRICO: _____ _____		
6.- DIRECCIÓN Y FRENOS: _____ _____	6.- DIRECCIÓN Y FRENOS: _____ _____		
7.- NEUMÁTICOS: _____ _____	7.- NEUMÁTICOS: _____ _____		
8.- CARROCERÍA Y CHASIS: _____ _____	8.- CARROCERÍA Y CHASIS: _____ _____		
9.- PRESIÓN DE ACEITE: _____ _____	9.- PRESIÓN DE ACEITE: _____ _____		
10.- TEMPERATURA: _____ _____	10.- TEMPERATURA: _____ _____		
11.- CONSUMO/FUGAS DE ACEITE: _____ _____	11.- CONSUMO/FUGAS DE ACEITE: _____ _____		
12.- OTRAS FALLAS: _____ _____	12.- OTRAS FALLAS: _____ _____		
FIRMA DEL CONDUCTOR: _____ TUFINO MAÑANA	FIRMA DEL MECÁNICO _____		

Fuente. La empresa

Anexo 4: Formato de inspección de la unidad móvil

<b>TALLER</b>		<b>INSPECCIÓN DE UNIDAD</b>	
UNIDAD:		SALIDA: <input type="radio"/>	
FECHA:		LLEGADA: <input type="radio"/>	
KM:		MECANICO:	
HORA:		ELECTRICISTA:	
		AUDIO Y VIDEO:	
ITEM	OPERACIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES
01	Revisar nivel de refrigerante		
02	Revisar neumáticos (cambios y presión)		
03	Revisar cinturones de seguridad		
04	Revisar cinturones de piloto y copiloto		
05	Revisar luces de carretera		
06	Revisar luces direccionales		
07	Revisar luces de estacionamiento		
08	Revisar luces de freno		
09	Revisar luces de retroceso		
10	Revisar luces de castillo		
11	Revisar luces de cabina		
12	Revisar testigos de tablero		
13	Revisar alarma de retroceso		
14	Revisar sistema de audio y video		
15	Revisar sistema de baño		
16	Revisar fugas de combustible		
17	Revisar fugas de aire		
18	Revisar fugas de aceite		
19	Revisar puerta de piloto		
20	Revisar puerta de copiloto		
21	Revisar asientos de salón		
22	Revisar funcionamiento de bodegas		
23	Revisar nivel de aceite de motor		
24	Revisar sistema eléctrico de limpiaparabrisas		
25	Revisar fajas en general		
26	Revisar sistema de aire acondicionado		
27	Revisar estado de carrocería		
28	Revisar sistema de frenos		

**LEYENDA:**

- 1.- Ok
- 2.- En mal estado
- 3.- Revisar
- 4.- Reparar
- 5.- Cambiar
- 6.- Rellenar

\_\_\_\_\_

Firma de Mecánico

\_\_\_\_\_

Firma de Electricista

\_\_\_\_\_

Firma de Piloto

\_\_\_\_\_

Firma de Supervisor

Fuente: La empresa





Anexo 6: Formato de la evaluación de la eficacia de la capacitación

<b>EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LA CAPACITACIÓN</b>								
Tema:					Institución Capacitadora:			
Fecha:	...../...../.....		Área:				Ciudad:	
Apellidos y Nombres del Colaborador Evaluado		Criterios de Evaluación (1 totalmente en desacuerdo - 4 totalmente de acuerdo)			Calificación Cualitativa (2)	ROI	Observaciones	
		Ha adquirido nuevos conocimientos	Aplica lo aprendido en el trabajo	Desarrolla mejoras de acuerdo a lo aprendido				
Apellidos y nombres del evaluador:		Firma del evaluador		Fecha de evaluación ...../...../.....				


Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Formato de evaluación de satisfacción de la capacitación

<b>EVALUACIÓN NIVEL DE SATISFACCIÓN DE LA CAPACITACIÓN</b>			
<b>¡ Tu opinión nos interesa... !</b>			
<b>Tema:</b> _____			
<b>Fecha:</b> _____		<b>Lugar:</b> _____	
<b>Área:</b> _____		<b>Gerencia:</b> _____	
<b>Puesto:</b> _____		<b>Expositor:</b> _____	
<b>Material Usado por el Ponente</b>			
Proyector <input type="checkbox"/>	Pizarra <input type="checkbox"/>	Papelote <input type="checkbox"/>	Recursos Didácticos <input type="checkbox"/>
<b>Instrucciones:</b> Responda a las siguientes preguntas, marcando las caritas según su opinión.			
PREGUNTAS	NO	REGULAR	SI
1.- ¿Crees que la información que te presentó el expositor es importante para tu trabajo?			
2.- ¿Te explicaron la finalidad del tema de la capacitación?			
3.- ¿El expositor emplea un lenguaje fácil de comprender?			
4.- ¿El expositor domina el tema?			
5.- ¿El expositor utiliza casos prácticos y/o ejemplos en la capacitación?			
6.- ¿El tiempo de la capacitación fue adecuado?			
6.- ¿La capacitación practica fue la esperaba?			
Observaciones / Recomendaciones / Sugerencias:			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Cotización de los equipos para el desarrollo del mantenimiento



**Gromar International Service S.A.C.**  
Importador - Distribuidor de Repuestos Automotrices  
Av. Nicolas Arriola Nro. 3187 - Urb. Mercurio - San Luis  
Telf.: 051 7572192 - 948614537 - 959113153 - 948546242 - 959109703  
E-mail: [ventas@gromarinternational.com](mailto:ventas@gromarinternational.com)

**RUC: 20523183274**

**COTIZACIÓN**

**0010000770**

Señores:

Dirección:

Fecha:

RUC:

Atención:

COD.	DESCRIPCIÓN	Cant.	P. Unit.	V. Via
	VIBRÓMETRO	1	897.45	897.45
	TERMÓGRAFO	1	927.37	927.37
	MULTIMETRO	1	1,016.94	1,016.94
	FISURÓMETRO	1	762.71	762.71
	MEGHÓMETRO	1	2,542.37	2,542.37
	MEDIDOR DIGITAL DE PRESIÓN DE LLANTAS	1	1,346.18	1,346.18
	CAJA DE LLAVES	2	338.98	677.96
	JUEGO DE LLAVES	2	338.98	677.96
	JUEGO DE DADOS	2	338.98	677.96
	BANCO DE TRABAJO	2	677.96	1,355.93

DOCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y UNO CON 80/100 SOLES

Condiciones :

Forma de Pago: **CONTADO**

Tiempo de Entrega: **0** DIAS

Validez de la Oferta: **0** DIAS

Precios: **NO INCLUYE I.G.V.**

SubTotal: **S/10,882.88**

IGV 18%: **S/1,958.92**

Total: **S/12,841.80**

BANCO DE CREDITO M.N. : 191-2318219-0-52

BANCO DE CREDITO M.E. : 191-2246048-1-62

BANCO CONTINENTAL M.N. : 0011-0197-01-00043273

BANCO CONTINENTAL M.E. : 0011-0197-01-00043281

CCI : 00219100231821905252

CCI : 00219100224604816259

CCI : 011-197-000100043273-10


CCI : 011-197-000100043281-13

Correo: [ventas@gromarinternational.com](mailto:ventas@gromarinternational.com)  
[aparaizaman@gromarinternational.com](mailto:aparaizaman@gromarinternational.com)

[festeves@gromarinternational.com](mailto:festeves@gromarinternational.com)  
[jheteves@gromarinternational.com](mailto:jheteves@gromarinternational.com)

Fuente: Gromar International Service S.A.C.

Anexo 9: Cotización de los temas de capacitación



**Gromar International Service S.A.C.**  
 Importador - Distribuidor de Repuestos Automotrices  
 Av. Nicolás Arriola Nro. 3187 - Urb. Mercurio - San Luis  
 Telf.: 051 7572192 - 948614537 - 959113153 - 948546242 - 959109703  
 E-mail: [ventas@gromarinternational.com](mailto:ventas@gromarinternational.com)

**RUC: 20523183274**  
**COTIZACIÓN**  
**0010000786**

Señores: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ RUC: \_\_\_\_\_ Atención: \_\_\_\_\_

COD.	DESCRIPCIÓN	Cant.	P. Unit.	V. Vta
SERVCPM	CAPACITACION EN TEMAS DE MANTENIMIENTO	1	15,254.23	15,254.23
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			0.00
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO			0.00
	MANEJO DE EQUIPOS PREDICTIVOS			0.00
	INDICADORES DE MANTENIMIENTO			0.00
	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO			0.00
	COSTOS DE MANTENIMIENTO			0.00

DIECIOCHO MIL CON 00/100 SOLES

Condiciones :

Forma de Pago: **CONTADO**

Tiempo de Entrega: **0** DIAS

Validez de la Oferta: **0** DIAS

Precios: **NO INCLUYE I.G.V.**

BANCO DE CREDITO M.N. : 191-2318219-0-52  
 BANCO DE CREDITO M.E. : 191-2246048-1-62  
 BANCO CONTINENTAL M.N. : 0011-0197-01-00043273  
 BANCO CONTINENTAL M.E. : 0011-0197-01-00043281

CCI : 00219100231821905252  
 CCI : 00219100224604816259  
 CCI : 011-197-000100043273-10  
 CCI : 011-197-000100043281-13

Correo: [ventas@gromarinternational.com](mailto:ventas@gromarinternational.com)  
[aparaizaman@gromarinternational.com](mailto:aparaizaman@gromarinternational.com)

[festeves@gromarinternational.com](mailto:festeves@gromarinternational.com)  
[jhebeves@gromarinternational.com](mailto:jhebeves@gromarinternational.com)

SubTotal: **S/15,254.24**  
 IGV 18%: **S/2,745.76**  
 Total: **S/18,000.00**

Fuente: Gromar International Service S.A.C.

Anexo 10: Cálculo de la disponibilidad actual y la proyectada

V20																		
A	B	C	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
											% DE REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE PARADAS O FALLAS		40%					
INDICADORES INICIALES											INDICADORES CON LA PROPUESTA DE MEJORA							
Nº	Tipo	Modelo	Ventas por unidad al año	TTF(h)	TTR(h)	Nº Paradas o fallas	MTBF	MTR	Disponibilidad	CLC Mantto. Correctivo	TTF(h)	TTR(h)	Nº Paradas o fallas	MTBF	MTR	Disponibilidad	Pérdida	
1	BUS1	SCANIA	S/. 333,960.00	2024	395	67	30	5.90	83.7%	S/. 18,364.73	2177	242	41	53	5.90	90.0%	S/. 11,238.12	
2	BUS2	SCANIA	S/. 343,200.00	2080	394	65	32	6.06	84.1%	S/. 18,318.24	2238	236	39	57	6.06	90.4%	S/. 10,990.94	
3	BUS3	SCANIA	S/. 330,000.00	2000	394	46	43	8.57	83.5%	S/. 18,318.24	2154	240	28	77	8.57	90.0%	S/. 11,150.23	
4	BUS4	SCANIA	S/. 348,480.00	2112	341	57	37	5.98	86.1%	S/. 15,854.11	2244	209	35	64	5.98	91.5%	S/. 9,734.98	
5	BUS5	SCANIA	S/. 363,000.00	2200	330	62	35	5.32	87.0%	S/. 15,342.69	2328	202	38	61	5.32	92.0%	S/. 9,403.58	
6	BUS6	SCANIA	S/. 357,720.00	2168	348	76	29	4.58	86.2%	S/. 16,179.56	2305	211	46	50	4.58	91.6%	S/. 9,792.89	
7	BUS7	SCANIA	S/. 330,000.00	2000	303	61	33	4.97	86.8%	S/. 14,087.38	2119	184	37	57	4.97	92.0%	S/. 8,544.80	
8	BUS8	SCANIA	S/. 339,240.00	2056	375	66	31	5.68	84.6%	S/. 17,434.87	2204	227	40	55	5.68	90.7%	S/. 10,566.59	
9	BUS9	SCANIA	S/. 355,080.00	2152	336	57	38	5.89	86.5%	S/. 15,621.65	2282	206	35	65	5.89	91.7%	S/. 9,592.24	
10	BUS10	SCANIA	S/. 359,040.00	2176	344	75	29	4.59	86.3%	S/. 15,993.59	2314	206	45	51	4.59	91.8%	S/. 9,596.15	
11	BUS11	SCANIA	S/. 340,560.00	2064	396	58	36	6.83	83.9%	S/. 18,411.22	2221	239	35	63	6.83	90.3%	S/. 11,110.22	
12	BUS12	SCANIA	S/. 352,440.00	2136	399	56	38	7.13	84.3%	S/. 18,550.70	2293	242	34	67	7.13	90.4%	S/. 11,262.93	
13	BUS13	SCANIA	S/. 318,120.00	1928	341	51	38	6.69	85.0%	S/. 15,854.11	2062	207	31	67	6.69	90.9%	S/. 9,636.81	
14	BUS14	SCANIA	S/. 347,160.00	2104	332	57	37	5.82	86.4%	S/. 15,435.67	2232	204	35	64	5.82	91.6%	S/. 9,478.04	
15	BUS15	SCANIA	S/. 360,360.00	2184	361	47	46	7.68	85.8%	S/. 16,783.97	2322	223	29	80	7.68	91.2%	S/. 10,356.07	
16	BUS16	SCANIA	S/. 368,280.00	2232	347	84	27	4.13	86.5%	S/. 16,133.07	2368	211	51	46	4.13	91.8%	S/. 9,795.08	
17	BUS17	SCANIA	S/. 326,040.00	1976	399	69	29	5.78	83.2%	S/. 18,550.70	2132	243	42	51	5.78	89.8%	S/. 11,291.73	
18	BUS18	SCANIA	S/. 359,040.00	2176	399	74	29	5.39	84.5%	S/. 18,550.70	2332	243	45	52	5.39	90.6%	S/. 11,280.83	
19	BUS19	SCANIA	S/. 349,800.00	2120	398	65	33	6.12	84.2%	S/. 18,504.21	2279	239	39	58	6.12	90.5%	S/. 11,102.53	
20	BUS20	SCANIA	S/. 343,200.00	2080	317	83	25	3.82	86.8%	S/. 14,738.28	2206	191	50	44	3.82	92.0%	S/. 8,878.48	
21	BUS21	SCANIA	S/. 361,680.00	2192	374	66	33	5.67	85.4%	S/. 17,388.38	2339	227	40	58	5.67	91.2%	S/. 10,538.41	
22	BUS22	SCANIA	S/. 331,320.00	2008	376	64	31	5.88	84.2%	S/. 17,481.36	2155	229	39	55	5.88	90.4%	S/. 10,652.71	
23	BUS23	SCANIA	S/. 364,320.00	2208	309	59	37	5.24	87.7%	S/. 14,366.33	2328	189	36	65	5.24	92.5%	S/. 8,765.90	
24	BUS24	SCANIA	S/. 318,120.00	1928	347	65	30	5.34	84.7%	S/. 16,133.07	2067	208	39	53	5.34	90.8%	S/. 9,679.84	
25	BUS25	SCANIA	S/. 347,160.00	2104	307	55	38	5.58	87.3%	S/. 14,273.35	2227	184	33	67	5.58	92.4%	S/. 8,564.01	
26	BUS26	SCANIA	S/. 356,400.00	2160	377	92	23	4.10	85.1%	S/. 17,527.86	2308	229	56	41	4.10	91.0%	S/. 10,669.13	
		<b>Promedio</b>					33	5.72	85.4%					59	6	91.1%		
<b>Total</b>			S/. 9,003,720.00	54568	9339	1677				S/. 434,198.05	58236	5671	1018				S/. 263,673.25	

Fuente: Elaboración propia