

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA  
INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE UNA  
FLOTA DE BUSES DE UNA EMPRESA DE  
TRANSPORTES, TRUJILLO 2024”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autor:**

Geraldine Jazmine Arqueros Mendocilla

**Asesor:**

Mg. Carlos Enrique Mendoza Ocaña

<https://orcid.org/0000-0003-0476-9901>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

|                           |   |                 |
|---------------------------|---|-----------------|
| Jurado 1<br>Presidente(a) | <b>Ing. Miguel Enrique Alcalá Adrianzen</b> | <b>17904461</b> |
|                           | Nombre y Apellidos                          | Nº DNI          |

|          |   |                 |
|----------|---|-----------------|
| Jurado 2 | <b>Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramirez</b> | <b>18089007</b> |
|          | Nombre y Apellidos                          | Nº DNI          |

|          |   |                 |
|----------|---|-----------------|
| Jurado 3 | <b>Ing. Julio Cesar Cubas Rodríguez</b> | <b>17864776</b> |
|          | Nombre y Apellidos                      | Nº DNI          |

## INFORME DE SIMILITUD

### TESIS ARQUEROS MENDOCILLA 28042024

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 1 | <a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                                   | 6%  |
| 2 | <a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                   | 6%  |
| 3 | <a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1%  |
| 4 | Submitted to Universidad Privada del Norte<br>Trabajo del estudiante  | 1%  |
| 5 | <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                   | <1% |
| 6 | <a href="https://repository.usta.edu.co">repository.usta.edu.co</a><br>Fuente de Internet                   | <1% |
| 7 | <a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a><br>Fuente de Internet                           | <1% |
| 8 | <a href="https://www.esan.edu.pe">www.esan.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                                 | <1% |
| 9 | Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC                                      | <1% |

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente revisión sistemática a Dios por brindarme la salud y la sabiduría A  
mi familia, por el apoyo que siempre me brindaron, la compañía que necesité, su  
comprensión y esfuerzo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres, por su apoyo y amor a lo largo de todo el camino, por su guía, amor y apoyo; a mi profesor por toda la paciencia y ayuda que me prestó para poder preparar esta revisión sistemática de forma eficaz.

## Tabla de contenido

### JURADO

|  |    |
|--|----|
| EVALUADOR.....                             | 2  |
| INFORME DE SIMILITUD.....                  | 3  |
| DEDICATORIA.....                           | 4  |
| AGRADECIMIENTO.....                        | 5  |
| Tabla de contenido.....                    | 6  |
| Índice de tablas.....                      | 7  |
| Índice de figuras.....                     | 9  |
| RESUMEN.....                               | 10 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....             | 11 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....             | 25 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS .....             | 29 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES..... | 67 |
| Referencias.....                           | 71 |
| Anexos .....                               | 74 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Técnicas para la recolección de datos.....                   | 26 |
| Tabla 2: Instrumentos para el procesamiento de la data.....           | 27 |
| Tabla 3: Priorización de las causas .....                             | 31 |
| Tabla 4: Indicadores actuales y metas .....                           | 33 |
| Tabla 5: Disponibilidad actual.....                                   | 34 |
| Tabla 6: Disponibilidad del 2023 y pérdida generada .....             | 35 |
| Tabla 7: Criterios para la determinación de grupo piloto .....        | 37 |
| Tabla 8: Determinación del grupo piloto.....                          | 38 |
| Tabla 9: Tipos de anomalías .....                                     | 40 |
| Tabla 10: Cronograma de formación del área de operaciones.....        | 47 |
| Tabla 11: Cronograma de formación del área de mantenimiento.....      | 48 |
| Tabla 12: Disponibilidad luego del TPM .....                          | 50 |
| Tabla 13: Pérdida por la falta de documentación de mantenimiento..... | 51 |
| Tabla 14: Reducción de la pérdida CR8 .....                           | 52 |
| Tabla 15: Pérdida anual actual por la falta de capacitación.....      | 53 |
| Tabla 16: Cronograma de actividades del plan de capacitación.....     | 60 |
| Tabla 17: Inversión del plan de capacitación.....                     | 61 |
| Tabla 18: Reducción de la pérdida anual con la capacitación .....     | 61 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 19: Inversión total para las mejoras ..... | 62 |
| Tabla 20: Beneficios obtenidos.....              | 64 |
| Tabla 21: Estado de resultados mensual .....     | 65 |
| Tabla 22: Flujo de caja mensual .....            | 65 |
| Tabla 23: Indicadores económicos .....           | 66 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Procedimiento para realizar esta investigación .....                      | 28 |
| Figura 2: Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad.....                       | 30 |
| Figura 3: Diagrama de Pareto .....  | 32 |
| Figura 4: Formato de registro de las unidades de transporte .....                   | 39 |
| Figura 5: Tarjeta para indicar anomalías .....                                      | 41 |
| Figura 6: Formato de órdenes de trabajo .....                                       | 43 |
| Figura 7: Estructura del grupo de mantenimiento .....                               | 44 |
| Figura 8: Formato del control del plan de mantenimiento.....                        | 45 |
| Figura 9: Plan de mantenimiento de la empresa de transporte .....                   | 46 |
| Figura 10: Señalizaciones de seguridad.....   | 49 |
| Figura 11: Esquema del contenido temático.....                                      | 56 |
| Figura 12: Ficha de evaluación .....  | 58 |
| Figura 13: Control de asistencia .....  | 59 |
| Figura 14: Horario dispuesto para la capacitación en gestión de mantenimiento ..... | 60 |

## RESUMEN

Como objetivo general se tuvo determinar el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024; teniendo como resultado que el impacto es positivo, debido a que esta se incrementó en 3.8 puntos porcentuales, es decir pasó de 80.9% a 84.7%. Se diagnosticó que la falta de un mantenimiento adecuado a los buses, falta de documentación de mantenimiento de las unidades y falta de capacitación al área de mantenimiento eran las causas de la baja disponibilidad de los buses, lo cual resultó en una pérdida de S/. 2,199,085 anuales. Referente al desarrollo de la propuesta se incluyó el uso de herramientas como el TPM, la gestión de la documentación y el plan de capacitación para el área de mantenimiento, esto generó un beneficio de S/. 480,534 al año. En la evaluación económica se determinó que la propuesta de mantenimiento productivo total es rentable, puesto que se tuvo un VAN de S/ 86,449.03, un TIR de 34%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses.

**PALABRAS CLAVES: TPM, disponibilidad**

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La informalidad y falta de mantenimiento se está convirtiendo en un problema en la industria del transporte de pasajeros, comprometiendo la seguridad y calidad del servicio. Según Castillo (2020), hay un sistema informal de transporte interprovincial integrado por conductores que manejan automóviles y minivans que trasladan ilegalmente pasajeros, siempre y cuando empleen este servicio para llegar rápidamente a sus destinos. Asimismo, Trigoso (2019) señaló que, aunque en el mercado hay 360 compañías autorizadas para prestar el servicio de transporte interprovincial, el 89% de ellas se encuentran en la informalidad, ya que no siguen las normas básicas de las leyes de administración del transporte.

Por otra parte, Verona (2019) señaló que es clara la existencia de conductores informales, lo que se traduce en pérdidas monetarias para las empresas formales, así como el riesgo constante de inseguridad para quienes utilizan estos transportes. Lo anterior genera preocupación debido a que estas empresas informales no se apegan a las directrices mínimas, entre los que se encuentran dar un servicio de calidad y seguro para los usuarios, por ello se requiere de infraestructura apropiada como talleres de mantenimiento que aseguren el buen funcionamiento de los vehículos.

Además, Periche y Mogollon (2022) mencionan que, debido a que existen muchas opciones y una feroz competencia entre empresas de todos los tamaños y formalidades en el sector del transporte de pasajeros en Perú, las empresas de esta industria se ven obligadas a optimizar sus operaciones. De hecho, la Asociación Automotriz del Perú (AAP) declaró que las asociaciones que representan a esta industria se han agrupado para formar la Alianza para la Mejora del Transporte Terrestre en un esfuerzo por mejorar la industria, que representa el 9% del PIB del país y moviliza a los 30 millones de personas.

Es por ello que, de acuerdo a Meneses y Guzmán (2022) indican que, la disponibilidad y operatividad de los autobuses son cruciales para una empresa de transporte; de hecho, la equivocación más frecuente que cometen las empresas es desatender el mantenimiento de las unidades, llevándolos al taller únicamente cuando se averían. Por este motivo, el mantenimiento debe considerarse una inversión y no como un gasto.

Por lo tanto, en los últimos años la competencia internacional por conseguir mejores mercados empuja a las naciones a impulsar la productividad tecnológica en todos los procesos de producción, lo que a su vez reduce los costes al arreglárselas con menos trabajadores o corregir los fallos tecnológicos y es aquí donde el desarrollo arraiga a escala mundial. Cabe señalar que las empresas de las naciones más desarrolladas disponen de tecnologías que les permiten mejorar continuamente sus procesos de fabricación como base fundamental. Por el contrario, las naciones tradicionales carecen o nunca han tenido este rasgo ya que, históricamente hablando, ha sido la norma para ellas no alterar sus métodos de producción (Ortega & Tarazona, 2022). Sin embargo, posterior a la crisis sanitaria el rubro manufacturero en el sector automotriz ha tenido un crecimiento importante a pesar del contexto, llegando a producir un 1.2% anual del ingreso per cápita de Colombia y el 2.3% del ingreso per cápita de Chile (Guevara, 2023).

Dado que transporta más del 90% de las mercancías del país, el sector del transporte es crucial para nuestro progreso económico a escala nacional. Además, este grupo ha experimentado diversos cambios relevantes últimamente, siendo la década de 1980 la más afectada por la falta de flotas para transportar mercancías e importaciones debido a las limitaciones de aquella época. Pero ahora, con cada vez más organizaciones especializadas en este campo, hay una amplia selección de flotas entre las que elegir (Meza, 2021).

Así pues, el sector del transporte ha tenido una serie de cambios organizativos y económicos a escala nacional, que han hecho necesaria la búsqueda de la perfección en el servicio, la exploración de estrategias alternativas innovadoras y la introducción de metodologías y herramientas de vanguardia como el TPM.

A mediados del año 2021 hubo un incremento considerable del 6.7% de la industria manufacturera, y esto debido a la reactivación económica y en consecuencia al crecimiento de la demanda de productos (Instituto de Estudios económico y sociales, 2021), ya que los meses iniciales del año 2021 la industria manufacturera acopió 31% como crecimiento, siendo dividido este en el sector de la construcción (87.3%), pesca (16%), comercio (29.7%), energía (12%), minería (13.5%), y el sector agropecuario (1.3%) (Inei, 2022).

Para mediados del año 2022, el sector automotor tuvo un crecimiento del 4.41% según la Asociación Automotriz del Perú (AAP), considerando que la producción nacional ha ido en aumento de un 0.83% mensual, sin embargo, la AAP resaltó que a fines del año se estimaría una disminución con respecto a la venta de autopartes y accesorios de vehículos, más que todo por problemas logísticos que se han generado por problemas internacionales (Diario Gestión, 2022), así mismo según los últimos datos obtenidos por SUNARP (2022), la venta de minibuses y ómnibus incrementaron en 22.7% anual; considerando una variación porcentual bastante optimista posterior a lo sucedido en el año 2020 por la crisis sanitaria.

Consecuentemente el este trabajo se desarrollará en una empresa de transportes dedicada al transporte de personal y carga, ubicada en Trujillo.

Esta empresa ha venido presentando baja disponibilidad de sus buses debido a inconvenientes en la gestión de mantenimiento como:

Debido a la falta de mantenimiento adecuado a los buses de la empresa de transportes, se tuvo en el 2023 un total de 1921 paros por fallas, esto provocó un tiempo total de

reparaciones (TTR) de 11513 horas, conllevando a una disponibilidad de los buses de 80.9%, y a una pérdida de S/. 1,714,922.05 anuales.

La falta de documentación de mantenimiento de las unidades, genera un registro inadecuado de datos relevantes para que el mecánico pueda hacer una detección de la posible falla, es por ello que se generó una pérdida de S/ 11,412.40 anuales.

Ya que en la empresa no se brindó capacitación al personal de mantenimiento, los estos no pudieron solucionar todas las fallas de los buses, teniendo una pérdida por mantenimiento externo de 495 fallas por un monto de S/. 472,750 anuales.

Los antecedentes para esta tesis son los siguientes:

Moreira (2022) en su investigación presentaba problemas como la ausencia de un mantenimiento adecuado de los equipos, frecuentes mantenimientos correctivos, presencia de averías y daños de los equipos, entre otros, los cuales afectaron la disponibilidad y conllevaron a tener una pérdida de \$850 mensuales; por lo cual se tuvo como objetivo aplicar TPM para el mejoramiento de los procesos operativos, ante ello la herramienta aplicada fue el Mantenimiento Productivo Total, con el cual se pudo tener un aumento de la disponibilidad del 15.3%, ya que pasó de 71.3% a 86.6% luego de la aplicación realizada, así como un beneficio de \$420 mensuales.

Vélez (2021) identificó en su investigación los problemas como alta rotación del personal de mantenimiento, inadecuado mantenimiento correctivo y preventivo, ausencia de capacitación del personal de mantenimiento, lo que conllevó a tener una baja disponibilidad de los vehículos; por lo cual se tuvo como objetivo diseñar un modelo de gestión de TPM para el parque automotor de vehículos livianos; la metodología de investigación fue aplicada – pre experimental, donde la población y muestra fue todos los vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado municipal de Azogues; ante ello las herramientas aplicada fueron el

TPM, 5s, kaizen y el indicador OEE con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad del 21.42% ya que inicialmente la disponibilidad fue de 64.29% y luego fue de 85.71%.

Barrera (2020) identificó en su investigación problemas como el incumplimiento del mantenimiento de los vehículos, gran cantidad de mantenimientos correctivos y un inadecuado mantenimiento preventivo, los cuales conllevaron a tener una pérdida de \$62.200.000 COP; por lo cual se tuvo como objetivo elaborar un modelo de mejora para la gestión del mantenimiento en el programa de lubricación, basado en el TPM para la flota de vehículos de la empresa de estudio; ante ello las herramientas aplicadas fueron el TPM y KPI's de gestión de mantenimiento con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad del 24% (donde la disponibilidad inicial fue 72% y la final fue 96%), así como un beneficio de \$60.812.614. En relación a la evaluación económica, esta demostró la rentabilidad de la propuesta ya que se tuvo como resultado un VAN de \$748.800.000 y un B/C de \$2 lo que demostró la rentabilidad del proyecto.

Mauricio y Ortiz (2022) identificó en su investigación como principal problema el alto índice de fallas de los componentes de los equipos, lo cual conllevó a tener baja disponibilidad y por ende se tuvo una pérdida de S/ 1,111,070.40; por lo cual se tuvo como objetivo incrementar la disponibilidad de una central solar usando TPM y RCM en la gestión del mantenimiento; la metodología de investigación fue aplicada y cuantitativa con diseño no experimental, donde la población y muestra fue 25 equipos de la central solar generadora de energía eléctrica; ante ello las herramientas aplicada fueron TPM y RCM, con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad de 97.59% a 98.41%, es decir, hubo un crecimiento del 0.82%; así como un beneficio de S/ 416,464.80. En relación a la evaluación económica, esta demostró la rentabilidad de la propuesta ya que se tuvo como resultado un VAN de S/ 110,771.22, una TIR de 30.10%

Solórzano y Amaya (2022) identificó en su investigación problemas como largos tiempos improductivos por paradas no programadas y altos costos de mantenimiento correctivo, los cuales conllevaron a tener una pérdida de S/ 12,093,642.39; por lo cual se tuvo como objetivo implementar una mejora con herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la disponibilidad de una línea de producción en una planta embotelladora; la metodología de investigación fue tipo aplicada y pre experimental; ante ello las herramientas aplicadas fueron 5S, SMED y TPM, con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad de 78.91% a 80.5% (+1.59%), así como un beneficio de S/ 4,073,159.47. En relación a la evaluación económica, esta demostró la rentabilidad de la propuesta ya que se tuvo como resultado un VAN de S/ 47,625.49 y TIR de 16.74%.

Carbajal (2023) identificó en su investigación gran cantidad de fallas mecánicas en sus camiones lo cual generaba mantenimientos correctivos y tiempos improductivos, por ello se vio afectada la disponibilidad y se tuvo una pérdida de S/ 702,500.00 anuales; por lo cual el objetivo fue elevar la disponibilidad en la flota de camiones mediante la aplicación de la metodología TPM; la investigación tuvo una metodología aplicada - pre experimental, donde la población y muestra fue los 17 camiones de la flota de la empresa de transporte de carga y mercancías; ante ello las herramientas aplicadas fueron TPM, 5S, gestión visual y kanban con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad de 86.06% a 92.2% (+6.14%), así como un beneficio de S/ 289,532.00.

Montoya y Segura (2023) identificó en su investigación la baja disponibilidad de su maquinaria por la ausencia de un mantenimiento apropiado lo que conllevaba a la avería de las mismas teniendo que incurrir en mantenimientos correctivos, esto generó una pérdida de S/ 5,617.00 mensuales; por lo cual el objetivo fue analizar el efecto de la implementación de TPM sobre la disponibilidad de máquinas de una metalmecánica; la metodología de investigación fue de tipo pre-experimental y con nivel explicativo, donde la población y muestra fue 11

equipos de la empresa metal mecánica; ante ello se aplicó el Mantenimiento Productivo Total como herramienta de mejora, con la cual se pudo tener un crecimiento de la disponibilidad del 18.4% (pasó de un 86.64% a un 93.70%), así como un beneficio de S/ 3,414.00 mensuales.

Burgos (2022) identificó en su investigación problemas como la inexistencia de planificación de inspecciones de maquinaria, equipos y repuestos antiguos o con muchas reparaciones, tiempos muertos del personal, entre otros, los cuales conllevaron a tener una pérdida de S/ 73,373.04; por lo cual el objetivo fue mejorar el OEE de la línea de envasado de arándano en una molinera; la metodología de investigación fue aplicada, correlacional, cuantitativa y experimental, donde la población y muestra fue todas las tareas de mantenimiento de la maquinaria de la línea de envasado empleadas en la molinera; ante ello las herramientas aplicadas fueron Mantenimiento Productivo Total (TPM) y matriz AHP con las cuales se pudo tener un crecimiento de la disponibilidad del 0.21% (pasó de 94.93% a 95.14%), así como un beneficio de S/ 15,824.40.

López (2020) identificó en su investigación problemas como la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo, ausencia de herramientas y equipos para los mantenimientos, ausencia de un procedimiento de mantenimiento y carencia de capacitación en mantenimiento, los cuales conllevaron a tener una pérdida de S/ 893,122.00; por lo cual el objetivo fue conocer el efecto del TPM en la disponibilidad de unidades móviles; la investigación tuvo un metodología aplicada - propositiva, donde la población y muestra fue las 26 vehículos de transporte interprovincial; ante ello las herramientas aplicadas fueron Mantenimiento Productivo Total, plan de capacitación y adquisición de equipos y herramientas; con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad de 85.4% a un 91.1% (+5.7%), así como un beneficio de S/ 356,128.00.

Tenemos como bases teóricas los siguientes conceptos:

### **TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

Esta metodología es muy importante ya que en las empresas son esenciales una cantidad importante de máquinas o herramientas, que requieren un mantenimiento periódico para evitar su desgaste y ofrecer un rendimiento óptimo; es crucial mantenerlas en excelente estado para evitar cualquier interrupción en las operaciones (Berrones, 2020).

Según Martínez & Jaimes (2022) nos indica que hoy en día las empresas modernas de producción son el pilar de la economía, en el que deben estar en constante competencia para sobrevivir en el mundo capitalista. Por lo que las compañías están fracturando su producción con la metodología de TPM, porque en ella está el rendimiento adecuado para la utilidad y es de suma importancia en los tiempos de crisis económica de las organizaciones. En donde las empresas necesitan flexibilidad para asegurar su rentabilidad, mediante el ajuste de sus estructuras organizativas y productivas. Para aumentar su competitividad, eficacia en los negocios están buscando estrategias como el TPM para lograr mejoras en la empresa que colaboren al afrontamiento de desafíos y su producción sea más rápida y viable para la sociedad.

Además de Delgado, Sánchez & Salas (2022) indica que la adaptabilidad del TPM, la eficacia de este instrumento para abordar problemas como los retrasos en la producción, el exceso de procesamiento, las existencias innecesarias y la infrautilización de las habilidades de los empleados en el sector manufacturero.

TPM es un método de gestión enfocada en el mantenimiento de equipos, maquinaria y activos en general; su objetivo principal es elevar la eficiencia de los equipos y procesos de producción mediante la eliminación de pérdidas asociadas a averías, tiempos de inactividad, defectos y desperdicios (Acuña, 2022).

Los pilares del TPM son un conjunto de principios y prácticas fundamentales que sustentan esta metodología, a continuación, se describen los ocho pilares principales del TPM:

1. **Pilar del Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen):** se refiere a la responsabilidad que tienen los operadores y los equipos de mantenimiento en el mantenimiento de sus propias máquinas y áreas de trabajo; los operadores realizan tareas de limpieza, inspección y lubricación para prevenir averías y mantener las condiciones óptimas de funcionamiento (Roldán, 2021).
2. **Pilar de Mantenimiento Planificado (Kikai Teian):** implica la programación de actividades de mantenimiento de predicción y prevención; se establecen planes de mantenimiento basados en el análisis de la condición y el funcionamiento de los equipos, con la finalidad de minimizar las paradas no planificadas y maximizar la disponibilidad de la maquinaria (Roldán, 2021).
3. **Pilar de Mejora Focalizada (Kobetsu Kaizen):** consiste en la implementación de mejoras específicas y focalizadas en áreas críticas de la producción y del mantenimiento; se utilizan herramientas como el análisis de causa raíz, de fallas y otras técnicas de resolución de problemas para detectar y eliminar las causas de las pérdidas de rendimiento y eficiencia (Roldán, 2021).
4. **Pilar de Mantenimiento Calificado (Gijutsu Hattatsu):** se refiere al desarrollo de habilidades técnicas y competencias del personal de mantenimiento y operadores; esto incluye la formación en técnicas de mantenimiento, habilidades de diagnóstico, uso de herramientas y equipos, así como la capacitación en seguridad y salud ocupacional (Roldán, 2021).
5. **Pilar de Control Inicial (Shido):** implica el establecimiento de estándares e inspecciones para certificar la calidad y la estabilidad de los procesos; se implementan sistemas de

monitoreo y seguimiento para detectar desviaciones y tomar acciones correctivas de forma pertinente (Cuatrecasas, 2020).

6. Pilar de Mejora de la Calidad en Origen (Hinshitsu Kaizen): se enfoca en prevenir desperfectos y la mejora continua de la calidad a partir del comienzo del proceso productivo; se promueve la colaboración constante de los operadores en la detección y solución de inconvenientes de calidad, con el fin de eliminar desperdicios y minimizar costos relacionados a retrabajos y reprocesos (Cuatrecasas, 2020).
7. Pilar de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente (Anzen Kanketsu): prioriza la seguridad de los colaboradores y el cuidado del medio ambiente; se establecen normas y procedimientos para prevenir accidentes, minimizar riesgos laborales y garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales (Cuatrecasas, 2020).
8. Pilar de Gestión del Trabajo en Grupo (Shitsuke): fomenta la colaboración, la comunicación y el trabajo conjunto entre todos los integrantes de la compañía; se promueve una cultura de compromiso, responsabilidad y participación activa en el alcance de las metas del TPM (Cuatrecasas, 2020).

La disponibilidad es la capacidad de un activo, equipo o sistema para estar operativo y listo para realizar su función cuando se le requiere; es un indicador clave en la gestión de activos y operaciones, que se calcula como el tiempo durante el cual un activo está disponible para su uso dividido por el tiempo total de observación; esta se compone de dos componentes principales: el tiempo de funcionamiento efectivo y el tiempo de inactividad no planificado (González, 2023).

Se busca maximizar la disponibilidad mediante prácticas de mantenimiento proactivo, planificación eficiente de la producción y gestión adecuada de los recursos, ya que una alta disponibilidad garantiza una producción continua, minimiza las interrupciones

en los procesos y contribuye a la eficiencia de operaciones y la satisfacción del usuario; las organizaciones suelen establecer objetivos de disponibilidad para sus activos y utilizan métricas de seguimiento para evaluar su desempeño y tomar medidas correctivas cuando sea necesario (González, 2023).

La importancia de la disponibilidad radica en su papel crucial para mantener la continuidad operativa y la eficiencia en cualquier entorno productivo; una alta disponibilidad asegura que los activos estén listos para ser utilizados cuando se necesiten, minimizando los tiempos de inactividad y optimizando el empleo de recursos, lo que se vuelve en una producción más estable, más satisfacción de los usuarios y una mejora en la rentabilidad global de la organización; además, una gestión efectiva de la disponibilidad permite una planificación más precisa de la producción y del mantenimiento, lo que contribuye a reducir los costos operativos y a mejorar el posicionamiento en el mercado (Juran et al., 2021).

El cálculo de la disponibilidad es fundamental para evaluar el rendimiento de los activos y equipos en una operación, y se calcula dividiendo el tiempo en que el equipo está disponible y operativo (tiempo de funcionamiento efectivo) entre el tiempo total de observación, es decir, el tiempo total en el que se esperaba que el equipo estuviera en funcionamiento; este cálculo se expresa comúnmente como un porcentaje, donde una disponibilidad del 100% indicaría que el equipo estuvo disponible en todo momento durante el período de observación (Peñaloza, 2022).

El tiempo de funcionamiento efectivo se compone del tiempo real de producción y el tiempo de alistamiento o ajustes, mientras que el tiempo de inactividad incluye tanto el tiempo planificado (por mantenimiento preventivo, por ejemplo) como el tiempo no planificado (debido a averías u otras interrupciones imprevistas); el cálculo preciso de la

disponibilidad proporciona una visión clara del rendimiento de los activos, permitiendo a las empresas detectar espacios de mejora y optimizar la eficiencia operativa (Vásquez, 2021).

La gestión de documentación se refiere al proceso sistemático de crear, almacenar, organizar, gestionar y recuperar documentos de manera eficiente y segura dentro de una organización, los cuales pueden incluir informes, registros, políticas, procedimientos, manuales, contratos y cualquier otro tipo de información relevante para las operaciones comerciales; la gestión adecuada de la documentación es fundamental para asegurar la transparencia, la disponibilidad y la reserva de la información, también para cumplir con los requerimientos legales y regulatorios (León, 2020). Implica establecer políticas y procedimientos claros para la creación, revisión, aceptación, distribución, almacenaje y ubicación de la documentación, así como la aplicación de sistemas tecnológicos que faciliten la búsqueda, recuperación y gestión de versiones actualizadas de los mismos; una gestión efectiva de la documentación mejora la eficiencia operativa, reduce los riesgos de errores y pérdida de información, y promueve la colaboración y la toma de decisiones informadas en la compañía (Duran, 2022).

La gestión de documentación conlleva a varios beneficios para las empresas, en primer lugar, promueve la eficiencia operativa al facilitar la rápida localización y acceso a la información relevante, lo que reduce el tiempo utilizado en la búsqueda de documentación y agiliza las técnicas de toma de decisiones; además, mejora la calidad y consistencia de la información al establecer estándares para la creación, revisión y aprobación de documentos, lo que reduce los errores y minimiza los riesgos asociados con la falta de información precisa (León, 2020).

Asimismo, la gestión de documentación fortalece el cumplimiento normativo al asegurar que se mantengan registros adecuados y se cumplan los requisitos legales y regulatorios pertinentes, otro beneficio importante es la reducción del espacio físico y los costos asociados con el almacenamiento y mantenimiento de documentos en papel, al fomentar el cambio hacia sistemas electrónicos de gestión de documentos; igualmente, la capacidad de compartir y colaborar en documentos de manera más eficiente mejora la comunicación interna y la productividad del equipo, mientras que la seguridad de la información se refuerza con la implantación de controles de acceso y protección de datos en línea con prácticas de seguridad cibernética (Machado y Rodríguez, 2020).

En resumen, la gestión de documentación no solo optimiza los procesos internos y reduce los riesgos, sino que también impulsa la competitividad y el éxito a largo plazo de las compañías en un ambiente empresarial mucho más digitalizado y exigente (Jiménez, 2021).

## **1.2. Formulación del problema:**

¿Cuál es el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024?

## **1.3. Objetivos:**

Objetivo general

Determinar el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024.

Objetivos específicos:

- a) Diagnosticar la situación actual de las causas de la baja disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024.

- b) Desarrollar la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024.
- c) Realizar una evaluación económica de la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024.

#### **1.4. Hipótesis:**

El mantenimiento productivo total incrementará la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024.

Esta investigación es justificable teóricamente, ya que se aplica herramientas de ingeniería industrial como el TPM para dar una solución al abaja disponibilidad de los vehículos.

Se justifica de manera práctica, ya que el TPM conllevará a elevar la disponibilidad de los buses y esto se traducirá en mayores ingresos para la empresa.

La justificación metodológica es que, gracias a la propuesta presentada, la cual se basa en la herramienta del TPM, servirá como modelo a otros investigadores y compañías que quieran emplear esta herramienta.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La investigación es de tipo aplicada, ya que de acuerdo con (Zacarías y Supo, 2020) se centra en la aplicación práctica de los conocimientos obtenidos en la investigación básica y busca solucionar inconvenientes concretos o mejorar escenarios específicos reales.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, porque se basa en la compilación y el análisis de datos numéricos para entender, describir y explicar fenómenos y relaciones. Este tipo de investigación se utiliza comúnmente en disciplinas como la educación, la sociología, la economía y muchas otras ciencias sociales y naturales (Niño, 2021).

Además, el diseño de investigación es pre-experimental- propositiva, porque de acuerdo con (Rodríguez, 2020) se utiliza en ciertas circunstancias cuando es difícil o imposible realizar un diseño experimental completamente controlado y tienen limitaciones en términos de control y validez interna. Asimismo, en esta investigación se realizó un diagnóstico de la baja disponibilidad y en base a ello se elaboró mejoras para darles una solución adecuada

Diseño de contrastación de hipótesis:

G --- O1 ----X---- O2

Donde:

G = Empresa de transportes

O1: Disponibilidad de la flota de buses antes del TPM

X: Desarrollo del TPM

O2: Disponibilidad de la flota de buses después del TPM

La operacionalización de las variables se encuentra en el anexo 1 y en el 2 se puede ver la matriz de consistencia.

La población fue el proceso de mantenimiento de la flota de buses de una empresa de transportes, ya que según Londoño (2022) la es el conjunto de cosas o personas que tienen un rasgo similar y son objeto de investigación.

Como muestra se tomó a la población total la cual es el proceso de mantenimiento de los buses de una empresa de transportes, ya que según Londoño (2022) la muestra es un subconjunto selecto de la población que se estudia para hacer deducciones o generalizaciones sobre la población más amplia.

Seguidamente, se describen todas las técnicas que fueron empleadas para lograr recolectar la información la cual fue importantísima para la elaboración de la investigación:

**Tabla 1**

*Técnicas para la recolección de datos*

| Técnica              | Objetivo   | Aplicación   | Criterio                                  | Procedimiento  | Instrumentos                                     |
|----------------------|--|--|---|--|--|
| Análisis documental  | Recolectar información del área de mantenimiento                           | Base de datos del área de mantenimiento                | Datos del 2023                            | Se obtuvo la data con el permiso del jefe de mantenimiento     | Ficha de recolección de datos (véase el anexo 5) |
| Encuesta             | Obtener las causas críticas en base a la experiencia de los colaboradores. | Área de mantenimiento                                  | La encuesta tuvo un tiempo de 30 minutos. | Se aplicó a los colaboradores de mantenimiento                 | Cuestionario (véase el anexo 3)                  |
| Observación de campo | Hallar problemas en el proceso de mantenimiento                            | Se realizó la observación del proceso de mantenimiento | Se hizo 2 observaciones de 1 hora.        | Se observó y realizó la anotación de los problemas observados. | Ficha de observación (véase el anexo 4)          |

*Nota.* Se detallan las técnicas usadas en esta investigación

Además, para procesar la información se utilizó estas herramientas:

**Tabla 2**

*Instrumentos para el procesamiento de la data*

| Herramienta           | Descripción  |
|-----------------------|--|
| Diagrama de Ishikawa  | Ayudó al proceso de identificación de las CR de la baja disponibilidad (véase la figura 3) |
| Diagrama de flujo     | Ayuda a tener diagramado los pasos del proceso de mantenimiento                            |
| Matriz de Indicadores | Se formuló indicadores para medir cada causa hallada (véase la tabla 4)                    |

*Nota.* Muestra las herramientas adicionales

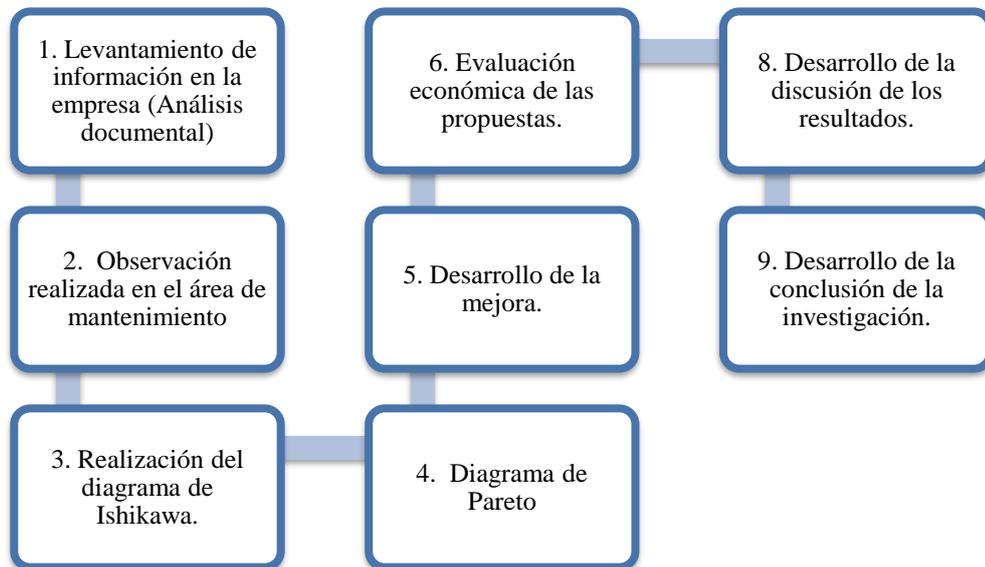
**Procesamiento de información**

La información recolectada en la empresa de transportes se procesó utilizando la herramienta de Microsoft Excel, ya que fue de mucha utilidad a la hora de organizar la información y realizar los gráficos estadísticos.

Seguidamente, se puntualiza el procedimiento seguido para realizar esta investigación.

**Figura 1**

*Procedimiento para realizar esta investigación*



*Nota.* Muestra el paso a paso para el desarrollo de esta investigación

Referente a los aspectos éticos, es importante señalar que la información utilizada procederá de la empresa de transporte. Del mismo modo, no se revelará la identidad de los colaboradores de la empresa para evitar posibles disputas laborales dentro de la corporación. El presente trabajo se rige por las consideraciones éticas que se aplican a toda investigación académica científica, con el firme compromiso de respetarlas.

## **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

### **3.1. Diagnóstico de la situación actual de la baja disponibilidad**

#### **3.1.1. Datos generales**

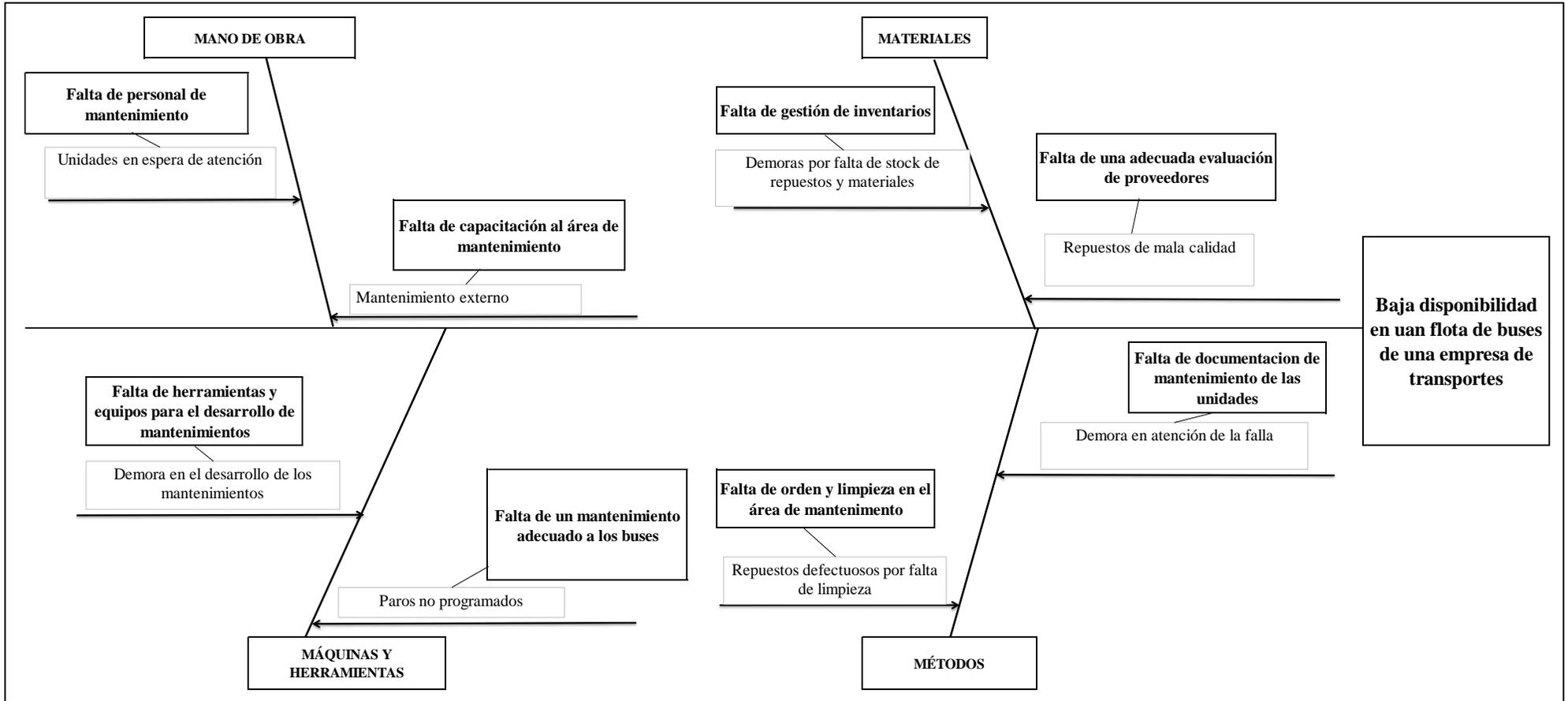
A continuación, se presentan algunos datos de esta empresa:

- Razón Social: Empresa de transportes
- Tipo Empresa: S.A.C.
- Condición: Activo
- Fecha Inicio Actividades: 04 / Enero / 2019
- Actividades Comerciales: Transporte de Carga de pasajeros
- CIU: 60230
- Distrito / Ciudad: Trujillo - Trujillo

#### **3.1.2. Análisis de las causas raíces**

Para llevar a cabo el diagnóstico y la identificación de las posibles causas de la baja disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes, se desarrolló el diagrama de Ishikawa, el cual se puede ver en la siguiente figura.

*Diagrama de Ishikawa de la baja disponibilidad*



### 3.1.3. Priorización de las causas identificadas

Después de que logró identificar las causas en el diagrama de Ishikawa, se pasó a realizar una matriz de priorización en función de las puntuaciones obtenidas de las encuestas aplicada a los colaboradores de mantenimiento de los buses, como se ve en la tabla 3:

**Tabla 3**

*Priorización de las causas*

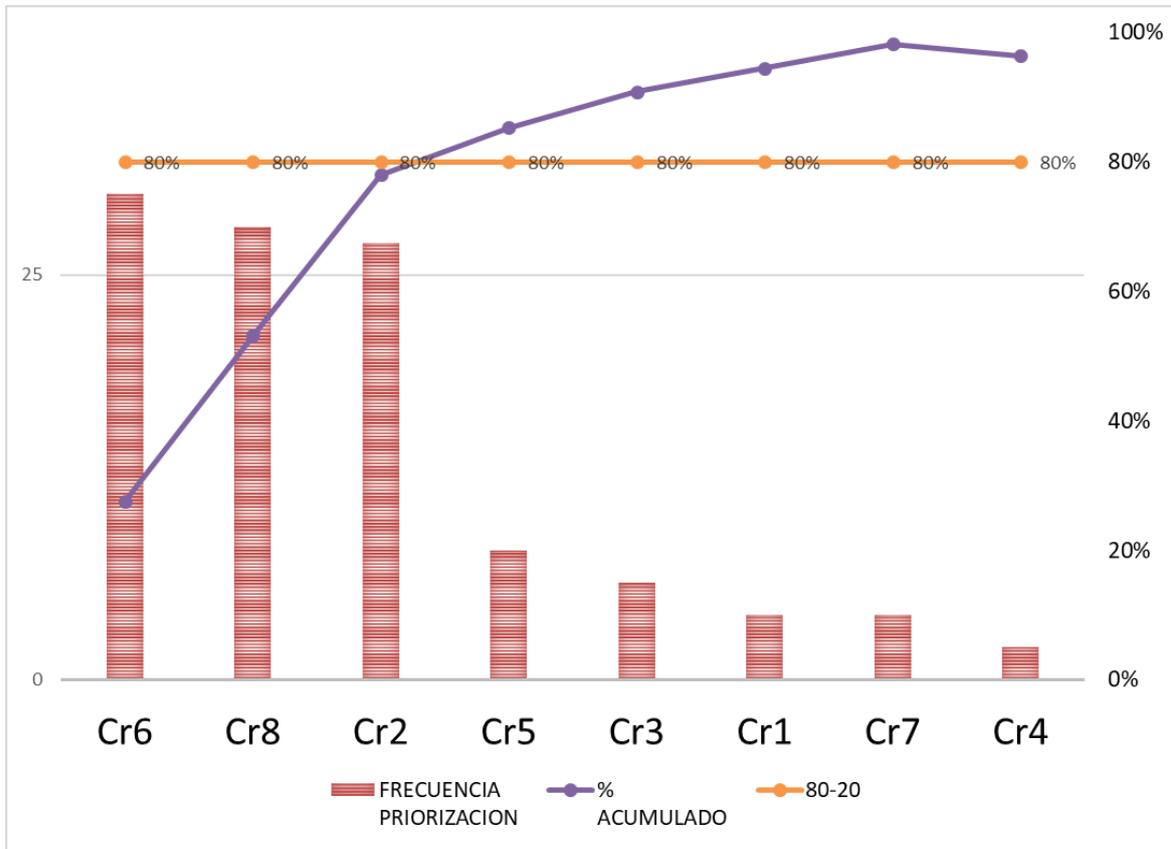
| CR  | CAUSA  | FRECUENCIA<br>PRIORIZACION | %<br>ACUMULADO | FRECUENCIA<br>ACUMULADA |
|-----|--|----------------------------|----------------|-------------------------|
| Cr6 | Falta de un mantenimiento adecuado a los buses                       | 30                         | 28%            | 30                      |
| Cr8 | Falta de documentación de mantenimiento de las unidades              | 28                         | 53%            | 58                      |
| Cr2 | Falta de capacitación al área de mantenimiento                       | 27                         | 78%            | 85                      |
| Cr5 | Falta de herramientas y equipos para el desarrollo de mantenimientos | 8                          | 85%            | 93                      |
| Cr3 | Falta de gestión de inventarios                                      | 6                          | 91%            | 99                      |
| Cr1 | Falta de personal de mantenimiento                                   | 4                          | 94%            | 103                     |
| Cr7 | Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento                | 4                          | 98%            | 107                     |
| Cr4 | Falta de una adecuada evaluación de proveedores                      | 2                          | 96%            | 105                     |
|     | TOTAL  | 109                        |                |                         |

### 3.1.4. Diagrama de Pareto

Posteriormente, se elaboró el diagrama de Pareto con los resultados de las encuestas (ver figura 3).

**Figura 3**

Diagrama de Pareto



Nota. Se muestra las causas de mayor impacto

Las causas de mayor impacto en la baja disponibilidad de los buses, fueron: CR6, CR8 y CR2.

**3.1.5. Matriz de Indicadores**

Tabla 4

*Indicadores actuales y metas*

| CR           | DESCRIPCIÓN   | INDICADOR   | FORMULA  | UND | VA     | PÉRDIDA ACTUAL (SOLES) | VM      | PÉRDIDA META (SOLES) | BENEFICIO          | HERRAMIENTA DE MEJORA                       |
|--------------|---|---|--|-----|--------|------------------------|---------|----------------------|--------------------|---|
| Cr6          | Falta de un mantenimiento adecuado a los buses          | Disponibilidad  | $MTTF/(MTTR+MTTF)$   | %   | 80.92% | S/. 1,714,922          | 84.68%  | S/. 1,377,889        | S/. 337,033        | TPM   |
| Cr8          | Falta de documentación de mantenimiento de las unidades | Porcentaje de formatos de mantenimiento de las unidades | $N^{\circ}$ de formatos de mantenimiento de las unidades x 100% / $N^{\circ}$ total de formatos              | %   | 0.00%  | S/. 11,412.4           | 100.00% | S/. 4,583.37         | S/. 6,829.02       | Gestión de la documentación                 |
| Cr2          | Falta de capacitación al área de mantenimiento          | % de trabajadores capacitados en temas de mantenimiento | $N^{\circ}$ de trabajadores capacitados del área de mantenimiento x 100% / $N^{\circ}$ Total de trabajadores | %   | 0%     | S/. 472,750.3          | 100%    | S/. 336,078.8        | S/. 136,671.5      | Capacitación para el área de mantenimiento. |
| <b>TOTAL</b> |   |   |  |     |        | <b>S/. 2,199,085</b>   |         | <b>S/. 1,718,551</b> | <b>S/. 480,534</b> |   |

*Nota.* Muestra los indicadores de este estudio

### 3.2. Desarrollar la propuesta de mejora

#### 3.2.1. CR6: Falta de un mantenimiento adecuado a los buses

Tabla 5

*Disponibilidad actual*

| N° de bus    | Modelo        | Año fabricación | Costo del transporte por unidad | Costo por hora | TTF(h) | TTR(h) | N° Paradas o fallas | MTTF | MTTR | Disponibilidad | Pérdida anual    |
|--------------|---------------|-----------------|---------------------------------|----------------|--------|--------|---------------------|------|------|----------------|------------------|
| 1            |               | 2004            | S/. 269,806                     | S/. 85         | 3164   | 785    | 135                 | 23   | 5.81 | 80.1%          | S/. 66,939.94    |
| 2            |               | 2004            | S/. 542,989                     | S/. 196        | 2765   | 803    | 133                 | 21   | 6.04 | 77.5%          | S/. 157,692.53   |
| 3            |               | 2004            | S/. 590,164                     | S/. 142        | 4158   | 796    | 114                 | 36   | 6.98 | 83.9%          | S/. 112,979.90   |
| 4            |               | 2007            | S/. 517,982                     | S/. 168        | 3092   | 781    | 125                 | 25   | 6.25 | 79.8%          | S/. 130,835.71   |
| 5            |               | 2007            | S/. 395,116                     | S/. 121        | 3269   | 815    | 130                 | 25   | 6.27 | 80.0%          | S/. 98,507.01    |
| 6            |               | 2007            | S/. 497,497                     | S/. 162        | 3080   | 684    | 144                 | 21   | 4.75 | 81.8%          | S/. 110,483.10   |
| 7            |               | 2007            | S/. 550,267                     | S/. 136        | 4058   | 743    | 129                 | 31   | 5.76 | 84.5%          | S/. 100,751.24   |
| 8            | Mercedes Benz | 2007            | S/. 615,989                     | S/. 189        | 3260   | 809    | 134                 | 24   | 6.04 | 80.1%          | S/. 152,863.48   |
| 9            |               | 2010            | S/. 437,284                     | S/. 114        | 3836   | 740    | 125                 | 31   | 5.92 | 83.8%          | S/. 84,356.11    |
| 10           |               | 2010            | S/. 518,672                     | S/. 157        | 3297   | 737    | 143                 | 23   | 5.15 | 81.7%          | S/. 115,942.15   |
| 11           |               | 2010            | S/. 377,888                     | S/. 137        | 2760   | 792    | 126                 | 22   | 6.29 | 77.7%          | S/. 108,437.43   |
| 12           |               | 2010            | S/. 465,992                     | S/. 201        | 2320   | 799    | 124                 | 19   | 6.44 | 74.4%          | S/. 160,485.93   |
| 13           |               | 2010            | S/. 525,387                     | S/. 125        | 4198   | 715    | 119                 | 35   | 6.01 | 85.4%          | S/. 89,483.44    |
| 14           |               | 2010            | S/. 566,093                     | S/. 206        | 2750   | 734    | 125                 | 22   | 5.87 | 78.9%          | S/. 151,095.31   |
| 15           |               | 2010            | S/. 387,057                     | S/. 95         | 4076   | 780    | 115                 | 35   | 6.78 | 83.9%          | S/. 74,068.78    |
| <b>Total</b> |               |                 | S/. 7,258,182                   | S/. 149        | 50083  | 11513  | 1921                | 26   | 6.02 | 80.9%          | S/. 1,714,922.05 |

*Nota.* Muestra los indicadores actuales de los buses

Según la tabla 5, debido a la falta de mantenimiento adecuado a los buses de la empresa de transportes, se tuvo en el 2023 un total de 1921 paros por fallas, teniendo así un tiempo total de reparaciones (TTR) de 11513 horas, esto conllevó a una disponibilidad del 80.9%, representando una pérdida de S/. 1,714,922.05 anuales (ver tabla 6).

Tabla 6

*Disponibilidad del 2023 y pérdida generada*

| <b>INDICADORES</b>                                   | <b>ACTUAL</b>    |
|--|------------------|
| <b>TTF(h)</b>  | 50083            |
| <b>TTR(h)</b>  | 11513            |
| <b>N° Paradas o fallas</b>                           | 1921             |
| <b>MTBF</b>  | 26               |
| <b>MTTR</b>  | 6                |
| <b>Disponibilidad</b>                                | 80.9%            |
| <b>Pérdida por falta de mantenimiento preventivo</b> | S/. 1,714,922.05 |

*Nota.* Muestra los indicadores actuales de los buses

## **Solución propuesta**

Para solucionar esta CR se pasó a desarrollar el TPM.

## **Mantenimiento Productivo Total**

### **Actividades previas al desarrollo de los pilares del TPM**

#### **1. Compromiso de la alta dirección**

El director general de la empresa de transporte debe firmar una carta de compromiso, comprometiéndose a proporcionar las facilidades necesarias para la implantación del plan de mantenimiento, apoyado en el enfoque de TPM, para las unidades de transporte.

#### **2. Selección de responsables**

El director general, ha designado al jefe del área de mantenimiento, como orientador empresarial y líder de la propuesta, quien trabajará estrechamente con el personal de mantenimiento y operaciones para coordinar la supervisión y la ejecución del plan de mantenimiento, siguiendo las directrices del TPM, para las principales máquinas del área de operación.

#### **3. Determinación de grupo piloto**

Con la información de los buses de la empresa, se realizará un proceso de priorización para conocer qué vehículos serán objeto de intervención mediante la adopción del Mantenimiento Productivo Total. La determinación del grupo piloto de las unidades se basa en estos criterios: nivel de empleo, costo de mantenimiento, facilidad de mantenimiento e importancia para las operaciones de la empresa.

La siguiente tabla presenta la plantilla de evaluación cuantitativa que se ha sugerido con el fin de evaluar y seleccionar las unidades.

Tabla 7

*Criterios para la determinación de grupo piloto*

| <b>Criterios</b>                 | <b>Detalle</b>                        | <b>Valoración</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Nivel de empleo                  | No se emplea                          | 1                 |
|                                  | Rara vez se emplea                    | 2                 |
|                                  | De vez en cuando se emplea            | 3                 |
|                                  | Se emplea con frecuencia              | 4                 |
| Costo de mantenimiento           | Reparación entre los 20 a 250 soles   | 1                 |
|                                  | Reparación entre los 250 a 500 soles  | 2                 |
|                                  | Reparación entre los 500 a 1000 soles | 3                 |
|                                  | Reparación mayor a 1000 soles         | 4                 |
| Facilidad de mantenimiento       | No es difícil                         | 1                 |
|                                  | Un poco difícil                       | 2                 |
|                                  | Medianamente difícil                  | 3                 |
|                                  | Muy difícil                           | 4                 |
| Importancia para las operaciones | No importante                         | 1                 |
|                                  | Indiferente                           | 2                 |
|                                  | Importante                            | 3                 |
|                                  | Muy importante                        | 4                 |

Posteriormente, se determina cuidadosamente las unidades de transporte de acuerdo con los criterios especificados anteriormente, lo que dio como resultado un total de 6 vehículos indispensables para realizar las operaciones de la empresa. Con ello, se sientan las bases para construir el plan de Mantenimiento Productivo Total.

Tabla 8

*Determinación del grupo piloto*

| Nº de bus | Nivel de empleo | Costo de mantenimiento | Facilidad de mantenimiento | Importancia para las operaciones | Total |
|-----------|-----------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------|
| 1         | 3               | 2                      | 1                          | 2                                | 8     |
| 2         | 2               | 2                      | 2                          | 2                                | 8     |
| 3         | 2               | 1                      | 1                          | 2                                | 6     |
| 4         | 1               | 1                      | 3                          | 3                                | 8     |
| 5         | 1               | 4                      | 3                          | 4                                | 12    |
| 6         | 3               | 3                      | 4                          | 1                                | 11    |
| 7         | 2               | 4                      | 4                          | 1                                | 11    |
| 8         | 3               | 4                      | 1                          | 4                                | 12    |
| 9         | 4               | 2                      | 2                          | 2                                | 10    |
| 10        | 2               | 3                      | 4                          | 2                                | 11    |
| 11        | 2               | 1                      | 3                          | 2                                | 8     |
| 12        | 1               | 2                      | 3                          | 4                                | 10    |
| 13        | 3               | 2                      | 2                          | 1                                | 8     |
| 14        | 1               | 3                      | 3                          | 1                                | 8     |
| 15        | 1               | 4                      | 1                          | 2                                | 8     |

#### 4. Desarrollo de pilares TPM

##### 4.1.Mantenimiento Autónomo

###### a) Diagnóstico del estado actual de las unidades de transporte

Se propone un formato para recopilar datos originales de las unidades de transporte con el fin de evaluar el estado de las mismas. Dichos datos se refieren al diseño, al expediente de funcionamiento y de mantenimiento de los vehículos; la figura siguiente ilustra el formato propuesto.

**Figura 4**

*Formato de registro de las unidades de transporte*

| <b>FORMATO REGISTRO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE</b> |                               |                               |        |
|---|-------------------------------|-------------------------------|--------|
| Unidad de transporte: _____                           |                               | Marca: _____                  |        |
| Modelo: _____   |                               | Serie: _____                  |        |
| Fecha de fabricación: _____                           |                               | Fecha de compra: _____        |        |
| <b>Detalle de especificaciones de modificaciones</b>  |                               |                               |        |
| Fecha   | Especificaciones del vehículo | Condiciones de funcionamiento |        |
|   |                               |                               |        |
|   |                               |                               |        |
|   |                               |                               |        |
|   |                               |                               |        |
| <b>Detalle de mantenimientos</b>                      |                               |                               |        |
| Fecha   | Servicio habitual             | Mantenimiento                 | Fallas |
|   |                               |                               |        |
|   |                               |                               |        |
|   |                               |                               |        |
|   |                               |                               |        |

**b) Limpieza y verificación**

Es esencial que el personal de operaciones, limpien regularmente las unidades de transporte bajo su responsabilidad durante su horario de trabajo. Para conseguir una buena limpieza, el conductor debe asegurarse de que se preparan todos los componentes requeridos de los vehículos. El objetivo de la limpieza es:

- Limpiar la unidad de transporte eliminando el polvo y los desechos.
- Detectar anomalías como pequeñas imperfecciones, zonas propensas a la contaminación, lugares de difícil acceso y orígenes de problemas de funcionamiento.
- Retirar los elementos que no se utilicen o que sean superfluos y optimizar la unidad de transporte.

### c) Identificar las anomalías

Durante el proceso de limpieza, es responsabilidad del personal informar de cualquier anomalía descubierta en la unidad de transporte. Estas anomalías se clasifican en cuatro grupos, que se resumen en la siguiente figura junto con los ejemplos correspondientes.

Tabla 9

#### *Tipos de anomalías*

| Tipos de anomalías                     | Detalle                     | Ejemplos  |
|--|-----------------------------|---|
| Deficiencias menores                   | Contaminación               | Tierra, polvo, grasa, lubricante, óxido                       |
|  | Desperfectos                | Rajaduras, hundimientos, deformaciones, curvaturas, picaduras |
|  | Anchuras                    | Exceso de movimiento, sacudidas, golpes, deterioro, ladeos    |
|  | Fenómenos no convencionales | Sonido extraño, recalentamiento, olor inusual, vibraciones    |
| Falta de cumplimiento o de condiciones | Adherencia                  | Obstrucciones, acopio de partículas, agarrotamientos          |
|  | Engrase/lubricación         | Faltante, contaminación, desconocido, inadecuado, filtración  |
|  | Entrada del lubricante      | Contaminación, daños, tapas de lubricación deterioradas       |
| Fuente de contaminación                | Señales del nivel de aceite | Contaminación, daños, filtraciones: señal errónea             |
|  | Ajuste                      | Tornillos y tuercas: anchura, sobre ajuste, deteriorados      |
|  | Lubricante                  | Filtraciones, derrames, exceso de productos                   |
|  | Fluidos                     | Filtraciones, derrames, salidas de agua                       |
|  | Otros                       | Suciedad dejada por el personal                               |
| Zonas no seguras                       | Pisos                       | Desniveles, protuberancias, rajaduras, deterioro              |
|  | Iluminación                 | Mal posicionadas, con suciedad, pantallas rotas               |
|  | Corredores                  | Muy inclinados, protuberancias, corrosión, deterioro          |
|  | Otros                       | Fluidos extraños, disolventes, gases contaminantes            |

#### Tarjeta para indicar anomalías

El modelo propuesto para la identificación y el tratamiento de cualquier anomalía detectada durante el procedimiento de limpieza o en la fase de operaciones se ve en la figura 5. Los responsables de garantizar el cumplimiento serán los jefes de operaciones y mantenimiento, que designarán a los trabajadores responsables de esta tarea.

**Figura 5**

*Tarjeta para indicar anomalías*

| <b>TARJETA AMARILLA PARA INDICAR ANOMALÍAS</b> |                   |
|--|-------------------|
| (TPM)  |                   |
| Unidad de transporte: _____                    | Nº tarjeta: _____ |
| Detectada por: _____                           | Fecha: _____      |
| Área responsable: _____                        |                   |
| <u>Detalle de la anomalía identificada</u>     |                   |
|  |                   |
|  |                   |
|  |                   |
|  |                   |
|  |                   |
|  |                   |
|  |                   |
|  |                   |

**Lubricación**

Una lubricación adecuada es crucial para aumentar la longevidad y fiabilidad de las unidades de transporte, esto asegura un funcionamiento óptimo al impedir cualquier forma de deterioro. Para ello, deben aplicarse las siguientes medidas:

- Formar a los empleados sobre la relevancia de la lubricación.
- Aplicar inmediatamente lubricante a cualquier vehículo que se descubra que está inadecuada o completamente des lubricado.
- Sustituir los lubricantes que se hayan visto contaminados.
- Realizar el mantenimiento de las entradas de lubricante y medidores de nivel contaminados o deteriorados.
- Inspeccionar todos los sistemas de lubricación automática para asegurarse de que funcionan adecuadamente.
- Limpiar a fondo y lubricar todos los componentes que roten o se deslicen, incluidas las cadenas de transmisión y otros elementos móviles.

- Limpiar a fondo y restaurar el dispositivo de lubricación manual y los recipientes de lubricante.

### **Ajuste**

Todo vehículo y pieza del mismo incorpora pernos, tornillos y tornillos, que sirven como componentes fundamentales de su construcción. El correcto funcionamiento de las unidades sólo se consigue ajustando correctamente sus componentes. Dado que el ajuste es crucial para el funcionamiento óptimo de los vehículos, se recomienda que los trabajadores, en general, realicen las siguientes actividades:

- Ajustar y fijar firmemente los tornillos y tuercas sueltos.
- Sustituir los tornillos y tuercas ausentes.
- Sustituir tornillos y tuercas excesivamente grandes.
- Sustituir los tornillos y tuercas defectuosos o deteriorados.
- Sustituir arandelas deterioradas o dañadas.
- Emplear métodos de fijación en los tornillos que muestren un aflojamiento persistente.

### **Medidas correctivas**

Se busca minimizar el tiempo necesario para la organización de la unidad de transporte reduciendo las causas de tierra y suciedad, previniendo filtraciones, vertidos y dispersiones, así como mejorando el mantenimiento de los componentes más complicados de limpiar, verificar, lubricar, ajustar o manipular.

### **Elaboración de estándares de limpieza, lubricación y ajuste**

Los estándares de mantenimiento de cada unidad establecerán criterios específicos para los procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste. Utilizando estas herramientas, el personal será capaz de ejecutar todos los procedimientos y medidas necesarios para evitar la degradación de las unidades de transporte.

## Orden de trabajo (OT)

Este formato proporciona indicaciones de trabajo exhaustivas para garantizar la preparación y el mantenimiento de las unidades. Estas órdenes de trabajo se crean en función de los intervalos y planes de mantenimiento especificados, como semanal, mensual o anual. Para agilizar este proceso, se ha creado una estructura estandarizada para las órdenes de trabajo (ver figura 6).

**Figura 6**

*Formato de órdenes de trabajo*

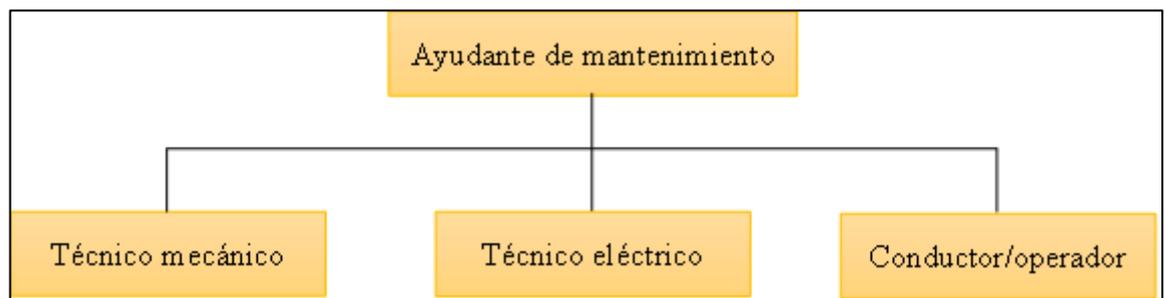
| <b>FORMATO ÓRDENES DE TRABAJO</b> |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| (Mantenimiento)                   |                                |
| Nº OT: _____                      | Fecha de inicio: _____         |
| Unidad de transporte: _____       | Fecha de término: _____        |
| Modelo: _____                     | Plazo estimado: _____          |
| Serie: _____                      | Tiempo real: _____             |
| Kilometraje: _____                | Tiempo de mantenimiento: _____ |
| Nivel de prioridad:               |                                |
| Muy alto                          | Normal                         |
| Alto                              | Baja                           |
| Razón de OT                       |                                |
|                                   |                                |
| Detalles                          |                                |
|                                   |                                |
| Observaciones                     |                                |
|                                   |                                |
| _____                             | _____                          |
| Encargado del trabajo             | Jefe del área                  |

### 4.2.Mantenimiento planificado

Se sugiere implantar un plan de mantenimiento destinado específicamente a facilitar la programación precisa de los materiales de reparación. La composición recomendada para el grupo de mantenimiento debería incluir un técnico eléctrico, un técnico mecánico, el ayudante de mantenimiento y el conductor/operador encargado de la evaluación del vehículo.

**Figura 7**

*Estructura del grupo de mantenimiento*



El plan de mantenimiento proporciona información esencial sobre la frecuencia de los requisitos de control basados en los elementos o sistemas específicos que deben examinarse.

**Figura 8**

*Formato del control del plan de mantenimiento*

| FORMATO DEL CONTROL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO |             |                     |                             |
|---|-------------|---------------------|-----------------------------|
| Unidad de transporte:                         |             | Marca:              |                             |
| Modelo/serie:                                 |             | Año de fabricación: |                             |
| CADA 15 MIL KILÓMETROS                        |             |                     |                             |
| Actividades                                   | Estado      |                     | Comentarios/recomendaciones |
|   | Planificado | Realizado           |                             |
| Reemplazo de aceite del motor                 |             |                     |                             |
| Reemplazo del filtro de aceite                |             |                     |                             |
| Reemplazo de filtro de gasolina               |             |                     |                             |
| Reemplazo del filtro de agua                  |             |                     |                             |
| Lubricación de los componentes                |             |                     |                             |
| Responsable:                                  |             |                     |                             |
| Firma:  |             |                     |                             |
| CADA 100 MIL KILÓMETROS                       |             |                     |                             |
| Actividades                                   | Estado      |                     | Comentarios/recomendaciones |
|   | Planificado | Realizado           |                             |
| Dar amntenimiento al turbo                    |             |                     |                             |
| Limpieza integral del radiador                |             |                     |                             |
| Limpieza integral del enfriador               |             |                     |                             |
| Reemplazo de aceite reductor                  |             |                     |                             |
| Reemplazo de aceite hidráulico                |             |                     |                             |
| Reemplazo de filtro hidráulico                |             |                     |                             |
| Reemplazo de fajas                            |             |                     |                             |
| Reemplazo de aceite de la caja de cambios     |             |                     |                             |
| Responsable:                                  |             |                     |                             |
| Firma:  |             |                     |                             |
| CADA 6 MESES                                  |             |                     |                             |
| Actividades                                   | Estado      |                     | Comentarios/recomendaciones |
|   | Planificado | Realizado           |                             |
| Reemplazo de batería                          |             |                     |                             |
| Responsable:                                  |             |                     |                             |
| Firma:  |             |                     |                             |

**Figura 9**

*Plan de mantenimiento de la empresa de transporte*

| PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS UNIDAD DE TRANSPORTE |   |                               |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|---|-------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Activo  | Actividad                                 | KILÓMETROS RECORRIDOS (MILES) |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|   |   | 15                            | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 100 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 200 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 | 300 |
| Unidad de transporte                              | Reemplazo de aceite del motor             | X                             | X  | X  | X  | X  | X  |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
|   | Reemplazo del filtro de aceite            | X                             | X  | X  | X  | X  | X  |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
|   | Reemplazo de filtro de gasolina           | X                             | X  | X  | X  | X  | X  |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
|   | Reemplazo del filtro de agua              | X                             | X  | X  | X  | X  | X  |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
|   | Lubricación de los componentes            | X                             | X  | X  | X  | X  | X  |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |
|   | Dar mantenimiento al turbo                |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Limpieza integral del radiador            |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Limpieza integral del enfriador           |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Reemplazo de aceite reductor              |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Reemplazo de aceite hidráulico            |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Reemplazo de filtro hidráulico            |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Reemplazo de fajas                        |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |
|   | Reemplazo de aceite de la caja de cambios |                               |    |    |    |    |    | x   |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |     |     | x   |

### 4.3. Formación y adiestramiento

Para implantar con éxito este pilar, se diseña un plan de formación para el área de operaciones y de mantenimiento de la organización, adaptado a sus necesidades específicas de conocimientos y responsabilidades en el proceso de aplicación del TPM.

Los cronogramas son los que se señalan seguidamente:

**Tabla 10**

*Cronograma de formación del área de operaciones*

| CRONOGRAMA DE FORMACIÓN SOBRE EL MANTENIMIENTO |                     |                          |           |
|--|---------------------|--------------------------|-----------|
| TEMARIO  | ÁREA A<br>CAPACITAR | FECHA DE<br>CAPACITACIÓN | DURACIÓN  |
| Relación del                                   |                     |                          |           |
| Mantenimiento Productivo                       | Operaciones         | 15/08/2024               | 1.5 horas |
| Total y mi trabajo                             |                     |                          |           |
| El vehículo asignado es                        |                     |                          |           |
| responsabilidad del                            | Operaciones         | 22/08/2024               | 1.5 horas |
| operador                                       |                     |                          |           |
| Identificación de un buen                      |                     |                          |           |
| mantenimiento de las                           | Operaciones         | 29/08/2024               | 1.5 horas |
| unidades de transporte                         |                     |                          |           |
| Estandarización de las                         |                     |                          |           |
| actividades de                                 | Operaciones         | 05/09/2024               | 1.5 horas |
| mantenimiento básico                           |                     |                          |           |

**Tabla 11**

*Cronograma de formación del área de mantenimiento*

| CRONOGRAMA DE FORMACIÓN SOBRE EL MANTENIMIENTO                                      |                  |                       |          |
|---|------------------|-----------------------|----------|
| TEMARIO   | ÁREA A CAPACITAR | FECHA DE CAPACITACIÓN | DURACIÓN |
| El Mantenimiento Productivo Total y su impacto en el mantenimiento de los vehículos | Mantenimiento    | 14/08/2024            | 3 horas  |
| Mantenimiento enfocado en unidades de transporte                                    | Operaciones      | 21/08/2024            | 3 horas  |
| Pasos para la correcta aplicación del Mantenimiento Productivo Total                | Operaciones      | 28/08/2024            | 3 horas  |
| Simulación de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total                      | Operaciones      | 04/09/2024            | 3 horas  |
| Formatos empleados en el Mantenimiento Productivo Total                             | Mantenimiento    | 11/09/2024            | 3 horas  |
| Estandarización de las actividades de mantenimiento especializado                   | Operaciones      | 18/09/2024            | 3 horas  |
| Mejora continua relacionada al mantenimiento de las unidades de transporte          | Operaciones      | 25/09/2024            | 3 horas  |

#### **4.4.Seguridad y medio ambiente**

##### **Señalizaciones de seguridad**

La organización emplea toda la señalización necesaria, de precaución, de emergencia y de otro tipo. Está atento para identificar los peligros y riesgos que puedan poner en peligro el bienestar físico del personal.

**Figura 10**

*Señalizaciones de seguridad*



**Medio ambiente**

A fin de prevenir cualquier daño al medio ambiente causado por el aceite o lubricantes cambiados, la empresa implementará una política de buenas prácticas de desechos contaminantes, donde se asegure que se desechen de forma adecuada esta clase de residuos.

Con el desarrollo del TPM se prevé minimizar el TTR de 11513 a 9247 horas, lo que permitirá elevar la disponibilidad de los buses de 80.9% a 84.7%, lo que redujo la pérdida de S/. 1,714,922.05 a S/. 1,377,888.66 anuales (ver tabla 12).

**Tabla 12**

*Disponibilidad luego del TPM*

| N° de bus    | Modelo        | Año fabricación | Costo del transporte por unidad | TTF(h) | TTR(h) | N° Paradas o fallas | MTBF | MTTR | Disponibilidad | Pérdida anual    |
|--------------|---------------|-----------------|---------------------------------|--------|--------|---------------------|------|------|----------------|------------------|
| 1            |               | 2004            | S/. 269,806                     | 3321   | 628    | 108                 | 31   | 5.81 | 84.1%          | S/. 53,551.95    |
| 2            |               | 2004            | S/. 542,989                     | 2922   | 646    | 107                 | 27   | 6.04 | 81.9%          | S/. 126,865.42   |
| 3            |               | 2004            | S/. 590,164                     | 4312   | 642    | 92                  | 47   | 6.98 | 87.0%          | S/. 91,176.76    |
| 4            |               | 2007            | S/. 517,982                     | 3248   | 625    | 100                 | 32   | 6.25 | 83.9%          | S/. 104,668.57   |
| 5            |               | 2007            | S/. 395,116                     | 3432   | 652    | 104                 | 33   | 6.27 | 84.0%          | S/. 78,805.61    |
| 6            |               | 2007            | S/. 497,497                     | 3213   | 551    | 116                 | 28   | 4.75 | 85.4%          | S/. 89,000.28    |
| 7            | Mercedes Benz | 2007            | S/. 550,267                     | 4202   | 599    | 104                 | 40   | 5.76 | 87.5%          | S/. 81,225.81    |
| 8            |               | 2007            | S/. 615,989                     | 3417   | 652    | 108                 | 32   | 6.04 | 84.0%          | S/. 123,203.40   |
| 9            |               | 2010            | S/. 437,284                     | 3984   | 592    | 100                 | 40   | 5.92 | 87.1%          | S/. 67,484.89    |
| 10           |               | 2010            | S/. 518,672                     | 3441   | 593    | 115                 | 30   | 5.15 | 85.3%          | S/. 93,240.19    |
| 11           |               | 2010            | S/. 377,888                     | 2917   | 635    | 101                 | 29   | 6.29 | 82.1%          | S/. 86,922.06    |
| 12           |               | 2010            | S/. 465,992                     | 2475   | 644    | 100                 | 25   | 6.44 | 79.3%          | S/. 129,424.14   |
| 13           |               | 2010            | S/. 525,387                     | 4336   | 577    | 96                  | 45   | 6.01 | 88.3%          | S/. 72,188.32    |
| 14           |               | 2010            | S/. 566,093                     | 2897   | 587    | 100                 | 29   | 5.87 | 83.1%          | S/. 120,876.25   |
| 15           |               | 2010            | S/. 387,057                     | 4232   | 624    | 92                  | 46   | 6.78 | 87.1%          | S/. 59,255.03    |
| <b>Total</b> |               |                 | S/. 7,258,182                   | 52349  | 9247   | 1543                | 34   | 6.02 | 84.7%          | S/. 1,377,888.66 |

*Nota.* Muestra los resultados esperados luego del TPM

### 3.2.2. CR8: Falta de documentación de mantenimiento de las unidades

Por esta CR, no se tiene un adecuado registro de datos relevantes para que el mecánico pueda hacer una detección de la posible falla, es por ello que en promedio se pierde 10 minutos/falla, lo que en 2023 representó una pérdida de tiempo de 320.17 horas, que el producto del costo por hora fue de S/35.65, provocó una pérdida de S/ 11,412.40.

**Tabla 13**

*Pérdida por la falta de documentación de mantenimiento*

|   | 2023         |
|---|--------------|
| Nº de fallas totales  | 1921         |
| Tiempo promedio de demora por falta de documentación de mantenimiento (min) | 10           |
| Tiempo total perdido en horas   | 320.17       |
| Costo por hora de la empresa  | S/ 35.65     |
| Pérdida total   | S/ 11,412.40 |

*Nota.* Datos tomados de área de mantenimiento

### Solución propuesta

Para mejorar la gestión documental de la empresa de transporte, se elaboraron formatos que ayudaran a registrar los problemas y, por extensión, a analizar y resolver los problemas de los vehículos de carga.

Estos son los formatos elaborados:

1. Reporte de entrada de vehículos a mantenimiento (ver anexo 6)
2. Ficha técnica de vehículos (ver anexo 7)
3. Historial del mantenimiento de vehículos (ver anexo 8)

Con el desarrollo e implementación de estos formatos propuesto se prevé minimizar el tiempo de atención por falla de 10 a 5 minutos, lo que permitirá aminorar la pérdida de S/11,412.40 a S/ 4,583.37 anuales (ver tabla 14).

**Tabla 14**

*Reducción de la pérdida CR8*

|   | 2023         | Con la mejora |
|---|--------------|---------------|
| Nº de fallas totales  | 1921         | 1543          |
| Tiempo promedio de demora por falta de documentación de mantenimiento (min) | 10           | 5             |
| Tiempo total perdido en horas   | 320.17       | 128.58        |
| Costo por hora de la empresa  | S/ 35.65     | S/ 35.65      |
| Pérdida total   | S/ 11,412.40 | S/ 4,583.37   |

**3.2.3. CR2: Falta de capacitación al área de mantenimiento**

Ya que en la empresa no se brindó capacitación al personal de mantenimiento y a ninguna otra área, el personal no pudo solucionar todas las fallas de los buses, esto conllevó a una pérdida por mantenimiento externo de 495 fallas por un valor de S/. 472,750 (ver tabla 15).

**Tabla 15**

*Pérdida anual actual por la falta de capacitación*

| N° de bus    | N° Paradas o fallas | N° de fallas atendidas de manera externa | Porcentaje de fallas atendidas de manera externa | Pérdida por mantenimiento externo |
|--------------|---------------------|--|--|-----------------------------------|
| 1            | 135                 | 37.00                                    | 27.4%  | S/. 35,390                        |
| 2            | 133                 | 32.00                                    | 24.1%  | S/. 26,926                        |
| 3            | 114                 | 30.00                                    | 26.3%  | S/. 26,926                        |
| 4            | 125                 | 34.00                                    | 27.2%  | S/. 26,926                        |
| 5            | 130                 | 32.00                                    | 24.6%  | S/. 26,926                        |
| 6            | 144                 | 37.00                                    | 25.7%  | S/. 28,765                        |
| 7            | 129                 | 35.00                                    | 27.1%  | S/. 39,890                        |
| 8            | 134                 | 34.00                                    | 25.4%  | S/. 39,890                        |
| 9            | 125                 | 34.00                                    | 27.2%  | S/. 39,890                        |
| 10           | 143                 | 36.00                                    | 25.2%  | S/. 19,890                        |
| 11           | 126                 | 34.00                                    | 27.0%  | S/. 39,890                        |
| 12           | 124                 | 33.00                                    | 26.6%  | S/. 39,890                        |
| 13           | 119                 | 30.00                                    | 25.2%  | S/. 29,511                        |
| 14           | 125                 | 29.00                                    | 23.2%  | S/. 26,893                        |
| 15           | 115                 | 28.00                                    | 24.3%  | S/. 25,146                        |
| <b>Total</b> | <b>1921</b>         | <b>495.00</b>                            | <b>25.8%</b>                                     | <b>S/. 472,750</b>                |

*Nota.* Datos tomados del área de mantenimiento

**Solución propuesta**

Para solucionar esta CR se elaboró un plan de capacitación para el personal de mantenimiento.

Plan de capacitación para el personal de mantenimiento

1. Introducción

Para garantizar que los colaboradores del área de operaciones y de mantenimiento sean capaces de realizar un buen mantenimiento ya sea básico o especializado de las

unidades de transporte, es imprescindible que reciban una capacitación integral que garantice una formación adecuada y la asimilación de nuevos conocimientos.

Esta propuesta de mejora consiste en llevar a cabo un plan de capacitación para todos los operarios que intervienen en las áreas de operaciones y mantenimiento de la empresa de transporte. Esta formación busca garantizar la correcta gestión de mantenimiento y, en última instancia, lograr los resultados previstos.

## 2. Público objetivo

Trabajadores de las áreas de operaciones y de mantenimiento.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo General

Optimizar la eficacia de los colaboradores en la ejecución de las tareas relacionadas al mantenimiento de los vehículos, para lo cual es importante estimular la creatividad y fomentar actitudes que contribuyan a crear un ambiente de trabajo positivo para todos los miembros de la organización; y todo ello, a su vez, repercutirá positivamente en la eficacia de las actividades tanto individuales como de equipo.

### 3.2. Objetivo Específico

- Proporcionar asesoramiento y guía sobre los distintos objetivos, organización, normas y protocolos de la empresa de transporte relacionados al mantenimiento.
- Impartir conocimientos y ejecutar tareas que abarquen todos los requisitos para la correcta ejecución de las distintas actividades de la gestión de mantenimiento.
- Mejorar y extender los conocimientos especializados necesarios en las áreas de operaciones y de mantenimiento.
- Incrementar y conservar un alto grado de eficacia personal y productividad del equipo.

- Garantizar la alineación entre el personal y las estrategias, objetivos y necesidades corporativos mediante la coordinación cohesiva de diversas operaciones.

#### 4. Políticas

- Tanto el área de operaciones como de mantenimiento deben presentar el plan de capacitación al área de Recursos Humanos para recibir la aprobación requerida.
- El área de RRHH orienta a las áreas de operaciones como de mantenimiento en el desarrollo del plan de capacitación, basándose en las sesiones anteriores para identificar las principales áreas de necesidad.
- El área de RRHH, junto con la Dirección General, coordinará el plan de capacitación, así como el establecimiento del instructor de la capacitación.
- El plan de capacitación abarca la preparación de todos los miembros del personal, aprobada por el comité administrativo en consonancia con el presupuesto asignado y la importancia desde la perspectiva del área administrativa.

#### 5. Meta

Impartir formación completa al 100% de los colaboradores de las áreas de operaciones y de mantenimiento mediante un plan capacitación centrado en la gestión del mantenimiento.

#### 6. Metodología

La metodología de la capacitación empleará un enfoque totalmente teórico-práctico, en el que el capacitador demostrará in situ la correcta gestión de mantenimiento con el fin de mejorar el estado de las unidades de transporte. El orden prescrito para el desarrollo de la inducción será:

- Presentación del capacitador.
- Exposición exhaustiva del contenido temático.

- Desarrollo de casos prácticos.
- Realización de una evaluación in situ para valorar el aprendizaje del personal.

## 7. Contenido temático

El plan de capacitación, dirigido por un formador experto, consistirá en teoría y en ejercicios prácticos. El material del plan se organizará de acuerdo con el siguiente esquema:

**Figura 11**

*Esquema del contenido temático*

| Nº | Temas   | Contenido   |
|----|---|---|
| 1  | La gestión de mantenimiento de unidades de transporte       | Introducción a la gestión de mantenimiento                              |
|    |   | Objetivo y beneficios de la gestión de mantenimiento                    |
|    |   | Tipos de mantenimiento para las unidades de transporte                  |
|    |   | Fundamentos clave para un buen mantenimiento                            |
| 2  | El mantenimiento preventivo en unidades de transporte       | Introducción al mantenimiento preventivo                                |
|    |   | Fundamentos clave del mantenimiento preventivo                          |
|    |   | Metodología de aplicación del mantenimiento preventivo                  |
|    |   | Casos prácticos de la implementación del mantenimiento preventivo       |
| 3  | El mantenimiento autónomo en unidades de transporte         | Introducción al mantenimiento autónomo                                  |
|    |   | Fundamentos clave del mantenimiento autónomo                            |
|    |   | Metodología de aplicación del mantenimiento autónomo                    |
|    |   | Casos prácticos de la implementación del mantenimiento autónomo         |
| 4  | El mantenimiento productivo total en unidades de transporte | Introducción al mantenimiento productivo total                          |
|    |   | Pilares del mantenimiento productivo total                              |
|    |   | Metodología de aplicación del mantenimiento productivo total            |
|    |   | Casos prácticos de la implementación del mantenimiento productivo total |

## 8. Perfil del instructor

El perfil del instructor requiere conocimientos especializados y una amplia comprensión de la gestión de mantenimiento, junto con una formación en estudios técnicos relacionados al sector transporte.

En este contexto, se requiere un instructor que ofrezca sesiones de formación a sus clientes, todo ello a un coste muy asequible.

En consecuencia, el perfil del instructor debe incluir, al menos, lo siguiente:

- Persona con experiencia profesional y formación técnica o superior.
- Dominio de la comunicación eficaz.
- Capacidad para entender las emociones de los demás y relacionarse con ellos, así como para abordar y resolver eficazmente las preocupaciones o los argumentos en contra.
- Capacidad para impartir sesiones de formación y realizar presentaciones.

## 9. Evaluación y control de asistencia

Tras la presentación temática sobre la gestión del mantenimiento, se podrá acceder a los documentos y/o pruebas subsiguientes:

**Figura 12**

*Ficha de evaluación*

|   |  |   |       |
|---|--|---|-------|
| <b>FICHA DE EVALUACIÓN</b>  |  | Fecha: _____  |       |
| (Capacitación)  |  | <table border="1"><tr><td style="text-align: center;">Nota:</td></tr></table> | Nota: |
| Nota:   |  |   |       |
| Responsable de capacitación: _____  |  |   |       |
| Participante: _____   |  |   |       |
| <p><b>Instrucciones:</b> En base a la capacitación recibida acerca de la gestión de mantenimiento para las unidades de transporte, responda las siguientes preguntas:</p> |  |   |       |
| 1. ¿Qué es la gestión de mantenimiento?   |  |   |       |
| 2. ¿Cuáles son las herramienta de gestión de mantenimiento más aplicadas?   |  |   |       |
| 3. ¿Cuáles son los fundamentos clave para un buen mantenimiento?  |  |   |       |
| 4. ¿Cuáles son los pilares del mantenimiento productivo total?  |  |   |       |
| 5. ¿Cuál es la metodología de aplicación del mantenimiento autónomo?  |  |   |       |
| <hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/><br>Firma del personal evaluado  |  |   |       |



**Figura 14**
*Horario dispuesto para la capacitación en gestión de mantenimiento*

| Oct - Nov - Dic del 2024 |                    |  |                    |                    |  |                    |
|--------------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|--|--------------------|
| Horario                  | Lun                | Mar  | Mier               | Jue                | Vier   | Sab                |
| 7.30 am - 12.30 pm       | Jornada de trabajo |  |                    |                    |  |                    |
| 12.30 pm - 1.30 pm       | BREAK              |  |                    |                    |  |                    |
| 1.30 pm - 4.30 pm        | Jornada de trabajo | Jornada de trabajo (2 horas de capacitación) | Jornada de trabajo | Jornada de trabajo | Jornada de trabajo (2 horas de capacitación) | Jornada de trabajo |

**11. Cronograma de actividades**

La información facilitada esboza el cronograma de ejecución de las actividades sugeridas (véase la tabla 16).

**Tabla 16**
*Cronograma de actividades del plan de capacitación*

| TEMAS   | CONTENIDO | OCTUBRE |   |   |   | NOVIEMBRE |   |   |   | DICIEMBRE |   |   |   |  |
|---|-----------|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|--|
|   |           | SEMANAS |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
|   |           | 1       | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 |  |
| La gestión de unidades de mantenimiento               | 1         | X       |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
|   | 2         | X       |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
|   | 3         |         | X |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
|   | 4         |         | X |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
| El mantenimiento preventivo en unidades de transporte | 5         |         |   |   | X |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
|   | 6         |         |   |   | X |           |   |   |   |           |   |   |   |  |
| El mantenimiento preventivo en unidades de transporte | 7         |         |   |   |   | X         |   |   |   |           |   |   |   |  |
|   | 8         |         |   |   |   |           | X |   |   |           |   |   |   |  |
|   | 9         |         |   |   |   |           |   | X |   |           |   |   |   |  |
|   | 10        |         |   |   |   |           |   |   | X |           |   |   |   |  |

|   |    |   |
|---|----|---|
| El mantenimiento productivo total en unidades de transporte | 11 | X |
|   | 12 | X |
|   | 13 | X |
|   | 14 | X |
|   | 15 | X |
|   | 16 | X |

## 12. Inversión

Los detalles de la inversión necesaria para la mejora del plan de capacitación (ver tabla 17).

**Tabla 17**

*Inversión del plan de capacitación*

| Inversión - Capacitación | Unidad de medida | Cantidad | Costo Unitario | Costo total |
|--------------------------|------------------|----------|----------------|-------------|
| Capacitación             | Unidad           | 4        | S/3,000.00     | S/12,000.00 |
| Break                    | Und              | 10       | S/300.00       | S/3,000.00  |
|                          | Total            |          |                | S/15,000.00 |

Con el plan de capacitación propuesto, se prevé minimizar el porcentaje de mantenimiento externo de 25.8% a 18.3%, con esto se reducirá la pérdida de S/. 472,750 a S/. 336,079 anuales, tal como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 18**

*Reducción de la pérdida anual con la capacitación*

| N° de bus | N° Paradas o fallas | N° de fallas atendidas de manera externa | Porcentaje de fallas atendidas de manera externa | Pérdida por mantenimiento externo |
|-----------|---------------------|--|--|-----------------------------------|
|-----------|---------------------|--|--|-----------------------------------|

|       |      |        |       |             |
|-------|------|--------|-------|-------------|
| 1     | 135  | 26.00  | 19.3% | S/. 24,869  |
| 2     | 133  | 23.00  | 17.3% | S/. 19,353  |
| 3     | 114  | 21.00  | 18.4% | S/. 18,848  |
| 4     | 125  | 24.00  | 19.2% | S/. 19,007  |
| 5     | 130  | 23.00  | 17.7% | S/. 19,353  |
| 6     | 144  | 26.00  | 18.1% | S/. 20,213  |
| 7     | 129  | 25.00  | 19.4% | S/. 28,493  |
| 8     | 134  | 24.00  | 17.9% | S/. 28,158  |
| 9     | 125  | 24.00  | 19.2% | S/. 28,158  |
| 10    | 143  | 26.00  | 18.2% | S/. 14,365  |
| 11    | 126  | 24.00  | 19.0% | S/. 28,158  |
| 12    | 124  | 24.00  | 19.4% | S/. 29,011  |
| 13    | 119  | 21.00  | 17.6% | S/. 20,657  |
| 14    | 125  | 21.00  | 16.8% | S/. 19,475  |
| 15    | 115  | 20.00  | 17.4% | S/. 17,961  |
| Total | 1921 | 352.00 | 18.3% | S/. 336,079 |

### 3.3.Evaluación económica

#### a) Detalle de la inversión

Para el desarrollo de la mejora planteada en puntos anteriores, será necesario invertir un total de S/30,311.00, así como se detalla los montos para cada herramienta a continuación:

**Tabla 19**

*Inversión total para las mejoras*

| INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS MEJORAS |                  |          |                |             |           |                      |
|---|------------------|----------|----------------|-------------|-----------|----------------------|
| Inversión - TPM                             | Unidad de medida | Cantidad | Costo Unitario | Costo total | Vida útil | Depreciación mensual |
| Laptop                                      |                  | 1        | S/2,500.00     | S/2,500.00  | 5         | S/41.67              |
| Proyector                                   |                  | 1        | S/1,200.00     | S/1,200.00  | 5         | S/20.00              |
| Colación de capacitación interna            | Und              | 4        | S/13.00        | S/52.00     |           |                      |
| Pack de útiles de escritorio                |                  | 2        | S/25.00        | S/50.00     |           |                      |
| Material informativo                        |                  | 5        | S/4.80         | S/24.00     |           |                      |

|                                    |     |            |             |   |          |
|------------------------------------|-----|------------|-------------|---|----------|
| Material para el mantenimiento     | 1   | S/2,500.00 | S/2,500.00  |   |          |
| Impresión de formatos              | 100 | S/0.10     | S/10.00     |   |          |
| Pack materiales de aseo            | 3   | S/35.00    | S/105.00    |   |          |
| Vibrómetro                         | 1   | S/2,600.00 | S/2,600.00  | 5 | S/43.33  |
| Voltímetro                         | 1   | S/520.00   | S/520.00    | 5 | S/8.67   |
| Termógrafo                         | 1   | S/3,500.00 | S/3,500.00  | 5 | S/58.33  |
| Fisurómetro                        | 1   | S/1,250.00 | S/1,250.00  | 5 | S/20.83  |
| Medidor digital de aire en llantas | 1   | S/250.00   | S/250.00    | 5 | S/4.17   |
| <b>Total</b>                       |     |            | S/14,561.00 |   | S/197.00 |

---

**Inversión - Gestión de la documentación**

|                      |     |            |            |            |         |         |
|----------------------|-----|------------|------------|------------|---------|---------|
| Impresora            | 1   | S/1,500.00 | S/1,200.00 | 5          | S/20.00 |         |
| Laptop               | Und | 1          | S/2,500.00 | S/2,500.00 | 5       | S/41.67 |
| Capacitación interna | 1   | S/750.00   | S/750.00   |            |         |         |
| <b>Total</b>         |     |            | S/750.00   |            | S/61.67 |         |

---

**Inversión - Capacitación**

|                        |        |    |            |             |          |
|------------------------|--------|----|------------|-------------|----------|
| Capacitación           | Unidad | 4  | S/3,000.00 | S/12,000.00 |          |
| Break                  | Und    | 10 | S/300.00   | S/3,000.00  |          |
| <b>Total</b>           |        |    |            | S/15,000.00 |          |
| <b>INVERSIÓN TOTAL</b> |        |    |            | S/30,311.00 | S/258.67 |

---

**b) Beneficios de las herramientas**

También se especifican los ingresos mensuales derivados con cada herramienta utilizada en la empresa.

**Tabla 20**

*Beneficios obtenidos*

| CR                   | DESCRIPCIÓN   | Ene           | Feb           | Mar           | Abr           | May           | Jun           | Jul           | Ago           | Sep           | Oct           | Nov           | Dic           | Total          |
|----------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Cr6                  | Falta de un mantenimiento adecuado a los buses          | S/. 28,665    | S/. 27,128    | S/. 27,529    | S/. 27,262    | S/. 30,002    | S/. 28,064    | S/. 27,596    | S/. 29,801    | S/. 26,794    | S/. 27,663    | S/. 27,997    | S/. 28,532    | S/. 337,033    |
| Cr8                  | Falta de documentacion de mantenimiento de las unidades | S/. 581       | S/. 550       | S/. 558       | S/. 552       | S/. 608       | S/. 569       | S/. 559       | S/. 604       | S/. 543       | S/. 561       | S/. 567       | S/. 578       | S/. 6,829      |
| Cr2                  | Falta de capacitación al área de mantenimiento          | S/. 11,624    | S/. 11,001    | S/. 11,163    | S/. 11,055    | S/. 12,166    | S/. 11,380    | S/. 11,191    | S/. 12,085    | S/. 10,865    | S/. 11,218    | S/. 11,353    | S/. 11,570    | S/. 136,671    |
| <b>INGRESO TOTAL</b> |   | S/. 40,870.15 | S/. 38,678.98 | S/. 39,250.59 | S/. 38,869.51 | S/. 42,775.52 | S/. 40,012.73 | S/. 39,345.86 | S/. 42,489.71 | S/. 38,202.63 | S/. 39,441.12 | S/. 39,917.47 | S/. 40,679.61 | S/. 480,533.89 |

*Nota.* Los datos fueron tomados de la tabla 4

La tabla 20 muestra el beneficio anual obtenido con las mejoras fue de S/ 480,533.89

### c) Estado de resultados

Costo de oportunidad anual: 18% anual      Tasa mensual: 1,39%

**Tabla 21**

*Estado de resultados mensual*

| <b>Mensual</b>                | <b>0</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>6</b>   | <b>7</b>   | <b>8</b>   | <b>9</b>   | <b>10</b>  | <b>11</b>  | <b>12</b> |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| ingresos                      | S/. 40,870 | S/. 38,679 | S/. 39,251 | S/. 38,870 | S/. 42,776 | S/. 40,013 | S/. 39,346 | S/. 42,490 | S/. 38,203 | S/. 39,441 | S/. 39,917 | S/. 40,680 |           |
| costos operativos             | S/. 25,339 | S/. 23,981 | S/. 24,335 | S/. 24,099 | S/. 26,521 | S/. 24,808 | S/. 24,394 | S/. 26,344 | S/. 23,686 | S/. 24,453 | S/. 24,749 | S/. 25,221 |           |
| depreciación                  | S/. 259    |           |
| Utilidad bruta                | S/. 15,272 | S/. 14,439 | S/. 14,657 | S/. 14,512 | S/. 15,996 | S/. 14,946 | S/. 14,693 | S/. 15,887 | S/. 14,258 | S/. 14,729 | S/. 14,910 | S/. 15,200 |           |
| Gav                           | S/. 764    | S/. 722    | S/. 733    | S/. 726    | S/. 800    | S/. 747    | S/. 735    | S/. 794    | S/. 713    | S/. 736    | S/. 745    | S/. 760    |           |
| Utilidad antes de impuestos   | S/. 14,508 | S/. 13,717 | S/. 13,924 | S/. 13,786 | S/. 15,196 | S/. 14,199 | S/. 13,958 | S/. 15,093 | S/. 13,545 | S/. 13,993 | S/. 14,164 | S/. 14,440 |           |
| Impuestos                     | S/. 3,917  | S/. 3,704  | S/. 3,759  | S/. 3,722  | S/. 4,103  | S/. 3,834  | S/. 3,769  | S/. 4,075  | S/. 3,657  | S/. 3,778  | S/. 3,824  | S/. 3,899  |           |
| Utilidad después de impuestos | S/. 10,591 | S/. 10,014 | S/. 10,164 | S/. 10,064 | S/. 11,093 | S/. 10,365 | S/. 10,189 | S/. 11,018 | S/. 9,888  | S/. 10,215 | S/. 10,340 | S/. 10,541 |           |

### d) Flujo de caja

**Tabla 22**

*Flujo de caja mensual*

| <b>Meses</b>                  | <b>0</b>           | <b>1</b>   | <b>2</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>   | <b>5</b>   | <b>6</b>   | <b>7</b>   | <b>8</b>   | <b>9</b>   | <b>10</b>  | <b>11</b>  | <b>12</b>  |
|-------------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Utilidad después de impuestos | S/. 10,591         | S/. 10,014 | S/. 10,164 | S/. 10,064 | S/. 11,093 | S/. 10,365 | S/. 10,189 | S/. 11,018 | S/. 9,888  | S/. 10,215 | S/. 10,340 | S/. 10,541 |            |
| mas depreciación              | S/. 259            | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    | S/. 259    |            |
| Flujo neto de efectivo        | <b>-S/. 30,311</b> | S/. 10,850 | S/. 10,272 | S/. 10,423 | S/. 10,323 | S/. 11,352 | S/. 10,624 | S/. 10,448 | S/. 11,277 | S/. 10,147 | S/. 10,473 | S/. 10,599 | S/. 10,800 |

e) Indicadores económicos

**Tabla 23**

*Indicadores económicos*

| Meses            | 0                    | 1            | 2          | 3                    | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         | 11         | 12         |
|------------------|----------------------|--------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ingresos totales |                      | S/. 40,870   | S/. 38,679 | S/. 39,251           | S/. 38,870 | S/. 42,776 | S/. 40,013 | S/. 39,346 | S/. 42,490 | S/. 38,203 | S/. 39,441 | S/. 39,917 | S/. 40,680 |
| Egresos totales  |                      | S/. 30,020   | S/. 28,407 | S/. 28,828           | S/. 28,547 | S/. 31,424 | S/. 29,389 | S/. 28,898 | S/. 31,213 | S/. 28,056 | S/. 28,968 | S/. 29,319 | S/. 29,880 |
| VAN ingresos     | S/. 439,758          | soles        |            |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| VAN egresos      | S/. 322,998          | soles        |            |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>PRI</b>       | <b>2.88</b>          | <b>meses</b> |            |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>VAN</b>       | <b>S/. 86,449.03</b> |              |            |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>TIR</b>       | <b>34.0%</b>         | <b>&gt;</b>  | <b>COK</b> | <b>1.39% mensual</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| <b>B/C</b>       | <b>1.4</b>           |              |            |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |

Como se puede ver en la tabla anterior, se tuvo un VAN positivo de S/ 86,449.03, un TIR de 34% mayor al costo de oportunidad mensual de la empresa de 1.39%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses, por lo que se afirma que es viable para la empresa.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

La tesis propuso determinar el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024, determinando que el TPM impacta positivamente sobre la disponibilidad de una flota de buses de la empresa de estudio, debido a que esta se incrementó en un 3.8%, es decir pasó de 80.9% a 84.7%. Esto demuestra que el uso del TPM contribuye al incremento de la disponibilidad; por lo cual se validó la hipótesis concluyendo que el mantenimiento productivo total incrementará la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024. De igual forma, fue corroborado por: Vélez (2021) quien en su investigación respecto al TPM logró un incremento de la disponibilidad del 21.42% ya que inicialmente la disponibilidad fue de 64.29% y luego fue de 85.71%; Montoya y Segura (2023) quienes con su diseño de TPM lograron un crecimiento de la disponibilidad del 18.4% (pasó de un 86.64% a un 93.70%; del mismo modo, Burgos (2022) obtuvo un crecimiento de la disponibilidad del 0.21% (pasó de 94.93% a 95.14%); y finalmente, López (2020) logró un incremento de la disponibilidad de 85.4% a un 91.1% (+5.7%). De acuerdo a la información presentada anteriormente, se entiende que las empresas de transporte o de otro rubro pueden incrementar la disponibilidad de sus activos mediante el mantenimiento productivo total.

La tesis propuso diagnosticar la situación actual de las causas de la baja disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes, determinando que las causas de la baja disponibilidad fueron la falta de un mantenimiento adecuado a los buses, falta de documentación de mantenimiento de las unidades y falta de capacitación al área de mantenimiento, lo cual resultó en una pérdida de S/. 2,199,085 anuales. Esto demuestra

que los problemas relacionados al mantenimiento de la flota de buses generan a pérdidas monetarias para la empresa. De igual forma, esto fue corroborado por: Moreira (2022) quién encontró que las causas de la baja disponibilidad de un taller mecánico fueron la ausencia de un mantenimiento adecuado de los equipos, frecuentes mantenimientos correctivos, presencia de averías y daños de los equipos, entre otros, y conllevaron a tener una pérdida de \$850 mensuales; asimismo, Barrera (2020) determinó que el incumplimiento del mantenimiento de los vehículos, gran cantidad de mantenimientos correctivos y un inadecuado mantenimiento preventivo eran las causas de la baja disponibilidad, las cuales conllevaron a tener una pérdida de \$62.200.000 COP. De acuerdo a la información presentada anteriormente, se entiende que los problemas relacionados al mantenimiento de los vehículos generan pérdidas económicas para las organizaciones.

La tesis propuso desarrollar la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, la cual incluyó el uso de herramientas como el TPM, la Gestión de la documentación y la Capacitación para el área de mantenimiento, su aplicación generó un ahorro de S/. 480,534 al año. Esto demuestra que el uso de diversas herramientas de mejora para el mantenimiento genera un beneficio económico importante para la empresa. De igual forma, esto fue corroborado por: Mauricio y Ortiz (2022) quienes aplicaron como herramientas de mejora al TPM y el RCM, gracias a los cuales tuvieron un beneficio de S/ 416,464.80 anuales; asimismo, Carbajal (2023) desarrolló la metodología TPM como herramientas y obtuvo un beneficio de S/ 289,532.00 al año. De acuerdo a la información presentada anteriormente, se entiende que las propuestas de TPM no solo mejoran la disponibilidad, sino que también traen consigo un beneficio monetario para las empresas.

La tesis propuso realizar una evaluación económica de la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, llegando a determinar que esta es rentable, puesto que se tuvo un VAN de S/ 86,449.03, un TIR de 34%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses. Esto demuestra que la propuesta de mantenimiento productivo total es rentable para la empresa de transporte. De igual forma, esto fue corroborado por: Solórzano y Amaya (2022) puesto que tuvo un VAN de S/ 47,625.49 y TIR de 16.74%, lo cual evidenció la rentabilidad de la propuesta para la compañía; igualmente, Mauricio y Ortiz (2022) concluyó que su propuesta era rentable ya que tuvo un VAN de S/ 110,771.22 y una TIR de 30.10%. De acuerdo a la información presentada anteriormente, se entiende que las propuestas de mantenimiento productivo total son rentables para las empresas que las implementan, puesto que la inversión inicial se recupera en su totalidad.

## 4.2 Conclusiones

- Se determinó que el mantenimiento productivo total impacta positivamente sobre la disponibilidad de una flota de buses de la empresa de transportes, debido a que esta se incrementó en un 3.8%, es decir pasó de 80.9% a 84.7%.
- Se diagnosticó la situación actual de las causas de la baja disponibilidad de una flota de buses, determinando que las causas de la baja disponibilidad fueron la falta de un mantenimiento adecuado a los buses, falta de documentación de mantenimiento de las unidades y falta de capacitación al área de mantenimiento, lo cual resultó en una pérdida de S/. 2,199,085 anuales.
- Se desarrolló la propuesta de mantenimiento productivo total, la cual incluyó el uso de herramientas como el TPM, la Gestión de la documentación y la Capacitación para el área de mantenimiento, su aplicación generó un beneficio de S/. 480,534 al año.
- Se realizó una evaluación económica de la propuesta de mantenimiento productivo total con un horizonte de tiempo de 1 año, llegando a determinar que esta es rentable, puesto que se tuvo un VAN de S/ 86,449.03, un TIR de 34%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses.

## Referencias

Acuña, J. (2022). Ingeniería de confiabilidad. Colombia: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_confiabilidad/QymEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Ingenier%C3%ADa_de_confiabilidad/QymEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

Barrera, Y. (2020). Modelo de mejora para la gestión del mantenimiento fundamentado en la metodología de TPM para el programa de lubricación de los vehículos de la empresa Tisquesusa S.A asociada al grupo empresarial Inversiones Aguila S.A. Tunja, Colombia.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28476/2020YadiraBarrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Burgos, A. (2022). Implementación de una propuesta de mejora en la eficiencia global de los equipos, aplicando la metodología TPM, para reducir los costos de mantenimiento en la línea de envasado de la empresa la molina E.I.R.L. Trujillo, 2021. Trujillo, Perú.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31463/Burgos%20Ruiz%2c%20Anthony%20Gianfranco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carbajal, F. (2023). Propuesta para mejorar la disponibilidad de una flota de camiones, en una empresa de transporte de carga y mercancías, aplicando la metodología TPM. Lima, Perú.

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668437/Carbajal\\_CF.pdf?sequence=17&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668437/Carbajal_CF.pdf?sequence=17&isAllowed=y)

Duran, H. (2022). Manual de Mapeo de Procesos Con Gestión Documental Y Bpmn. (n.p.): Amazon Digital Services LLC - KDP Print US.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Manual\\_de\\_Mapeo\\_de\\_Procesos\\_Con\\_Gesti%C3%B3n/BxD3zgEACAAJ?hl=es](https://www.google.com.pe/books/edition/Manual_de_Mapeo_de_Procesos_Con_Gesti%C3%B3n/BxD3zgEACAAJ?hl=es)

González Durán, E. D. (2023). Programación del funcionamiento, mantenimiento y adquisición de equipos e instalaciones. AGAJ0308. España: IC Editorial.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Programaci%C3%B3n\\_del\\_funcionamiento\\_manteni/gf20EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Programaci%C3%B3n_del_funcionamiento_manteni/gf20EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

Juran, J., Gryna, F., & Bingham, R. (2021). Manual de control de la calidad. Volumen 1. España: Reverte.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Manual\\_de\\_control\\_de\\_la\\_calidad\\_Volumen/esYiEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Manual_de_control_de_la_calidad_Volumen/esYiEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

León, G. (2020). Gestión de la documentación jurídica y empresarial. España: Editorial Editex.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_de\\_la\\_documentaci%C3%B3n\\_jur%C3%ADdica/UZt1EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_de_la_documentaci%C3%B3n_jur%C3%ADdica/UZt1EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

Machado, A., & Rodríguez, O. (2020). Gestión auxiliar de documentación económico-administrativa y comercial. UF0519. España: Editorial Tutor Formación.  
[https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n\\_auxiliar\\_de\\_documentaci%C3%B3n\\_econ/FETQDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Gesti%C3%B3n_auxiliar_de_documentaci%C3%B3n_econ/FETQDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

Meneses, N., y Guzmán, J. (2022). Importancia de la mecánica ligera en el mantenimiento preventivo del vehículo. *Polo del Conocimiento*, 7(9), 1609-1625.

Montoya, J., & Segura, N. (2023). Implementación de mantenimiento productivo total para mejorar la disponibilidad de máquinas en una empresa Metal Mecánica, 2023. Trujillo, Perú.

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/119249/Montoya\\_GJF-Segura\\_MNS-SD.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/119249/Montoya_GJF-Segura_MNS-SD.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Peñaloza, G. (2022). Mantenimiento industrial aplicado. Argentina: Imaginante editorial.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Mantenimiento\\_industrial\\_aplicado/POScEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.google.com.pe/books/edition/Mantenimiento_industrial_aplicado/POScEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

Periche, A., & Mogollon, J. (2022). Incremento de la eficiencia de la flota de buses en una empresa de transporte interprovincial aplicando la Metodología de TPM.

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671537/Periche\\_TA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671537/Periche_TA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rodríguez, Y. (2020). Metodología de la investigación. México: Klik.

[https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n/x9s6EAAAQBAJ?hl=es&gbpv](https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/x9s6EAAAQBAJ?hl=es&gbpv)

Solórzano, M., & Amaya, J. (2022). Implementación de la mejora en una línea de producción de una planta embotelladora para incrementar su disponibilidad aplicando Lean Manufacturing. Lima, Perú.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667132>

Vélez, D. (2021). Modelo de gestión de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para el parque automotor de vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado municipal de Azogues. Cuenca. Ecuador.

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10632/1/16219.pdf>

## **Anexos**

### Anexo 1: Matriz de operacionalización

| PROBLEMA   | HIPOTESIS  | OBJETIVOS  | VARIABLES | METODOLOGIA              | POBLACION                          |  |
|--|--|--|-----------|--------------------------|------------------------------------|--|
| ¿Cuál es el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024? | El mantenimiento productivo total incrementará la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024. | Objetivo General:  |           | <b>V. Independiente:</b> | <b>Tipo de Investigación:</b>      |  |
|  |  | Determinar el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024.                 | -TPM      |                          | - Aplicada, cuantitativa           |  |
|  |  | Objetivos Específicos:   |           | <b>V. Dependiente:</b>   | <b>Diseño:</b>                     |  |
|  |  | a) Diagnosticar la situación actual de las causas de la baja disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024.                      | -         | Disponibilidad           | - Pre - Experimental - propositiva | El proceso de mantenimiento de la flota de buses de una empresa de transportes |
|  |  | b) Desarrollar la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024. |           |                          |                                    |  |
|  |  |  |           |                          | <b>Técnica:</b>                    |  |

c) Realizar una evaluación económica de la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024.

- Análisis de documentos

- Encuesta

- Observación

**Instrumento:**

- Guía de análisis de documentos

- Cuestionario

- Ficha de registro

**Método de análisis de datos**

- Ishikawa

- Diagrama de Pareto.

- Matriz de Indicadores.

**MUESTRA**

El proceso de mantenimiento de la flota de buses de una empresa de transportes

### Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLES                | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERACIONAL  | DIMENSIONES                                  | INDICADORES  | ESCALA DE MEDICION |
|--------------------------|---|---|--|--|--------------------|
| <b>V. Independiente:</b> | Una nueva filosofía de mantenimiento que integra el mantenimiento a escala global, no como una entidad aislada con sus propios objetivos y propósitos, sino como un medio para reducir los costes de producción, con el objetivo primordial de lograr la mayor eficiencia del sistema binomio hombre-producción Canahua (2021). | Variable medible mediante factores que influyen en el mantenimiento de los buses  | Tiempo disponible                            | MTTF/(MTTR+MTTF)   | %                  |
| - TPM                    |   |   | Gestión de la documentación de mantenimiento | Nº de formatos de mantenimiento de las unidades x 100%/ Nº total de formatos               | %                  |
|                          |   |   | Capacitación                                 | Nº de trabajadores capacitados del área de mantenimiento x 100% / Nº Total de trabajadores | %                  |
| <b>V. Dependiente:</b>   |   |   |  |  | %                  |
| - Disponibilidad         | Por otro lado, para Espinoza et al. (2020), la medida indica cuanto tiempo esta en funcionamiento un determinado equipo   | Variable medible hallando el tiempo total de funcionamiento entre el tiempo total | Disponibilidad                               | MTTF/(MTTR+MTTF)   | %                  |

### Anexo 3: Encuesta

#### ENCUESTA

#### Problema :Baja disponibilidad

Área:

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

| Valorización | Puntaje |
|--------------|---------|
| Muy Alto     | 3       |
| Alto         | 2       |
| Medio        | 1       |
| Bajo         | 0       |

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

| Causa      | Preguntas con respecto a las principales causas                      | Calificación |      |       |      |
|------------|--|--------------|------|-------|------|
|            |  | Muy Alto     | Alto | Medio | Bajo |
| <b>Cr1</b> | Falta de personal de mantenimiento                                   |              |      |       |      |
| <b>Cr2</b> | Falta de capacitación al área de mantenimiento                       |              |      |       |      |
| <b>Cr3</b> | Falta de gestión de inventarios                                      |              |      |       |      |
| <b>Cr4</b> | Falta de una adecuada evaluación de proveedores                      |              |      |       |      |
| <b>Cr5</b> | Falta de herramientas y equipos para el desarrollo de mantenimientos |              |      |       |      |
| <b>Cr6</b> | Falta de un mantenimiento adecuado a los buses                       |              |      |       |      |
| <b>Cr7</b> | Falta de orden y limpieza en el área de mantenimiento                |              |      |       |      |
| <b>Cr8</b> | Falta de documentacion de mantenimiento de las unidades              |              |      |       |      |

### Anexo 4: Ficha de observación

| GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO |      |             |                       |            |
|------------------------------|------|-------------|-----------------------|------------|
| Fecha:                       |      |             |                       |            |
| Hora:                        |      |             |                       |            |
| Nº                           | Área | Responsable | Problema identificado | Comentario |
| 1                            |      |             |                       |            |
| 2                            |      |             |                       |            |
| 3                            |      |             |                       |            |
| 4                            |      |             |                       |            |
| 5                            |      |             |                       |            |
| 6                            |      |             |                       |            |
| 7                            |      |             |                       |            |
| 8                            |      |             |                       |            |
| 9                            |      |             |                       |            |
| 10                           |      |             |                       |            |
| 11                           |      |             |                       |            |
| 12                           |      |             |                       |            |

**Anexo 5: Ficha de análisis documental**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Datos  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nº de fallas                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tiempo total de funcionamiento ( horas)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tiempo total de reparaciones ( horas)              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nº de mecánicos                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nº de fallas atendidas de manera externa           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Nº de capacitaciones para el área de mantenimiento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## Anexo 6: Reporte de entrada de vehículos a mantenimiento

### REPORTE DE ENTRADA DE VEHÍCULOS A MANTENIMIENTO

(Gestión de Mantenimiento)

Placa del vehículo: \_\_\_\_\_

Conductor: \_\_\_\_\_

Fecha de ingreso: \_\_\_\_\_ Fecha de salida: \_\_\_\_\_

Odómetro: \_\_\_\_\_ Kilometraje: \_\_\_\_\_

Clase de mantenimiento requerido:

Preventivo

Correctivo

#### DIAGNÓSTICO DEL VEHÍCULO

|  |
|--|
|  |
|--|

#### DETALLE DEL MANTENIMIENTO O REPARACIONES APLICADAS

|  |
|--|
|  |
|--|

#### RECURSOS EMPLEADOS

| Nº | Piezas de recambio o insumos utilizados |  |  |  | Cantidad |
|----|---|--|--|--|----------|
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |
|    |   |  |  |  |          |

**Anexo 7: Ficha técnica de vehículos**

| FICHA TÉCNICA DE VEHÍCULOS  |                   |                           |
|-----------------------------|-------------------|---------------------------|
| Conductor: _____            |                   |                           |
| Placa del vehículo _____    | Marca: _____      |                           |
| Modelo: _____               | Serie: _____      |                           |
| Cilindaje: _____            | FOTO DEL VEHÍCULO |                           |
| Serie de motor: _____       |                   |                           |
| Serie de chasis: _____      |                   |                           |
| Nº de puertas: _____        |                   |                           |
| SOAT: _____                 |                   |                           |
| Tarjeta de propiedad: _____ |                   |                           |
| Año de fabricación: _____   |                   | Año de adquisición: _____ |

### Anexo 8: Historial del mantenimiento de vehículos

| HISTORIAL DEL MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS |     |             |                                |         |             |       |
|--|-----|-------------|--------------------------------|---------|-------------|-------|
| Placa de vehículo                        |     |             |                                |         | Costo total |       |
| Modelo/Serie                             |     |             |                                |         |             |       |
| Año                                      |     |             |                                |         |             |       |
| Motor                                    |     |             |                                |         |             |       |
| Fecha de mantenimiento                   | Mes | Kilometraje | Actividad o servicio realizado | Tipo    |             | Costo |
|  |     |             |                                | Interno | Externo     |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |
|  |     |             |                                |         |             |       |