



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea  
Mixta para Incrementar la Disponibilidad en AUTOMAX

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Bahamonde Gordillo, Miguel Ángel (orcid.org/0000-0002-8650-8846)

**ASESOR:**

Mg. Cuadros Camposano, Edwin Huber (orcid.org/0000-0001-6478-8130)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento.

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre y mi hermana, sin ellas no lo habría logrado. Su bendición y apoyo que me han dado estos últimos meses me dieron fuerzas para lograr este trabajo, por eso les doy mi trabajo en ofrenda a su paciencia y amor.

Miguel Angel

## **Agradecimiento**

Me gustaría agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar en mi carrera profesional. Agradezco especialmente a mi Asesor por su constante apoyo y comprensión este proceso de titulación.

Gracias infinitas a mi madre, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mi hermana, quien supieron su tiempo para escucharme y apoyarme. Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea Mixta para Incrementar la Disponibilidad en AUTOMAX", cuyo autor es BAHAMONDE GORDILLO MIGUEL ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 10 de Abril del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO DNI: 09599387 ORCID: 0000-0001-6478-8130	Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 29- 04-2024 17:33:26

Código documento Trilce: TRI - 0742710





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, BAHAMONDE GORDILLO MIGUEL ANGEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea Mixta para Incrementar la Disponibilidad en AUTOMAX", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
BAHAMONDE GORDILLO MIGUEL ANGEL DNI: 73249202 ORCID: 0000-0002-8650-8846	Firmado electrónicamente por: MBAHAMONDE el 20- 06-2024 11:41:28

Código documento Trilce: INV - 1623668

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2 Variable y operacionalización .....	15
3.3 Población, muestra y muestreo .....	16
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos .....	20
3.7 Aspectos éticos .....	20
IV. RESULTADOS .....	21
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	66

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Equipos de la Línea Mixta.....	2
<b>Tabla 2</b> Calificación de los factores de criticidad.....	10
<b>Tabla 3</b> Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.....	12
<b>Tabla 4</b> Lista descriptiva de los equipos. ....	16
<b>Tabla 5</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
<b>Tabla 6</b> Análisis Interno – FODA.....	22
<b>Tabla 7</b> Análisis Externo - FODA .....	22
<b>Tabla 8</b> Diagrama Ishikawa la disponibilidad de los equipos. ....	23
<b>Tabla 9</b> Diagrama de Causa Raíz.....	27
<b>Tabla 10</b> Criticidad de los equipos .....	30
<b>Tabla 11</b> Registro de fallas y disponibilidad.....	32
<b>Tabla 12</b> Análisis de Modos y Efectos de Fallas - AMEF.....	35
<b>Tabla 13</b> Cronograma de mantenimiento.....	40
<b>Tabla 14</b> Cronograma de capacitaciones.....	43
<b>Tabla 15</b> Cuadro comparativo del MTBF del pre y pos implementación del mantenimiento.....	45
<b>Tabla 16</b> Cuadro comparativo del MTTR del pre y pos implementación del mantenimiento.....	46
<b>Tabla 17</b> Registro de disponibilidad pos implementación .....	48
<b>Tabla 18</b> Costos de adquisición de materiales para la implementación del mantenimiento.....	50
<b>Tabla 19</b> Costos de las capacitaciones.....	51
<b>Tabla 20</b> Costo de elaboración de los recursos del plan de mantenimiento .....	52
<b>Tabla 21</b> Comparación de los costos invertidos.....	52

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Diagrama de Ishikawa .....	13
<b>Figura 2</b> Proceso de la investigación .....	19
<b>Figura 3</b> Proceso de la Inspección Técnica en la Línea Mixta de AUTOMAX .....	21
<b>Figura 4</b> Disponibilidad de inicial de los equipos .....	33
<b>Figura 5</b> Comparativa de MTBF .....	45
<b>Figura 6</b> Comparativa de MTTR. ....	46
<b>Figura 7</b> Disponibilidad de equipos después de la implementación.....	49
<b>Figura 8</b> Comparativa de la disponibilidad pre y pos implementación del plan de mantenimiento.....	54
<b>Figura 9</b> Comparativa de los costos adquisitivos antes y después del mantenimiento.....	57

## Resumen

Este estudio se ha ejecutado en el espacio temporal del 2023 y 2024, tiene como objetivo principal la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad de los equipos de la línea mixta de la empresa CITV Revisiones Técnicas Vehiculares AUTOMAX. El tipo de investigación utilizado ha sido la aplicada con diseño preexperimental, la cual nos permite recurrir a las mejoras y es medido mediante el pre test y el post test, siendo la población y muestra los 11 equipos de la línea mixta, con enfoque cuantitativo y corte transversal. Los resultados obtenidos de la implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto han sufrido de una variación, inicialmente se ha mostrado una disponibilidad de 86% de media de los equipos y después de la implementación del plan de manteniendo preventivo ha aumentado a 96%, mostrando un aumento de 10%, demostrando la mejora en el servicio de la planta tanto técnica como económica mostrando un ahorro del 92% ante la posibilidad de una suspensión por incumplimiento de la DS-24-2009-MTC .

**Palabras clave:** Disponibilidad, Mantenimiento Preventivo, Criticidad, MTBF, MTTR

## **Abstract**

This study has been carried out in the time period of 2023 and 2024, its main objective is the implementation of a preventive maintenance plan to improve the availability of the equipment of the mixed line of the company CITV AUTOMAX Vehicular Technical Reviews. The type of research used has been applied with a pre-experimental design, which allows us to resort to improvements and is measured through the pre-test and the post-test, the population and sample being the 11 teams of the mixed line, with a quantitative and cross-section. The results obtained from the implementation of the proposed preventive maintenance plan have suffered from a variation, initially an availability of 86% of equipment means has been shown and after the implementation of the preventive maintenance plan it has increased to 96%, showing a increase of 10%, demonstrating the improvement in the service of the plant, both technical and economic, showing a saving of 92% in the face of the possibility of a suspension due to non-compliance with DS-24-2009-MTC.

**Keywords:** Availability, Preventive Maintenance, Criticality, MTBF, MTTR

## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde tiempos pretéritos, el hombre tuvo la necesidad de preservar sus herramientas, incluso las más básicas y rudimentarias. La mayoría de los fallos experimentado se debieron a su mal uso. Con el arribo de la revolución industrial y desde la segunda mitad del siglo XVIII hasta a principios del XIX, a partir de la mecanización de la industria textil y el desarrollo de los procesos del hierro y otros metales, las primeras empresas se preocuparon en la resolución de las fallas y paradas, reduciendo los tiempos de inactividad de los equipos. Es ahí donde el mantenimiento ha sido de suma importancia para la industria, con la finalidad maximizar la producción ante la competencia.

En 1910, el número de las máquinas que operaban dentro de la industria, habían aumentado y esto obligó a los trabajadores a dedicarle cada vez más tiempo a su cuidado, buscando maneras para que el mantenimiento será el más eficiente posible, esto sucedió a raíz del planteamiento de trabajo propuesto por Taylor, H. Ford, y Fayol, a medida de que la función del mantenimiento logra especialización y autonomía es que aparece diligencias encargadas a su trabajo, como la buena administración, la dirección y el control de los sistemas mecánicos y eléctricos, gracias a los programas innovadores de mantenimientos preventivos en respuesta a la necesidad del requerimiento constante de la disponibilidad emergente de la industria demos procesos continuos.

Para 1950 un grupo de ingenieros prevenientes de Japón, propusieron un nuevo concepto de mantenimiento, tan simple y sencillo que se basaba en seguir las sugerencias de los fabricantes de los equipos, en donde se especificaba los cuidados que se deberían considerar para operación y mantenimiento específico de ellos. A esta tendencia novedosa se la denomino "Mantenimiento Preventivo". Muchos gerentes de plantas industriales se interesaron en impulsar estas prácticas a sus trabajadores, con la finalidad de establecer programas de observaciones de equipos y prevenir fallas y daños. Definiendo al mantenimiento preventivo como la constante revisión de los equipos o aparatos para su correcto funcionamiento, previniendo que los equipos se dañen de manera agresiva o irreparable, y manteniendo a la industria en producción.

La empresa "CITV Revisiones Técnicas Vehiculares AUTOMAX" se encuentra ubicado en la ciudad de Juliaca, y por su naturaleza de CITV, se evalúa, verifica y certifica el buen desempeño de los vehículos, y el correcto acatamiento de las condiciones y requisitos técnicos establecidos en las normativas vigentes, con la finalidad de asegurar la seguridad vial mediante el transporte y el tránsito terrestre, sin degradar los ecosistemas expuesto y la salud de las personas; es por ello que el mantenimiento de los equipos debe ser de manera regular, ya que, garantiza que los vehículos estén calificados y certificados para su funcionamiento vial. Esta empresa está sin programa de mantenimiento, es por ello, que los trabajos que se realizan son a base de reparaciones del momento, reparaciones menores para recuperar la operatividad de los equipos, al no existir planes ni cronogramas para restablecer la disponibilidad de los equipos y se requiere mantenimiento preventivo de varios equipos. Esto afecta especialmente al estado del equipo.

Al mismo tiempo, estas fallas afectan la seguridad y generan pérdidas de la empresa. Siendo la línea mixta una parte fundamental de expresa es que se pretende realizar el plan de mantenimiento dirigida a la línea mixta que conforma los siguientes equipos:

**Tabla 1**

*Equipos de la Línea Mixta.*

<b>N°</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>
1	BD 6465 S10 Frenómetro de rodillo	Para vehículos pesados y ligeros hasta 16 t, motor de 12 kW para dos velocidades 2,6/5,2 km/h, accesorios 4x4, rodillos de 1100 mm con recubrimiento granulado según normativa vigente, freno electromagnético, báscula 8 sensores de carga, 3x230v Fuente alimentación de 60 Hz, potencia de frenado de 40 nudos por rueda, construcción galvanizada en caliente para máxima protección contra la corrosión.	2
2	MS 8400 Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	Plataforma de verificación convergente, incluye instalación y conectores para comunicación con vitrina y/o computadora.	1
3	GTS 8508 Detector de holguras para vehículo	Soporta hasta 16 toneladas de peso por eje con 8 marchas diferentes. Consta de dos placas de control galvanizadas en caliente, una lámpara halógena para controlar el juego, un	1

	liviano y pesado	y dispositivo hidráulico que simula el movimiento, una unidad de control con cableado de unidad principal.	
4	SA640 Banco de suspensión	Diseñado para trabajos pesados en inspecciones técnicas, estructuras galvanizadas en caliente, peana fortalecida para soportar hasta 4 t de peso. El sistema funciona según el principio EUSAMA, que se aplica muchas empresas se inspección vehicular a nivel mundial. Los dos motores someten las dos placas de soporte a aprox. 6 mm y mide la vibración y el agarre de las ruedas con un sistema electrónico. Los resultados se muestran como números gráficos.	1
5	Regloscopio con Luxómetro	Para vehículos ligeros y pesados, centralita electrónica de última generación para controlar y dirigir las luces, pantalla LED para controlar la dirección de las luces (verde = derecha, rojo = izquierda), indicador digital de intensidad de luz en klux o kcandi.	1
6	Analizador de gases	Un analizador de gases es un dispositivo que se utiliza para detectar los diferentes tipos de gases presentes en la combustión y sus cantidades netas o porcentuales. Los gases analizados durante la inspección técnica de vehículos son CO, CO2 e hidrocarburos. Este dispositivo se utiliza en vehículos que funcionan con gasolina, GLP y gas natural. El equipo utiliza un sensor equipado con un filtro especial que se conecta al escape del vehículo, de modo que se pueden tomar medidas durante la desaceleración y aceleración a un máximo de 2500 rpm. El sensor también se utiliza para medir las RPM y la temperatura del motor.	1
7	Opacímetro	Son máquinas utilizadas en la industria del automóvil para medir la opacidad de las emisiones de humo de los vehículos diésel. Los medidores de niebla que regulan las emisiones de diésel constan de un cabezal medidor conectado al tubo de escape, que pasa a través de una cámara de medición con un transmisor y receptor de luz en su interior. Así, cuando los gases de escape se recirculan dentro de esta cámara de medición, el haz de luz que irradia hacia el receptor es absorbido, dependiendo de la cantidad de "suciedad" en el humo. Esta atenuación de la luz facilita la medición del porcentaje de opacidad de los gases de escape, y la prueba da como resultado un cálculo logarítmico correspondiente para obtener el coeficiente de absorción de luz, K, con unidades de m. -1, valor legal actual.	1
8	DT-8852 Sonómetro digital	Calibrado para pruebas oficiales de campo o laboratorio, incluye cable y software para conectar el dispositivo a la computadora, memoria interna para hasta 32,000 lecturas, rango 30 - 130 dB, resolución 0.1 dB, precisión estándar IEC 60651 tipo 2 (95dB /1kHz/ *1.5dB), fuente de alimentación Batería de 9V, 220 con fuente externa, dimensiones 275 x 65 x 30 mm, peso 285 gr.	1
9	Profundímetro digital	Para medir perfil neumático, rango de aplicación de 0 – 25,4mm precisión +/- 0,01mm.	1
10	Retroreflectómetro	De transmisión digital, equipo estándar ASTM E-810, capaz de medir reflectancia en un ángulo de entrada de -4° y un ángulo de visión de 0,2°. Resolución Directoral N° 3076-2009-MTC/15 "Características generales de la placa única nacional de rodaje"	1

11	Torre inflado de llantas	de de	Compresora 4hp, 2mangueras estándar de 9m con un solo clip de Chuck tipo abierto, puerto para verificar entrada y salida de aire, tanque de almacenamiento de nitrógeno inteligente y portable.	1
----	--------------------------	-------	---	---

---

*Nota:* Elaboración propia.

Los equipos que requiere una planta de revisiones e inspección técnicas de vehículos se hallan expuestos a posibles fallas y deterioros, a causa de que la mayoría de ellas se operan en espacios descubiertos de los factores ambientales, con la finalidad de realizar las actividades propias para la inspección. Por la celeridad del requerimiento es que los equipos deben estar operativos. En ocasiones el personal encargado del mantenimiento tarda en llegar a la zona provocando paradas de la línea. Por lo que es necesario que se implemente programas de mantenimiento que permita que los equipos permanezcan en funcionamiento constante. El tipo de mantenimiento preventivo más adecuado para este tipo de empresa, es el mantenimiento autónomo, ya que el mismo personal debe estar capacitado para realizarlo.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, es que se ha obtenido la siguiente formulación del problema: ¿cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta para incrementar la disponibilidad en AUTOMAX?

La justificación se basa en la gran importancia puesto a que se obtuvo un mejor funcionamiento y disponibilidad de los equipos línea mixta de la empresa de revisiones técnicas. Desde la dimensión económica, implementar un plan de mantenimiento reduce fallas por interrupciones y tiempos muertos inesperados que causan pérdidas y retrasos operatividad de los equipos, reduciendo así costos de mantenimiento y mejorando la productividad y rentabilidad del negocio. En el sector social, al desarrollar un programa de mantenimiento, previenen averías de los equipos y no afecta a los clientes durante la inspección técnica, también se evitan accidentes y daños a los empleados. Desde el punto de vista medioambiental, este plan permitirá realizar trabajos de mantenimiento de alta calidad, que redundan en la correcta eliminación de los residuos de estas actividades de forma respetuosa con el contexto ambiental.

El objetivo general de este proyecto es: implementar el plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta para incrementar la disponibilidad en AUTOMAX. Y sus objetivos específicos: i) Evaluar las condiciones previas de los equipos de la línea mixta de AUTOMAX como diagnóstico para plan de mantenimiento preventivo, ii) Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que mejore la disponibilidad de la línea mixta de AUTOMAX, iii) Evaluar los resultados al implementar el mantenimiento preventivo nos ayudará a medir la disponibilidad de los equipos dentro de la línea mixta de AUTOMAX; y iv) Verificar los costos implementación del plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta para comprobar la viabilidad y mejora dentro de la empresa AUTOMAX.

Teniendo como hipótesis que la implementación del plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta incrementará la disponibilidad dentro de la empresa de AUTOMAX.

## II. MARCO TEÓRICO

López J., Trinchet C., Perez R y Vargas J. (2021), “MAINTENANCE PROCEDURE FOR THE ASSESSMENT OF A ROAD FUEL TRANSPORT FLEET” – CUBA, en su ensayo con ISSN 1815-5944. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un método para medir la función lograda por el mantenimiento de los vehículos que movilizan combustible de manera vial, cuyas conclusiones fueron que el método se utilizaba favorablemente en la evaluación de la capacidad de mantenimiento de los equipos de transporte por carretera. a través de una evaluación en capas de bases de datos, conocimientos, herramientas apropiadas y resultados para determinar los equipos, sistemas, subsistemas y componentes críticos; también poder medir el impacto económico.

Xiaomeng (2018) en su investigación “IMPLEMENTING A TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE APPROACH INTO A IMPROVEMENT AT S. COMPANY”, explica cómo la implementación del mantenimiento preventivo hace que el personal técnico sea lo suficientemente independiente para participar en tareas básicas de mantenimiento como mantenimiento y limpieza, se logró reducir los tiempos de inactividad por fallas menores en máquinas y equipos, y que cada área esté al tanto de las averías y Mantenimiento frecuente, a las actividades de cada grupo de trabajo se le implementaron registros y evaluaciones periódicas para capacitar al personal y reducir los costos de mantenimiento correctivo. El resultado tuvo un efecto positivo en la operación, ya que la máquina CNC n.º 19 pasó del 87,9 % al 83,6 % después del mantenimiento básico de limpieza e inspección.

Hortiales M., (1997), “IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL” – Nuevo León Grado de maestro en ciencias de la administración con especialidad en producción y calidad. La guía el programa de mantenimiento productivo general, ha considerado las siguientes características: 1. Prestar atención a los procesos de limpieza e inspección básica 2. Programar los mantenimientos para los equipos de manera especializada 3. Considerar como fuente de medición la efectividad total de los equipos. 4. Diseñar y aplicar los estándares de limpieza y cuidado para los equipos 5. Realiza montaje de los mobiliarios para el orden de los espacios 6. Cuantificar la efectividad total e los equipos. 7. Proponer acciones correctivas inmediatas. La compañía donde se

implementó la propuesta, responde a la industria automotriz, pero con algunos cambios podría ser aplicado a diferentes organizaciones en las que se requiera mantenimiento.

Guillén A., (2015), "OPTIMIZACIÓN DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO" Caso: Unidad II de la empresa Negroven S.A. - Valencia Para optar al título de Magíster en Ingeniería Industrial. Ha demostrado lo siguiente: Se ha tomado como base para la gestión del mantenimiento la medición de la Efectividad Global de Equipos (OEE), antes del 2014 se obtuvo en el reactor U2 un valor crítico de 49,25%, lo que corresponde a un mal estado, para después desarrollar estrategias adecuadas para la administración del mantenimiento y llegó a un diseño a base de sistemas que mejoran el mantenimiento que abordaron las necesidades de cada componente del reactor U2, incluyendo planes de ajuste preventivo e inspección, frecuencia y personal responsable.

Alarcón A. (2018), "INDEPENDENT MAINTENANCE PROGRAM TO IMPROVE THE GLOBAL EFFECTIVENESS OF THE EQUIPMENT OF A VEHICLE TECHNICAL INSPECTION PLANT IN THE PROVINCE OF HUAROCHIRÍ" mediante la investigación aplicada de alcance descriptivo correlacional, una vez aplicado se ha concluido que el ambiente de trabajo de la línea de inspección de vehículos ha mejorado, aplicando el sistema de mantenimiento autónomo ha mejorado la eficacia general del equipo, el OEE promedio inicial cuando se implementó el plan fue del 64% y luego alcanzó el 75%. Se demostró mejora, se logró identificar los puntos claves del equipo mediante la aplicación de mantenimiento de los trabajadores, se demostró gran disminución de costos de operación y mantenimiento, gracias a la implementación de mantenimiento autónomo diario, detección oportuna de cualquier problema. tipo de problema, desviaciones del equipo.

Gilberto A., Paulino J., (2012), "RELIABILITY ANALYSIS AS A TOOL TO OPTIMIZE THE MANAGEMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE OF FLOATING LINE EQUIPMENT IN A MINING CENTER" de Lima. Para lograr el grado de magister en ingeniera con mención a gerencia e ingeniería de mantenimiento. Deducen los siguientes puntos: Que los procesos de la investigación correlacional de "el análisis

de confiabilidad” consigue como resultado, un mantenimiento insuficiente de los equipos importantes de la línea de flotación, lo cual se debe a la falta de capacitación hacia el personal técnico de la organización, mediante la cuantificación de la información obtenida del programa, acompañadas de la fiabilidad analítica, criterios de mantenibilidad. y la disponibilidad, es que se puede obtener fluidez de los equipos, disminuyendo as fallas. Al mismo tiempo, se descubrió que en la práctica no se tenía en cuenta el mantenimiento preventivo, si no se tiene un responsable especialista.

En relación a las teorías relacionadas a las variables, según Sinshu, Vijay y Manoj kumar (2013), el mantenimiento es una serie de actividades críticas indispensables para restaurar o mantener una parte particular de una máquina o conjunto. Ciertas funciones se miden durante la vida útil y se tienen en cuenta los esfuerzos de seguimiento para lograr las condiciones apropiadas. Para Flores (2013) El propósito del mantenimiento preventivo es garantizar que el equipo esté funcionando correctamente a través de una lista de actividades que el personal responsable puede realizar para obtener conocimientos sobre la confiabilidad en el menor tiempo posible antes de que ocurran problemas graves.

La atención se centra en el descubrimiento y la corrección para garantizar condiciones operativas óptimas, seguridad, funcionalidad mejorada y reducción del tiempo de inactividad. López y Salazar (2020), el mantenimiento preventivo nos dice que es la realización rutinaria de actividades que identifican, reducen o eliminan posibles defectos con base en pruebas de inspección. Boliang, Jianping, Ruixi, Jiayi, Hui y Xuhui (2019), nos dice que el mantenimiento preventivo es aquel que como objetivo principal se basa la mejora de la confiabilidad y la disponibilidad de equipos, y mediante el diseño y la aplicación adecuada este mantenimiento logrará reducir costos y logrando la satisfacción de los usuarios. Según la Norma ISO 14224, el mantenimiento preventivo se divide en tareas de mantenimiento basadas en condiciones y tareas de mantenimiento predeterminadas. La primera sección presenta el mantenimiento basado en inspección y monitoreo de condición, y el mantenimiento programado es el mantenimiento basado en inspecciones periódicas, reemplazos planificados y servicios planificados.

Para poder realizar un mantenimiento preventivo óptimo se deben considerar los siguientes puntos: Medrano, Gonzales & Diaz (2017), menciona que la disponibilidad es un indicador general que se basa en la confiabilidad y la mantenibilidad de los equipos, la capacidad de servicio se establece como la define como la probabilidad de que el equipo reparado realice ciertas funciones que lo haría normalmente, cuando se aplica bajo ciertas condiciones de almacenamiento. a la hora señalada, según los autores se utiliza la siguiente fórmula:

Cálculo del medio entre fallas (MTBF), expresadas en horas/fallas:

$$\text{MTBF} = \text{\#Horas operadas} / \text{\#Fallas.}$$

Cálculo del tiempo promedio para (MTTR), expresado en horas/fallas:

$$\text{MTTR} = \text{\#Horas en reparación} / \text{\#Fallas.}$$

De esta forma, aplicamos la siguiente fórmula para el cálculo de la disponibilidad:

$$D = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Cervantes, Casanova y Zavala (2019), expresa a la criticidad como la actividad obtenida mediante el funcionamiento del equipo y los datos de nuestro equipo que se almacenan, teniendo en cuenta la vida, duración y ubicación del equipo para asegurar confiabilidad y disponibilidad.

Para Martínez y Álvarez (2019), Examinar los puntos críticos nos ayuda a identificar dónde puede fallar el sistema, determinando el tipo de evaluación necesaria para implementar un procedimiento en particular. Para obtener la criticidad se obtiene la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{FF} * \text{CC}$$

Donde:

FF: Frecuencia de Falla.

CC: Consecuencias

Mediante la siguiente matriz de criticidad:

<b>FRECUENCIA</b>	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		<b>C: NSECUENCIA</b>				

Donde:

NC: Áreas de sistemas no críticos.

MC: Áreas de sistemas de media criticidad.

C: Área de sistemas críticos.

Y las consecuencias se determinan por las siguientes variables:

$$CC = IO * FO * CM * ISAH$$

Donde:

IO=Impacto de operacionalización

FO=Flexibilidad de la operacionalización.

CM=Costo de mantenimiento.

ISAH=Impacto de la seguridad, ambiente e higiene.

Proporcionando la siguiente tabla para calificar mediante sus características:

**Tabla 2**

*Calificación de los factores de criticidad.*

<b>Tabla de Variables</b>	<b>Variables Evaluadas</b>	<b>Puntaje</b>
Frecuencia de fallas (FF)	Mayor o igual a 8 fallas/mes	4
	De 5 a 7 fallas/mes	3
	De 2 a 4 fallas/mes	2
	Menos o igual a 1 falla/mes	1
Costo de Mantenimiento (CM)	Mayor a S/. 50,000	3
	Entre S/. 20,000 y S/. 50,000	2

	Menos de S/. 20,000	1
Impacto, Seguridad ambiente e higiene (ISAH)	Afecta a la seguridad humana	8
	Afecta al medio ambiente produciendo daños irreversibles	6
	Afecta a las instalaciones causando daños severos	4
	Provoca daños menores – accidentes e incidentes	2
	Provoca impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
	No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o ambiente	0
Flexibilidad operacional (FO)	No se dispone de otro equipo igual o similar	4
	El sistema puede seguir funcionando	2
	Se dispone de otro equipo igual o similar	1

---

*Nota:* Obtenido de Martínez y Álvarez (2019).

Los términos básicos para la investigación son los siguientes:

**Mantenimiento:** Para evitar averías y daños a máquinas y equipos, requiere la participación activa de los operadores en los procesos preventivos.

Según Medrano y Díaz (2017), El mantenimiento es la tarea de mantener las propiedades físicas de una organización o establecimiento en condiciones ideales para que pueda funcionar con eficacia y a un costo razonable.

El mantenimiento también se ha entendido como el grupo de actividades necesarias para garantizar que las instalaciones, maquinaria y equipos, así como todos los espacios de trabajo, funcionen correctamente.

**Mantenimiento Preventivo:** Es el seguimiento planificado, periódico y continuo, así como la asignación de actividades planificadas y reguladas colocadas en todos los espacios, maquinaria y/o equipo para minimizar el impacto o situaciones de emergencia y garantizar la continuidad del trabajo durante un período de tiempo determinado más extenso. Gonzales y Díaz (2017).

Este tipo de intervención de mantenimiento se anticipa, prepara y planifica con antelación mucho antes de la fecha de posible fallo, por lo que su implementación permite detectar y eliminar las posibles causas de fallo, en lugar de eliminarlas después de que ocurren.

Este tipo de mantenimientos tiene ventajas y desventajas:

**Tabla 3**

*Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mayor confiabilidad de los recursos.	Necesita ser ajustada durante las operaciones de rutina.
Menor tiempo de pérdida o inactividad de los mismos.	Tienes q ser planificada
Mayor tiempo de utilidad de los recursos.	No es posible ser aplicada a todos los equipos
Se reducen los costos a largo plazo.	Puede ser redundante y someter a acciones innecesarias.
Se estima instalaciones más seguras y ordenadas	Puede requerir de la contratación de más personales o subcontratación de otras empresas.

*Nota:* Obtenido por Gonzales y Díaz (2017)

**Disponibilidad:** Esta es la expectativa de que el dispositivo se desempeñe satisfactoriamente cuando se necesite después del uso inicial. Es la relación entre el tiempo de trabajo y el tiempo de producción planificado.

La disponibilidad dependerá siempre del tiempo medio entre fallas y el tiempo medio de reparación.

$$\% \text{ disponibilidad} = \frac{\text{tiempo medio entre fallas}}{\text{tiempo medio entre fallas} + \text{tiempo medio para reparar}}$$

**MTBF:** Mean Time Between Failures, o tiempo promedio entre fallas, que es el tiempo entre cada parada o falla del proceso, o, en otras palabras, el inverso de la frecuencia de cada falla. Se calcula entre el tiempo resultante del funcionamiento activo y las veces que ha parado o ha fallado el equipo:

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{ Horas de operacion}}{\text{numeros de fallas}}$$

**MTTR:** Siglas de las palabras Medium Time To Repair, se refiere al tiempo que se toma el reparar alguna avería o falla en un activo de empresa. Se mide entre el

tiempo que tomó en resorber la incidencia y el número de veces que ha fallado el equipo:

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{ Horas de reparacion}}{\text{numero de fallas}}$$

**Rendimiento:** Esta es la relación entre el tiempo de trabajo neto y el tiempo de trabajo. Medir las pérdidas de rendimiento causadas por fallas en los equipos.

**Calidad:** La calidad se puede definir como el resultado de cumplir y satisfacer los requisitos del cliente proporcionando productos y servicios con una calidad o calidad que supere las necesidades del consumidor. Esta es la relación entre las horas de productividad real y las horas de trabajo netas.

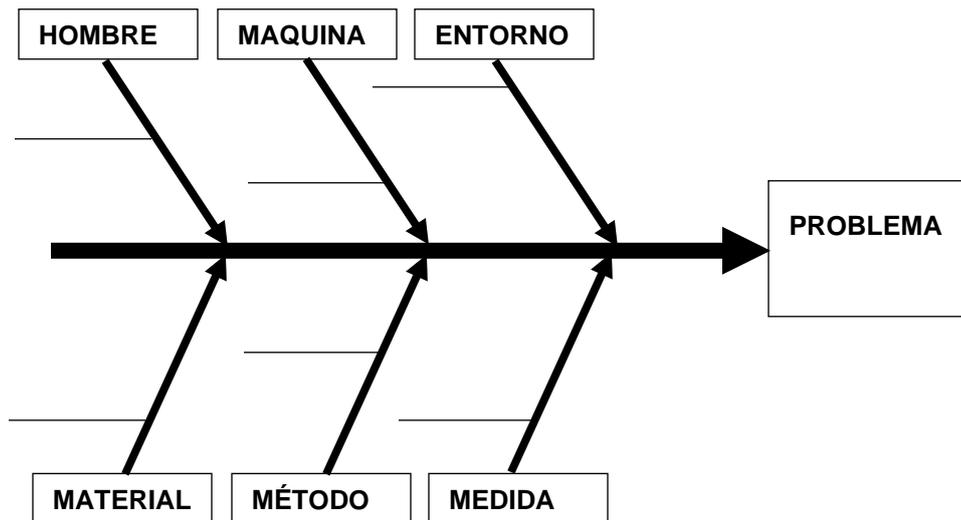
**Programación del Mantenimiento:** La programación se utiliza para determinar de antemano dónde y cuándo deben comenzar y terminar las actividades necesarias que involucran los recursos necesarios para producir un producto o proporcionar un servicio.

**Diagrama Ishikawa:** Según Navarro (2016), el diagrama de Ishikawa nos ofrece una manera sencilla y útil para comprender los factores que contribuyen a los problemas encontrados. Se le conoce de manera popular como el diagrama de espina de árbol o el de causa y efecto.

La elaboración de este diagrama comienza con el problema general, que se ubica en la zona central derecha, para luego conectar con la estructura de causa y efecto mediante líneas oblicuas, en donde se especifican el proceso, los equipos o instrumentos, las personas intervinientes y el entorno en el que se desarrolla el problema, y luego se divide en las líneas horizontales para la determinación sobre las causas

## Figura 1

*Diagrama de Ishikawa*



*Nota:* Elaboración propia de acuerdo a la explicación por escritos del Ingeniero Ishikawa.

**Costos de Mantenimiento:** Según Bejarano y Basabe (2019), El impacto del mantenimiento en la cadena de valor es innegable, y una vez calculado el ahorro de costes y tiempo (se consigue una reducción del 30% en las cantidades reales entre muchas cosas reportadas), ese aprovechamiento económico se refleja en otros aspectos similares.

Beneficios intangibles del procesamiento de datos, aumento de la satisfacción del cliente interno y externo, usando los recursos de manera eficiente, disminuyendo la probabilidad de incidentes dentro del trabajo, minoración del tiempo de inactividad, etc.

Otros indicaron que, había una clara apreciación de la declaración de resultados de la gestión, el progreso del desarrollo organizacional y el mantenimiento preventivo como herramientas para apoyar los programas de mantenimiento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Según Murillo (2008), la investigación aplicada se caracteriza por la aplicación o utilización de conocimientos adquiridos, mientras que otras investigaciones se adquieren luego de la implementación y sistematización de prácticas basadas en la investigación. Este es un tipo de investigación científica destinada a resolver problemas prácticos.

El método de recopilación de datos es prospectivo porque la recopilación de datos estadísticos tiene su propio valor y es relevante para el proceso propuesto.

Este es un enfoque longitudinal, que sugiere que las variables del estudio deben medirse varias veces durante un largo período de tiempo y deben realizarse comparaciones con cada prueba para obtener resultados óptimos.

El diseño de la investigación según Creswell (2005), es experimental porque el investigador busca crear un entorno para explicar cómo afecta a los participantes en comparación con los no participantes. La variable independiente es de interés porque se supone que es una de las causas que producen el efecto hipotético.

Según Hernández (2018), este diseño será de tipo preexperimental aplicada, recurriendo a las mejoras correspondientes para lograr la disponibilidad aplicado a un solo grupo, siendo la comparación entre el antes y el después, generando pre prueba y pos prueba:

G: O1-> X-> O2

G: Equipos de la línea mixta de AUTOMAX.

O1: Medición de indicadores de mantenimiento antes de la implementación

X: Plan de mantenimiento preventivo.

O2: Medición de indicadores del mantenimiento después de la implementación.

#### **3.2 Variable y operacionalización**

Variable independiente:

Plan de mantenimiento preventivo

Indicadores de la variable independiente:

- Criticidad
- Costo de Mantenimiento

Variable dependiente:

Disponibilidad de equipos.

Indicadores de la variable dependiente:

- Detección
- MTTR
- MTBF

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población

El lugar de estudio a realizar la implementación del plan de mantenimiento preventivo es en la empresa CITV Revisiones Técnicas Vehiculares AUTOMAX, ubicado en la ciudad de Juliaca, empresa CITV (centro de inspección técnica vehicular), considerada como población a la línea mixta del centro de revisiones técnicas de la ciudad de Juliaca:

**Tabla 4**

*Lista descriptiva de los equipos.*

N°	MARCA	MODELO	DESCRIPCIÓN	SERIE	CANT.
1	BEISSBARTH	MB 8100	Frenómetro de rodillo	010250944	2
2	BEISSBARTH	MSS 8400	Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	730	1
3	BEISSBARTH	GST 8508	Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	1247	1
4	BEISSBARTH	SA 640	Banco de suspensión	100438944	1
5	BEISSBARTH	MDL 9	Regloscopio con Luxómetro	0894	1
6	AVL DITEST	AVL DITEST GAS 1000	Analizador de gases	6341	1
7	AVL DITEST	AVL DISMOKE 480	Opacímetro	17869	1
8	CEM	DT-8852	Sonómetro digital	150709413	1
9	ADD TECH	ADD6231	Profundímetro digital	1070	1
10	CALIBRA	REFLEX 20	Retroreflectómetro	1074	1
11	REDBUCK	GN-135B	Torre de inflado de llantas	54893	1

*Nota:* Obtenido de las fichas técnicas de los equipos.

## Muestra

Para efectos reales de la investigación se ha tomado en cuenta a toda la línea mixta de la empresa CITV Revisiones Técnicas Vehiculares AUTOMAX, que conforman los 11 equipos antes mencionados.

## Muestreo

El muestreo es no probabilístico por conveniencia. De acuerdo a Hernández (2018), sostuvo que el muestreo es elegir un grupo que se considere representativo del grupo al que pertenecen para estudiarlos.

## La unidad de análisis

De acuerdo a Hernández (2018), dice que la unidad de análisis, produce la información que se examinará mediante los procedimientos estadísticos. Para fines de esta investigación se ha compuesto por toda la línea mixta de la empresa CITV Revisiones Técnicas Vehiculares AUTOMAX, de manera individual, ya que cada equipo cuenta con características y funciones específicas que, dentro de los procesos de revisiones técnicas vehiculares, no se puede excluir a ninguno de ellos.

### 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández (2018), la observación directa es un registro sistemático, válido y confiable de conductas y comportamientos revelados. Las variables observables se definen de manera que se puedan recopilar y evaluar datos sensoriales. Según Tamayo y Tamayo (2007), la observación directa ocurre cuando los investigadores confirman directa y directamente la información recibida de otros. Según Hernández (2018), el análisis de documentos se realiza mediante la identificación, recuperación y referencia de materiales bibliográficos y de otro tipo a partir de información recopilada a través de fuentes documentales primarias y secundarias.

**Tabla 5**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Variable	Técnica	Instrumento	Objetivo del Instrumento
Mantenimiento preventivo	Observación directa	Diagrama Ishikawa (Equipos)	Mediante el diagrama Ishikawa podremos reconocer y analizar las causas del problema.

Disponibilidad	Análisis documental	Análisis FODA(Gestión)	Este instrumento nos ayudará a ver la gestión que se realiza ante las fallas
		Ficha de registro de mantenimiento	Podremos ver los mantenimientos realizados hasta el momento de acuerdo al manual de los equipos guiado por el encargado del equipo y el personal
	Análisis de datos	Formato de costos	Nos ayudará a definir los costos de las herramientas más apropiados para realizar las actividades del mantenimiento preventivo
		Check list de supervisión del plan de mantenimiento preventivo	Permite medir la eficacia y eficiencia del mantenimiento preventivo y su debida aplicación de acuerdo del cronograma y la lista de actividades.
	Observación directa	Lista de Fallas (tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparaciones)	Al realizar la lista de fallas, podremos detectar las fallas específicas de cada máquina, los momentos que suceden y su frecuencia.
	Análisis de datos	Análisis de modos y efectos de falla	Asegurar que se han considerado los problemas que potencialmente se puede presentar y que pueden afectar los equipos, así como su desempeño.
Registro de mantenimientos correctivos		Diagnostica las paradas y fallas de ocurrencia	

Nota: Elaboración propia.

### 3.5 Procedimientos

Para este estudio, se realizarán los siguientes procedimientos:

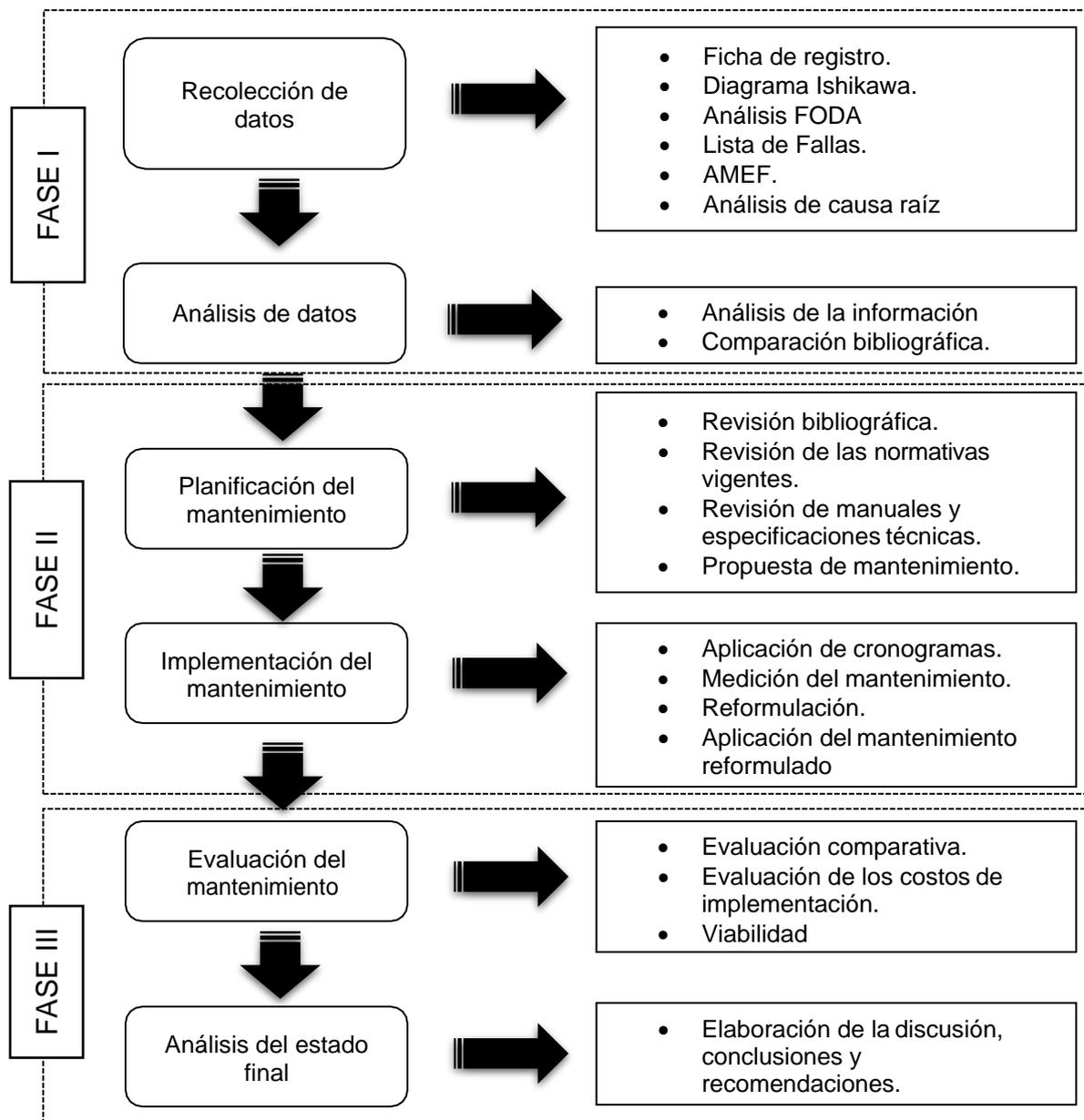
- a. Solicitar los permisos de la empresa CITV Revisiones Técnicas Vehiculares AUTOMAX, para la recolección de datos, mediante una solicitud dirigida al gerente general, donde solicitamos no solo la obtención de los datos documentales sino la revisión de los equipos con guía del personal responsable.
- b. Evaluar y observar la disponibilidad de los equipos de la línea mixta. (O1)
- c. Evaluar el análisis del modo y efecto de fallas de los equipos de la línea mixta.
- d. Encontrar la causa raíz de las fallas de los equipos de la línea mixta, mediante los datos obtenidos de la criticidad.
- e. Sintetizar los datos obtenidos del diagnóstico realizado anteriormente.
- f. Diseñar un programa de mantenimiento preventivo, mediante los datos obtenidos.

- g. Evaluar y medir los indicadores de la disponibilidad de los equipos de la línea mixta (O2)
- h. Medir el grado de satisfacción con el plan de mantenimiento preventivo.
- i. Representar los resultados comparativos mediante gráficos y tablas.

Los procedimientos escritos se realizarán de la siguiente manera:

**Figura 2**

Proceso de la investigación.



Nota: Elaboración propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

Los datos obtenidos determinarán las fallas, frecuencias y los puntos críticos de los equipos de la línea mixta, que serán de utilidad para el diseño del plan de mantenimiento preventivo, y para esto es que se representarán mediante tablas y gráficos realizados con Excel, entre otros.

### **3.7 Aspectos éticos**

De acuerdo con el código de ética de la Universidad César Vallejo, nos dice que es de carácter obligatorio que los profesionales realicen estudios de carácter científico. Esto implica que el estudio debe estar sustentado por la recopilación de una data confiable, a base de bibliografía utilizada de manera responsable, evitando cualquier tipo de similitud, y citado científicamente.

Toda la información que sea recaudada y proporcionada por la empresa será de fundamental importancia para fines de este estudio sin otros fines más que el de realizar el plan preventivo para uso de la empresa.

## IV. RESULTADOS

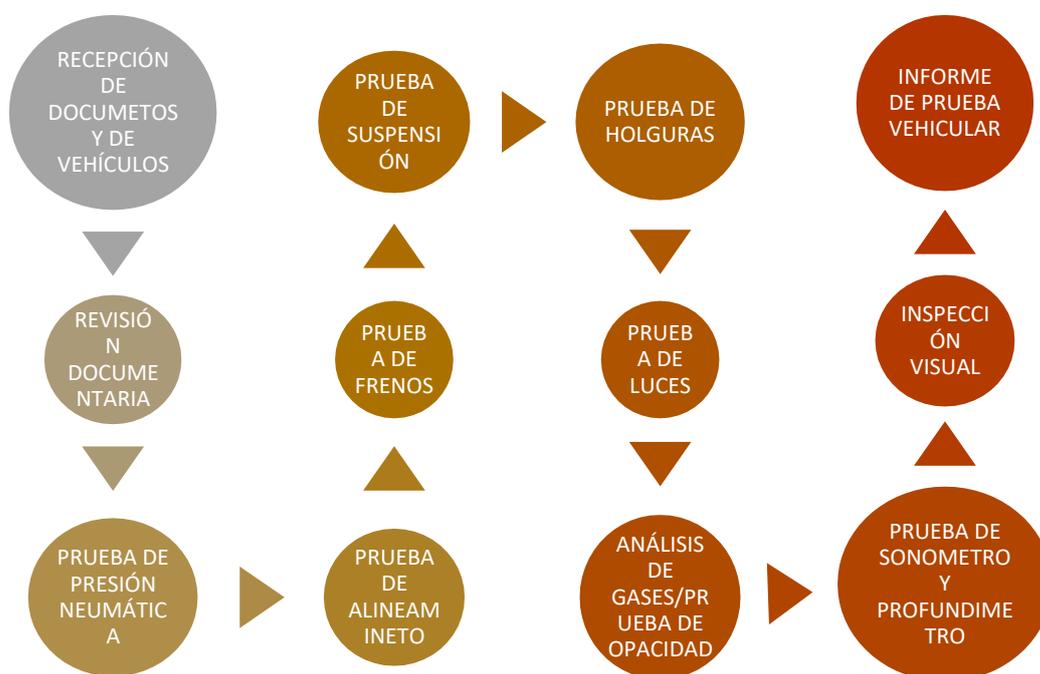
### 4.1 Diagnóstico del estado actual de los equipos de la línea mixta de la planta AUTOMAX

La planta de revisiones técnicas AUTOMAX, cuenta con un sistema de 11 equipos para la emisión de los certificados de inspección técnica, los equipos son de uso primordial para las operaciones de la planta ya que según el Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares - Decreto Supremo N° 025-2008-MTC, dictan que todos los equipos estén operando al 100% en la jornada laboral, así que la falla de un solo equipo afecta la disponibilidad de la planta para poder operar, para lo cual se realizan los diagnósticos.

Para ello, se muestra el tipo de proceso utilizado dentro de la planta de Inspección Técnica, que se encuentra condicionado a la normativa, como se observa:

**Figura 3**

*Proceso de la Inspección Técnica en la Línea Mixta de AUTOMAX.*



En este apartado se describe el análisis de los datos recopilados mediante los instrumentos mencionados anteriormente.

#### 4.1.1 Diagnóstico de la situación actual a través del Análisis FODA

Primero se conversó con los técnicos de la planta y el ingeniero Supervisor que está familiarizado con cada equipo y la percepción de los clientes. La información recibida, ayudó a obtener un mayor alcance de la problemática, profundizando en conocer las causas que conllevan a que no estén disponibles los equipos. Lo podemos observar de la siguiente manera:

**Tabla 6**

*Análisis Interno – FODA*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Recursos humanos competitivo y capacitado.</li><li>• Buena ubicación encontrándose en la avenida principal de la ciudad.</li><li>• El personal técnico cuenta con experiencia y buen trato al cliente.</li><li>• Infraestructura adecuada y equipada con las mejores maquinarias del rubro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Falta los registros de evaluación del desempeño de los procesos del servicio.</li><li>• Demora al pedir insumos y repuestos</li><li>• Falta de personal calificado para el mantenimiento</li><li>• Adaptación del nuevo personal a la estructura y gestión.</li><li>• No se cuenta con un plan de mantenimiento.</li><li>• No se cuenta con espacios de almacenamiento de los repuestos.</li><li>• No se cuenta con las fichas técnicas de los equipos.</li></ul>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Análisis Externo - FODA*

<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento constante de la industria automotora.</li><li>• Insatisfacción con el servicio de inspección técnica de acuerdo a las tipologías vehiculares.</li><li>• Alianzas con empresas relacionadas al rubro.</li><li>• Control documentario y técnico de parte de las autoridades responsables.</li><li>• Capacitaciones constantes de las autoridades sobre la gestión responsable.</li><li>• Convenios con instituciones públicas.</li><li>• Confianza con los clientes, por el servicio y buen trato.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incremento de empresas en el rubro, competidores.</li><li>• Riesgo de traslado por temas de alquiler.</li><li>• Inestabilidad económica causada por la situación política de la localidad y del país.</li><li>• Independización del personal técnica, optando por abrir su planta de CITV</li></ul>

*Fuente:* Elaboración propia.

Como observamos en el análisis FODA, la base de la operatividad y el buen flujo de las actividades dentro de la planta se centran en el mantenimiento de los equipos y que estos se encuentren disponibles, estas causas son tanto internas como externas.

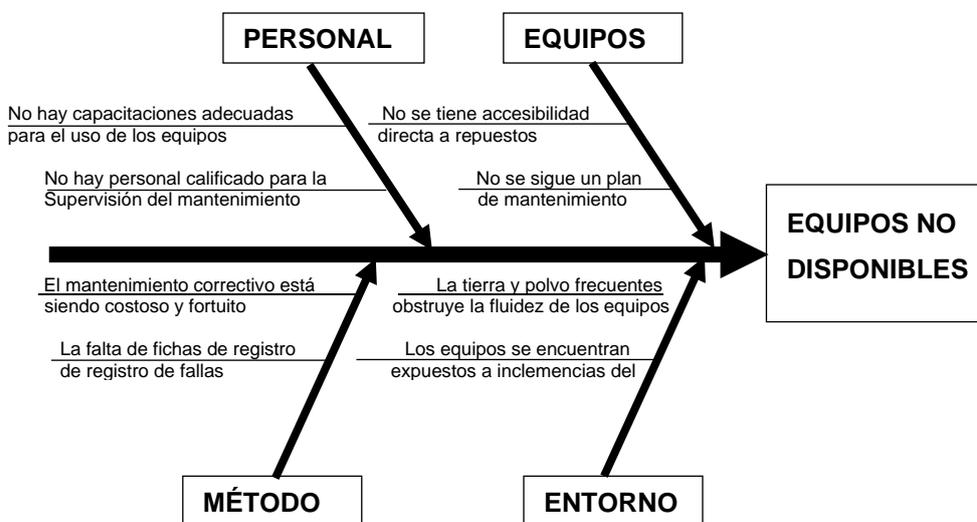
Del mismo modo podemos encontrar que mediante el personal calificado se puede prever que existan retrasos y fallas, manteniendo la confianza de los clientes.

#### 4.1.2 Diagnóstico mediante el diagrama Ishikawa

Para la elaboración de este diagrama se ha tomado en cuenta las percepciones del personal que opera los equipos, supervisores y los registros anteriores de cada uno de los equipos, dentro de toda la lluvia de ideas se ha obtenido las causas más relevantes del problema, por su incidencia es que se los reconoce como las causas reales de la falta de disponibilidad.

**Tabla 8**

*Diagrama Ishikawa la disponibilidad de los equipos.*



#### Cuadro de Causa Raíz

Mediante este cuadro es que pondremos las causas encontradas en el diagrama Ishikawa para analizar los datos obtenidos:

**Tabla 9**

*Diagrama de Causa Raíz.*

CAUSA PERSONAL	SOLUCIONES SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	CRITERIOS			BAJO COSTO	TOTALES
				SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE		
No hay capacitaciones para el uso adecuado de los equipos	Realizar capacitaciones constantes de los equipos	las 2	3	3	3	3	2	16
Falta de personal calificado para la supervisión del mantenimiento	Cursos de capacitación a un personal responsable	2	1	2	1	1	1	8
EQUIPOS	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
No se tiene accesibilidad directa de repuesto	Obtención de repuestos con antelación y almacenados en almacén	1	2	2	3	1	1	10
No se sigue un plan de mantenimiento	Plan de mantenimiento preventivo con capacitaciones para su uso	3	3	3	3	3	1	16
MÉTODO	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
El mantenimiento correctivo está siendo costoso y fortuito	Plan de mantenimiento preventivo bajo costo	3	3	3	3	3	2	17
La falta de fichas de registros de fallas	Formatos de fichas y registros	3	3	2	2	2	1	13
ENTORNO	SOLUCIONES	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
La tierra y polvo frecuente obstruye la fluidez de los equipos	Limpieza constante de los filtros y tuberías	3	3	2	3	2	1	14

Los equipos se encuentran expuestos a las inclemencias del medio ambiente	Cubrir equipos o cambiar de lugar	2	3	1	1	1	1	9
---	-----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---

*Nota:* Elaboración propia.

En la tabla N° 9 se observa la causa raíz del por qué los equipos de la línea mixta de AUTOMAX, no son 100% disponibles, después de realizar el diagrama Ishikawa que nos ayudó a encontrar las diferentes causas que ocasionaron el problema central, se ha propuesto soluciones directas para las mismas, las cuales han sido medidas de acuerdo a los criterios de factor de su viabilidad, si la causa propuesta es causa directa del problema, si la solución propuesta es la mejor, si la solución es medible, y el costo a considerar. De acuerdo a estos criterios, la causa raíz primaria una causa de método siendo la falta de mantenimiento preventivo, optando por un mantenimiento correctivo que puede ser costos e impredecible; en segundo lugar encontramos una causa de equipos, no se sigue un plan de mantenimiento preventivo y su correspondiente capacitación para el uso; y en el mismo lugar se encuentra una causa raíz de personal, en la que se muestra que no existe capacitaciones constantes para el uso adecuado de los equipos. Todas estas causas redundan en la necesidad urgente de un plan de mantenimiento preventivo, formulado para responder a las causas principales y previendo las de tercer grado, considerando las para evitar los efectos bola de nieve.

### 4.1.3 Diagnostico mediante el registro de fallas

Según a los datos recopilados en los últimos meses y con la aplicación del registro de fallas por equipo y las fichas de fallas, se registró las fallas más comunes de cada equipo, las veces que han fallado cada equipo el tipo de falla, que tipo de reparación se realizó; y con el registro de mantenimientos, se registró el tiempo empleado en cada reparación, las fallas operadas y los costos.

Los datos obtenidos de los registros proporcionaron la criticidad de cada uno de los equipos estos datos fueron:

FF: Frecuencia de Fallas.

IO: Impacto Operacional.

FO: Flexibilidad Operacional.

CM: Costo de Mantenimiento.

ISAH: Impacto en Seguridad Ambiente

CC: Consecuencia

**Tabla 10**

*Criticidad de los equipos*

EQUIPO	CODIGO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CC	CRITICIDAD
Frenómetro de rodillo	FR	3	10	4	1	2	43	CRITICO
Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	AP	2	10	4	1	0	41	CRITICO
Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	DH	2	10	4	1	1	42	CRITICO
Banco de suspensión	BS	2	10	4	1	0	41	CRITICO
Regloscopio con Luxómetro	RL	1	10	4	1	0	41	MEDIO CRITICO
Analizador de gases	AG	1	4	4	1	0	17	NO CRITICO
Opacímetro	OP	2	4	4	1	1	18	NO CRITICO
Sonómetro digital	SG	1	4	1	1	1	6	NO CRITICO

Profundímetro digital	PD	1	4	1	1	0	5	NO CRITICO
Retroreflectómetro	RF	1	4	4	1	0	17	NO CRITICO
Torre de inflado de llantas	TI	2	10	4	1	0	41	CRITICO

---

*Nota:* Elaboración propia

En la tabla 10 podemos ver que, de acuerdo a los datos obtenidos y medidos según los factores ponderados de criticidad, el fenómetro, el alineado al paso para vehículos pesados y livianos, el detector de holguras, el banco de suspensión y la torre de inflado de llantas se presentan en estado crítico, estos equipos presentan mayor porcentaje de reducir su disponibilidad.

La siguiente tabla, es el compendio de los datos, para hallar la disponibilidad, se aplicaron las fórmulas según las bases teóricas.

**Tabla 11***Registro de fallas y disponibilidad*

EQUIPO	COD	Nº PROMEDIO DE VEHICULOS	DIAS OPERADOS POR MES	TIEMPO PROMEDIO POR VEHICULO (MIN)	HORAS OPERADAS (HRS/MES)	HORAS DE REPARACIONES (HRS/MES)	FALLAS (VECES/MES)	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD %
Frenómetro de rodillo	FR	35	27	2	31.5	15	5	6.30	3.00	<b>68%</b>
Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	AP	35	27	1	15.75	6	3	5.25	2.00	<b>72%</b>
Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	DH	35	27	2	31.5	12	4	7.88	3.00	<b>72%</b>
Banco de suspensión	BS	35	27	2	31.5	8	4	7.88	2.00	<b>80%</b>
Regloscopio con Luxómetro	RL	35	27	3	47.25	1	1	47.25	1.00	<b>98%</b>
Analizador de gases	AG	35	27	3	47.25	1.5	2	23.63	0.75	<b>97%</b>
Opacímetro	OP	35	27	3	47.25	2	2	23.63	1.00	<b>96%</b>
Sonómetro digital	SG	35	27	0.5	7.875	0.5	1	7.88	0.50	<b>94%</b>
Profundímetro digital	PD	35	27	0.5	7.875	0.5	1	7.88	0.50	<b>94%</b>
Retroreflectómetro	RF	35	27	1	15.75	0.5	1	15.75	0.50	<b>97%</b>
Torre de inflado de llantas	TI	35	27	2	31.5	6	3	10.50	2.00	<b>84%</b>

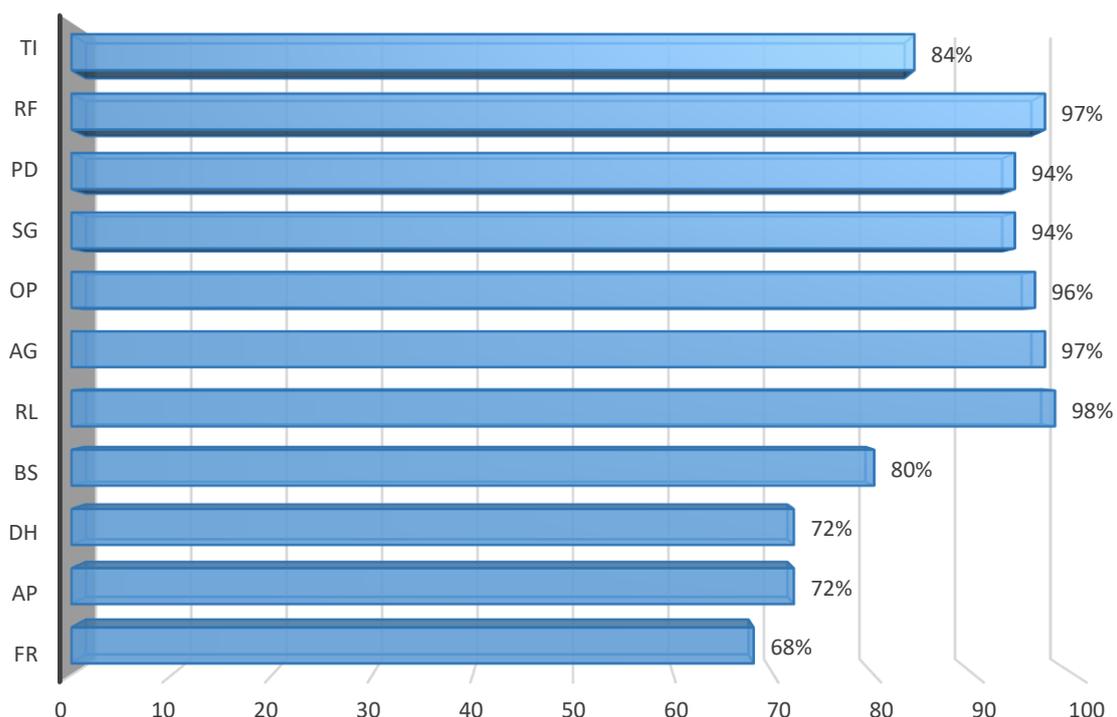
*Nota:* Elaboración propia.

En la tabla N° 11, observamos los datos obtenidos mediante las fichas de registro de fallas y mantenimiento correctivo, realizado en un espacio temporal de 6 meses, y obtener un análisis preciso del comportamiento de las máquinas. Se muestra que los datos recopilados son a base del tiempo real de trabajo (TRT), las cantidades de fallas (F) cuyos valores sirven para hallar, el tiempo medio entre falla (MTBF) con una media de 11.69, el tiempo medio entre reparación (MTTR) con una media de 1.19 y la disponibilidad de un 80% en la planta de revisiones técnicas, tomando en cuenta que si un solo equipo presenta falla en la planta las operaciones no pueden ser realizadas según a el Reglamento Nacional de Inspecciones Técnicas Vehiculares – Decreto Supremo N° 025-2008-MTC.

Para su mayor comprensión se muestra el siguiente gráfico:

#### Figura 4

*Disponibilidad de inicial de los equipos*



*Nota:* Resultados obtenidos de acuerdo al registro de fallas en el lapso de 6 meses.

En la Figura 4 se muestra el resultado del diagnóstico inicial del mantenimiento basados en la disponibilidad de cada equipo. Donde el valor más bajo corresponde

al frenómetro de rodillo con un porcentaje de 68 % de disponibilidad, así mismo el alineador al paso y el detector de holguras presenta un 72% de disponibilidad, mostrando que a estos equipos se le debe prestar mayor atención, ya que probabilísticamente son los equipos más propensos a presentar falla o incidencias.

#### **4.1.4 Análisis de los Modos y Efectos de Fallas de los equipos**

Mediante este análisis se ha identificado los equipos con un número prioritario de riegos, para ello se ha identificado los modos de falla, el efecto del fallo, la severidad, causas de las fallas, ocurrencia, detectibilidad, de esta forma comprobamos los equipos con más incidencias y aquellos que afectan a la disponibilidad.

**Tabla 12**

*Análisis de Modos y Efectos de Fallas - AMEF.*

	<b>EQUIPO / FUNCIÓN</b>	<b>MODOS DE FALLA</b>	<b>EFFECTO DE FALLO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CAUSAS DEL FALLO</b>	<b>OCURRENCIA</b>	<b>CONTROL DE DETECCIÓN</b>	<b>DETECTIBILIDAD</b>	<b>NPR</b>
1	Frenómetro de rodillo	Los rodillos no funcionan	Aumenta el tiempo de espera del cliente	10	Falta de limpieza de los sensores	8	Observación del estado del equipo	4	320
		Sonidos raros a realizar las pruebas	Aumenta el tiempo de espera del cliente	6	Falta de lubricación de las cadenas	5	No existen, los sensores están detrás de las placas de protección	10	300
2	Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	No se mueve la placa del alineador	Aumenta el tiempo de espera del cliente	10	Obstrucción por falta de limpieza en la zona de holgura de la placa	7	Observación del estado del equipo	4	280
		Sonidos raros a realizar las pruebas	Aumenta el tiempo de espera del cliente	6	Falta de lubricación y limpieza de las billas	5	No existen, las billas están detrás de la placa de alineamiento	10	300
3	Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	No se mueven las placas	Ocupación de todo el personal para	10	Fuga del líquido hidráulico	1	No existe	8	80

										solucionar la falla
		No funciona el control	Aumenta el tiempo de espera del cliente	10	Deterioro del cableado	1	No existe	2		20
4	Banco de suspensión	Genera error de obstrucción de sensor	Aumenta el tiempo de espera del cliente	10	Falta de limpieza del sensor	1	Observación del estado del equipo	10		100
5	Regloscopio con Luxómetro	Falta de batería	Aumenta el tiempo de espera del cliente	3	No se cargó la batera	1	Observar el estado de la batería	1		3
6	Analizador de gases	No genera valores de la prueba	Aumenta el tiempo de espera del cliente	5	Obstrucción del filtro en la manguera	1	No existe	8		40
7	Opacímetro	No genera valores de la prueba	Aumenta el tiempo de espera del cliente	5	Obstrucción del filtro en la manguera	1	No existe	8		40
8	Sonómetro digital	Falta de batería	Aumenta el tiempo de espera del cliente	1	No se cargó la batera	1	Observar el estado de la batería	1		1
9	Profundímetro digital	Falta de batería	Aumenta el tiempo de	1	No se cargó la batera	1	Observar el estado de la batería	1		1

				espera del cliente							
10	Retroreflectómetro	Falta de batería		Aumenta el tiempo de espera del cliente	1	No se cargó la batera	1	Observar el estado de la batería	1		1
11	Torre inflado de llantas	No hay aire en el tanque		Aumenta el tiempo de espera del cliente	6	No se cargó el tanque del compresor de aire	1	Observar el nivel del barómetro del tanque de almacenamiento	1		6
		Ruptura de la manguera		Aumenta el tiempo de espera del cliente	6	No hay cuidado con el uso del equipo	1	Observación de estado de la manguera	1		6

*Nota:* Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 12, podemos interpretar que los equipos más críticos serian el Frenómetro de rodillo, el Alineador al paso para vehículo liviano y pesado y el Banco de suspensión; y medianamente el detector de holguras, los cuales necesitan mayor atención en la planificación del mantenimiento, todo esto es la falta de limpieza, lubricación y falta de inspección de los equipos para operar con regularidad.

## 4.2 Diseño del plan de mantenimiento preventivo

Se propuso el diseño del plan de mantenimiento, donde se amplió el valor del tiempo medio entre fallas (MTBF) y se redujo el tiempo medio entre reparación (MTTR), para ello se realiza una programación de fallas de los equipos por revelación antes que sucedan y de pruebas del funcionamiento. Estas acciones son a base de la observación directa de los equipos, utilizando las herramientas de monitoreo para el funcionamiento de los equipos de manera individual y de manera integral; para predisponer las reparaciones y recambios necesarios.

Este plan se basó en la construcción de diversas actividades documentadas según cada equipo, estas actividades se realizaron de la siguiente manera:

**Capacitación**, se realizaría unas charlas de capacitación dadas por el mismo fabricante de los equipos para llevar a cabo una mejor manipulación y así tener un óptimo proceso en el mantenimiento sin ocasionar ningún daño a los equipos.

- **Capacitaciones del buen uso de los equipos**, que permiten el conocimiento práctico y teórico del uso específico de los equipos de la línea mixta tomando en cuenta los manuales de uso y las especificaciones técnicas.
- **Capacitaciones del Mantenimiento**, son las demostraciones prácticas de las actividades descritas en el plan de mantenimiento preventivos, así como el uso de las fichas y registros; y el cumplimiento del cronograma de mantenimiento de los equipos.

**Actividades de mantenimiento preventivo**, La secuencia de intervención del equipo en el desarrollo de su mantenimiento preventivo correspondiente fue establecida en el siguiente orden de tareas a cumplir:

1. Inspección del estado físico general, como base a la decisión de sustitución de componentes, una reparación menor o limpieza.
2. Limpieza, ajuste, lubricación, reparación, entre otros acondicionamientos de componentes.
3. Realizar un test de los componentes y comprobar su estado actual.
4. Indicar las observaciones dadas por el técnico y el ingeniero supervisor.

5. Verificación del tiempo que toma realizar el mantenimiento.
6. Realizar la calibración de los equipos mediante una entidad certificada cada 6 meses según al DS-024-2009-MTC *“EL REGLAMENTO NACIONAL DE INSPECCIONES TÉCNICAS VEHICULARES”*

Estas tareas se plantearon en la ficha de control del plan de mantenimiento basado en las normativas ISO 13374 (Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas), ISO 14224 (Recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento) ANSI TAPPI TIP 0305-34:2008 (Permite crear listas de comprobación para el mantenimiento) con la finalidad de tener un mayor registro de las actividades tomadas. Y se ha supervisado estas actividades de mantenimiento realizadas, mediante un check list

Para ejecutar el mantenimiento preventivo de manera adecuada se ha realizado un cronograma, para la que se presentó una serie de actividades tomadas según la ficha de control del plan de mantenimiento a realizarse en cada equipo, en un cierto periodo de tiempo establecido de forma única en el caso de la capacitación y con cierta frecuencia según el tipo de actividad a realizarse.

Este plan se ha conformado con la finalidad de superar el resultado del diagnóstico de la situacional inicial de la planta tomada en los primeros meses. Así también, está fundamentado en las recomendaciones dadas en las capacitaciones del fabricante.

**Tabla 13**

*Cronograma de mantenimiento.*

EQUIPO	CÓD	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	MES																							
				JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Frenómetro de rodillo	FR	Limpieza de los rodillos y plataformas	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
		Inspección de los sensores	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
		Revisión de conectores eléctricos	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
		Lubricación de las cadenas	cada 2 meses	✓							✓										✓						
		CALIBRACIÓN	única vez																						✓		
Analizador de gases	AG	Limpieza de la sonda de muestreo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Verificación del filtro	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Cambio de filtro	ca da 2 meses	✓							✓										✓						
		CALIBRACIÓN	única vez																						✓		
Torre de inflado de llantas	TI	Limpieza	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Verificación de la correa	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Inspección del nivel de aceite	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Inspección de la válvula de inflado	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Inspección de la llave reguladora de presión	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
		Cambio de aceite y filtro	ca																						da 2 meses		

---

✓ ✓ ✓

		Cambio de correa	cada 3 meses	✓				✓												
		CALIBRACIÓN	única vez																✓	
Regloscopio con Luxómetro	RL	Limpieza del mástil del equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Verificar y ajustar pernos del equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Verificar y cargar equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisar conectores eléctricos	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisión del ajuste de la antena bluetooth	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		CALIBRACIÓN	única vez																	✓
Retroreflectómetro	RF	Limpieza del lente del equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Verificación del estado de la batería	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		CALIBRACIÓN	única vez																	✓
Banco de suspensión	BS	Limpieza de las plataformas	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Inspección de los sensores	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Revisión de conectores eléctricos	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Lubricación de los puntos de lubricación	cada 2 meses	✓						✓										
CALIBRACIÓN	única vez																	✓		
Profundímetro digital	PD	Limpieza del equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Verificación del estado de la batería	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		CALIBRACIÓN	única vez																	✓

Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	DH	Limpieza de las plataformas	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Inspección de los sensores	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Verificar el ajuste de los pernos	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Verificar el nivel de aceite del tanque del sistema	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Verificar las fugas en las mangueras del sistema	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisión del mando de control	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisión de conectores eléctricos	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Engrase a los soportes de las guías	cada 2 meses	✓								✓							✓	
	CALIBRACIÓN	única vez																	✓	
Sonómetro digital	SG	Limpieza del equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Verificación del estado de la batería	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Inspección del trípode soporte	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Inspección de la almohadilla	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CALIBRACIÓN	única vez																	✓	
Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	AP	Limpieza de la plataforma	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Inspección de los sensores	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisar conectores eléctricos	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Verificar y ajustar pernos del equipo	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Limpieza de las billas	cada 2 meses	✓								✓							✓	
		Engrase de las billas	cada 2 meses	✓								✓							✓	
	CALIBRACIÓN	única vez																	✓	

Opacímetro	OP	LIMPIEZA DE LA SONDA DE MUESTREO	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Verificación del filtro	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Revisión de sincronización del equipo con el ordenador	semanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Cambio de filtro	cada 2 meses	✓														
		CALIBRACIÓN	única vez															✓

Nota: Elaboración propia, de acuerdo al plan de mantenimiento propuesto.

En la tabla N° 13, se presenta el cronograma utilizado dentro del plan de mantenimiento preventivo para las 11 máquinas de la línea mixta, cada equipo presenta las instrucciones claras de las actividades a realizar y cada cuanto tiempo, esto se verá reforzado con las fichas de check list de actividades realizadas.

En la siguiente tabla se observa el cronograma propuesto de las capacitaciones al personal técnico:

**Tabla 14**

*Cronograma de capacitaciones*

TEMA	MODALIDAD	INSTRUCTOR	HORAS	FECHA	HORA
CALIBRACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS PARA REVISIONES TÉCNICAS	PRESENCIAL	TESTING CALIBRATION SERVICES E.I.R.L.	2 HORAS	2/06/2023	7:30 a.m.
CORRECTO USO DEL FRENOMETRO Y ALINEADOR AL PASO	VIRTUAL	CALIBRA S.A.C.	1.5 HORAS	5/06/2023	8:00 p. m.
CORRECTO USO DEL DETECTOR DE HOLGURAS Y BANCO DE SUSPENSIÓN	VIRTUAL	CALIBRA S.A.C.	1.5 HORAS	7/06/2023	8:00 p. m.
CORRECTO USO DEL OPACÍMETRO Y ANALIZADOR DE GASES	VIRTUAL	CALIBRA S.A.C.	1.5 HORAS	9/06/2023	8:00 p. m.

CORRECTO USO DEL REGLOSCOPIO CON LUXÓMETRO, SONÓMETRO DIGITAL, PROFUNDIMETRO Y RETROREFLECTOMETRO	VIRTUAL	CALIBRA S.A.C.	1.5 HORAS	11/06/2023	8:00 p. m.
CORRECTO USO DE LA TORRE DE INFLADO	VIRTUAL	CALIBRA S.A.C.	MEDIA HORA	12/06/2023	8:00 p. m.
CORRECTO USO DE LOS EQUIPOS DE LA LÍNEA DE INSPECCIÓN MIXTA	PRESENCIAL	CALIBRA S.A.C.	2 HORAS	14/06/2023	7:30 a.m.
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE UNA LÍNEA MIXTA PARA REVISIONES TÉCNICAS	VIRTUAL	SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO.	2 HORAS	18/06/2023	7:30 p.m.
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE UNA LÍNEA MIXTA PARA REVISIONES TÉCNICAS	PRESENCIAL	SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO.	2 HORAS	21/06/2023	7:30 a.m.

*Nota:* Elaboración propia.

En la tabla N° 13 se aprecia las capacitaciones realizadas de manera complementaria al plan de mantenimiento preventivo, estas capacitaciones están compuestas por capacitaciones del buen uso de los equipos y capacitaciones para el plan de mantenimiento, éstas explican el correcto llenado de las fichas y registros anexados en el plan de mantenimiento, así como las demostraciones prácticas de las actividades de mantenimiento y la resolución de consultas.

### **4.3 Evaluación de los resultados**

#### **4.3.1 Evaluación de resultados del mantenimiento preventivo.**

Las actividades dentro del plan de mantenimiento aplicadas dentro de los tiempos determinados en el cronograma nos han ofrecido nueva información de los valores de MTBF y MTTR.

Se puede observar el tiempo medio entre fallas MTBF, en el siguiente cuadro:

**Tabla 15**

*Cuadro comparativo del MTBF del pre y pos implementación del mantenimiento.*

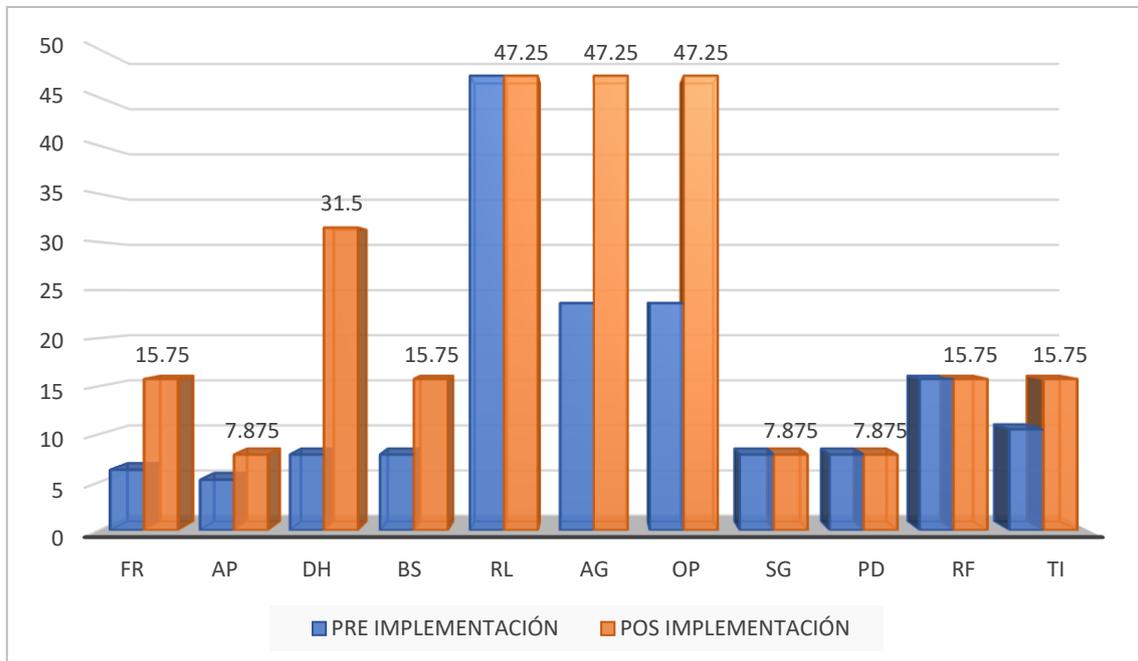
<b>COD.</b>	<b>MTBF PRE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>MTBF POS IMPLEMENTACIÓN</b>
FR	6.30	15.75
AP	5.25	7.875
DH	7.88	31.5
BS	7.88	15.75
RL	47.25	47.25
AG	23.63	47.25
OP	23.63	47.25
SG	7.88	7.875
PD	7.88	7.875
RF	15.75	15.75
TI	10.50	15.75

Nota: Elaboración propia

La tabla N° 15 se demuestra la variación existente del tiempo medio entre fallas MTBF, antes y después de la implementación del plan de mantenimiento.

**Figura 5**

*Comparativa de MTBF*



En la figura N° 5, se observa la variación de los MTBF de los equipos, los equipos que presentan una variación, incrementando a 23.63 puntos son el detector de

holguras, analizador de gases y el opacímetro; el alineador al paso con un incremento de 9.45 puntos; y el banco de suspensión aumento 7.88 puntos.

Se observa que el tiempo medio entre reparaciones en el siguiente cuadro:

**Tabla 16**

*Cuadro comparativo del MTTR del pre y pos implementación del mantenimiento.*

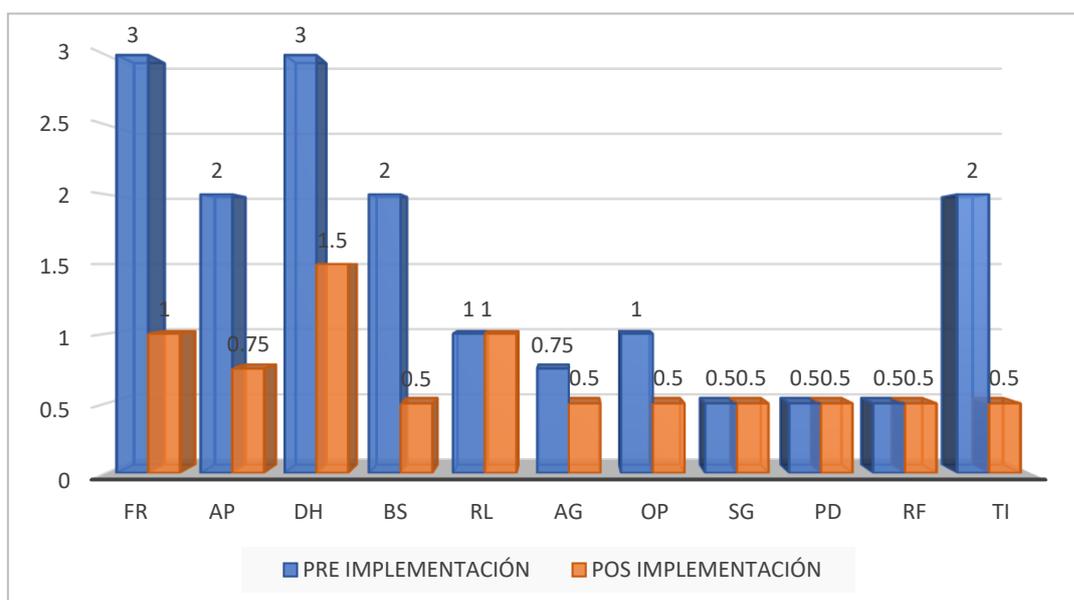
COD.	MTTR PRE IMPLEMENTACIÓN	MTTR POS IMPLEMETACIÓN
FR	3.00	1.00
AP	2.00	0.75
DH	3.00	1.50
BS	2.00	0.50
RL	1.00	1.00
AG	0.75	0.50
OP	1.00	0.50
SG	0.50	0.50
PD	0.50	0.50
RF	0.50	0.50
TI	2.00	0.50

*Nota:* Elaboración propia

La tabla N° 16 se demuestra la variación existente del tiempo medio entre reparaciones MTTR, antes y después de la implementación del plan de mantenimiento.

**Figura 6**

*Comparativa de MTTR.*



En la figura N° 6, se puede apreciar las variaciones del tiempo medio de reparaciones MTTR, obtenidos antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, en donde resaltan el frenómetro con una disminución de 2 puntos, el banco de suspensión, torre de inflado de llantas y el detector de holguras con una disminución de 1.5 puntos; y el alineador al paso con 1.25 puntos.

En la siguiente tabla se puede dilucidar la disponibilidad pos implementación de acuerdo a los registros de fallas obtenidos en el espacio de 6 meses.

**Tabla 17***Registro de disponibilidad pos implementación.*

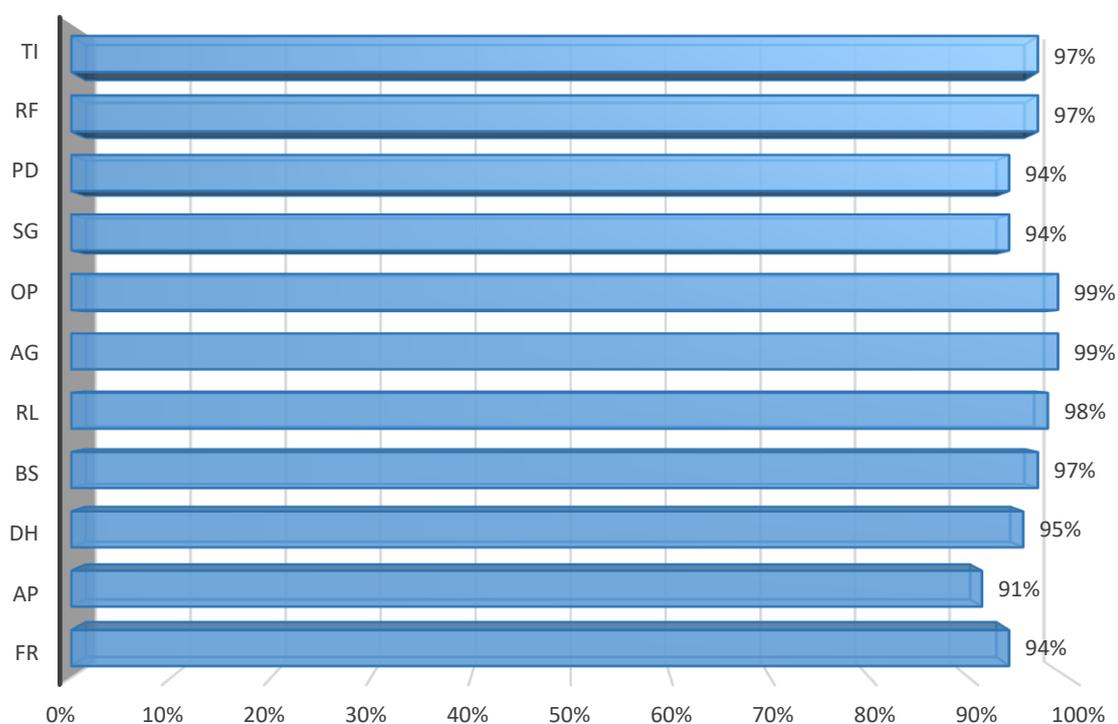
EQUIPO	COD.	Nº PROMEDIO DE VEHICULOS	DIAS OPERADOS POR MES	TIEMPO PROMEDIO POR VEHICULO (MIN)	HORAS OPERADAS (HRS/MES)	HORAS DE REPARACIONES (HRS/MES)	FALLAS (VECES/MES)	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD %
Frenómetro de rodillo	FR	35	27	2	31.5	2	2	15.75	1.00	<b>94%</b>
Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	AP	35	27	1	15.75	1.5	2	7.88	0.75	<b>91%</b>
Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	DH	35	27	2	31.5	1.5	1	31.50	1.50	<b>95%</b>
Banco de suspensión	BS	35	27	2	31.5	1	2	15.75	0.50	<b>97%</b>
Regloscopio con Luxómetro	RL	35	27	3	47.25	1	1	47.25	1.00	<b>98%</b>
Analizador de gases	AG	35	27	3	47.25	0.5	1	47.25	0.50	<b>99%</b>
Opacímetro	OP	35	27	3	47.25	0.5	1	47.25	0.50	<b>99%</b>
Sonómetro digital	SG	35	27	0.5	7.875	0.5	1	7.88	0.50	<b>94%</b>
Profundímetro digital	PD	35	27	0.5	7.875	0.5	1	7.88	0.50	<b>94%</b>
Retroreflectómetro	RF	35	27	1	15.75	0.5	1	15.75	0.50	<b>97%</b>
Torre de inflado de llantas	TI	35	27	2	31.5	1	2	15.75	0.50	<b>97%</b>

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla N° 17 se muestra que los datos obtenidos mediante la recopilación de datos mediante las fichas de registros de fallas después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, donde se demuestra que el comportamiento de los equipos en los 6 meses de implementación, se obtuvo que el frenómetro de rodillo tuvo un incremento de 26 % de la disponibilidad, el alineador al paso un 19%, el detector de holguras 23%, el banco de suspensión 17%, el analizador de gases de 2%, el opacímetro de 3% y la torre de inflado de llantas un 13%.

### Figura 7

*Disponibilidad de equipos después de la implementación.*



En la figura N° 7 observamos la resultante del mantenimiento implementado en el periodo de tiempo de 6 meses, basado en la disponibilidad de cada equipo; en donde todos los valores de disponibilidad están por encima del 90%, resaltando el opacímetro y el analizador de gases tiene un 99% y el regloscopio con luxómetro el 98%, acercándose a la disponibilidad perfecta y absoluta de los equipos.

### 4.3.2 Evaluación económica

Este es uno de los factores más importantes en la elaboración de un plan de mantenimiento, nos ayuda a entender los costos asumidos durante la implementación del plan de mantenimiento, los gastos a largo plazo y las comparativas de gastos.

Para ello se ha desagregado las actividades realizadas durante el mantenimiento y especificando los materiales a utilizar, están compuestos por insumos, herramientas y repuestos que se han adquirido.

**Tabla 18**

*Costos de adquisición de materiales para la implementación del mantenimiento.*

<b>INSUMOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAN T</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>PRECIO GENERAL</b>	
PAÑO MULTIUSOS	12	S/	0.85	S/	10.20
ESCOBAS	3	S/	7.50	S/	22.50
TACHO DE BASURA	3	S/	6.00	S/	18.00
BOLSAS DE BASURA	100	S/	0.32	S/	32.00
BALDE	3	S/	2.50	S/	7.50
LIMPIADOR DE CONTACTOS	5	S/	32.90	S/	164.50
ESCOBILLA METÁLICA	3	S/	15.50	S/	46.50
GRASA MULTIUSOS EP-2	3	S/	12.50	S/	37.50
HIDROLINA N46	1	S/	350.00	S/	350.00
PASTA PARA SOLDAR	1	S/	29.90	S/	29.90
ESTAÑO POR GRAMO	100	S/	0.27	S/	27.00
DESENGRASANTE	3	S/	22.80	S/	68.40
GRASA BLANCA DE LITIO EN AEROSOL	3	S/	22.90	S/	68.70
GRASA PARA RODAMIENTOS	6	S/	14.90	S/	89.40
CINTA AISLANTE	6	S/	7.50	S/	45.00
ACEITE SAE 40	2	S/	52.00	S/	104.00
DETERGENTE	6	S/	55.00	S/	330.00
LAPICEROS	12	S/	1.30	S/	15.60
PORTAPAPELES	3	S/	3.50	S/	10.50
GUAIPE POR KILO	10	S/	9.90	S/	99.00
<b>HERRAMIENTAS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CAN T</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>		<b>PRECIO GENERAL</b>	
JUEGO DE DESARMADORES CON MATRACA	1	S/	49.90	S/	49.90
CÚTER CON CUCHILLAS	1	S/	21.50	S/	21.50
JUEGO DE ALICATES 3 PIEZAS	1	S/	35.00	S/	35.00

JUEGO DE LLAVES 20 PIEZAS	1	S/	150.00	S/	150.00
JUEGO DE LLAVES HEXAGONALES	1	S/	210.00	S/	210.00
LLAVE REGULABLE	1	S/	35.00	S/	35.00
ALICATE DE PRESIÓN	1	S/	29.90	S/	29.90
PALANCAS MULTIUSOS	3	S/	45.00	S/	135.00
MULTITESTER DIGITAL	1	S/	125.00	S/	125.00
ENGRASADOR MANUAL	2	S/	23.50	S/	47.00
CAUTÍN	1	S/	51.90	S/	51.90
ASPIRADORA INDUSTRIAL	1	S/	656.00	S/	656.00

#### REPUESTOS

DESCRIPCIÓN	CANT		PRECIO UNITARIO		PRECIO GENERAL
FILTROS OPACÍMETRO	2	S/	159.00	S/	318.00
FILTROS ANALIZADOR DE GASES	2	S/	135.00	S/	270.00
PERNOS ALLEN M 5X12	12	S/	6.00	S/	72.00
2 BATERÍAS 9V RECARGABLE	1	S/	113.00	S/	113.00
4 PILAS DOBLE A RECARGABLES CON CARGADOR	1	S/	34.90	S/	34.90
4 PILAS TRIPLE A RECARGABLES CON CARGADOR	1	S/	42.90	S/	42.90
PILAS TIPO BOTÓN LR 1130	4	S/	5.00	S/	20.00
MANGUERA HIDRÁULICA 1/4" POR METRO	10	S/	14.00	S/	140.00
ABRAZADERAS	12	S/	1.50	S/	18.00
<b>TOTAL</b>				S/	4,151.20

Nota: Elaboración propia.

En la tabla N° 18 se muestra que el gasto total de la adquisición de materiales para la implementación del plan de mantenimiento es de S/. 4,151.20.

**Tabla 19**

*Costos de las capacitaciones*

CAPACITACIONES	
TEMA	COSTO
CALIBRACION Y CONFIGURACION DE EQUIPOS PARA REVISIONES TECNICAS	S/ 200.00
CORRECTO USO DEL FRENOMETRO Y ALINIADOR AL PASO	S/ 150.00
CORRECTO USO DEL DETECTOR DE HOLGURAS Y BANCO DE SUSPENSIÓN	S/ 150.00
CORRECTO USO DEL OPACIMETRO Y ANALISADOR DE GASES	S/ 150.00
CORRECTO USO DEL REGLOSCOPIO CON LUXOMETRO, SONOMETRO DIGITAL, PROFUNDIMETRO Y RETROREFLECTOMETRO	S/ 150.00
CORRECTO USO DE LA TORRE DE INFLADO	S/ 150.00
CORRECTO USO DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE INSPECCION MIXTA	S/ 250.00
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE UNA LINEA MIXTA PARA REVISIONES TECNICAS	S/ 150.00
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE UNA LINEA MIXTA PARA REVISIONES TECNICAS	S/ 450.00
<b>TOTAL</b>	S/ 1,800.00

En la tabla N° 19 vemos el costo total de cada una de las capacitaciones realizadas durante los 6 meses de aplicación del plan de mantenimiento, siendo un total de S/. 1,800.00.

**Tabla 20**

*Costo de elaboración de los recursos del plan de mantenimiento.*

<b>RECURSOS</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO</b>
IMPRESIÓN DE MANUALES	S/ 200.00
IMPRESIÓN DE FORMATOS	S/ 100.00
PROTECTORES	S/ 50.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 350.00</b>

*Nota:* Elaboración propia.

En la tabla N° 20 se muestra los montos para la elaboración de los recursos para el plan de mantenimiento, siendo la impresión de los manuales, la impresión de formatos y los protectores para los anteriores, teniendo un monto total de S/. 350.00

**Tabla 21**

*Comparación de los costos invertidos.*

	<b>ANTES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>DESPUÉS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</b>
Adquisición de materiales técnicos	S/. 3,200.00	S/. 4,151.20
Mano de obra	S/. 7,000.00	S/. 0.00
Capacitaciones	S/. 0.00	S/. 1,800.00
Recursos de implementación	S/. 0.00	S/. 350.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 10,200.00</b>	<b>S/. 6,301.20</b>

*Nota:* Elaboración propia.

La tabla N° 20 demuestra que los gastos realizados para realizar mantenimiento correctivo han sido de S/. 10,200.00 entre compras imprevistas de algunos repuestos y la mano de obra para la reparación de los equipos, en comparación con los gastos realizados el semestre siguiente en el que se ha implementado el plan de mantenimiento preventivo que son de S/. 6, 301.20.

Existe un beneficio de S/. 3,898.80 dentro del intervalo de 6 meses, siendo beneficioso en comparación de alguna falla de gravedad en la q se requiera

insumos grandes y personal técnico especializado, el traslado del equipo a un taller de reparación o en el peor de los casos la adquisición de un nuevo equipo de reemplazo.

## V. DISCUSIÓN

Alarcón A (2018), en su investigación demuestra que la implementación de un plan de mantenimiento, desde la detección oportuna de los problemas, mejora la eficacia de los equipos y la gestión de los sistemas, tomando eso en cuenta, es que al analizar la causa de las paradas y fallas frecuentes de los equipos se centra en el alineador, frenómetro y el banco de suspensión, generando gastos imprevistos.

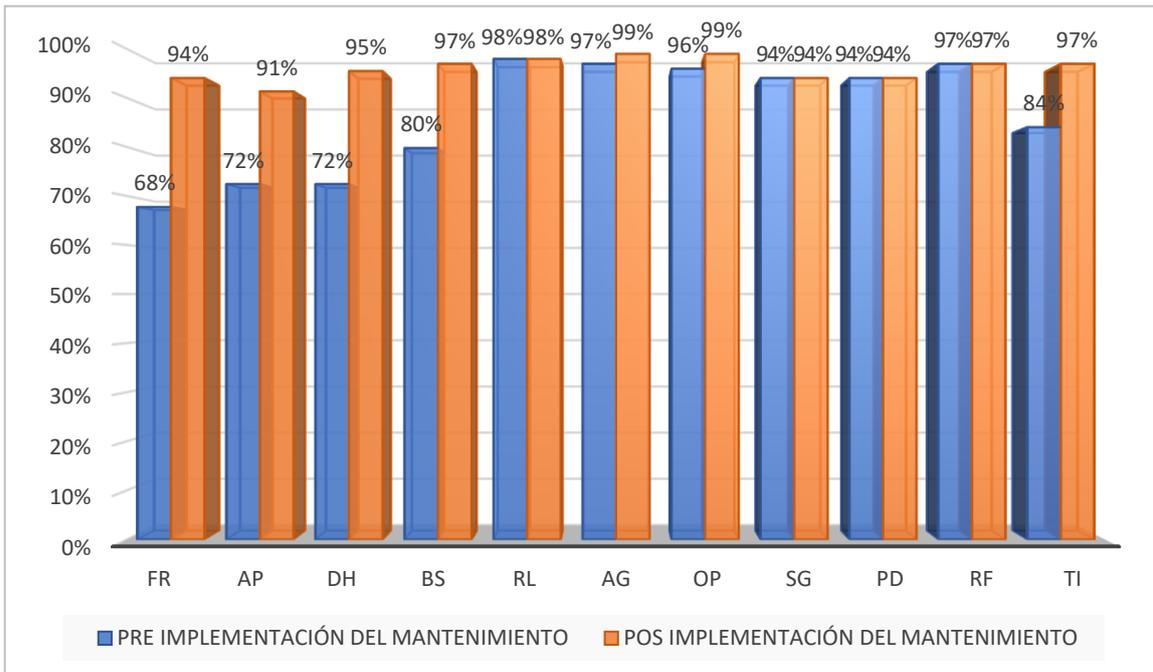
La implementación del mantenimiento preventivo y su correspondiente capacitación al personal técnico ha mejorado notoriamente la disponibilidad de los equipos en cuestión, este mantenimiento se ha basado en el registro de los equipos, cuidado, limpieza, lubricación, ajuste y reparación de acuerdo a los manuales y fichas del producto, de la misma forma en la que Hortales M. (1997) en su investigación muestra que no se necesita sistemas complicados de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos, sino, al prestar atención detenido a los procesos de inspección y limpieza, respetar los cronogramas de mantenimiento especializado, individualizar los estándares de limpieza y cuidado de los equipos y manteniendo el orden, se puede obtener resultados satisfactorios, garantizando las condiciones óptimas de los equipos, seguridad y funcionalidad y reducción de tiempos de inactividad así como lo menciona Flores (2013).

Permitiendo que el personal técnico se encuentre lo suficientemente capacitado para las tareas básicas de mantenimiento, el buen uso de los equipos, manteniendo los registros de los equipos actualizados, y recibiendo capacitaciones constantes de los equipos aumentando la disponibilidad de una media de 86 % a 96%, un rango similar al obtenido por Xiomeng (2018), que, del mismo modo, su mantenimiento ha sido a base de los preceptos básicos de evaluación, capacitación, limpieza, cuidado, lubricación y orden.

Así como vemos en el cuadro comparativo de la disponibilidad de equipos en los 6 meses anteriores del mantenimiento y los 6 meses de aplicación del mantenimiento.

### **Figura 8**

*Comparativa de la disponibilidad pre y pos implementación del plan de mantenimiento.*



La figura N° 8, se muestra la comparanza de los datos obtenidos de la disponibilidad antes de la implementación del plan de mantenimiento y después de la misma, demostrando que el Fenómetro de rodillo aumento un 26%, el Alineador al paso un 19%, El detector de holguras a 23%, el Banco de Suspensión a 17%, el Regloscopio en 0%, el Analizador de gases a 2%, el opacímetro a 3%, el Sonómetro a 0%, el Profundímetro a 0%, el Retroreflectómetro 0% y la Torre de inflado de llantas a 13%.m Mostrando una gran mejoría en el corto tiempo en el que se ha implementado en plan de mantenimiento preventivo, con esto suponemos que el plan de mantenimiento a largo plazo mejorará el funcionamiento dentro de la planta CITV AUTOMAX.

La implementación del plan de mantenimiento preventivo de esta tesis se basó en los indicadores obtenidos de la disponibilidad de los equipos los cuales aumentaron, en un aumento de 10% en la disponibilidad de los equipos, disminuyendo los costos de reparación.

El tiempo medio entre fallas (MTBF) al ser aplicado en el mantenimiento preventivo extiende el lapso de tiempo que existe entre fallas, una mejora a comparación con la imprevista reparación de equipos, esto a causa de la capacitación gradual ofrecida al personal técnico, de manera disciplinada y supervisada, manteniendo un uso correcto y a consciencia de los equipos, cumpliendo el mantenimiento

implementado y reduciendo las fallas; obteniendo una reducción de media de 7.05 de puntos. El tiempo entre reparaciones (MTTR) se ha incrementado notablemente, ya que al aplicar el mantenimiento se ha reducido el intervalo de tiempo de reparación de fallas y en consecuencia se ha disminuido la cantidad de fallas, en un total de 0.54 puntos de media. Del mismo modo, Vigo (2020), se ha basado en la disponibilidad desde el MTBF y MTTR mostrando un aumento del 9% de disponibilidad y Diestra (2017), logró una mejora de 3,8 % de disponibilidad, y aunque Simón (2017), logra un aumento de 29.2% con su plan de mantenimiento en las máquinas, las circunstancias técnicas y el tiempo son diferentes.

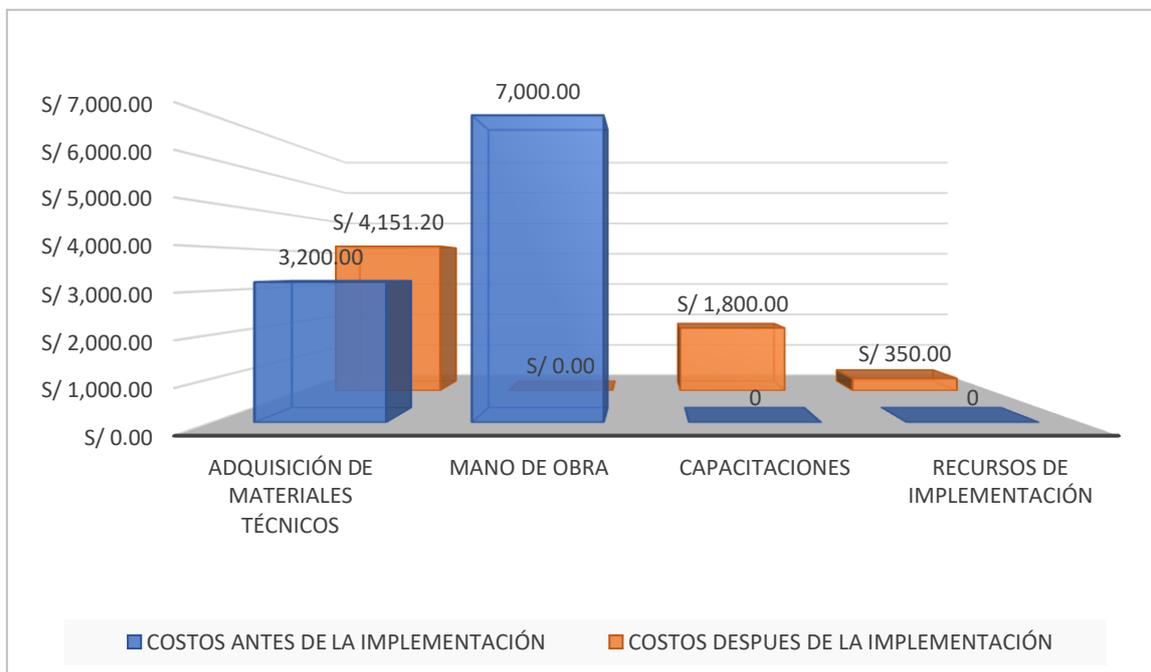
También, se ha tomado en cuenta que para un mayor análisis de diagnóstico de los equipos es que se ha realizado la metodología del AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas), mostrándonos que el índice de riesgo se centra en el frenómetro y el alineador, en menor medida el banco de suspensión; esta herramienta nos ayuda a la detección de los efectos y consecuencias de los modos de fallos de cada activo en su contexto operacional Gonzales, (2005), se ha utilizado en otras investigaciones como la de Villacres (2016), en los que la buena interpretación de datos obtenidos por el AMEF, ha logrado reducir en 45% de las fallas, para Suárez (2018), las fallas encontradas se disminuyeron un 45%, logrando detectar las fallas indeseables, fallas reducibles y las fallas de otras índoles.

La importancia de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en empresas de revisiones técnicas dentro de la ciudad de Juliaca es importante, la creciente demanda de estos servicios a causa de la incremento del mercado automotor, produce que las empresas de este rubro sean más eficientes y eficaces, a causa de la gran demanda, del mismo modo la creciente competencia del sector y las regulaciones documentarias de las autoridades, es que hace necesario que los equipos funcionen de la mejor manera posible manteniendo el flujo y la disponibilidad de ellos.

Uno de los objetivos de todo plan de mantenimiento es la disminución de los costos para la empresa en la que se implementa, en este caso, la ejecución del plan de mantenimiento ha necesitado de diferentes herramientas, materiales, insumos, etc.

**Figura 9**

*Comparativa de los costos adquisitivos antes y después del mantenimiento.*



La figura N° 9 revela que los costos de mantenimiento han sido excesivos antes de la ejecución del mantenimiento preventivo, ya que al solucionar las fallas repentinas de los equipos han mostrado un costo elevado para la empresa. Mientras que durante los 6 meses de aplicación del plan de mantenimiento han costado S/. 6,301.20. También es necesario mencionar que el monto que se requiere para la implementación es menor al monto que se deberá pagar por multa según la DS-24-2009-MTC *EL REGLAMENTO NACIONAL DE INSPECCIONES TÉCNICAS*, en donde especifica que el incumplir con los estándares de funcionalidad de los equipos para las inspecciones técnicas, se deberá pagar una multa de 2UITs, y se suspende la atención 30 días, calculando que la planta de AUTOMAX genera S/. 75,600.00 al mes, sería una gran pérdida para la empresa.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Se ha evaluado las condiciones de los equipos de la línea mixta antes de la implementación del mantenimiento preventivo, mediante los diferentes instrumentos con el objetivo de encontrar la causa raíz del problema en cuestión, encontrar el grado de disponibilidad en ese momento, los equipos de mayor criticidad y los cálculos de MTBF y MTTR. Mediante la evaluación de los equipos es que se ha hallado los puntos de criticidad de acuerdo a los criterios de medición mediante la obtención de la frecuencia de fallas y las consecuencias, este cuadro de criticidad ha mostrado los equipos con mayor criticidad, siendo el fenómetro rodillo, el alineador al paso, detector de holguras, el banco de suspensión y la torre de inflado de llantas.
2. Se ha diseñado un plan de mantenimiento preventivo a base de las causas obtenidas en el diagrama Ishikawa, solucionando las causas raíz del problema de manera directa y previendo las causas de segundo grado, del mismo modo se ha creado los registros y formato para la medición de los equipos y la correcta aplicación del plan de mantenimiento, así como las capacitaciones prácticas y teóricas necesarias para el personal técnico. Del mismo modo, se ha implementado el cronograma para realizar todas las actividades dentro del plan de mantenimiento, las capacitaciones y las check list de supervisión de la correcta aplicación del plan de mantenimiento preventivo.
3. La evaluación del plan de mantenimiento ha sido uno de los pasos fundamentales de esta tesis, ya que ha proporcionado las variaciones de los datos obtenidos al comienzo de esta investigación.
4. Y por último se ha realizado la viabilidad económica del plan de mantenimiento, mostrando que es factible la adquisición de materiales para la implementación en comparación con los costos realizados para corregir fallos o reparar equipos de manera impredecible.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la ampliación del plan de mantenimiento desde el punto de vista logístico, en donde se realice la supervisión y la optimización de las tareas formuladas en el plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta.

Del mismo modo, se recomienda que exista un responsable directo para la aplicación y supervisión del plan de mantenimiento preventivo, este deberá proporcionar los instrumentos necesarios para el mantenimiento y las fichas de seguimiento, así como los registros de fallas.

Se aconseja sistematizar y automatizar el análisis de fallas y averías para mantener la actualización de los equipos y prever las incidencias y adquisición de repuestos.

También se sugiere implementar un espacio cerrado para el almacenaje de repuestos y herramientas específicamente para el mantenimiento, así como, mantener las capacitaciones al personal para el mantenimiento de los equipos.

De existir la posibilidad de ampliar la planta y adquirir equipos o líneas especializadas, se recomienda re evaluar y re diagnosticar para la realización de un nuevo plan de mantenimiento acorde a las nuevas necesidades y el nuevo estado situacional.

## REFERENCIAS

- American National Standards Institute/National Information Standards Organization, ANSI TAPPI TIP 0305-34:2008.
- AVAKH, S., GANJI, M., IMANNEZHAD, R. (2020) *¿Cuáles son los determinantes clave del rendimiento del mantenimiento?* Departamento de Ingeniería Industrial [en línea]. Octubre 2020.[Fecha de consulta 11 de Mayo de 2021]Disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132020000100212&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132020000100212&lang=es) ISSN:1980-5411.
- BELLOSO, R. (2016) *Gestión de mantenimiento de autobuses del transporte público urbano en el municipio maracaibo*. Centro de Investigaciones de Ciencias Administrativas y gerenciales [en línea].Abril-Mayo 2016.[Fecha de consulta 8 de mayo de 2021]. Disponible en: <dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6932727.pdf> ISSN: 1856-6189
- BO, P., ILUJU, D. y TET, K. (2019). Mantenimiento predictivo basado en IOT para la gestión de flotas. Revista 2º Conferencia Internacional sobre datos emergentes e industria 4.0(EDI40) del 29 de abril a 2 de mayo de 2019, Lovaina, Bélgica[en línea].Abril-Mayo 2019.[fecha de consulta 11 de mayo del 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919306519> ISN:1877-0509
- BOLIANG L., Jianping W., RUIXI L., JIAXI W., HUI W. & XUHUI Z. (2018), *Optimization of highlevel preventive maintenance scheduling for high-speed trains, Reliability Engineering & System Safety*, Volume 183,2019,Pages 261-27 ISSN 0951-8320,Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2018.11.028>.
- CONSTANTINO, A. (2019) *En la investigación de la falla e incidentes. ¿Que buscamos la causa raíz o la solución eficaz?* Revista Mantenimiento en Latinoamérica [en línea]. Enero - Febrero 2019,Nº1.[Fecha de consulta:30 de Abril de 2021]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/000710417ee64bcb3e999>. ISSN: 2357-6340
- BUENAÑO, L. (2016). *“Plan de gestión de mantenimiento basado en el análisis de índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de las locomotoras tipo bbb 2400 de ferrocarriles del ecuador empresa pública”*. Tesis:(Magíster

- en Gestión del Mantenimiento Industrial). Ecuador:Escuela superior politécnica de Chimborazo, 2016,191pp.
- CASTAÑEDA, Jackson. Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa transportes Chiclayo S.A. Chiclayo. Tesis (Bachiller Industrial). Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2016. 223 pp.
- COLLANTES, M.M. (2017). Propuesta de implementación del mantenimiento preventivo en las celdas de flotación kyf-300 para mejorar la productividad en planta de cobre - Chinalco – Perú (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú) Recuperado de <https://core.ac.uk/reader/155248422>
- CRESWELL, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches* (3a Ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.
- DE LA PAZ, E., & LÓPEZ, H. (2014). Evolución de mantenimiento en Cuba y la participación de las universidades en el proceso. *Revista CINTEX*, 48-53.
- DELGADO, J., SALDIVIA, F. & FYGUEROA, S. *Sistema para la determinación de la degradación del lubricante basado en el tratamiento digital de manchas de aceite de motores Diésel*. *Revista UIS Ingenierías* [en línea]. 2014,13(1), 55-61[fecha de Consulta 14 de Mayo de 2021]. ISSN: 1657-4583. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553756869005> ISSN: 1657-4583.
- DIAZ C. (2016). propuesta de gestión de mantenimiento para una flota de transporte terrestre. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de ciencias aplicadas. Facultad de Ingeniería, 205. 274 pp.
- DIESTRA H (2017), Incremento de la operatividad de las máquinas de la empresa Metal Work Industrias S.A.C. mediante un plan de gestión de mantenimiento preventivo. [En línea]. Tesis de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2017. [Fecha de consulta: 05 de Febrero del 2022] Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9490>
- FERNÁNDEZ, A. (2018). *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. 2° ed. Madrid, España: Integra Markets, Grupo América Factorial S.A.C. 2018. 38 pp. ISBN 978-13- 70710-76-8
- FERNANDEZ, A. (2021). Las Herramientas de Inspección y Diagnóstico en el Mantenimiento. *Revista Mantenimiento en Latinoamérica* [en línea]. Marzo-

- Abril 2019,Nº2.[fecha de consulta:01 de mayo del 2021].Disponible en <https://es.calameo.com/read/000710417947b5d110170> ISSN: 2357-6340
- FLORES, A. GASTELU, Y., MÉNDEZ, G., MINAYA, C., PINEDA, B., PRIETO K., RIOS K. & MORENO, C. (2016) *Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013*. Ingeniería Industrial. 2016, (34):11-26
- GIRALDO, O.& VILLALOBOS, D. (2014) *Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo* [en línea]. Enero- Agosto 2014, Nº 30.[fecha de consulta:24 de Abril de 2021]Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5076416> ISSN:0124-7492
- GONZÁLEZ, R. (2016) *Mantenimiento Industrial: Organización, gestión y control*. 1º ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina, 2016.320pp. ISBN:978-950-553 270-4
- GONZALES, Juan. *Gestión y logística del mantenimiento de vehículos*. San Vicente: Editorial Club Universitario, 2012. 94 pp. ISBN: 9788475613541.
- HERNÁNDEZ, R. & MENDOZA, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5,
- HERNANDEZ, [et al]. *Gestión del mantenimiento para máquinas agrícolas utilizando el software "SGMANTE 2.0"* Revista Ingeniería Agrícola [en línea]. Octubre - diciembre, 2020 n.º4. [Fecha de consulta: 22 de abril del 2021].Disponible en <http://www.redalyc.org/jatsRepo/5862/586264983005/html/index.html> ISSN: 1727-9933
- International Organization for Standardization, ISO 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industriesCollection and exchange of reliability and maintenance data for equipment, 3 ed., Ginebra: ISO, 2016.
- International Organization for Standardization, ISO 13374: Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas.
- International Organization for Standardizatio, ISO 14224 (Recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento) ANSI TAPPI TIP 0305-34:2008 (Permite crear listas de comprobación para el mantenimiento)

- LÓPEZ, C & SALAZAR, G. “*Metodología para la Planificación y Control de la Ejecución de Mantenimientos Preventivos y Correctivos de Líneas de Subtransmisión*”. Revista Técnica “energía” [en línea]. 2020. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://revistaenergia.cenace.org.ec/index.php/cenace/article/view/361/348> ISSN 2602-8492
- LÓPEZ, J., TRINCHET, C., PÉREZ, R. y VARGAS J. (2021) *Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera*. Artículo de investigación científica y tecnológica. [ en línea]. Enero 2021,n° 614. [ Fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible: en: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=af24393c-eb6a-4abd-b2ddc131c6d232d6%40sdc-v-sessmgr03> ISSN: 1815-5944 REVISTA de economía. [en línea]. 2017. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/19272/19417> ISSN: 0254-4415
- MEDRANO, J., GONZÁLEZ, V & DIAZ, V. (2017). *Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales*. 1° ed. Ciudad de México, México: Editorial Patria S.A, 2017.287pp. ISBN:978-607-744-709-2
- MORA, A. (2009). *Mantenimiento- planeación, ejecución y control*. Alfaomega. México. [en línea]. 2020. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/37071909/Libro\\_Mantenimiento\\_Alberto\\_Mora\\_1ed\\_1\\_](https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1_) ISBN: 978-958- 682-769-0
- MURILLO, W. (2008). La investigación científica. Consultado el 15 de agosto de 2023 de <http://www.monografias.com/trabajos15/investigacion/investigacion.shtm>
- NGUYEN, K. & MEDJAHAR, K. (2021) *Un nuevo marco dinámico de mantenimiento predictivo que utiliza el aprendizaje profundo para los pronósticos de fallas*. Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema [en línea].Agosto 2019.[Fecha de consulta 9 de mayo de 2021] .Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/ppi/S0951832018311050> ISSN:0951- 8320

- RIGOL, B., PEÑA, D., HERNANDEZ, O. & DIAZ S. (2021) *Metodología para mejorar el mantenimiento de vehículos de carga en una empresa cubana*. Centro de Investigación e Innovación Tecnológica CIITEC IPN [en línea]. Enero-Marzo 2010, N°46 [Fecha de consulta :12 de mayo de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3199128>. ISSN: 1405-0676
- SINDHU, Ch, VIJAY, Ch, & MANOJ K. (2013), *Mantenimiento Preventivo: Un método para operaciones eficientes de la flota*. Revista Internacional Científica e Ingeniería [en línea]. Mayo 2013, n°4. [fecha de consulta: 28 de Abril de 2021]. Disponible en <http://https://www.ijser.org/researchpaper/PREVENTIVE-MAINTENANCE-A-METHOD-FOR-EFFICIENT-FLEET-OPERATIONS.pdf>. ISSN: 2229-5518
- SUARES L (2018), *Implementación De Un Plan De Mantenimiento Preventivo Para Mejorar La Rentabilidad De La Empresa De Transportes Y Turismo Emicer E.I.R.L*, 2018, Perú, <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25287>
- TAMAYO Y TAMAYO, M. (2007). *El proceso de la investigación científica; incluye glosario y manual de evaluación de proyectos* (4a. ed.). Guadalajara: Limusa
- VELASTEGUI C. (2015) *Materiales de Fricción y su influencia en la eficiencia de frenado*. Tesis (Licenciatura en Electromecánica y Administración Automotriz). Quito: Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, 2015. 86pp.
- Gary, Linné., Amos, N.H.C., Tehseen, A., *Towards strategic development of maintenance and its effects on production performance by using system dynamics in the automotive industry*, *International Journal of Production Economics* (2018), doi: 10.1016/j.ijpe.2018.03.024. Disponible en: <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/108258.pdf>
- VILLACRÉS, Sergio. *Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (Rcm) para el vehículo hidrocleaner vector de la empresa Etapa Ep*. Tesis (Magíster Ingeniería). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de Postgrado y Educación Continua, 2016.
- VILLEGAS E. (2017) *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Metalmecánica Emeca S.A.C.*, Comas – diciembre 2017. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial.

Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2017. [Fecha de consulta: 22 de Enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12577>

- VIGO J. (2022). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas de una empresa metalmeccánica del sector industrial. [En línea]. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, 2020. [Fecha de consulta: 12 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24777>
- YAM M., PALI, R. J., & ZAVALA L. (2019). *Aplicabilidad de la criticidad en el mantenimiento de equipos*. Project, Design and Management, 1(1), 33-48.
- ZHANG,F., SHEN,J., LIAO,H. & MA, Y. (2021) *Política óptima de mantenimiento preventivo para un sistema sujeto a inspecciones imperfectas en dos fases*. Revista Ingeniería de Confiabilidad y Seguridad del sistema [en línea].Enero 2021, N° 205.[Fecha de consulta 10 de Mayo de 2021].Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832020307547> ISSN:0951- 8320
- ZHOU,Y, KOU, G., XIAO, H., PENG,Y. & ALSAADI, F. (2020) *Modelo de mantenimiento preventivo imperfecto secuencial con reducción de intensidad de fallos con aplicación a autobuses urbanos*. Revista Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema [en línea] Febrero 2020[fecha de consulta 8 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832019309603> ISSN:0951- 8320

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Plan de mantenimiento preventivo	Según Sindru, Vijay y Manoj, (2013) se trata de un conjunto de tareas de mantenimiento que tienen como objetivo mantener las instalaciones de manera óptima, anticipándose a las averías.	El plan de mantenimiento preventivo, tiene como objetivo conseguir las mismas prestaciones de los equipos y compensar el desgaste que van sufriendo con el paso del tiempo, pero siempre antes de que suceda una avería y de manera preventiva para evitarlas en el futuro. Villegas ,(2017)	Mantenimiento	Criticidad	Ordinal (Diagrama Ishikawa, Análisis FODA, Ficha de registro de mantenimiento, Check list de plan de mantenimiento)
			Económica	Costo de mantenimiento	Razón (Ficha de costos, Ficha de registro de mantenimiento)
Disponibilidad de Equipos	Para Giraldo y Villalobos, (2014) la disponibilidad es la probabilidad de equipos realicen las funciones previstas cuando son requeridas,	Es una métrica que evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada en un momento determinado, durante un tiempo determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantabilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos. Vigo (2022)	Preventivo	Detección	Ordinal (Lista de fallas,AMEF
			Disponibilidad	MTBF	Razón (Registro de mantenimientos correctivos, Lista de fallas)
				MTTR	Razón (Registro de mantenimientos correctivos, Lista de fallas)

Anexo 2. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criticidad</li> <li>• Costo de mantenimiento</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Investigación aplicada por la aplicación de conocimientos adquiridos</p> <p><b>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Aplicativo con enfoque cuantitativo y corte transversal</p> <p><b>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Prospectivo.</p> <p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</b> Preexperimental: G: O1 -&gt; X -&gt; O2</p> <p><b>MUESTREO:</b> No probabilístico por conveniencia: 11 equipos de la línea mixta de AUTOMAX.</p> <p><b>TÉCNICAS:</b> Observación directa. Análisis documental. Análisis de datos.</p> <p><b>INSTRUMENTOS:</b> Diagrama Ishikawa. Análisis FODA Ficha de registro de mantenimiento Formato de costos. Check list de supervisión. Lista de registro de fallas. AMEF. Registro</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE:		
<p>¿Cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la línea mixta para incrementar la disponibilidad de la empresa AUTOMAX?</p>	<p>Implementar el plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta para incrementar la disponibilidad de la empresa AUTOMAX</p>	<p>La implementación del plan de mantenimiento de la línea mixta incrementará la disponibilidad dentro de la empresa AUTOMAX.</p>	<p>Plan de mantenimiento preventivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección</li> <li>• MTTR</li> <li>• MTBF</li> </ul>	
<p>1. ¿Cuáles son las condiciones previas de los equipos de la línea mixta de AUTOMAX como diagnóstico para el plan de mantenimiento preventivo?</p> <p>2. ¿De qué manera un plan de mantenimiento mejorará la disponibilidad de la línea mixta de AUTOMAX?</p> <p>3. ¿Cuál es el grado de disponibilidad de los equipos al implementar el plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta de AUTOMAX?</p> <p>4. ¿Cuáles son los costos de implementación del plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta para comprobar su viabilidad y mejora dentro de la empresa AUTOMAX?</p>	<p>1. Evaluar las condiciones previas de los equipos de la línea mixta de AUTOMAX como diagnóstico para plan de mantenimiento preventivo.</p> <p>2. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que mejore la disponibilidad de la línea mixta de AUTOMAX.</p> <p>3. Evaluar los resultados al implementar el mantenimiento preventivo nos ayudará a medir la disponibilidad de los equipos dentro de la línea mixta de AUTOMAX.</p> <p>4. Verificar los costos implementación del plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta para comprobar la viabilidad y mejora dentro de la empresa AUTOMAX.</p>	<p>1. La evaluación de las condiciones previas de los equipos de la línea mixta de AUTOMAX, como diagnóstico para la implementación del plan de mantenimiento preventivo.</p> <p>2. El diseño del plan de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de la línea mixta de AUTOMAX.</p> <p>3. La evaluación de los resultados al implementar el mantenimiento preventivo nos ayudará a medir la disponibilidad de los equipos dentro de la línea mixta de AUTOMAX.</p> <p>4. Los costos de implementación el plan de mantenimiento preventivo de la línea mixta, comprobará la viabilidad y la mejora dentro de la empresa AUTOMAX</p>	<p>Disponibilidad de equipos</p>		

### Anexo 3. Autorización del lugar de investigación.



Av. Sin Nombre Lote I-3-3-B Parque Industrial Taparachi  
Juliaca-San Roman- Juliaca  
Correo: automax.grupo@gmail.com  
Celular: 986132291

## AUTORIZACION DEL LUGAR DE INVESTIGACION

Conste el presente documento que el sr. **Norberth Brumer Calla Tapia** identificado con DNI nro.: **44427157**, en calidad de Gerente General de la empresa **CITV REVISIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX S.A.C** con RUC: **20607470465**

### AUTORIZO:

Al Sr. **Miguel Angel Bahamonde Gordillo** con DNI: 73249202, con el uso de la información y datos de la empresa para la elaboración de su tesis titulada “Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea Mixta para Incrementar la Disponibilidad en AUTOMAX”.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado solo para fines de su elaboración de tesis.

Juliaca, 22 de Junio del 2023.

CITV REVISIONES TECNICAS VEHICULARES  
AUTOMAX S.A.C.  
Norberth Brumer Calla Tapia  
GERENTE GENERAL

**Ing. Norberth Brumer Calla Tapia**  
**GERENTE GENERAL**  
**REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES**  
**AUTOMAX SAC**



## Ficha de fallas

		<b>FICHA DE FALLA POR EQUIPO</b>			
EQUIPO					
FECHA		HORA		TECNICO ENCARGADO	
TIPO DE FALLA					
TIPO DE REPARACION					
HORA DE INICIO		HORA DE TERMINO			
COSTO DE LA REPARACION					
OBSERVACIONES					

## Check list de supervisión del plan de mantenimiento preventivo

CHECK LIST DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO							
EQUIPO	CODIGO	ACTIVIDADES	ESTADO			TECNICO RESPONSABLE	OBSERVACIONES
			BUENO	INTEMEDIO	MALO		
BD 6465 S10 Frenómetro de rodillo	FR	LIMPIEZA DE LOS RODILLOS Y PLATAFORMAS					
		INSPECCION DE LOS SENSORES					
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR					
		REVISION DE CONECTORES ELECTRICOS					
		LUBRICACION DE LAS CADENAS					
		CALIBRACION					
Analizador de gases	AG	LIMPIEZA DE LA Sonda DE MUESTREO					
		VERIFICACION DEL FILTRO					
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR					
		CAMBIO DE FILTRO					
		CALIBRACION					
Torre de inflado de llantas	TI	LIMPIEZA					
		VERIFICACION DE LA CORREA					
		INSPECCION DEL NIVEL DE ACEITE					
		INSPECCION DE LA VALVULA DE INFLADO					
		INSPECCION DE LA LLAVE REGULADORA DE PRESION					
		CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO					
		CAMBIO DE CORREA					
		CALIBRACION					
Regloscopio con Luxómetro	RL	LIMPIEZA DEL MASTIL DEL EQUIPO					
		VERIFICAR Y AJUSTAR PERNOS DEL EQUIPO					
		VERIFICAR Y CARGAR EQUIPO					
		REVISAR CONECTORES ELECTRICOS					
		REVISION DEL AJUSTE DE LA ANTENA BLUETOOTH					
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR					
		CALIBRACION					
Retrorreflectómetro	RF	LIMPIEZA DEL LENTE DEL EQUIPO					
		VERIFICACION DEL ESTADO DE LA BATERIA					
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR					
		CALIBRACION					
SA640 Banco de suspensión	BS	LIMPIEZA DE LAS PLATAFORMAS					
		INSPECCION DE LOS SENSORES					
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR					
		REVISION DE CONECTORES ELECTRICOS					
		LUBRICACION DE LOS PUNTOS DE LUBRICACION					
		CALIBRACION					
Profundímetro digital	PD	LIMPIEZA DEL EQUIPO					
		VERIFICACION DEL ESTADO DE LA BATERIA					
		CALIBRACION					

Profundímetro digital	PD	LIMPIEZA DEL EQUIPO						
		VERIFICACION DEL ESTADO DE LA BATERIA						
		CALIBRACION						
GTS 8508 Detector de holguras para vehículo liviano y pesado	DH	LIMPIEZA DE LAS PLATAFORMAS						
		INSPECCION DE LOS SENSORES						
		VERIFICAR EL AJUSTE DE LOS PERNOS						
		VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE DEL TANQUE DEL SISTEMA						
		VERIFICAR LAS FUGAS EN LAS MAGUERAS DEL SISTEMA						
		REVISION DEL MANDO DE CONTROL						
		REVISION DE CONECTORES ELECTRICOS						
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR						
		ENGRASE A LOS SOPORTES DE LAS GUIAS						
		CALIBRACION						
DT-8852 Sonómetro digital	SG	LIMPIEZA DEL EQUIPO						
		VERIFICACION DEL ESTADO DE LA BATERIA						
		INSPECCION DEL TRIPODE SOPORTE						
		INSPECCION DE LA ALMOHADILLA						
MS 8400 Alineador al paso para vehículo liviano y pesado	AP	LIMPIEZA DE LA PLATAFORMA						
		INSPECCION DE LOS SENSORES						
		REVISAR CONECTORES ELECTRICOS						
		VERIFICAR Y AJUSTAR PERNOS DEL EQUIPO						
		LIMPIEZA DE LAS BILLAS						
		ENGRASE DE LAS BILLAS						
Opacímetro	OP	CALIBRACION						
		LIMPIEZA DE LA SONDA DE MUESTREO						
		VERIFICACION DEL FILTRO						
		REVISION DE SINCRONIZACION DEL EQUIPO CON EL ORDENADOR						
		CAMBIO DE FILTRO						
CALIBRACION								

## Anexo 5. Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** con DNI N° 09599387 **MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** CIP N° 208704 de profesión **INGENIERO MECÁNICO** desempeñándome como **DOCENTE UNIVERSITARIO** en **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Registro de mantenimiento
- Ficha de Fallas por Equipo
- Instrumento de Análisis AMEF
- Análisis de Causa Raíz

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea Mixta para Incrementar la Disponibilidad en Automax**". Elaborado y presentado por el estudiante:

- BAHAMONDE GORDILLO MIGUEL ANGEL

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de **Trujillo** el día **31** del mes de **agosto** del año **2023**.

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**

DNI : **09599387**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**

E-mail : [ecudrosc@pucp.pe](mailto:ecudrosc@pucp.pe)

Edwin Huber Cuadros Camposano  
ING. MECANICO  
R. CIP. N° 208704

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo **HITLER REFLEY NAIRA CALSIN** con DNI N°**41698395** CIP N° **105861** de profesión **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** desempeñándome como **INGENIERO SUPERVISOR DE PLANTA** en la empresa **REVISIONES TECNICAS HEROES DEL PACIFICO SAC.**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Registro de mantenimiento
- Ficha de Fallas por Equipo
- Instrumento de Análisis AMEF
- Análisis de Causa Raíz

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: “**Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea Mixta para Incrementar la Disponibilidad en Automax**”. Elaborado y presentado por el estudiante:

- BAHAMONDE GORDILLO MIGUEL ANGEL

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de **Trujillo** el día **31** del mes de **agosto** del año **2023**.

ING. : **HITLER REFLEY NAIRA CALSIN**

DNI : **41698395**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**

E-mail : [Neyra\\_h20@hotmail.com](mailto:Neyra_h20@hotmail.com)



Hitler R. Naira Calsin  
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
CIP. 105861



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **RENE WILFREDO ACEITUNO FUENTES** con DNI N°**02375897**, CIP N° **87715** de profesión **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA** desempeñándome como **INGENIERO SUPERVISOR DE PLANTA** en la empresa **CITV REVISIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Registro de mantenimiento
- Ficha de Fallas por Equipo
- Instrumento de Análisis AMEF
- Análisis de Causa Raíz

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la Línea Mixta para Incrementar la Disponibilidad en AUTOMAX**". Elaborado y presentado por el estudiante:

- BAHAMONDE GORDILLO MIGUEL ANGEL

INDICADORES	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de **Juliaca** el día 31 del mes de **agosto** del año **2023**.

ING. : **RENE WILFREDO ACEITUNO FUENTES**

DNI : **02375897**

Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICA**

E-mail : [reneaceitunofuentes@gmail.com](mailto:reneaceitunofuentes@gmail.com)



Anexo 6. Fichas técnicas de los equipos de la línea mixta

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	ALINEADOR DE RUEDAS AL PASO						
<b>MARCA</b>	BEISSBARTH		<b>CODIGO</b>	AP			
<b>MODELO</b>	MSS 8400		<b>N° DE SERIE</b>	730			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	80 kg	<b>LARGO</b>	995 mm	<b>ANCHO</b>	800 mm	<b>ALTURA</b>	36 mm
CARACTERISTICAS TECNICAS							
<p>CLASE DE PROTECCION 54 PI, TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DE -10° C A 50° C, MAX. DE CARGA POR EJE 8000 KILOS, VELOCIDAD MAXIMA DE PRUEBA 15KM/H,PERO BRUTO92 KILOS, HUMEDAD RELATIVA MAXIMA &lt; 85%, RANGO DE MEDICION ±12mm/m</p>							
FUNCION							
<p>ES UN EQUIPO UTILIZADO PARA MEDIR Y DIAGNOSTICAR LA ALINEACIÓN DE LAS RUEDAS DE UN VEHÍCULO, CUYA PRINCIPAL FUNCIÓN ES ASEGURAR QUE LAS RUEDAS ESTÉN PERFECTAMENTE ALINEADAS, DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE</p>							
							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	FRENOMETRO DE RODILLOS						
<b>MARCA</b>	BEISSBARTH		<b>CODIGO</b>	FR			
<b>MODELO</b>	MB 8100		<b>N° DE SERIE</b>	010250944			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	710 kg	<b>LARGO</b>	1300 mm	<b>ANCHO</b>	1151 mm	<b>ALTURA</b>	666 mm
CARACTERISTICAS TECNICAS							
CLASE DE PROTECCION IP54, LONGITUD DEL ROLLO 1000 mm, DIAMETRO MIN DE LLANTA 13" MAX 40", POTENCIA NOMINAL 2X12.4kW							
FUNCION							
PARA LA VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL SISTEMA DE FRENOS. CON ÉL SE EVALÚA LA EFICACIA DE FRENADO; ES DECIR, LA RELACIÓN ENTRE LA FUERZA TOTAL DE FRENADO DEL VEHÍCULO Y EL PESO DE ESTE, EXPRESADA EN PORCENTAJE.							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	DETECTOR DE HOLGURAS						
<b>MARCA</b>	BEISSBARTH		<b>CODIGO</b>	DH			
<b>MODELO</b>	GST 8508		<b>N° DE SERIE</b>	1247			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	334 KG	<b>LARGO</b>		<b>ANCHO</b>		<b>ALTURA</b>	
ALIMENTACION							
<b>N° DE FASES</b>	3	<b>VOLTAJE</b>	230 V	<b>FRECUENCIA</b>	60 HZ	<b>CORRIENTE</b>	16 A
CARACTERISTICAS TECNICAS							
<p>CAPACIDAD DE CARGA 16000 KG, RANGO DE TEMPERATURA -10°C A 60°C FUERZA DE 30kN, RANDOS DE MOVIMIENTO 100mm HORIZONTAL - 100mm VERTICAL, PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LA UNIDAD HIDRÁULICA 180 BAR, POTENCIA DE LA UNIDAD HIDRAULICA 2,2kW, CANTIDAD DE ACEITE HIDRAULICO 18L.</p>							
FUNCION							
<p>ES UTILIZADO EN LA REVISIÓN DE EJES Y DEMÁS COMPONENTES DEL VEHÍCULO, DE LOS POSIBLES DESGASTES Y "JUEGOS" QUE ESTOS PUEDAN SUFRIR. ESTA VERIFICACIÓN SE LLEVA A CABO GRACIAS A LAS DOS PLACAS DE COMPROBACIÓN UBICADAS EN EL SUELO A UN MISMO NIVEL</p>							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	OPACIMETRO						
<b>MARCA</b>	AVL DITEST		<b>CODIGO</b>	OP			
<b>MODELO</b>	AVL DISMOKE 480		<b>N° DE SERIE</b>	17869			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	3.5 kg	<b>LARGO</b>	395 mm	<b>ANCHO</b>	136 mm	<b>ALTURA</b>	285 mm
ALIMENTACION							
<b>N° DE FASES</b>	2	<b>VOLTAJE</b>	230 V	<b>FRECUENCIA</b>	60 HZ	<b>CORRIENTE</b>	0.34 A
CARACTERISTICAS TECNICAS							
<p>LONGITUD DE MEDICION 215 mm ± 2 mm,  TEMPERATURA MAXIMA DE EMISION 200°C,  OPACIDAD: RANGO DE MEDICION 0 .... 99.9%,  RESOLUCION 0.1%, ABSORCION(VALOR k): RANGO  DE MEDICION 0 .... 99.9%, RESOLUCION 0.1%</p>							
FUNCION							
<p>SIRVEN PARA MEDIR LA OPACIDAD DE LA EMISIÓN  DE HUMOS EN VEHÍCULOS DIÉSEL</p>							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	RETRO REFLECTOMETRO						
<b>MARCA</b>	CALIBRA		<b>CODIGO</b>	RF			
<b>MODELO</b>	REFLEX -20		<b>N° DE SERIE</b>	1074			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	705g	<b>LARGO</b>	21 cm	<b>ANCHO</b>	9 cm	<b>ALTURA</b>	5 cm
CARACTERISTICAS ELECTRICAS							
<b>BATERIA</b>	3.7V/2000mAh	<b>CARGADOR</b>	5V/2A	<b>T. MAX. DE ENCENDIDO</b>	12 HORAS	<b>MEDIDAS MAX</b>	2500
CARACTERISTICAS TECNICAS							
<p>ANGULO DE OBSERVACION 0.2°, ANGULO DE ENTRADA -4°, AREA DE MEDIDA <math>\varnothing</math> 9 mm, RANGO 0-1000(cd/lux/m<sup>2</sup>), FUENTE DE LUZ TECNOLOGIA LED (3000K), BLUETOOTH 2.4GHz/CLASE 2</p>							
FUNCION							
<p>LOS RETROREFLECTOMETROS PERMITEN COMPROBAR QUE EL GRADO DE REFLECTIVIDAD DE LAS PLACAS Y LAS CINTAS REFLECTIVAS SEGÚN EL REGLAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTE.</p>							
							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	ANALISADOR DE GASES						
<b>MARCA</b>	AVL DITEST		<b>CODIGO</b>	AG			
<b>MODELO</b>	AVL DITEST GAS 1000		<b>N° DE SERIE</b>	6341			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	2.2kg	<b>LARGO</b>	344mm	<b>ANCHO</b>	252 mm	<b>ALTURA</b>	85 mm
ALIMENTACION							
<b>N° DE FASES</b>		<b>VOLTAJE</b>	25 V	<b>CONSUMO</b>	20 VA	<b>CORRIENTE</b>	1.25 A
CARACTERISTICAS TECNICAS							
Measurand	Measuring	Resolution	Accuracy				
CO	0 ... 15% vol	0,01 % vol.	< 10.0 % vol.: ± 0,02% vol., ± 3% o.M. ≥ 10.0 % vol: ± 5 % o.M.				
CO2	0 ... 20% vol.	0,01 % vol.	< 16.0 % vol.: ± 0,3 % vol., ± 3 % o.M. ≥ 16.0 % vol: ± 5 % o.M.				
HC	0 ... 30.000 ppm vol.	≤ 2.000: 1 ppm vol.	< 2000 ppm vol.: ±4 ppm vol., ±3% o. M. ≥ 5000 ppm vol.: ±5% o. M. ≥10000 ppm vol.: ±10% o. M				
O2	0 ... 25% vol.	0,01 % vol.	± 0,02 % vol. ± 1 % o. M.				
NO (optional)	0 ... 5.000 ppm vol.	1 ppm vol.	± 5 ppm vol. ± 1 % o. M.				
Lambda	0 ... 9.999	0,001	Calculated from CO, CO2, HC, O2				
FUNCION							
<p>LOS ANALIZADORES DE GASES OFRECEN MEDICIONES FIABLES Y PRECISAS DE FORMA RÁPIDA Y AYUDAN A CUMPLIR CON LAS NORMAS DE EMISIONES. SE UTILIZAN PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE MONÓXIDO DE CARBONO Y OTROS GASES.</p>							
							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX			<b>FECHA:</b>	29/04/2023		
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	SONOMETRO						
<b>MARCA</b>	CEM			<b>CODIGO</b>	SG		
<b>MODELO</b>	DT-8852			<b>N° DE SERIE</b>	150709413		
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	350g	<b>LARGO</b>	278 mm	<b>ANCHO</b>	76 mm	<b>ALTURA</b>	50 mm
ALIMENTACION							
<b>BATERIA</b>	9V			<b>FRECUENCIA</b>	31.5Hz - 8KHz		
CARACTERISTICAS TECNICAS							
<p>RANGOS DE NIVEL: LO: 30DB ~ 80DB MED: 50DB ~ 100DB HI: 80DB ~ 130DB AUTOMÁTICO: 30DB ~ 130DB PRECISIÓN: ± 1.4DB, RESOLUCIÓN: 0.1DB, RANGO DINÁMICO: 50DB, TIEMPO PONDERADO: FAST (125MS), SLOW (1S), MICRÓFONO: MICRÓFONO DE CONDENSADOR ELECTRET DE 1/2 PULGADAS, ACTUALIZACIÓN DE PANTALLA: 2 VECES / SEG., APAGADO AUTOMÁTICO, SE APAGA DESPUÉS DE APROX. 15 MINUTOS DE INACTIVIDAD.</p>							
FUNCION							
<p>LOS SONÓMETROS SE UTILIZAN PARA MEDIR Y ADOPTAR MEDIDAS DE GESTIÓN DEL RUIDO PROCEDENTE DE DISTINTAS FUENTES SONORAS, EN ESTE CASO ES PARA REALIZAR PRUEBAS DEL CLAXON Y EL RUIDO DEL ESCAPE DEL VEHICULO.</p>							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX			<b>FECHA:</b>	29/04/2023		
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	REGLOSCOPIO CON LUXOMETRO DIGITAL						
<b>MARCA</b>	BEISSBARTH			<b>RL</b>	SG		
<b>MODELO</b>	MLD 9			<b>N° DE SERIE</b>	0894		
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	40 KG	<b>LARGO</b>	65 cm	<b>ANCHO</b>	60 cm	<b>ALTURA</b>	180 cm
ALIMENTACION							
<b>N° DE FASES</b>	-	<b>VOLTAJE</b>	9V	<b>FRECUENCIA</b>	-	<b>CORRIENTE</b>	-
CARACTERISTICAS TECNICAS							
<p>SISTEMA DE BASE REGULABLE DE 3 RUEDAS CON RIELES, SISTEMA NIVELABLE, ALTURA DE MEDICION 25-150 cm, CAJA OPTICA SINCRONIZABLE BLUETOOTH.</p>							
FUNCION							
<p>DISPOSITIVO DE MEDICIÓN QUE NOS PERMITE CONOCER CUÁNTA LUZO LUMINOSIDAD QUE HAY EN UN FARO Y TAMBIEN NOS PERMITE REVISAR EL ALINIAMIENTO DE LAS LUCES, QUE TODOS CUMPLAN EL REGLAMENTO VIGENTE</p>							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX			<b>FECHA:</b>	29/04/2023		
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	PROFUNDIMETRO DIGITAL						
<b>MARCA</b>	SDD TECH			<b>RL</b>	PD		
<b>MODELO</b>	ADD6231			<b>N° DE SERIE</b>	1070		
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	45 g	<b>LARGO</b>	10 cm	<b>ANCHO</b>	6 cm	<b>ALTURA</b>	2.5 cm
CARACTERISTICAS TECNICAS							
PROTECCION IP67, CAPACIDAD (mm/pulg) 0-25 mm/01", RESOLUCION (mm) 0.01							
FUNCION							
UN PROFUNDÍMETRO ES UN INSTRUMENTO PARA MEDIR PROFUNDIDAD DE LAS COCADAS DE LOS NEUMATICOS DE TRES PUNTOS DIFERENTES SEGÚN DICTA LA NORMA							

FICHA TECNICA DEL EQUIPO							
<b>REALIZADO POR</b>	CENTRO DE INSPECCIONES TECNICAS VEHICULARES AUTOMAX		<b>FECHA:</b>	29/04/2023			
<b>NOMBRE DE EQUIPO</b>	TORRE DE INFLADO						
<b>MARCA</b>	REDBUCK		<b>RL</b>	TI			
<b>MODELO</b>	GN-135B		<b>N° DE SERIE</b>	54893			
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	113 kg	<b>BASE</b>	64 cm	<b>ALTURA</b>	168 cm	<b>FONDO</b>	51 cm
ALIMENTACION							
<b>N° DE FASES</b>	2	<b>VOLTAJE</b>	220V	<b>FRECUENCIA</b>	60 Hz	<b>CORRIENTE</b>	10:00 a. m.
CARACTERISTICAS TECNICAS							
CAPACIDAD DEL TANQUE 240 L, VELOCIDAD 3450 RPM, PRESION MAXIMA 116PSI, FLUJO DE AIRE 7.7CFM@40PSI / 5.7CFM@90PSI							
FUNCION							
EQUIPO PARA DARLE INFLADO A LOS NEUMATIOS DE UN VEHICULO PARA QUE SE ENCUENTREN NIVELADOS PARA QUE LA PRUEBA DE SUSPENSION SALGA CORRECTAMENTE.							