



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELECTRICA

Diseño de un plan de mantenimiento preventivo (RCM)
para mejorar la disponibilidad de la flota de la empresa
Distribuidora PMA EIRL Chimbote.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Galvez Diaz, Yoel Renan (ORCID: 0000-0003-0501-7971)

ASESOR:

Ing. Dávila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y planes de mantenimiento.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO-PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi madre que desde el cielo siempre me guio para seguir superándome día a día y a mi querido padre quien con sus consejos me alentaron a seguir adelante con el logro de esta meta trazada.

A mi esposa Gloria, por ser mi compañera de vida quien con su amor y paciencia siempre me apoyo en el logro de este objetivo.

A mis queridos hijos Dylan y Dasha, por ser ellos los que me impulsaron a culminar esta carrera.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por que en su voluntad permitió que pueda concluir con este objetivo.

Agradezco a todos nuestros profesores de la facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, quienes me ayudaron en mi formación profesional

Agradezco a mi querida familia que siempre estuvieron a mi lado y quienes me motivaron a dar por concluida esta parte importante de mi vida.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2 Variables y operacionalización:.....	13
3.3 Población, muestra y muestreo.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	15
3.6 Método de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS:.....	68

Índice de tablas

Tabla 1. Pasos adicionales propuestos para la metodología de RCM.....	9
Tabla 2. Población de estudio flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.	14
Tabla 3. Número de conductores de la distribuidora PMA EIRL.	14
Tabla 4. Cuestionario diagnóstico de mantenimiento preventivo.	16
Tabla 5. Relación de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL.	19
Tabla 6. Tiempos de parada de la Flota de Camiones en horas de la empresa Distribuidora PMA EIRL.....	20
Tabla 7. Disponibilidad de la flota de Camiones en horas durante los meses de junio a agosto de la empresa Distribuidora PMA EIRL	22
Tabla 8. Horas de parada por sistema afectado.	26
Tabla 9. Historial de fallas.....	30
Tabla 10. Horas de parada por falla	31
Tabla 11. Horas de parada por falla.....	33
Tabla 12. Aplicación de las 7 preguntas básicas del RCM.....	34
Tabla 13. Análisis de modos y causas de falla del sistema de motor:.....	35
Tabla 14. Análisis de modos y causas de falla del sistema de Transmisión.	36
Tabla 15. Análisis de modos y causas de falla del sistema eléctrico:	36
Tabla 16. Análisis de modos y causas de falla del sistema de suspensión:.....	37
Tabla 17. Análisis de modos y causas de falla del sistema de alimentación de combustible:	37
Tabla 18. Índice de severidad (S) para la evaluación de los efectos de falla.....	38
Tabla 19. Índice de detención de fallo (D) para la evaluación de los efectos de falla..	39
Tabla 20. Índice de ocurrencia (O) para la evaluación de los efectos de falla.	39
Tabla 21. Semaforización del número de prioridad de riesgo.....	40
Tabla 22. Prioridad del fallo del sistema de motor de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	41
Tabla 23. Prioridad del fallo del sistema de transmisión de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	42
Tabla 24. Prioridad del fallo del sistema eléctrico de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	42
Tabla 25. Prioridad del fallo del sistema eléctrico de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	43
Tabla 26. Prioridad del fallo del sistema de alimentación de combustible de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	43

Tabla 27. cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de motor de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	44
Tabla 28. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de transmisión de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.	46
Tabla 29. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema eléctrico de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.....	47
Tabla 30. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de suspensión de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.	47
Tabla 31. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de alimentación de combustible de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL. ..	48
Tabla 32. Check lis de pre uso de camiones	49
Tabla 33. Propuesta de las actividades de mantenimiento preventivo para la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL basadas en RCM.....	50
Tabla 34. Simbología de frecuencias.....	52
Tabla 35. Programa de mantenimiento preventivo para la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL.....	53
Tabla 36. Disponibilidad actual de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.	54
Tabla 37. Calculo de la Disponibilidad actual:	54
Tabla 38. Fallas representativas que incrementan la disponibilidad de la flota de camiones.....	55
Tabla 39. Calculo de la MTBF aplicando la propuesta:.....	55
Tabla 40. Calculo de MTTR aplicando la propuesta:.....	55
Tabla 41. Comparativo de la MTBF y MTTR actual y con la propuesta:	56
Tabla 42. Calculo de la disponibilidad con la propuesta:	56
Tabla 43. Trabajos realizados en el sistema de motor de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.	56
Tabla 44. Costos de repuestos cambiados en el sistema de motor de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.	57

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Categorías de las consecuencias de los modos de fallo.....	10
Figura 2. La búsqueda continúa del conocimiento en el RCM.	11
Figura 3. Formula de la Disponibilidad.....	12
Figura 4. Respuestas del cuestionario de diagnóstico de mantenimiento preventivo.....	18
Figura 5: Formula de la Disponibilidad.....	21
Figura 6. Disponibilidad por mes de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.	23
Figura 7. Disponibilidad por camión durante el trimestre de junio a agosto.	24
Figura 8. Horas de parada por camión de junio a agosto.....	25
Figura 9. Camiones con disponibilidad \leq a 90% durante el trimestre de junio a agosto de 2021.....	25
Figura 10. Horas de parada por fallas en el sistema de motor de junio a agosto.	27
Figura 11. Horas de parada por fallas en el sistema de transmisión de junio a agosto.	27
Figura 12. Horas de parada por fallas en el sistema eléctrico de junio a agosto.	28
Figura 13. Horas de parada por fallas en el sistema de suspensión de junio a agosto.	28
Figura 14. Horas de parada por fallas en el sistema de alimentación de combustible de junio a agosto.	29
Figura 15. Horas de parada acumuladas por sistema de la flota de camiones según horas de parada de junio a agosto.	29
Figura 16. Pareto de Fallas más comunes.....	32
Figura 17. Formula del cálculo del número de prioridad de riesgo.....	39

Resumen

El presente trabajo de investigación se encamino en formular una propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM para mejorar la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL, en el logro de esta encomienda se realizó como primer paso el diagnóstico de la disponibilidad inicial de la flota de camiones, luego se formularon las diligencias de mantenimiento preventivo y por último paso se determinó la disponibilidad de la flota considerando los nuevos indicadores que sugiere la propuesta.

La metodología que se estableció en esta formulación de un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM, este fin se propone desde la ejecución de los siete preguntas básicas para implementar el RCM , pues se pudo llegar a ver las fallas más rutinarias que elevaban las horas de parada de la flota de camiones y que permitieron analizar el número de prioridad de riesgo de los sistemas evaluados y en función a esto se formularon las tareas que se establecen en el plan de mantenimiento y que ayudaran a bajar las horas de parada de los camiones, también se encontró que una de las principales causas del mayor número de horas de parada es el no uso de refrigerante en el sistema de enfriamiento del motor pues en su reemplazo se usaba agua potable lo que producía las fallas más repetitivas en la flota de camiones y que incrementaban las horas de parada como son el cambio de camisas del motor con un 60% y el deterioro de las turbinas de las bombas de agua con un 12 %.

Y en cuanto a los resultados obtenidos se evidencio que la disponibilidad de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL se encuentra en un 77% y con la ejecución de la propuesta se busca alcanzar un 90 % de disponibilidad de la flota de camiones.

Palabras clave: RCM, mantenimiento preventivo, disponibilidad.

Abstract

The present research work was directed to formulate a proposal for a maintenance plan based on RCM to improve the availability of the truck fleet of the company Distribuidora PMA EIRL, in the achievement of this task, the diagnosis of the Initial availability of the truck fleet, then the preventive maintenance procedures were formulated and finally the availability of the fleet was determined considering the new indicators suggested by the proposal.

The methodology that was established in this formulation of a preventive maintenance plan based on RCM, this end is proposed from the execution of the seven basic questions to implement the RCM, since it was possible to see the most routine failures that increased the hours of stop of the truck fleet and that allowed to analyze the risk priority number of the evaluated systems and based on this, the tasks that are established in the maintenance plan were formulated and that would help to reduce the stop hours of the trucks, It was also found that one of the main causes of the greater number of downtime is the non-use of coolant in the engine cooling system, since drinking water was used to replace it, which produced the most repetitive failures in the truck fleet and that increased downtime such as the change of engine shirts with 60% and the deterioration of the water pump turbines with 12%.

As for the results obtained, it was evidenced that the availability of the truck fleet of the distributor PMA EIRL is at 77% and with the execution of the proposal it is sought to achieve a 90% availability of the truck fleet.

Keywords: RCM, preventive maintenance, availability.

I. INTRODUCCIÓN

La distribuidora PMA es una empresa dedicada al rubro de la distribución de gaseosas ubicada en la ciudad de Chimbote, para ello cuenta con una flota de más de 15 camiones los cuales se dedican al transporte y distribución de las bebidas gaseosas de la marca Coca Cola e Inca kola.

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo para su flota de camiones es por ello que se observa la baja disponibilidad de su flota en los procesos de distribución pues uno de los motivos principales es que no cuenta con una plan de actividades de mantenimiento efectivo y esto origina detenciones no habituales de los camiones esto eleva las métricas de mantenimiento incluyendo los costos que no fueron incluidos en los presupuestos designados para el mantenimiento ,pues los camiones trabajan en periodos de tiempo mayores a 12 horas en el día y requieren de un trato especial, que exige al personal de mantenimiento el monitoreo y cuidado al momento de tomar una decisión, para desarrollar una gestión de mantenimiento el cual no existe. Es por estos motivos que en la empresa por estos días se ejecutan mantenimientos solamente correctivos, estos a su vez afectan las operaciones normales de la empresa pues no se tienen previstas estos paros de camiones, la situación se agrava más al no contar con los repuestos necesarios para atender estos servicios incrementándose así los lapsos de reparación, también afecta las rutas que cubren los camiones pues no todos son de pista asfaltada algunos son de trocha, esto origina que tanto la vida útil y valor agregado de estos equipos estén menguándose considerablemente, en cuanto al área de abastecimiento de repuestos la empresa no cuenta con un área dedicada a estas actividades de planeamiento , por lo tanto no existe un control efectivo de los materiales y repuestos que se usan cuando se presentan estas actividades de mantenimiento , lo que se hace es que el responsable del área de mantenimiento coordina directamente con el administrador el cual le facilita los medios económicos para comprar los repuestos estos hechos dan pie a que los tiempos de parada se prolonguen afectando así considerablemente la disponibilidad de la flota de camiones y este desvío origina que el proceso de entrega de bebidas se detenga pues al no estar un camión operando correctamente las bebidas que salen del almacén no llegan a los clientes originando serias pérdidas económicas para la empresa esto debido al mal control y ejecución del mantenimiento y la

programación que se venía aplicando, por lo que surgió la necesidad urgente de realizar la mejora en el mismo pues no existía un método de mantenimiento preventivo de los camiones de la empresa distribuidora PMA EIRL.

De lo dicho anteriormente podemos hacernos la siguiente pregunta:

¿En qué medida puede optimizarse la disponibilidad de la flota de camiones de la distribuidora PMA ERIL mediante un plan de mantenimiento preventivo RCM?

Estableciéndose el siguiente objetivo principal:

Confeccionar un plan de mantenimiento preventivo fundado en RCM para mejorar la disponibilidad de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Y para el logro de este objetivo principal nos propondremos los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el entorno actual de la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL.
- Determinar los problemas más comunes de las paradas de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL mediante el análisis del historial de las causas.
- Establecer las diligencias de mantenimiento preventivo RCM, para la flota de camiones, elaborando los formatos de control respectivo
- Determinar la disponibilidad de la flota teniendo en cuenta los nuevos indicadores según el plan de mantenimiento

Este trabajo de investigación se justifica porque:

La presente investigación beneficiara a la empresa Distribuidora PMA EIRL ya que ayudara a mejorar la disposición de los camiones sin que presenten fallas, direccionando las acciones planteadas en el procedimiento de mantenimiento preventivo a la mejora de los indicadores planteados como son el incremento de la Disponibilidad Operacional de sus camiones que a su vez ayudaran a incrementar la productividad y rentabilidad de la empresa. Para la organización una disminución en los tiempos de reparación disminuirá los costos de repuestos e incrementara la vida útil de los equipos lo que producirá paradas de los camiones en ruta lo que permitirá que las bebidas gaseosas sean entregadas en los tiempos establecidos logrando obtener ganancias a la empresa por el reparto de sus productos y creando una filosofía de cuidado de los camiones a través de la implementación de controles y diligencias determinadas en el plan de mantenimiento preventivo.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan los trabajos previos a esta investigación:

Según **Zavala (2018)** en su investigación denominada **“Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, operación Mantoverde”** estableció como meta diseñar un procedimiento de mantenimiento preventivo fundamentado en RCM de una chancador primario Fuller, operación Mantoverde. El estudio que desarrolló fue del tipo descriptiva cuantitativa y para esto se tomó como muestra el equipo en mención y valiéndose de la herramienta hoja de información RCM en el cual se obtuvo como resultado las causas de las detenciones de este equipo se organizaron de acuerdo a su nivel de importancia y fue en base a esto que se determinó elaborar planes de acción de acuerdo a la importancia de los motivos de parada , lográndose así desarrollar actividades dirigidas a contener estos desvíos detectados en base a su importancia.

Asimismo, el autor (**Pérez, 2020**) En su estudio de investigación denominado **“Sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de una central hidroeléctrica “de la Universidad de San Carlos de Guatemala se propuso como objetivo organizar las actividades de mantenimiento preventivo para reducir las fallas de los equipos de una central hidroeléctrica basado en las observaciones de las causas que las originan , es así que el autor concluye que mediante la filosofía RCM y con ayuda del diagrama de Pareto se logró ver cuáles son las causas mayores que producen las fallas , las cuales son las causantes de los tiempos de parada y costos que se producen por estas, y termina diciendo que se debe realizar un seguimiento a la ejecución de las actividades que propone y que se consulte los manuales de mantenimiento de los distintos equipos.**

Para los autores (**Castrillón Carmona & Gallego Lozano, 2019**) Universidad de Antioquia Colombia desarrollaron un trabajo de investigación cuyo título es **“Diseño del plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) para los equipos de la empresa de confecciones Jonley SAS.”**, estos autores se propusieron como meta elaborar actividades de mantenimiento arraigadas en RCM, obteniéndose como resultados que la empresa no realiza un análisis de las fallas tácticas de

los equipos y se estima que mediante la aplicación de las acciones propuestas dirigidas a menguar los efectos de las pequeñas fallas se lograría reducir los tiempos de mantenimiento gracias a que ya se conocen las herramientas y repuestos que se emplearían en las mismas, estos hechos afectarían directamente en los tiempos de paradas y también recomiendan que es clave que los mecánicos y supervisores del área de mantenimiento conozcan en que consiste esta metodología RCM , por lo tanto es vital la capacitación e inducción en estos puestos.

(Ticlavilca Rauz, 2016) Universidad nacional del centro del Perú. Desarrollo su trabajo de investigación denominado **“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC.**” en el cual se planteó como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo que mejore la disponibilidad del equipo Alpha 20 , el método que aplico a esta investigación es el científico del tipo tecnológico , para ello estableció como herramienta un check list para registrar los datos de funcionamiento del equipo obteniendo un resultado promedio de 94 % de disponibilidad para los equipos muestreados y concluye que con la ejecución de actividades planificadas de mantenimiento se mejoró en un 23% la disponibilidad de sus equipos , asimismo recomienda que esta consumación del plan de mantenimiento preventivo sea de manera progresiva de tal manera que las distintas responsabilidades de los trabajadores sean asumidas paulatinamente por estos.

Para **(Garcia Mallqui, 2016)** universidad Privada del Norte Lima Perú. En su trabajo de investigación denominado **“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA ALIMENTOS SA.”** Se propuso como objetivo aplicar un plan de mantenimiento preventivo fundamentado en la criticidad para mejorar la disponibilidad de la empresa, esta investigación se desarrolló bajo el método descriptivo propositivo para lo cual se contó con la población conformada por los equipos de la línea de producción y se tomó como muestra los más críticos mediante el análisis del historial de paradas de estos equipos y en el cual se concluye que se mejoró la disponibilidad de la empresa mediante la ejecución de actividades en un 71.4% a un 96%. Y se recomienda revisar, actualizar y

mejorar frecuentemente este listado de actividades de mantenimiento de tal manera que produzca resultados más vigorosos.

Según **(Gonzales Guzman, 2016)** Universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo Chiclayo Peru en su trabajo de investigación denominado **“Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer SAC.”** Busco como objetivo implementar un programa de mantenimiento que produjera una mayor eficiencia de los equipos aumentando la producción y reduciendo los tiempos de paradas que generan pérdidas económicas ,este estudio fue del tipo descriptivo aplicativo que uso como población a la línea de producción de esta empresa y tomo como muestra a tres máquinas que presentaban más fallas lo que producía paradas en la línea de producción , se valió de un cuestionario aplicado a los operadores de estas máquinas , obteniendo como resultados que la ejecución de las tareas planificadas de mantenimiento aplicada a los equipos que presentan mayores horas de trabajo producirán una reducción del 80 % del número de paradas y recomienda que la ejecución de estas actividades se desarrollen paralelamente a la implementación de prácticas que fortalezcan un mejor ejercicio del mantenimiento preventivo.

Según **(Pacheco Bado, 2018)** la universidad Santo Toribio de Mogrovejo Perú en su trabajo de investigación denominado **“Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Patapo SAC.”** Estableció como objetivo diseñar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM, esta investigación es del tipo descriptiva en el cual obtuvo un como resultado reducir el tiempo de inoperatividad en un 20, 58%, para este fin establece que mediante el uso de la filosofía RCM se determinó los quipos que tienen más probabilidad de paro lo que influye en los tiempos muertos y costos que conllevan esto porque la compañía no cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo, y exhorta que con la implementación de su propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM se lograra minimizar los tiempos de parada por fallas de máquinas.

Según **(Casachagua Davila, 2017)** Universidad nacional del centro del Perú en su trabajo de investigación denominado **“Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad**

mecánica de la excavadora Cat 336 de la Empresa Ecosem Smelter SA.”

Se propuso como meta elaborar un procedimiento de mantenimiento preventivo basado en RCM para optimizar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336 , para el logro de este fin recolecto la información de los registros de las distintas rutinas de trabajo de este equipo ,determinando que la disponibilidad mecánica de este equipo se encontraba en un 80% lo cual estaba en un rango muy bajo al que solicita la minera a la cual brinda este servicio y que mediante la implementación de su propuesta de obtuvo un 90% de la disponibilidad mecánica y establece como reflexión que se revise y atienda periódicamente las fallas críticas a fin de evitar tiempos prolongados de paradas lo que resultaría en un ahorro sustancial en costos por mantenimiento.

Mantenimiento preventivo

La vida útil de un determinado equipo está relacionado directamente a las actividades de mantenimiento preventivo reduciéndose así los costos que generan estas actividades y generan menores probabilidades de tiempos de parada **Gómez et al. (1987)**.

Botero (1991) afirma que el mantenimiento preventivo es la clasificación metodológica de las tareas direccionadas a analizar las distintas causas de las fallas de una máquina y que estas producen que el servicio se realice por que la maquina deajo de trabajar a la que llama mantenimiento correctivo, asimismo se produce un tipo de servicio que presenta un cierto patrón de prevención al cual llamo mantenimiento preventivo y que para la ejecución de este conjunto de tareas se aprovechen los medios disponibles técnicos , operacionales y metodológicos que permitan hacer una planificación ideal de los tiempos en que se deberán realizar las actividades que ayudaran a maximizar la vida útil de los distintos equipos evitándose así paradas por fallos no deseados pues la meta que persigue es que se identifique la aparición de una falla antes de que esta se presente.

El Mantenimiento Preventivo engloba un número de actividades que tienen como objetivo garantizar que los equipos trabajen correctamente sin incurrir en fallos que prolonguen el tiempo de reparación **(Salgado Duarte et al., 2018)**.

El Mantenimiento Preventivo tradicional según **Choez & Mora (2019)** predice condiciones no deseadas a través de sus cuatro áreas básicas en las que se desenvuelve y que son las siguientes.

- ✓ La limpieza de equipos y maquinas permite un alargamiento significativo de su vida útil, pues con la ejecución de esta actividad se agiliza la operación y desempeño de las mismas.
- ✓ El fin de la Inspección es localizar las causas que originan posibles fallas en un determinado equipó y a su vez permite que se establezcan frecuencias para la ejecución de tareas de mantenimiento.
- ✓ La importancia de una buena y adecuada lubricación es reducir el desgaste de piezas móviles tanto por contacto que estas tienen entre sí como por calentamiento que resulta de este contacto.
- ✓ Ajuste que es el resultado de la inspección pues luego que se determinan las causas que originan los riesgos de fallos de los equipos se puede establecer una secuencia de tareas que permitan minimizar las consecuencias de las fallas dando lugar así al mantenimiento predictivo el cual tiene como objetivo atender estas anomalías en el horizonte de la manifestación de una falla grave o catastrófica afectando así favorablemente a los costos por mantenimiento.

Características del mantenimiento preventivo.

Se trata específicamente de la planificación de las inspecciones de las maquinarias asentadas en el discernimiento de las mismas, para el logro de este fin también es muy útil hacer uso de la revisión de los registros históricos de horas trabajadas (**Ferrer-Jiménez, 2015**), esto ayuda a que se establezcan las distintas tareas básicas que se deben ejecutar y dentro de las ventajas que ofrece se pueden mencionar que:

- ✓ La aplicación del mantenimiento preventivo permite implementar eficazmente la mejora continua y la calidad de los equipos y maquinarias es necesario mantener frecuentemente los cuidados de estos mediante el desarrollo de rutinas periódicas de mantenimiento
- ✓ Reduce considerablemente los costos de producción mediante el incremento de la disponibilidad, esto ayuda en la aplicación de las distintas tareas que se establece en los programas de mantenimiento.
- ✓ Genera confiabilidad en el desempeño de las máquinas y equipos

Desventajas.

- ✓ Requiere que para su implementación se cuente con personal calificado, herramientas, local donde se desarrolle lo que se traduce en inversión económica.
- ✓ Se puede afectar considerablemente la disponibilidad si es que antes de implementarlo no se emite un juicio certero sobre el tipo de mantenimiento que se debe desarrollar pues se corre el riesgo de incrementar el presupuesto sin obtener resultados deseables,
- ✓ Las rutinas de las tareas de mantenimiento producen en las personas que lo ejecutan cierta desmotivación, por lo que se recomienda establecer programas de motivación en dicho personal pues para que se desarrolle correctamente los planes de mantenimiento requieren contar con personal convencido que el tiempo que le dedica al desarrollo de estas tareas tiene su recompensa en el tiempo.

El esbozo de los planes de mantenimiento preventivo está conformado en 2 partes primordiales **(Hoyos Arango, 2010)**.

La información, que va a permitir el análisis de los datos tomados en los distintos muestreos que se registran tanto en check list , bitácoras, registros, etc tanto del equipo en sí y del entorno en el que este trabaja , para que con esta información se permita tener un panorama más amplio de la operación en si del mismo , esto ayuda a identificar los modos de falla que dicho de otra forma es ver las causas que las originan , esto se logra mediante la recopilación y análisis de la información que permite la toma de decisiones acertadas , lográndose establecer las tareas y periodos de ejecución de estas, pues se tienen ya identificados los pasos que se deben ejecutar para cada modo de fallo , estas decisiones bien tomadas también afectaran positivamente en los presupuestos de mantenimiento **(Hernández et al., 2008)**.

Es así que en la actualidad una de las metodologías más eficaces para el desarrollo del mantenimiento preventivo es la implementación del RCM que es un procedimiento que visualiza idóneamente las urgencias de mantenimiento de un equipo o máquina de una determinada empresa dicho esto también se puede decir que mediante su aplicación se puede predecir con mucha certeza el fallo de un equipo o proceso **(Bado & Fharide, 2018)**.

El RCM hace uso de las vivencias del personal que realiza las distintas actividades de mantenimiento de un equipo, también en este proceso colaboran

los operadores, estas vivencias se canalizan con los conocimientos que se poseen sobre mantenimiento y se encaminan hacia el logro de objetivos como es la producción sin tiempos de parada (**Montilla et al., 2007**).

El RCM se fundamenta en que puede identificar un modo de falla antes de que las fallas en un equipo se materialicen esto permite elaborar los distintos planes de mantenimiento que ayuden a prevenir esta falla catastrófica que pueden dejar inoperativo estos equipos, el logro que se obtiene con la aplicación de esta metodología es que se generan planes de mantenimiento individuales según el requerimiento de cada equipo , el desarrollo del RCM propone que se den respuesta a ciertas interrogantes que en total son 7 y que permiten determinar desde un punto operativo las urgencias de implementar ciertas actividades de mantenimiento esclarecidas en la siguiente figura :

Tabla 1. Pasos adicionales propuestos para la metodología de RCM.

Antes de aplicar RCM	Durante el análisis de RCM	Después del análisis
<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información • Elaborar taxonomía del equipo/sistema • Documentar contexto operativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Normalizar el análisis de modos y causas de falla. • Categorizar efectos de falla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar el plan de mantenimiento. • Gestión de las recomendaciones o acciones. • Medir el desempeño.

Fuente: (Campos-López et al., 2019)

El desarrollo del proceso RCM esta normado mediante la norma SAE-JA1011 y SAE-JA1012, donde se establece la selección de las distintas tareas de mantenimiento según el equipo critico que se tiene y luego se formulan las exhortaciones finales del análisis RCM después de todo este proceso ya se puede implementar.

Asimismo, el RCM se fundamenta en que se debe conocer los distintos elementos que conforman una organización, pero antes de esto se debe saber cuál es su relación con la organización así lo afirma (Moubray, 2004, p. 9).

Además, la filosofía RCM establece la categorización de los modos de fallo pues estos pueden ser visibles u ocultos y es de vital importancia que se tenga claro las consecuencias que estos producen pues los modos de fallo pueden impactar el desarrollo habitual de cualquier equipo y estos a su vez pueden depender de

dos variables la que se produce durante la operación donde el equipo trabaja y las consecuencias de provocan los equipos cuando se producen sus modos de fallos, la mezcla de estas dos variables origina que cada modo de fallo de un equipo posea una característica distinta que afecta al ambiente, la seguridad y el desenvolvimiento operacional habitual, para entender con más claridad este enfoque de la metodología RCM se presenta la siguiente figura donde se aprecia las 4 consecuencias de los modos de fallo (Cañaverall Jaramillo & Bustamante Diaz, 2022)

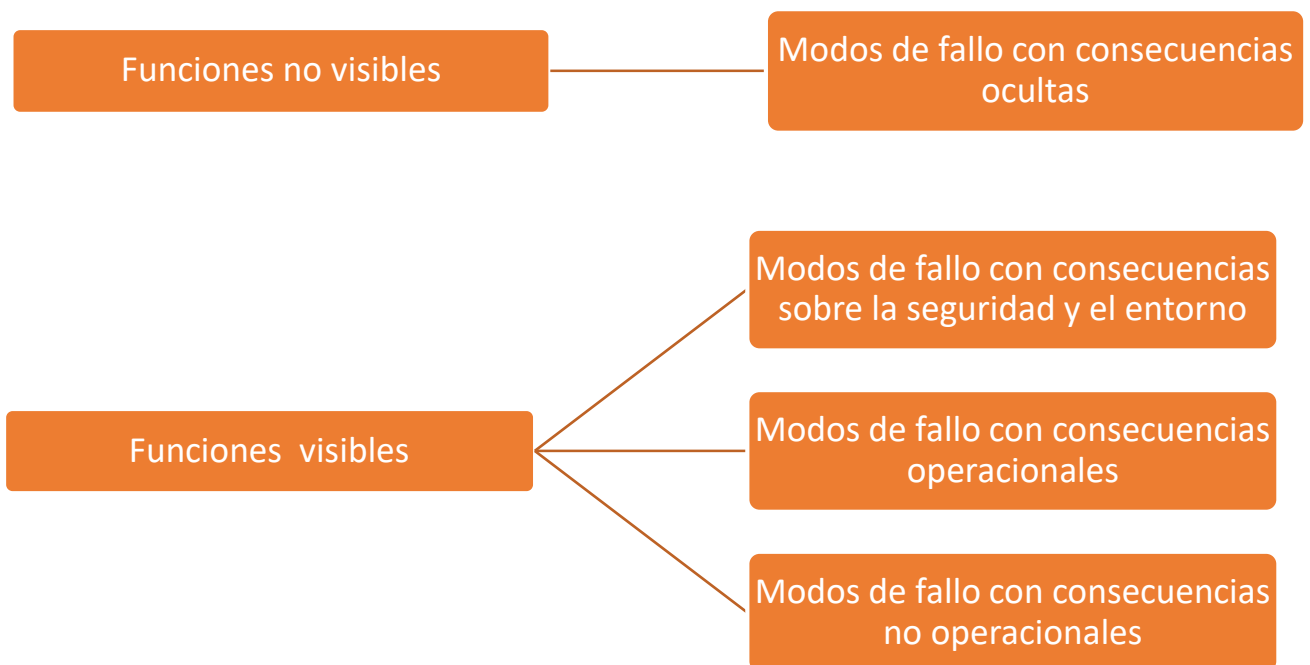


Figura 1. Categorías de las consecuencias de los modos de fallo.

Fuente: (Mora de Céspedes, 2014, p. 42)

En el desarrollo del mantenimiento preventivo basado en RCM también se aborda la eliminación de las causas de las fallas a esto llamamos mantenimiento proactivo pero esta aplicación de actividades se debe realizar en base a la información que se posee sobre el desempeño de los distintos equipos que posee la organización a esto llamamos mantenimiento predictivo, el RCM está encaminado hacia la mejora continua esto se aprecia en la siguiente figura:

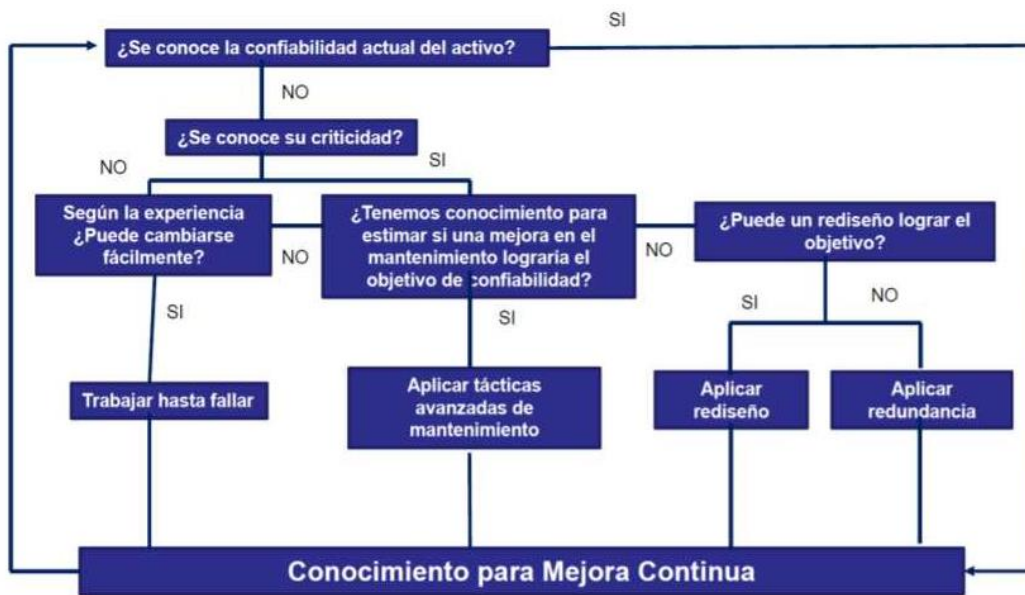


Figura 2. La búsqueda continúa del conocimiento en el RCM.

Fuente: (Javier & Carrasco, 2016, p. 72)

Cuando se inicia un programa de mantenimiento que nace a raíz de la relación del equipo y el conocimiento que se tiene sobre este como lo son las fallas que generan el paro total del equipo también se puede tener en cuenta en su formulación las actividades que el fabricante recomienda para su mantenimiento (UNE-EN200001-3-11, 2003).

Disponibilidad Total

Uno de los principales parámetros del mantenimiento es la disponibilidad que está ligada a la capacidad de producción pues la disponibilidad es la probabilidad que se tienen en cuanto a que un equipo esté listo para trabajar en un proceso de producción en una frecuencia de tiempo identificado en otras palabras es la posibilidad operativa de un equipo es decir si está apto o no para realizar determinado trabajo y consiste en se realice la medición de las horas en días, meses, años en que este equipo estuvo trabajando y que a esa suma de horas se reste las horas en que el equipo no trabajo por temas de mantenimiento correctivo pues se considera que cuando se aplica el mantenimiento predictivo a un equipo este no obliga a detenerlo por completo para la toma de datos.

Asimismo, se recomienda que se registre mensualmente este indicador y que se analicen las tendencias y comportamientos que pueden estar estables, crecer o

decrecer y que se mantengan estos registros en los 12 meses pues este es el mayor tiempo de uso de este equipo. Lo que se busca es que se obtenga un incremento de la disponibilidad requerida cuya formula la podemos apreciar en el siguiente gráfico:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Figura 3. Formula de la Disponibilidad.

Fuente: (Clemente Mendoza & Martinez Gamarra, 2020, p. 84).

Donde:

MTBF= Tiempo medio entre fallas.

MTTR=Tiempo medio para reparar.

En algunos casos en los que se tiene que parar por completo el equipo para la realización de las tareas de mantenimiento se recomienda realizar esta medición de manera individual es decir por equipo y después calcular la media aritmética así lo afirma Garrido (2010). Organización y gestión integral de mantenimiento: Alavedra-Flores et al. (2016) establecen que para que se consiga el aumento en la disponibilidad de un equipo se puede lograr a través de la disminución del tiempo en que estas están fuera de servicio, esto es posible mediante la implementación de técnicas tanto administrativas que estén dirigidas a la motivación del personal que realiza estas actividades y a la implementación de herramientas para la ejecución de las mismas.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El rumbo que tendrá este presente trabajo de investigación está fundamentado en el método cuantitativo que se fundamenta en la identificación de relaciones causales que permitan dar un esclarecimiento al fenómeno en estudio (Baena Paz, 2017).

El tipo de investigación

En cuanto al tipo de investigación es pre experimental pues esta investigación se ejecutó en la zona de trabajo de la flota de camiones tanto en el centro donde se ejecutan las tareas de mantenimiento donde se recolectan los distintos datos (Binda & Balbastre-Benavent, 2013, p. 184).

Donde:

G: O  X

G: Camiones de la distribuidora PMA EIRL.

X: Diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo basado en RCM.

O: Observación de la variable dependiente Disponibilidad de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Diseño de la investigación

Para el esbozo del plan de mantenimiento preventivo a desarrollar en la flota de camiones de la empresa distribuidora PMA EIRL, se estableció una metodología que se fracciona en las sucesivas fases.

- Recaudación de información de los camiones
- Bosquejo de los planes de mantenimiento para la flota de camiones de la empresa.
- Croquis de formatos de trabajo, para cada una de los camiones existentes en la empresa.

3.2 Variables y operacionalización:

Variable independiente:

Diseño de un Plan de mantenimiento preventivo RCM

Variable dependiente:

Disponibilidad de la flota de camiones

3.3 Población, muestra y muestreo

Para (Hernández & Mendoza, 2018, p. 174) una población es un conjunto de subyugados que participan de particularidades similares, las cuales fueron estudiadas por el investigador y asimismo se delimitaron para saber con qué elementos se van a trabajar para proceder a analizarlas y obtener un resultado es por tal motivo que para la realización de esta investigación se tendrá en cuenta toda la información suministrada por el personal del departamento de distribución y mantenimiento de la empresa distribuidora PMA EIRL.

Población 1: Constituido por las 15 unidades vehiculares de la empresa distribuidora PMA EIRL esto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Población de estudio flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.

Tipo de Vehículos	Cantidad
Camiones	15
Total	15

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL

Población 2: Está constituida por los conductores de camiones que operan la flota de la distribuidora PMA EIRL.

Esto se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 3. Número de conductores de la distribuidora PMA EIRL.

Cargo	Cantidad
Conductor de camión	15
Total	15

Fuente: Área de recursos humanos de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

Muestra

La muestra es la que logra establecer la problemática pues favorece la creación de las cantidades con los cuales se asemejan las insuficiencias propias del proceso, es la sección de sujetos que se arrebató de la población, con la finalidad de estudiar un fenómeno estadístico (Otzen & Manterola, 2017). Es así que para la ejecución de la disertación se fijó dos muestras, pues se contaba con dos poblaciones

Muestra 1: Igual que la población.

Muestra 2: Igual que la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se emplearon en el presente trabajo de investigación son: Revisión documental, para recopilar: las especificaciones técnicas brindadas por el manual del usuario donde nos muestras ciertos parámetros de mantenimiento aplicables al equipo en estudio, la bitácora, el registro de reparaciones y otros documentos relacionados a las fallas (Salazar & Castillo, 2018).

Asimismo, en cuanto a los instrumentos usados en este estudio fueron el cuestionario que sirvió para vislumbrar las percepciones de la aplicación del mantenimiento preventivo por parte de los conductores de la flota de camiones y la guía de observación permitió recopilar la información en cuanto a horas de parada por reparaciones.

También se aplicó el diagrama de Pareto para establecer las fallas más comunes de los sistemas que se vieron afectados, el diagrama de barras para la visualización de los datos obtenidos.

3.5 Procedimientos

Para el proceso de la averiguación, con referencia a la técnica de observación, se realizó a través de la narración y descripción de lo observado en el desarrollo de este trabajo de investigación, para el procedimiento de razonamiento de datos hicimos uso del análisis descriptivo pues los datos obtenidos en esta investigación se ingresaron al software Excel lanzando los resultados estadísticos obteniendo el total por cada variable, tablas de frecuencia por cada cuestión, por lo que fueron representados con sus gráficos y sus comentarios los cuales se analizaron de acuerdo a los reportes proporcionados por el área de mantenimiento de la empresa.

3.6 Método de análisis de datos

Estudio descriptivo, los datos se enumerarán en forma de tabla de deducciones y tablas utilizadas por el departamento de gestión de mantenimiento a través de Excel. Analiza las principales métricas de moda basadas en el tamaño de los datos (Pedroza & Dicovalskyi, 2007).

3.7 Aspectos éticos.

El investigador está comprometido con la protección de los derechos de la propiedad intelectual, la autenticidad de los resultados y la confiabilidad de los datos proporcionados por la empresa no revelarán la identidad del participante del estudio.

IV. RESULTADOS.

4.1. Determinar el entorno actual de la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

Para conocer sobre el mantenimiento aplicado en la flota de camiones de la empresa distribuidora PMA EIRL se aplicó un cuestionario a los conductores y personal de mantenimiento y se obtuvo las siguientes respuestas:

Tabla 4. Cuestionario diagnóstico de mantenimiento preventivo.

Preguntas	Respuestas
Pregunta 1. ¿Conoce o han escuchado acerca de mantenimiento preventivo?	El 87 % respondió que, si conoce sobre el mantenimiento preventivo, no obstante, el 13% dice que no conoce sobre este sistema.
Pregunta 2. ¿Conocen los tipos de mantenimiento que existen?	El 80% de los encuestados respondieron que si conocen sobre este tema y el 20% manifiesta que no conoce sobre los tipos de mantenimiento.
Pregunta 3. ¿Llevan a cabo algún tipo de mantenimiento para los camiones dentro de la empresa?	El 67 % respondió que la empresa no cuenta con algún tipo de mantenimiento para sus camiones.
Pregunta 4. ¿Presentan frecuentemente inconvenientes o retrasos en el proceso de reparto por averías en los camiones?	El 60% de los encuestados dicen que cuando se presentan fallas en sus camiones les genera retrasos.
Pregunta 5. ¿Cuándo ocurren inconvenientes o fallas mecánicas se reparan los camiones?	El 80% de los encuestados dicen que si se atienden las fallas que presentan sus camiones.
Pregunta 6. ¿Cuenta con personal capacitado y específico para realizar labores de mantenimiento de los camiones?	El 73% de los encuestados dicen que la empresa si cuenta con personal capacitado en el área de mantenimiento de camiones.
Pregunta 7. ¿En caso de falla de un camión, el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que es atendida, es satisfactorio?	El 73% de los encuestados dicen que el tiempo de respuesta si es satisfactorio cuando ocurre una falla.

Pregunta 8. ¿Manejan o aplican un programa de actividades de mantenimiento a los camiones de la empresa?	El 73% de los encuestados dicen no se cuenta con un programa de mantenimiento.
Pregunta 9. ¿Tienen o manejan registros de las reparaciones realizadas a los camiones de la empresa?	El 53% manifiestan que no la empresa no cuenta con registros de las reparaciones de los camiones.
Pregunta 10. ¿Cuenta con un inventario o codificación de los camiones de la empresa?	El 73% manifiestan que la empresa si cuenta con un inventario de los camiones.
Pregunta 11 ¿Manejan almacén o stock de repuestos, insumos y herramientas para llevar acabo el mantenimiento?	El 67% manifiestan que la empresa no cuenta con un stock de repuestos, insumos y herramientas para llevar acabo el mantenimiento.
Pregunta 12. ¿Creen que la empresa requiere de un plan o modelo de mantenimiento preventivo para los camiones?	El 93% manifiestan que a la empresa le hace falta implementar un plan de mantenimiento preventivo para su flota de camiones.

Fuente: Resumen de respuestas del cuestionario de diagnóstico de mantenimiento preventivo.

Los resultados del cuestionario aplicado a los conductores de los camiones de la empresa distribuidora PMA EIRL se pueden ver en la siguiente figura:

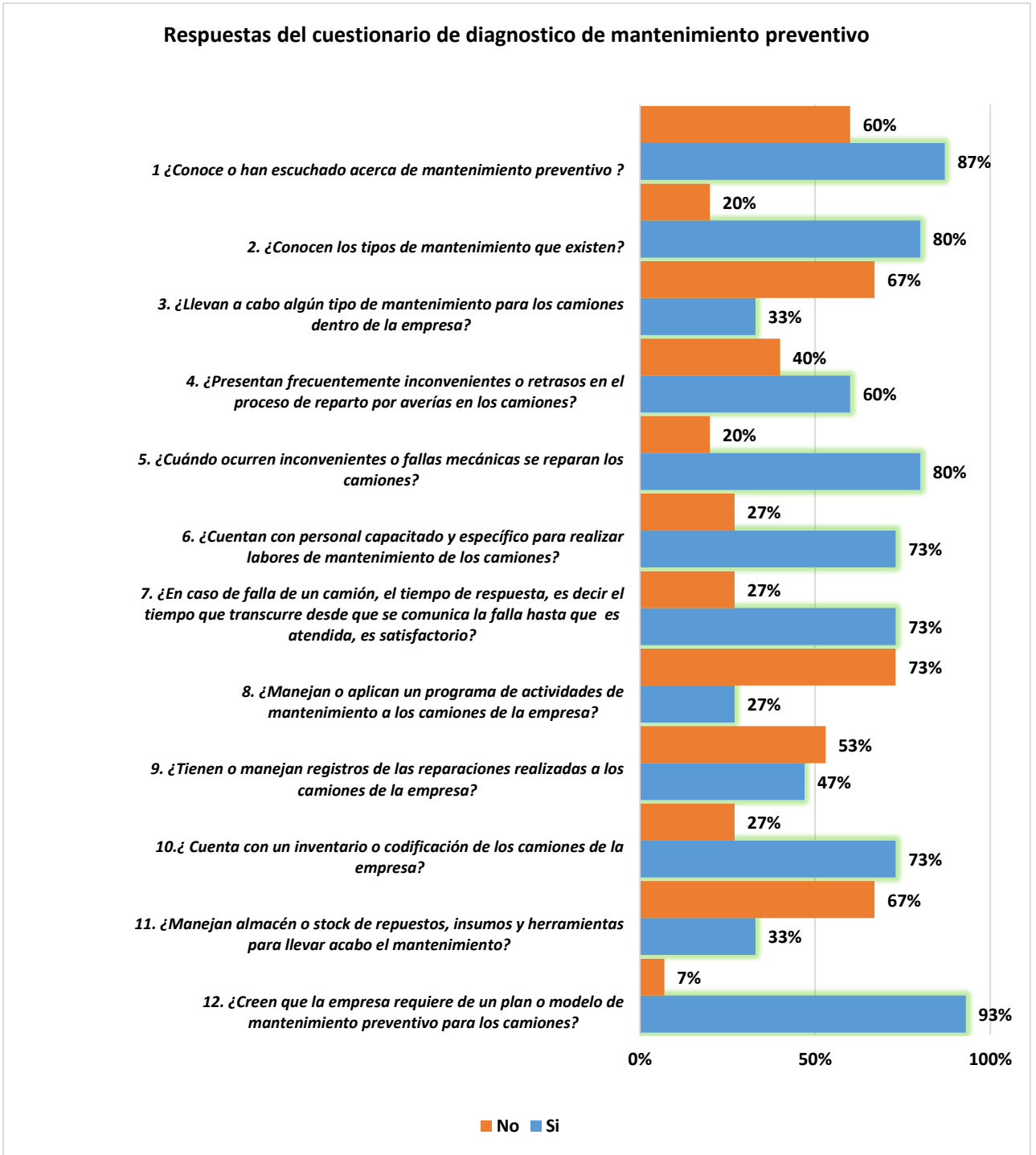


Figura 4. Respuestas del cuestionario de diagnóstico de mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta la relación de camiones de la empresa:

Tabla 5. Relación de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

N°	Nro. Placa Rodaje	Marca	Modelo	Año de Fabricación	Peso Bruto (TM)
1	F6O-945	Volkswagen	Worker 15-180	2007	14,500
2	F6O-946	Volkswagen	Worker 15-180	2008	14,500
3	F6O-947	Volkswagen	Worker 15-180	2008	14,500
4	A2I-926	Volkswagen	Worker 15-180	2009	14,500
5	B7P-839	Volkswagen	Worker 15-180	2010	14,500
6	F9I-787	Volkswagen	Worker 15-180	2008	14,500
7	F9I-788	Volkswagen	Worker 15-180	2008	14,500
8	D2X-817	Volkswagen	Worker 15-180	2011	14,500
9	C2O-726	Volkswagen	Worker 15-180	2011	14,500
10	B7O-824	Volkswagen	Worker 15-180	2010	14,500
11	F6M-728	Volkswagen	Worker 15-180	2007	14,500
12	D3D-806	Volkswagen	Worker 15-180	2011	14,500
13	F5D-788	Volkswagen	Worker 15-180	2012	14,500
14	F8P-890	Volkswagen	Worker 15-180	2013	14,500
15	F7A-885	Volkswagen	Worker 15-180	2012	14,500

Fuente: Área de mantenimiento de la Distribuidora PMA EIRL.

Según lo que nos muestra la tabla se puede apreciar que todos los camiones son del mismo modelo y por lo tanto poseen las mismas características de diseño, solo hay variaciones en los años de fabricación siendo el más moderno el de placa F8P-890 y el camión con año de fabricación más antiguo le corresponde la placa F6O-945 respectivamente y en cuanto al tonelaje todos son de la misma capacidad.

Asimismo, para determinar la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa distribuidora PMA EIRL se elaboró el siguiente cuadro basado en la guía de observación y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6. Tiempos de parada de la Flota de Camiones en horas de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

Placa de Camión	Indicador	Meses		
		Junio	Julio	Agosto
F6M-728	MTBF	86 hr.	36 hr.	59 hr.
	MTTR	48 hr.	6 hr.	12 hr.
F8P-890	MTBF	45 hr.	43 hr.	56 hr.
	MTTR	4 hr.	0 hr.	26 hr.
F6O-945	MTBF	34 hr.	16 hr.	48 hr.
	MTTR	30 hr.	18 hr.	16 hr.
F6O-946	MTBF	56 hr.	116 hr.	52 hr.
	MTTR	4 hr.	0 hr.	4 hr.
F9I-787	MTBF	90 hr.	14 hr.	98 hr.
	MTTR	0 hr.	4 hr.	0 hr.
F9I-788	MTBF	56 hr.	29 hr.	86 hr.
	MTTR	0 hr.	4 hr.	6 hr.
B7P-839	MTBF	46 hr.	78 hr.	33 hr.
	MTTR	4 hr.	0 hr.	4 hr.
A2I-926	MTBF	89 hr.	51 hr.	43 hr.
	MTTR	16 hr.	32 hr.	46 hr.
C2O-726	MTBF	46 hr.	41 hr.	78 hr.
	MTTR	15 hr.	24 hr.	8 hr.
D3D-806	MTBF	59 hr.	36 hr.	99 hr.
	MTTR	14 hr.	26 hr.	12 hr.
F7A-885	MTBF	66 hr.	21 hr.	39 hr.
	MTTR	21 hr.	4 hr.	0 hr.
F5D-788	MTBF	48 hr.	54 hr.	82 hr.
	MTTR	36 hr.	0 hr.	12 hr.
B7O-824	MTBF	36 hr.	0 hr.	0 hr.
	MTTR	66 hr.	184 hr.	184 hr.
D2X-817	MTBF	44 hr.	26 hr.	46 hr.
	MTTR	12 hr.	0 hr.	24 hr.
F6O-947	MTBF	58 hr.	32 hr.	68 hr.
	MTTR	16 hr.	16 hr.	0 hr.

Fuente: Área de mantenimiento de la Distribuidora PMA EIRL.

Con los datos obtenidos de la tabla se aplicó la fórmula de disponibilidad para el camión F6M-728 correspondiente al mes de junio descrito en la siguiente figura:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

Figura 5: Formula de la Disponibilidad.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martinez Gamarra 2020, p. 84)

Reemplazando los valores en la formula se obtiene que:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{86 \text{ hr.}}{86 \text{ hr.} + 48 \text{ hr.}} \times 100$$

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{86 \text{ hr.}}{134 \text{ hr.}} \times 100$$

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{86 \text{ hr.}}{134 \text{ hr.}} \times 100$$

$$\% \text{ Disponibilidad} = 0.64 \times 100$$

$$\% \text{ Disponibilidad} = 64 \%$$

Asimismo, para determinar la disponibilidad de la flota se siguió el mismo procedimiento detallado en la figura el cual se aplicó a todos los camiones que forman parte de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL, y para obtener la disponibilidad durante el trimestre de evaluación se promedió la disponibilidad de los tres meses de cada camión y los resultados se plasmaron en la siguiente tabla:

Tabla 7. Disponibilidad de la flota de Camiones en horas durante los meses de junio a agosto de la empresa Distribuidora PMA EIRL

		Mes		
Placa de camión	Indicador	Junio	Julio	Agosto
F6M-728	MTBF	86 hr.	36 hr.	59 hr.
	MTTR	48 hr.	6 hr.	12 hr.
	Disponibilidad	64%	86%	83%
F8P-890	MTBF	45 hr.	43 hr.	56 hr.
	MTTR	4 hr.	0 hr.	26 hr.
	Disponibilidad	92%	100%	68%
F6O-945	MTBF	34 hr.	16 hr.	48 hr.
	MTTR	30 hr.	18 hr.	16 hr.
	Disponibilidad	53%	47%	75%
F6O-946	MTBF	56 hr.	116 hr.	52 hr.
	MTTR	4 hr.	0 hr.	4 hr.
	Disponibilidad	93%	100%	93%
F9I-787	MTBF	90 hr.	14 hr.	98 hr.
	MTTR	0 hr.	4 hr.	0 hr.
	Disponibilidad	100%	78%	100%
F9I-788	MTBF	56 hr.	29 hr.	86 hr.
	MTTR	0 hr.	4 hr.	6 hr.
	Disponibilidad	100%	88%	93%
B7P-839	MTBF	46 hr.	78 hr.	33 hr.
	MTTR	4 hr.	0 hr.	4 hr.
	Disponibilidad	92%	100%	89%
A2I-926	MTBF	89 hr.	51 hr.	43 hr.
	MTTR	16 hr.	32 hr.	46 hr.
	Disponibilidad	85%	61%	48%
C2O-726	MTBF	46 hr.	41 hr.	78 hr.
	MTTR	15 hr.	24 hr.	8 hr.
	Disponibilidad	75%	63%	91%
D3D-806	MTBF	59 hr.	36 hr.	99 hr.
	MTTR	14 hr.	26 hr.	12 hr.
	Disponibilidad	81%	58%	89%
F7A-885	MTBF	66 hr.	21 hr.	39 hr.
	MTTR	21 hr.	4 hr.	0 hr.
	Disponibilidad	76%	84%	100%
F5D-788	MTBF	48 hr.	54 hr.	82 hr.
	MTTR	36 hr.	0 hr.	12 hr.
	Disponibilidad	57%	100%	87%
B7O-824	MTBF	36 hr.	0 hr.	0 hr.
	MTTR	66 hr.	0 hr.	0 hr.

	Disponibilidad	35%	0%	0%
D2X-817	MTBF	44 hr.	26 hr.	46 hr.
	MTTR	12 hr.	0 hr.	24 hr.
	Disponibilidad	79%	100%	66%
F6O-947	MTBF	58 hr.	32 hr.	68 hr.
	MTTR	16 hr.	16 hr.	0 hr.
	Disponibilidad	78%	67%	100%
Disponibilidad Total Por Mes		77%	75%	79%

Fuente: Área de mantenimiento de la Distribuidora PMA EIRL.

Es así que se muestra que la disponibilidad de la flota de la distribuidora PMA EIRL durante los meses de junio a agosto es de un 77 %, siendo el mes de julio el que muestra un nivel más bajo con un 75% pues en este mes se registró una mayor entrega de bebidas lo cual exigió más trabajo para la flota de camiones esto lo podemos ver en la figura

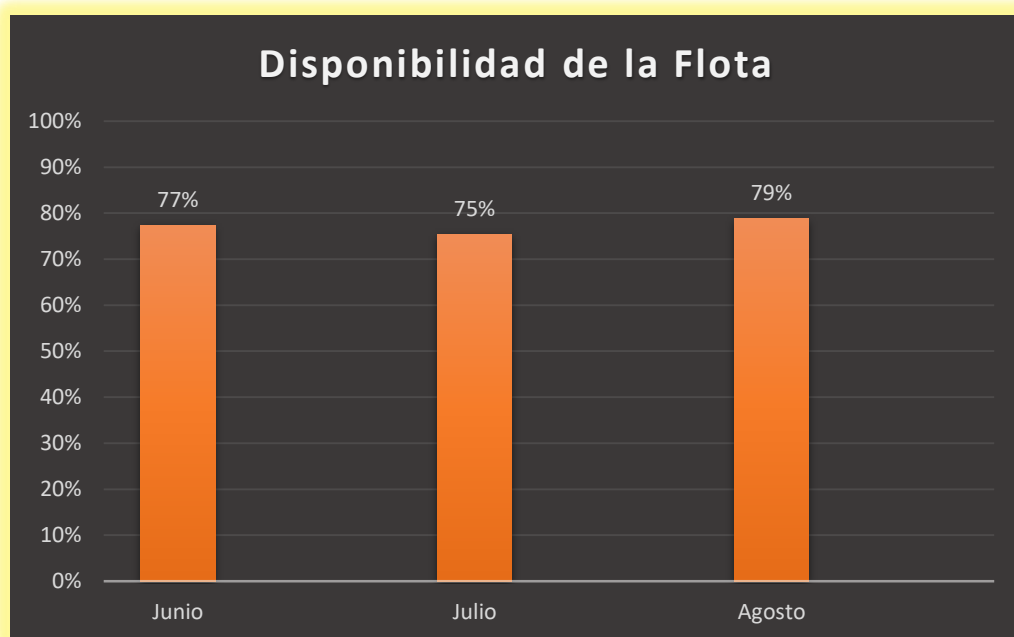


Figura 6. Disponibilidad por mes de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL

Asimismo, se puede notar que el mes que se registró la mayor disponibilidad de la flota fue en el mes de agosto con un 79%, sin embargo, con un buen plan de mantenimiento se puede incrementar este indicador.

4.2. Determinar los problemas más comunes de las paradas de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL mediante el análisis del historial de las causas.

Para la realización de este apartado se revisó la disponibilidad por camión y se pudo apreciar que el camión que muestra menor disponibilidad es el de placa B7O-824 pues cuando se realizó este estudio se encontraba en el taller solo trabajo 36 horas en junio, esto lo podemos ver en la siguiente figura:

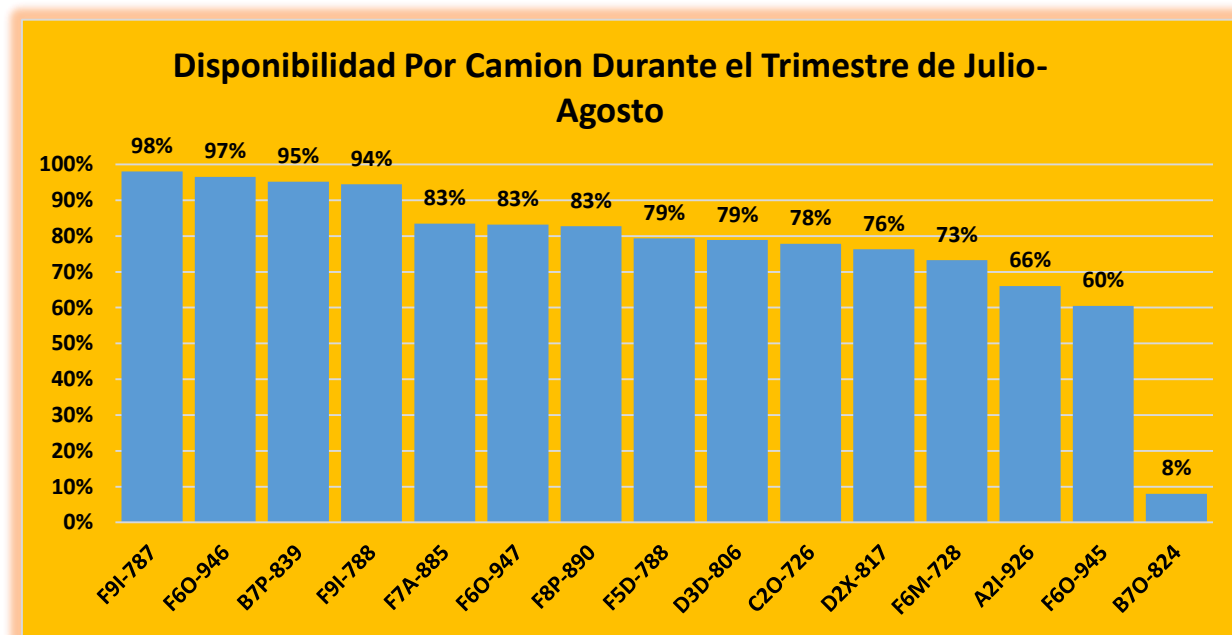


Figura 7. Disponibilidad por camión durante el trimestre de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Asimismo, de la figura se puede apreciar que de la placa F7A-885 hasta el camión de placa B7O-824 son los que menor disponibilidad ofrecen pues se encuentran con una disponibilidad menor a 90%.

Esto tiene relación con la siguiente figura donde se muestra las horas de parada por camión y se aprecia que el camión que más horas de parada presento es el camión de placa A2I-926.

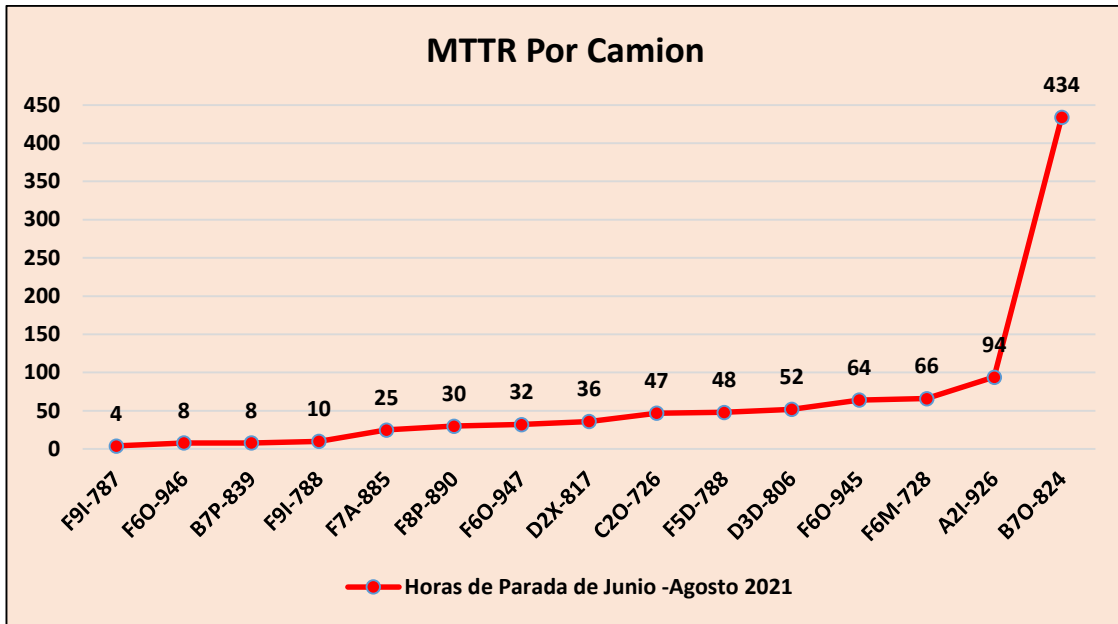


Figura 8. Horas de parada por camión de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Luego se procedió a ordenar según el porcentaje de disponibilidad \leq a 90% por camión quedándose así solo con 11 camiones que cumplen esta condición la cual se muestra en la siguiente figura:

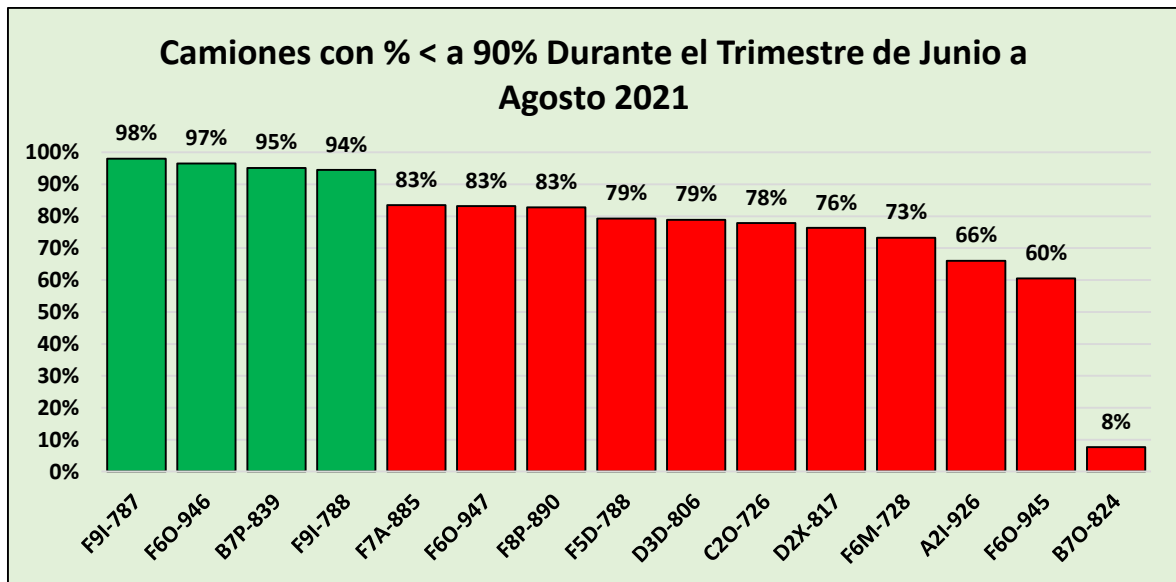


Figura 9. Camiones con disponibilidad \leq a 90% durante el trimestre de junio a agosto de 2021.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

De la anterior figura se puede acotar que el camión con menor disponibilidad durante este trimestre fue el de placa B7O-824 el cual solo trabajo en el mes de junio y registro una disponibilidad de 8% el resto de meses estaba parado por mantenimiento en el taller.

Se procedió a revisar las horas de parada por sistema que se reparó de los 11 camiones que registraron una disponibilidad menor a 90% y los datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Horas de parada por sistema afectado.

Placa de camión	Sistema de Motor	Sistema de Transmisión	Sistema Eléctrico	Sistema de Suspensión	Sistema de Alimentación de combustible
B7O-824	434				
A2I-926	78		16		
F6M-728	48	12	6		
F6O-945	18	18	12		16
D3D-806	26	12	14		
F5D-788	36	12			
C2O-726	24		15		
D2X-817	24			12	
F6O-947		32			
F8P-890	26			4	
F7A-885			4	21	
Total general	714	86	67	37	16

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

En la tabla 9 se muestra que el tiempo de parada más significativo de parada se presenta en el sistema del motor con un total de 714 horas, también se observó que de acuerdo a las horas de parada por sistema el camión que más horas de parada por fallas en el sistema de motor fue el camión de placa B7O-824 pues así se muestra en la siguiente figura:

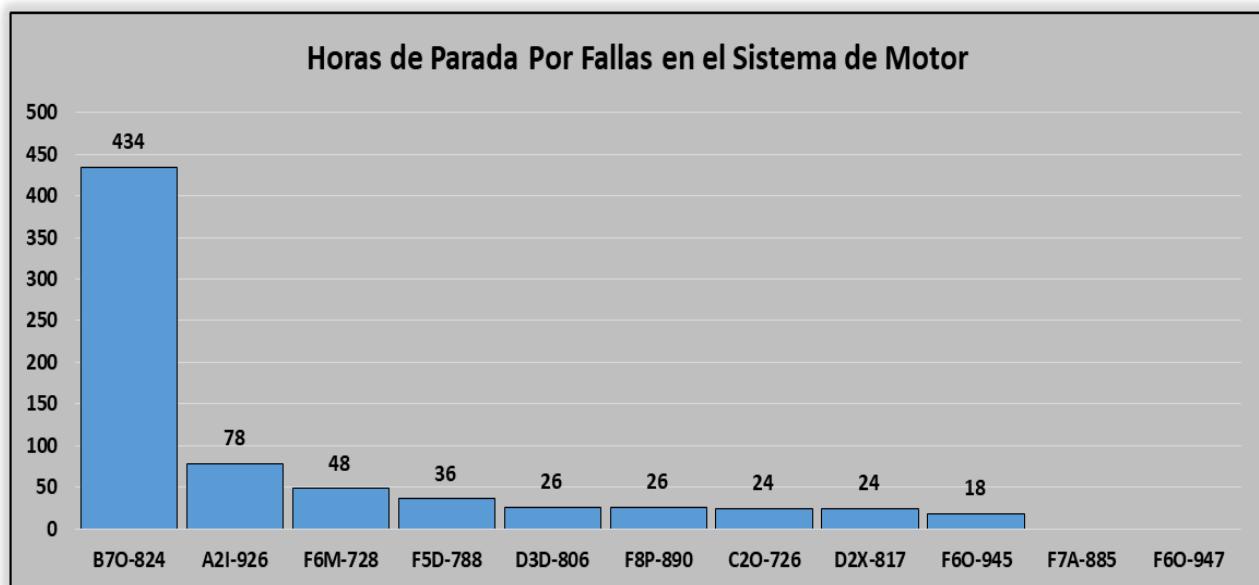


Figura 10. Horas de parada por fallas en el sistema de motor de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

En cuantas horas de parada referente al sistema de transmisión el camión de placa F6O-947 es el que más fallas presentó durante el trimestre de evaluación.

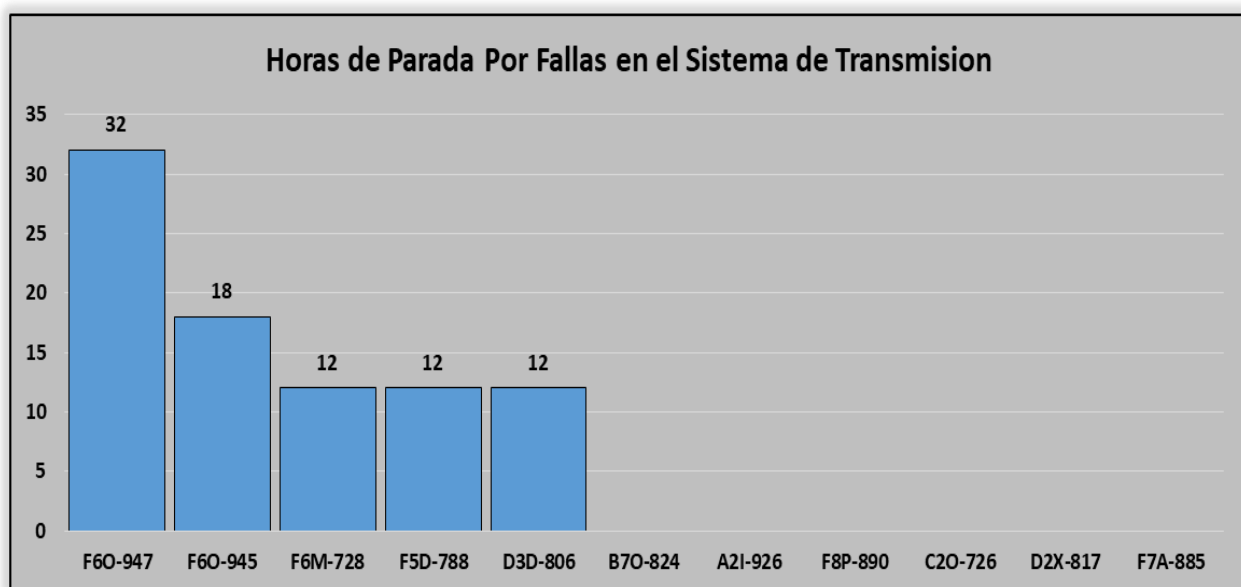


Figura 11. Horas de parada por fallas en el sistema de transmisión de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Asimismo, con referencia al sistema eléctrico el camión que más horas presento por este fallo es el camión de placa A2I-926.

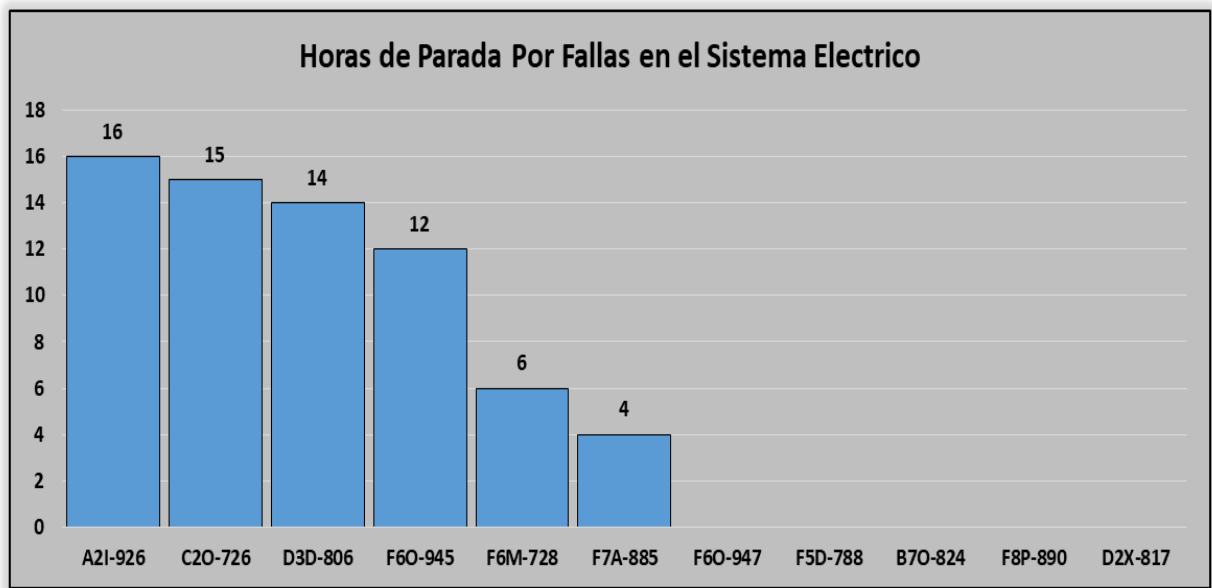


Figura 12. Horas de parada por fallas en el sistema eléctrico de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Con referencia al sistema de suspensión el camión que mayores horas de parada presento fue el camión de placa F7A-885

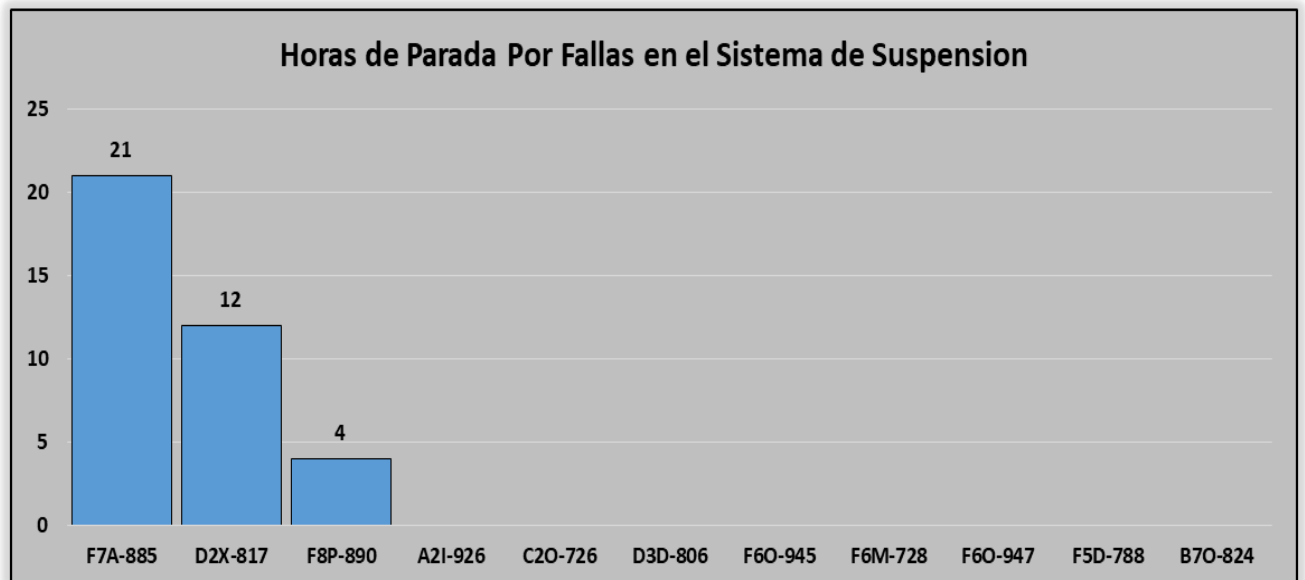


Figura 13. Horas de parada por fallas en el sistema de suspensión de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Asimismo, en cuanto al sistema de alimentación de combustible el camión que mayores horas de parada presento fue el camión de placa F6O-945.

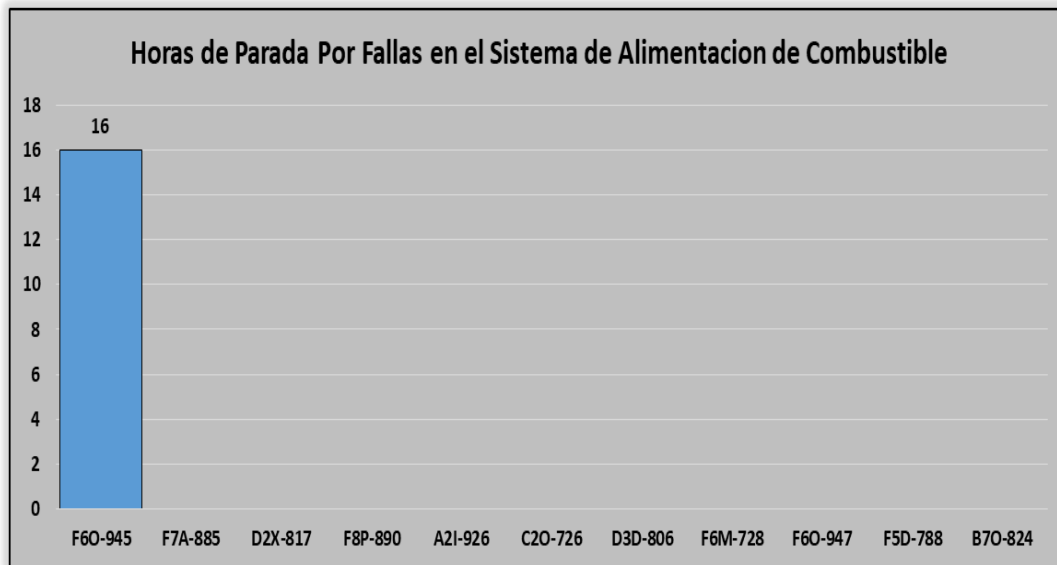


Figura 14. Horas de parada por fallas en el sistema de alimentación de combustible de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Es así que en la siguiente figura se puede apreciar que según sistema del camión el que más horas acumuladas se presento fue el sistema de motor con un acumulado de 346 horas de paro seguido por el sistema de transmisión con 86 horas, el sistema eléctrico con 67 horas, el sistema de suspensión con 37 horas y el sistema de alimentación de combustible con 16 horas esto se puede apreciar en la siguiente figura:

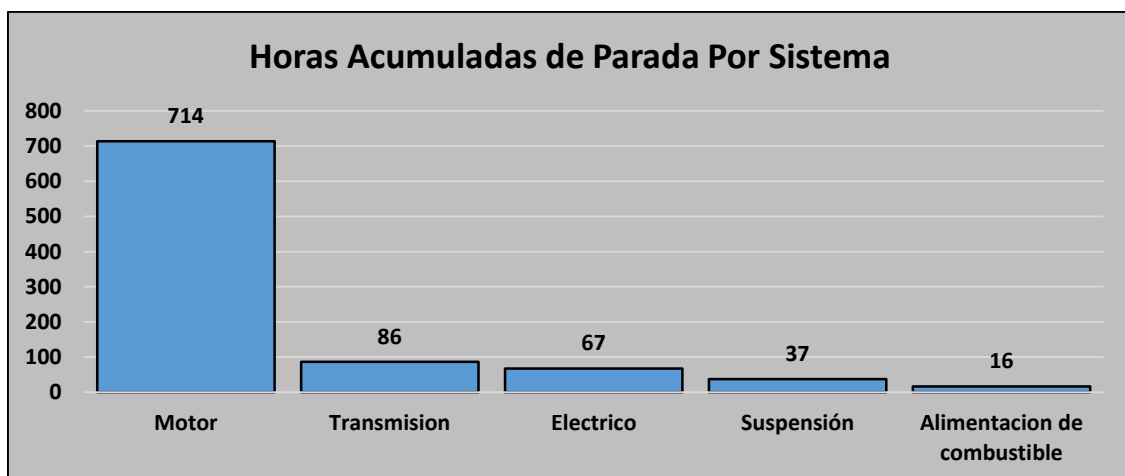


Figura 15. Horas de parada acumuladas por sistema de la flota de camiones según horas de parada de junio a agosto.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Ahora bien, se procedió a revisar el historial de fallas más comunes el cual se muestra en la siguiente tabla, y a través de esta revisión nos permito observar las fallas que se presentan en los distintos sistemas de los camiones.

Estos datos están contemplados en la siguiente tabla donde se aprecia claramente que el sistema de motor muestra un total de 714 hr. De parada esto es de toda la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.

Tabla 9. Historial de fallas

Sistema	Fallas por sistema	Horas de parada por falla	Horas de parada Total
Motor	Cambio de camiseta	548	714
	Cambio de bomba de agua	113	
	Cambio de cojinetes de biela y bancada de cigüeñal	53	
Transmisión	Cambio de disco de embrague	42	86
	Reparación de caja de cambios	26	
	Plato opresor roto	14	
	Cruceta deteriorada	4	
Eléctrico	Cambio de carbones	36	67
	Cambio de bendix de arrancador	18	
Suspensión	Cambio de colector	13	37
	Hoja de muelle rota	19	
Alimentación de combustible	Buje roto	18	16
	Gobernador de bomba de inyección roto	6	
	Toberas dañadas	10	
Total de horas paradas		920	920

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

De la información recopilada en la tabla anterior procedimos a ordenarla de acuerdo al número de horas que se demoraba la reparación por falla presentada, esto se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 10. Horas de parada por falla

Fallas por sistema	Horas de parada por falla	% de Horas de parada por falla	Acumulado
Cambio de camiseta	548	60%	60%
Cambio de bomba de agua	113	12%	72%
Cambio de cojinetes de biela y bancada de cigüeñal	53	6%	78%
Cambio de disco de embrague	42	5%	82%
Cambio de carbones	36	4%	86%
Reparación de caja de cambios	26	3%	89%
Hoja de muelle rota	19	2%	91%
Cambio de bendix de arrancador	18	2%	93%
Buje roto	18	2%	95%
Plato opresor roto	14	2%	96%
Cambio de colector	13	1%	98%
Toberas dañadas	10	1%	99%
Gobernador de bomba de inyección roto	6	1%	100%
Cruceta deteriorada	4	0%	100%

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

Con esta información se procedió a elaborar un diagrama de Pareto de la incidencia de fallas mostrado en la siguiente figura:

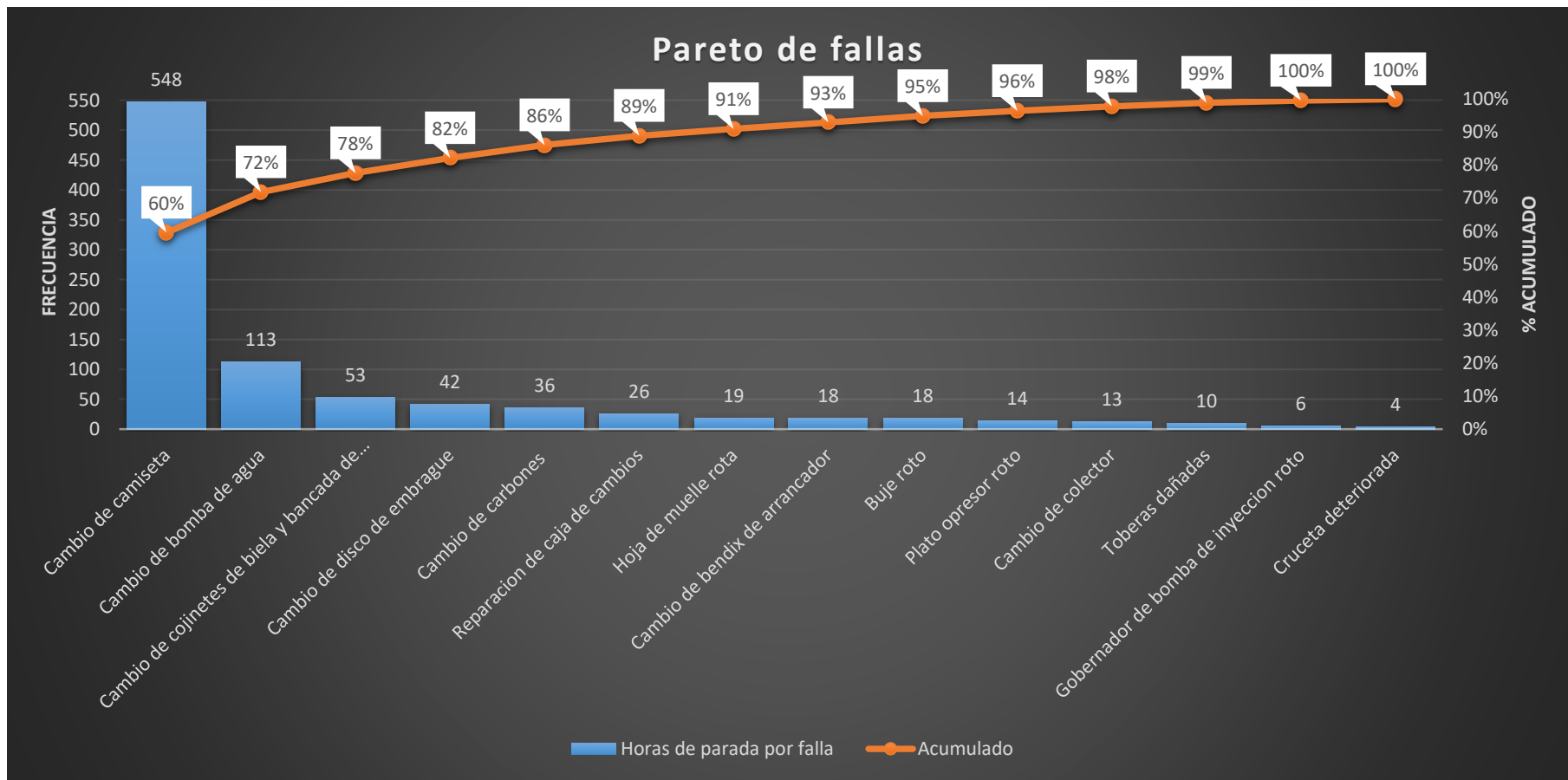


Figura 16. Pareto de Fallas más comunes.

Fuente: Área de mantenimiento de la distribuidora PMA EIRL.

Luego de elaborar el Pareto de fallas podemos decir que las fallas que causan más horas de parada están sombreadas en la siguiente tabla:

Tabla 11. Horas de parada por falla.

Fallas por sistema	Horas de parada por falla	% de Horas de parada por falla	Acumulado
Cambio de camiseta	548	60%	60%
Cambio de bomba de agua	113	20%	53%
Cambio de cojinetes de biela y bancada de cigüeñal	53	10%	63%
Cambio de disco de embrague	42	8%	70%
Cambio de carbones	36	7%	77%
Reparación de caja de cambios	26	5%	82%
Hoja de muelle rota	19	3%	85%
Cambio de bendix de arrancador	18	3%	88%
Buje roto	18	3%	91%
Plato opresor roto	14	3%	94%
Cambio de colector	13	2%	96%
Toberas dañadas	10	2%	98%
Gobernador de bomba de inyección roto	6	1%	99%
Cruceta deteriorada	4	1%	100%

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

Estas fallas que están por debajo del 80 % son las causas de los tiempos más prolongados de paradas de la flota de camiones.

4.3. Establecer las diligencias de mantenimiento preventivo RCM, para la flota de camiones, elaborando los formatos de control respectivo.

Se realizó un plan de mantenimiento para los camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL, para la elaboración de este plan se tomó en cuenta los actuales indicadores de mantenimiento fundamentado en las recomendaciones del fabricante y los recursos que posee la empresa.

Se formuló un plan de mantenimiento en el cual se establecen las actividades correspondientes, este plan de mantenimiento se formuló fundamentándose de acuerdo a la norma SAE JA 1011 en donde se formula los requisitos que se deben tener en cuenta para la implementación de un mantenimiento preventivo basado en RCM, dichos requisitos deben responder las siguientes interrogantes plasmadas en la tabla 12, donde también se pueden ver las respuestas a dichas

interrogantes , la norma establece 7 preguntas básicas las cuales están presentes en la siguiente tabla :

Tabla 12. Aplicación de las 7 preguntas básicas del RCM.

Preguntas básicas del RCM	Respuestas
1. ¿Cuál es la función de los camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL?	Llevar las bebidas gaseosas desde el almacén de la empresa hasta los distintos puntos de venta (tiendas) de la ciudad de Chimbote.
2. ¿Cuál es la falla funcional?	La falla más común se da en los motores.
3. ¿Cuál es el modo de falla?	El patrón es que en el aceite del motor se puede apreciar la presencia de líquido refrigerante, esta combinación no permite el arranque suave del motor y esto es producido por picaduras de las camisas pues no se está usando líquido refrigerante recomendado por el fabricante en su defecto solo se usa agua y esto produce picaduras en las camisas.
4. ¿Cuál es el efecto de la falla?	Al manifestarse la falla se produce el paro del camión y por ende no se entregan las bebidas gaseosas a los distintos clientes.
5. ¿Cuál es la consecuencia de la falla?	La consecuencia es que la unidad queda inoperativa.
6. ¿Qué se puede hacer para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?	Efectuar el mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento del camión.
7. ¿Qué se hace si no se encuentra ninguna tarea para evitar o minimizar la consecuencia de la falla?	En repetidas veces se sigue operando el camión a pesar que se presenta esta falla, arriesgándose a producir daños más severos en otros componentes como suele pasar en ciertas ocasiones cuando se rompen los pistones o se rompen las bielas.

Fuente: (Moubray 2004, p. 11)

La empresa Distribuidora PMA EIRL cuenta con 15 camiones de la marca Volkswagen modelo 15-180, esto lo podemos ver en la tabla xxx, asimismo en la figura Fallas por sistema de la flota de camiones según horas de parada de

junio a agosto se puede ver que según el sistema que más horas de parada tiene es el sistema de motor con unas 346 hr. De parada, seguido por el sistema de transmisión con un total de 86 hr. y el sistema eléctrico con 67 hr de parada esto tiene relación con el análisis que nos brindó el diagrama de Pareto donde podemos observar que las fallas que generan más horas de parada de la flota de camiones son:

1. Cambio de camisas con un total de 548 horas
2. Cambio de bomba de agua con un total de 113 horas
3. Cambio de cojinetes de biela y bancada de cigüeñal con un total de 53 horas.
4. Cambio de disco de embrague con un total de 42 horas.
5. Cambio de carbones de arrancador con un total de 36 horas

Esto nos permitió elaborar un análisis de modos y causas de fallas según el orden del sistema más afectado por horas de parada y a continuación se observa el análisis de modo de falla del sistema de motor

Tabla 13. Análisis de modos y causas de falla del sistema de motor:

Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efectos de la falla	Causa de la falla
Generar el torque necesario para mover el camión	Fugas de refrigerante por orificios.	Picadura de camiseta	1. Se produce mezcla de refrigerante y aceite dentro del motor. 2. Se produce doblado o rotura de biela pues el refrigerante presente en la cámara del pistón no es comprimible.	En vez de usar refrigerante recomendado por el fabricante se usa agua potable.
	No es capaz de mantener caudal en el sistema de enfriamiento del motor.	Bomba de agua con paletas rotas	1. Se produce recalentamiento del motor.	1. Se produce recalentamiento del motor. 2. Si se sigue trabajando con temperaturas excesivas se

deterioran los metales de biela y bancada hasta que se funden.

Desgaste prematuro de metales de biela y bancada. Se para por completo el motor 1. Se funden los metales de biela y bancada. No se realizan los cambios de aceite en los tiempos establecidos.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se aprecia las causas de las fallas del motor y en la tabla 14 se presentan las causas de las fallas del sistema de transmisión:

Tabla 14. Análisis de modos y causas de falla del sistema de Transmisión.

Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efectos de la falla	Causa de la falla
Acoplar el torque que produce el motor con la caja de cambios de una manera suave y eficiente.	Se pierde potencia cuando se acoplan las velocidades.	Desgaste en el disco de embrague.	1. El camión no se desplaza a la velocidad requerida. 2. Al realizar los cambios no se engrochan suavemente.	Cargado de peso excedente al recomendado por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 15 se presentan las causas de las fallas que se producen en el sistema eléctrico de la flota de camiones de la empresa distribuidora PMA EIRL:

Tabla 15. Análisis de modos y causas de falla del sistema eléctrico:

Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efectos de la falla	Causa de la falla
Dar el arranque inicial para el funcionamiento del motor	Al dar arranque con la llave no se produce el giro deseado en el motor encenderlo	No fluye corriente por las escobillas hacia el colector.	El motor no enciende y por lo tanto no funciona el camión.	No se realiza mantenimiento preventivo del arrancador

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente tabla se puede observar las causas de las fallas del sistema de suspensión.

Tabla 16. Análisis de modos y causas de falla del sistema de suspensión:

Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efectos de la falla	Causa de la falla
Evitar que las vibraciones de las carreteras transmitan hacia el camión.	Se rompe la hoja de el muelle	Se presentan excesiva transmisión de las vibraciones de la carretera al vehículo	Produce vibraciones inusuales , ruidos y afecta la vida util del amortiguador	Peso excesivo

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se elaboró la tabla donde se puede ver las causas de las fallas del sistema de combustible:

Tabla 17. Análisis de modos y causas de falla del sistema de alimentación de combustible:

Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efectos de la falla	Causa de la falla
Gobernador de bomba de inyección roto	El motor no enciende por que la bomba de inyección no inyecta combustible Se produce mayor consumo de combustible , el ralentí es inestable y se producen humos de color negro en el escape	Se procede a accionar el arrancador el cual hace girar el motor pero no se genera presión de combustible de la bomba de inyección hacia los inyectores. Al momento de inyectar el combustible en la cámara de inyección no se pulveriza en su totalidad	No se produce la combustión Al no quemarse el combustible en su totalidad se mezcla con el aceite afectando los componentes que requieren lubricación.	No se cambió el filtro de combustible en el tiempo recomendado por el fabricante. No se realizó la limpieza del tanque de combustible.
Toberas dañadas	escape			

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de criticidad de fallos:

Luego de analizar los modos y las causas de las fallas se estable el número de prioridad de riesgo para esta evaluación se tendrá en cuenta 3 criterios los cuales son:

Tabla 18. Índice de severidad (S) para la evaluación de los efectos de falla.

Especificación	Valor	Criterio
Muy bajo	1	Fallo de pequeña importancia. No presenta pérdidas considerables. El cliente no logra visualizarlo.
Bajo	2	Fallo que ocasiona incomodidad en el usuario. Declive en el rendimiento del sistema.
Moderado	3	Manifiesta visiblemente incomodidad en el usuario.
Significativo	4	Fallos que reflejan significativa el malestar del usuario. El rendimiento se ve afectado.
Mayor	5	El medio ambiente se ve afectado en este nivel.
Serio	6	Trae serias consecuencias tanto para el usuario como para el medio ambiente.
Extremo	7	Genera grandes molestias al usuario y se puede presentar problemas ambientales.
Alta	8	La integridad del usuario se ve afectado, considerándose una baja posibilidad de lesiones o muerte
Muy alta	9	Problemas que no solo sufre el usuario, sino también las unidades que se ejecuta. Existe una mayor posibilidad de que se presencien lesiones o muerte
Peligroso	10	Fallo que ocasiona problemas al medio ambiente, a las unidades que se emplean y sobre todo al usuario. Grandes posibilidades de lesiones o muerte.

Fuente : (Gonzales Lobo, 2012)

Para determinar el índice de detención se tendrá en cuenta los siguientes criterios especificados en la tabla 20:

Tabla 19. Índice de detención de fallo (D) para la evaluación de los efectos de falla.

Especificación	Valor	Criterio	Probabilidad de fallo
Muy alto	1	El fallo presenta una consecuencia visible.	99,99%
Alto	2-3	Es probable que el fallo se detecte.	99,70%
Mediana	4-5	Es muy probable que el fallo pueda ser detectado.	98%
Baja	6-8	El fallo no es notorio, considerando las actividades que se realizan.	90%
Improbable	9-10	Las consecuencias del fallo no se pueden detectar con facilidad. Ocasiona daño.	< 90%

Fuente : (Gonzales Lobo, 2012, pp. 39–40).

Con respecto a la determinación del índice de ocurrencia se tomara los valores asignados según el criterio especificado en la siguiente tabla 21:

Tabla 20. Índice de ocurrencia (O) para la evaluación de los efectos de falla.

Ocurrencia	Valor	Criterio	Probabilidad de Fallo
Remota	1	Fallo que no se presentaría, no se ha presentado como antecedentes, pero si se podría generar.	< 1 en 1 500 000
	2	Es un poco probable su ocurrencia, normalmente se genera en la vida útil de la unidad.	1 en 150 000
Escala	3		1 en 30 000
	4	Fallo ocasional, suele presentarse en la unidad. Se considera que si surge más de una vez.	1 en 4 500
Moderada	5		1 en 800
	6		1 en 150
	7	Fallos que se presentan constantemente. Probablemente aparezca en varias ocasiones, considerando la vida útil de la unidad.	1 en 50
Alta	8		1 en 15
	9	Fallos inevitables, existe una frecuencia en que se genere.	1 en 6
	10		> 1 en 3

Fuente : (Gonzales Lobo, 2012, p. 39).

Para el caculo del NPR se tendrá en cuenta la siguiente formula:

$$NPR = SDO$$

Figura 17. Formula del cálculo del número de prioridad de riesgo.

Fuente : (Gonzales Lobo, 2012, p. 40).

Donde:

NPR = Numero de prioridad de riesgo

S =Severidad

D= Detección

O = Ocurrencia

Y para ayudar a visualizar el valor del número de prioridad de riesgo nos apoyaremos en los valores mostrados en la siguiente tabla 22:

Tabla 21. Semaforización del número de prioridad de riesgo.

Semaforización	Valor del NPR
Rojo	151-500
Amarillo	51-150
Verde	1-50

Fuente : (Gonzales Lobo, 2012, p. 40).

Después de mostrar los parámetros que se deben asignar según el criterio de cada índice se puede plasmar el número de prioridad de riesgo de cada sistema de la flota de camiones de la empresa en estudio, esto se puede observar mejor en la siguiente tabla:

Tabla 22. Prioridad del fallo del sistema de motor de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Categoría de consecuencia		
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Motor	Fugas de refrigerante por orificios de la camiseta	Picadura de camiseta	En vez de usar refrigerante recomendado por el fabricante se usa agua potable.	1. Se produce mezcla de refrigerante y aceite dentro del motor.	5	4	6	120	Visible		
					2. Se produce doblado o rotura de biela pues el refrigerante presente en la cámara del pistón no es comprimible.	1	4	6	24	No visible		
		No es capaz de mantener caudal en el sistema de enfriamiento del motor.	Bomba de agua con paletas rotas		1. Se produce recalentamiento del motor.	5	4	6	120	Visible		
					1. Se produce recalentamiento del motor.	1	4	8	32	Visible		
			Desgaste prematuro de metales de biela y bancada.		Se para por completo el motor	No se realizan los cambios de aceite en los tiempos establecidos.	2. Si se sigue trabajando con temperaturas excesivas se deterioran los metales de biela y bancada hasta que se funden.	1	4	6	24	Visible
							1. Se funden los metales de biela y bancada.	5	4	6	120	No visible

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Prioridad del fallo del sistema de transmisión de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Categoría de consecuencia
Camion Volkswagen Modelo Worker 15-180	Transmisión	Se pierde potencia cuando se acoplan las velocidades.	Desgaste en el disco de embrague.	Cargado de peso excedente al recomendado por el fabricante.	1. El camión no se desplaza a la velocidad requerida.	5	4	7	140	Visible
					2. Al realizar los cambios no se engrochan suavemente.	5	4	6	120	Visible

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Prioridad del fallo del sistema eléctrico de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Categoría de consecuencia
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Sistema Eléctrico	Al dar arranque con la llave no se produce el giro deseado en el motor para encenderlo	No fluye corriente por las escobillas hacia el colector.	No se realiza mantenimiento preventivo del arrancador	El motor no enciende y por lo tanto no funciona el camión.	1	4	6	24	Visible

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Prioridad del fallo del sistema eléctrico de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Categoría de consecuencia
Camion Volkswagen Modelo Worker 15-180	Sistema de suspensión	Se rompe la hoja de muelle	Se presentan excesiva transmisión de las vibraciones de la carretera al vehículo	Peso excesivo	Produce vibraciones inusuales , ruidos y afecta la vida útil del amortiguador	5	2	8	80	Visible

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Prioridad del fallo del sistema de alimentación de combustible de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Categoría de consecuencia
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Sistema de Alimentación de combustible	El motor no enciende por que la bomba de inyección no inyecta combustible	Se procede a accionar el arrancador el cual hace girar el motor pero no se genera presión de combustible de la bomba de inyección hacia los inyectores.	No se cambió el filtro de combustible en el tiempo recomendado por el fabricante.	No se produce la combustión	4	4	4	64	Visible
		Se produce mayor consumo de combustible , el ralentí es inestable y se producen humos de color negro en el escape	Al momento de inyectar el combustible en la cámara de inyección no se pulveriza en su totalidad	No se realizó la limpieza del tanque de combustible.	Al no quemarse el combustible en su totalidad se mezcla con el aceite afectando los componentes que requieren lubricación.	5	6	5	150	Visible

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, siguiendo el esquema de la filosofía RCM se procede a establecer las tareas para mitigar la aparición de estos modos de fallos para cada sistema, en referencia al sistema de motor lo podemos encontrar en la siguiente tabla:

Para corregir las fallas del sistema del motor se tiene que utilizar el líquido refrigerante que establece el fabricante que consiste en el aditivo compuesto por etilenoglicol ver anexo 12, pues en la actualidad la causa de esta falla es que se usa agua limpia nada más como refrigerante esto produce picaduras en las camisas y bomba de agua no aprovechando la vida útil de estos componentes:

Tabla 27. cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de motor de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Tares Propuesta	Ejecutada por
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Motor	Fugas de refrigerante por orificios de la camiseta	Picadura de camiseta	En vez de usar refrigerante recomendado por el fabricante se usa agua potable.	1. Se produce mezcla de refrigerante y aceite dentro del motor.	5	4	6	120	1.-Verificación diaria de niveles de fluido mediante check list pre uso de camiones. 2.-Uso de refrigerante especificado por el fabricante.	Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL
					2. Se produce doblado o rotura de biela pues el refrigerante presente en la cámara del pistón no es comprimible.	1	4	6	24	1-Uso de refrigerante especificado por el fabricante.	
					1. Se produce recalentamiento del motor.	5	4	6	120	1.-Verificación diaria de niveles de fluido mediante check list pre uso de camiones.	

Tabla 28. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de transmisión de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Tares Propuesta	Ejecutada por
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Transmisión	Se pierde potencia cuando se acoplan las velocidades.	Desgaste en el disco de embrague.	Cargado de peso excedente al recomendado por el fabricante.	1. El camión no se desplaza a la velocidad requerida.	5	4	7	140	1.-Inspeccion diaria del sistema de embrague mediante el check list de pre uso de camiones	Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL
		2. Al realizar los cambios no se engrochan suavemente.		5	4	6	120	1.-Inspeccion de los mecanismos de las articulaciones de la palanca de cambios según programa de mantenimiento propuesto. 2.-Inspeccionar liquido de sistema de embrague. 3.-Inspeccionar liquido de sistema de embrague			

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se puede apreciar que el causante de la falla que se presenta en el sistema de arranque es que a los arrancadores no se les practica un mantenimiento preventivo solo correctivo, es por este motivo que se asignan las tareas para prevenirlo.

Tabla 29. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema eléctrico de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Tares Propuesta	Ejecutada por
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Sistema Electrico	Al dar arranque con la llave no se produce el giro deseado en el motor para encenderlo	No fluye corriente por las escobillas hacia el colector.	No se realiza mantenimiento preventivo del arrancador	El motor no enciende y por lo tanto no funciona el camión.	1	4	6	24	1.-Inpeccion de batería según programa de mantenimiento propuesto. 2.-Inspección del arrancador del motor. 3.-Inspección de carga del alternador	Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las tareas para el mantenimiento del sistema de suspensión se observan en la siguiente tabla 31:

Tabla 30. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de suspensión de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Tares Propuesta	Ejecutada por
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Sistema de suspensión	Se rompe la hoja de muelle	Se presentan excesiva transmisión de las vibraciones de la carretera al vehículo	Peso excesivo	Produce vibraciones inusuales ruidos y afecta la vida útil del amortiguador	5	2	8	80	1.-inspeccion de muelles según programa de mantenimiento propuesto. 2.-Inspeccionar amortiguadores. 3.-Apretar pernos en U de muelles	Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Cuadro de decisiones de mejora para el mantenimiento del sistema de alimentación de combustible de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

Equipo	Sistema Afectado	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa de la falla	Efectos de la falla	D	S	O	NPR	Tares Propuesta	Ejecutada por
Camión Volkswagen Modelo Worker 15-180	Sistema de Alimentación de combustible	El motor no enciende por que la bomba de inyección no inyecta combustible. Se produce mayor consumo de combustible, el ralentí es inestable y se producen humos de color negro en el escape	Se procede a accionar el arrancador el cual hace girar el motor pero no se genera presión de combustible de la bomba de inyección hacia los inyectores.	No se cambió el filtro de combustible en el tiempo recomendado por el fabricante.	No se produce la combustión	4	4	4	64	1.-Verificación diaria de niveles de combustible mediante el uso check list pre uso de camiones. 2.-Limpieza de tanque de combustible según plan de mantenimiento propuesto.	Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL
			Al momento de inyectar el combustible en la cámara de inyección no se pulveriza en su totalidad	No se realizó la limpieza del tanque de combustible.	Al no quemarse el combustible en su totalidad se mezcla con el aceite afectando los componentes que requieren lubricación.	5	6	5	150	1.-Mantenimiento de inyectores según plan de mantenimiento propuesto	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en esta propuesta se presenta el check list como propuesta preventiva pues su ejecución es pre uso del camión:

Tabla 32. Check lis de pre uso de camiones

		Check List Pre Uso de Camiones						
Fecha								
I. DOCUMENTOS	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Observaciones
Revisión técnica								
Tarjeta de Propiedad								
Permiso de Circulación								
SOAT								
II. MOTOR								
Revisión de nivel de aceite de motor								
Revisión de nivel de refrigerante de motor								
Fuga de aceite								
Fuga de combustible								
Ruidos anormales								
III. TRANSMISION								
Revisión de nivel de líquido de embrague.								
IV. FRENOS								
Purgado de sistema de aire.								
Revisión de fugas de aire								
V.SISTEMA ELECTRICO								
Revisión de conexiones de cables de batería.								
Revisión visual de faja de alternador								
VI. SUSPENSION								
Revisión visual de muelles								
Revisión visual de abrazaderas en U								
Nombres y apellidos del conductor								
Firma del conductor								
Firma del supervisor de mantenimiento								
✓	CUMPLE		(*) El llenado de este formato es obligación de cada usuario antes del inicio de sus actividades. (*) Colocar en el campo de observaciones una descripción breve de la falla o anomalía					
X	NO CUMPLE							

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el formato denominado plan de mantenimiento

Tabla 33. Propuesta de las actividades de mantenimiento preventivo para la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL basadas en RCM

Sistema del Camión	Actividades de Mantenimiento	5000 Km	10000 Km	15000 Km	20000 Km	25000 km	30000 km	35000 km	40000 km
Motor	Cambio de aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambio de filtro de aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambio de refrigerante del motor								X
Transmisión	Engrasar buje de accionamiento del collarín	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambiar liquido de embrague						X		
	Verificación del nivel del largo del vástago del embrague					X			
	Inspeccionar ajuste de conexiones eléctricas del arrancador		X		X		X		X
Eléctrico	Inspección de conexiones de cables principales en la batería.	X	X	X	X	X	X	X	Verificación del nivel de electrolito de la batería
	Inspección del arrancador del motor	X	X	X	X	X	X	X	X

	Inspección de carga del alternador	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	Apretar pernos en U de muelles	X	Apretar pernos en U de muelles	X	Apretar pernos en U de muelles	X	Apretar pernos en U de muelles
	Inspeccionar hoja de muelles								
	Engrase de bujes (ver anexo)	X	X	X	X	X	X	X	X
Suspensión	Inspeccionar amortiguadores	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cambiar filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
Alimentación de combustible	Limpieza de tanque de combustible								X
	Realizar prueba de pulverización de inyectores								X
	Realizar prueba de estanqueidad de inyectores								X

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, como ya se tiene las actividades ahora pasaremos a determinar la frecuencia con que se debe realizar estas actividades y para esto nos apoyaremos en la siguiente tabla 34:

Tabla 34. Simbología de frecuencias.

Frecuencia (F)	Simbología
Diaria	D
Mensual	M
Semestral	SM
Quincenal	Q
Trimestral	TM
Anual	A

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Determinar la disponibilidad de la flota teniendo en cuenta los nuevos indicadores según el plan de mantenimiento.

Según lo visto en la tabla el promedio de la disponibilidad de la flota durante el trimestre de junio a agosto es del 77% a este promedio llamaremos disponibilidad actual de la flota de camiones según la siguiente tabla:

Tabla 36. Disponibilidad actual de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL.

N°	Placa de Camión	MTBF	MTTR	Disponibilidad
1	F9I-787	202	4	98%
2	F6O-946	224	8	97%
3	B7P-839	157	8	95%
4	F9I-788	171	10	94%
5	F7A-885	126	25	83%
6	F6O-947	158	32	83%
7	F8P-890	144	30	83%
8	F5D-788	184	48	79%
9	D3D-806	194	52	79%
10	C2O-726	165	47	78%
11	D2X-817	116	36	76%
12	F6M-728	181	66	73%
13	A2I-926	183	94	66%
14	F6O-945	98	64	60%
15	B7O-824	36	434	8%
Total		2339	958	77%

Fuente: Ficha de observación.

De la tabla se puede decir que el total de horas de MTBF es igual a 2339 y de MTTR es igual a 958 horas si aplicamos la fórmula de la figura se cuenta con una disponibilidad de 71 % esto lo podemos ver en la siguiente tabla:

Tabla 37. Calculo de la Disponibilidad actual:

Total MTBF Actual de la flota de camiones	Total MTTR Actual de la flota de camiones	Disponibilidad
2339	958	71%

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien si se tiene en cuenta las horas de parada de las fallas número 1 y 2 que causan estos tiempos de parada se obtiene un total de 661 horas de parada

concentradas en solo dos fallas esto representa un 69 % del total de horas de parada pues así lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 38. Fallas representativas que incrementan la disponibilidad de la flota de camiones.

N°	Fallas por sistema	Horas de parada por falla	% de Horas de parada por falla	
1	Cambio de camiseta	548	661	69%
2	Cambio de bomba de agua	113		
3	Cambio de cojinetes de biela y bancada de cigüeñal	53	53	6%
4	Cambio de disco de embrague	42	42	4%
5	Cambio de carbones	36	36	4%
6	El resto de fallas	166	166	17%
Total		958	31%	

Fuente: Elaboración propia.

Con la aplicación de las actividades de mantenimiento preventivo se pueden reducir las horas de parada que producen las fallas por cambios de camiseta y cambios de bomba de agua pues ambos suman 661 horas de paro con la propuesta se busca incrementar las MTBF en 661 horas así se afirma en la siguiente tabla:

Tabla 39. Calculo de la MTBF aplicando la propuesta:

Total MTBF Actual de la flota de camiones	Horas de parada por falla mas representativa	Total MTBF de la flota de camiones
2339	661	3000

Fuente: Elaboración propia

Este incremento en el MTBF permite que el MTTR disminuya en 661 horas obteniéndose un total de 297 horas esto se observa en la siguiente tabla:

Tabla 40. Calculo de MTTR aplicando la propuesta:

Total MTTR Actual de la flota de camiones	Disminución de Horas de parada por falla mas representativa	Total MTTR de la flota de camiones
958	661	297

Fuente: Elaboración propia

Obteniéndose así con la propuesta estos nuevos indicadores de MTBF Y MTTR respectivamente y que se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 41. Comparativo de la MTBF y MTTR actual y con la propuesta:

Total MTBF Actual de la flota de camiones	MTBF de la flota de camiones con la propuesta
2339	3000
Total MTTR Actual de la flota de camiones	Total MTTR de la flota de camiones con la propuesta
958	297

Fuente: Elaboración propia.

Con estos nuevos valores se procede a calcular la disponibilidad de la flota obteniéndose:

Tabla 42. Calculo de la disponibilidad con la propuesta:

Total MTBF de la flota de camiones con la propuesta	Total MTTR de la flota de camiones con la propuesta	Disponibilidad de la flota de camiones con la propuesta
3000	297	91%

Fuente: Elaboración propia.

Es así que se proyecta obtener con la propuesta una disponibilidad de la flota de camiones del 90 %.

Costos que favorecerá la implementación de la propuesta:

En la siguiente tabla 43 se muestra los cambios de repuestos afectados en el sistema de motor de los distintos camiones que presentaron fallas en ese sistema que es el que más afecta la disponibilidad de la flota de camiones (este sistema representa el 69% ver tabla 38).

Tabla 43. Trabajos realizados en el sistema de motor de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.

Placa de camión	Horas de parada por fallas en el sistema de Motor	Cambio de camiseta	Cambio de metales de biela y bancada	Cambio de metales de bancada	Cambio de bomba de agua
B7O-824	434	6	1	1	1
A2I-926	78	6	1	1	1
F6M-728	48	6	1	1	1
F6O-945	18	6			1
D3D-806	26	6			1

F5D-788	36	6	1	1	1
C2O-726	24	6			1
D2X-817	24	6			1
F8P-890	26	6			1
Total general	714	9 juegos	4	4	9

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

Por lo tanto, en la siguiente tabla se puede apreciar el costo de los repuestos afectados (ver anexo 13) que la empresa gastó durante el periodo que se desarrolló este estudio, estos costos se eliminarían con la implementación de la propuesta:

Tabla 44. Costos de repuestos cambiados en el sistema de motor de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL.

Repuestos	Costos de camisas por juego vienen 6	Costos de metales de biela	Costos de metales de bancada	Costo de bomba de agua
Costos en soles	220	35	38	220
Cantidades	9	4	4	9
Costo por repuesto en soles	1980	140	152	1980
Costo Total en soles			4252	

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa Distribuidora PMA EIRL.

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se determinó confeccionar un plan de mantenimiento preventivo fundado en RCM para mejorar la disponibilidad de la flota de camiones de la Distribuidora PMA EIRL y para ello se obtuvo que el promedio de la disponibilidad de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL durante el periodo de estudio fue de un 77 % el cual es muy bajo y deriva de que la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL no cuenta con una disponibilidad optima de su flota esto afecta a la empresa pues para realizar la entrega de sus productos tiene que incurrir en gastos de alquiler de camiones pues este resultado es menor al que obtuvo **(Ticlavilca Rauz 2016)** en su trabajo de investigación donde obtuvo un 94% de disponibilidad inicial asimismo **(Casachagua Davila 2017)** en su investigación encontró una disponibilidad inicial de 80 % y con respecto al diagnóstico de mantenimiento preventivo (Pacheco Bado, 2018) encontró que la compañía objeto de su estudio no contaba con un sistema de mantenimiento preventivo pues evidencio que en el periodo que realizo su trabajo de investigación las horas de parada de los equipos sumaban 1454 horas que representaban un total de 334 fallas pues en la compañía en que realizo este estudio no contaba con un equipo que realizara las tareas de mantenimiento pues no se tenía un departamento encargado del mantenimiento caso contrario en esta investigación se evidencio que si se cuenta con un departamento de mantenimiento pero sin embargo se determinó a través de un cuestionario aplicado a los conductores de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL que el 93% de los encuestados también manifestaron que a la empresa distribuidora PMA EIRL le hace falta implementar un plan de mantenimiento preventivo para su flota de camiones esto también fue encontrado por **(Castrillón Carmona, Gallego Lozano 2019)** en su estudio donde observo que la empresa tampoco contaba con un plan de mantenimiento preventivo es más las tareas que se realizaban no se documentaban perdiéndose así valiosos datos que ayuden en la toma de decisiones para la implementación de actividades que ayuden a elevar la vida útil de los equipos pues según (Alavedra-Flores et al., 2016) establecen que para que se consiga el aumento en la disponibilidad de un equipo se puede lograr a través de la disminución del tiempo en que estas están fuera de servicio sin embargo en este

trabajo de investigación se observó que este tiempo que se usa en el servicio por mantenimiento o llamado también tiempo de parada de la maquina es mayor al tiempo de uso de la maquina tal es así que en el caso del camión de placa B70-824 estuvo más de dos meses parado por falta de mantenimiento esto origina que la disponibilidad sea menor , asimismo según **(Garcia Mallqui, 2016)** en su trabajo de investigación también realizo una evaluación de diagnóstico que le permitió visualizar los equipos que producían mayores horas de parada y que por lo tanto afectaban directamente la disponibilidad, en cambio en el estudio de investigación que realizo **(Gonzales Guzmán, 2016)** en el análisis inicial de los equipos obtuvo que mediante la visualización de los puntos críticos y con mayor porcentaje de riesgo de parada para la empresa le representaría una pérdida económica valorizada en s/ 82553 esta pérdida se daría en un periodo de tiempo de 10 meses ,en cambio **(Zavala Medina, 2018)** empezó por describir los sistemas que conformaban los equipos que formaban parte del área de chancado y luego realizo un diagnóstico esta área objeto de su estudio ,para ello anoto la media de las horas de parada del equipo más crítico esto es del equipo que más fallas presentaba y luego analizo los modos de fallas de los equipos que obtuvieron mayores puntuaciones de criticidad.

Asimismo para determinar los problemas más comunes de las paradas de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL mediante el análisis del historial de las causas y la elaboración de un diagrama de Pareto se obtuvo que el sistema más afectado es el de motor con un total de 714 horas de parada, esto se debió según el análisis de diagrama de Pareto a los cambios de camisas de motor con un 60 % y cambio de bombas de agua con un 53% pues se observó que esto se debía principalmente a que no se estaba haciendo uso del refrigerante recomendado por el fabricante en su reemplazo se hacía uso de agua potable como líquido refrigerante pues **(Perez Medrano, 2020)** en su trabajo de investigación también aprovecho el diagrama de Pareto para establecer las causas de las fallas esto le ayudo a poder determinar cuáles eran las causas a las cuales debería atacar mediante la formulación de actividades que las plasmo en su plan de mantenimiento preventivo , esto le permitió elevar su indicador de disponibilidad al culminar su investigación pues también observo que producto de estas fallas que sumaban en los tiempos de parada también

ocasionaban pérdidas económicas por falta de mantenimiento , para **(Zavala Medina 2018)** en el desarrollo de su trabajo de investigación en el cual obtuvo como resultado que las causas de las detenciones de este equipo se organizaron de acuerdo a su nivel de importancia y fue en base a esto que se determinó elaborar planes de acción de acuerdo a la importancia de los motivos de parada , lográndose así desarrollar actividades dirigidas a contener estos desvíos detectados en base a su importancia.

En cuanto a establecer las diligencias de mantenimiento preventivo RCM, para la flota de camiones, se elaboraron los formatos correspondientes al plan de mantenimiento basado en RCM, **asimismo (Castrillón Carmona, Gallego Lozano, 2019)** también presentaron un cronograma de actividades de mantenimiento preventivo fundamentado en RCM, para **(Pacheco Bado, 2018)** también estableció como objetivo diseñar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM, en el cual obtuvo un como resultado reducir el tiempo de inoperatividad en un 20, 58% , en el estudio de investigación de **(Pérez Medrano, 2020)** también implemento formatos de control que le permitieron analizar los modos de falla y gracias a esto pudo elaborar las acciones correctivas para disminuir los tiempos de parada además mediante estos controles evidenciados en sus formatos fundamentados en el RCM pudo ver que tarea apropiada para el mantenimiento se tenía que implementar de tal manera que se actué con una actitud proactiva adelantándose al suceso de las fallas garantizándose así que los tiempos de parada se reduzcan para lograr un aumento significativo en la disponibilidad de sus activos, en cambio en el estudio de investigación realizado por **(Zavala Medina, 2018)** encontramos que aplico actividades de mantenimiento aplicados en la filosofía RCM dirigidos a las causas que originan la indisponibilidad por sistema del equipo más crítico de tal manera que se ataca la causa del problema que origina el tiempo de parada ,estas actividades las documento y entrego a los encargados del mantenimiento siendo para ellos una guía de actuación a las soluciones de las fallas que producen tiempos muertos de operación, sin embargo en el caso del desarrollo de su trabajo de investigación de **(Gonzales Guzmán, 2016)** mediante la aplicación del mantenimiento preventivo logro disminuir en un 80 % las horas de parada de la línea de producción para esto aprovecho del registro de las

actividades de mantenimiento en donde se establecía que tareas se deberían ejecutar para menguar las paradas inesperadas de la línea de producción.

Para lograr el objetivo de determinar la disponibilidad de la flota teniendo en cuenta los nuevos indicadores según el plan de mantenimiento se estima que con la propuesta la disponibilidad se incrementara en un 20 % este logro es menor al alcanzado por **(Ticlavilca Rauz, 2016)** quien mejoró en un 23% la disponibilidad de sus equipos , sin embargo **(Casachagua Davila, 2017)** incremento en un 10 % la disponibilidad de la excavadora Cat 336 , además de lograr incrementar la disponibilidad significativamente también aprovecho la implementación de esta filosofía del RCM para determinar las fallas más significativas de este equipo pesado esto le permitió aumentar la vida útil de esta maquinaria pues con esta filosofía mejoro su estudio de criticidad de esta maquinaria , pero en el caso de **(Garcia Mallqui, 2016)** mejoró la disponibilidad de un 71.4% a un 96% esto es incrementar en un 24.6% la disponibilidad .

VI. CONCLUSIONES.

Se determinó el entorno actual de la disponibilidad de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL, habiendo se obtenido un 77 % de disponibilidad de la flota de camiones pues la empresa distribuidora PMA EIRL en la actualidad no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo pues en el cuestionario de diagnóstico se obtuvo que el 93% de conductores respondieron que la empresa debe de implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM, pues se observó que en el caso del camión B70-824 durante el periodo de realización de este estudio solo trabajo 66 horas en tres meses y el resto de tiempo estuvo parado.

En cuanto a la determinación de los problemas más comunes de las paradas de la flota de camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL se concluye que en cuanto a las horas de parada por sistema se vio que el sistema de motor de la flota de camiones es el que más horas de parada registro durante el periodo de ejecución de este trabajo de investigación con un total de 714 horas acumuladas y esto es debido a fallas en las camisas de motor y bomba de agua que representan el 69% del total de horas de parada, y la causa principal es que no se usa el refrigerante que recomienda el fabricante.

Asimismo, se concluye que para determinar las rutinas de mantenimiento preventivo se elaboraron los formatos correspondientes al plan de mantenimiento basado en RCM, esto teniendo en cuenta el grado de prioridad que ocupan las fallas de acuerdo a su grado de criticidad u afectación de los procesos normales de funcionamiento

Así mismo gracias a las herramientas de mejora que propone la teoría del RCM nos permitió elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL el cual estima elevar la disponibilidad de un 71 % a un 91 % incrementándolo en un 20 %.

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que se debe optar por la implementación de esta propuesta pues se elevara significativamente la disponibilidad de la flota de camiones de la distribuidora PMA EIRL lo que permitirá a su vez que la empresa cumpla con el objetivo de entregar sus pedidos en los tiempos establecidos no generándose así pérdidas económicas por no concretar la entrega de mercaderías en los clientes que la empresa tiene además se deberá seguir cautelosamente las distintas actividades descritos en esta propuesta.
- Se recomienda abastecer al sistema de refrigeración del motor con el líquido refrigerante que establece el fabricante que consiste en etilenoglicol , pues esto no permitirá el desgaste prematuro de las camisas del motor y de las paletas de la bomba de agua, obteniéndose así menos horas de parada y gastos innecesarios como los que viene realizando la empresa pues en el periodo que se desarrolló este estudio la empresa gasto 4252 soles en repuestos afectados por el no uso del refrigerante adecuado para su flota de camiones.

REFERENCIAS

- Alavedra-Flores, C., Gastelu-Pinedo, Y., Méndez-Orellana, G., Minaya-Luna, C., Pineda-Ocas, B., Prieto-Gilio, K., Ríos-Mejía, K., & Moreno-Rojo, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería industrial, 034*, 11–26.
https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/529
- Bado, P., & Fharide, L. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Patapo SAC*.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USAT_3a82a5accfd6ecf0bc0ca9ff26eb6b01
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Binda, N. U., & Balbastre-Benavent, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Revista de Ciencias económicas, 31*(2), 179–187. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/12730>
- Botero, C. (1991). *Mantenimiento preventivo*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).
- Campos-López, O., Tolentino-Eslava, G., Toledo-Velázquez, M., & Tolentino-Eslava, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Científica, 23*(1), 51–59.
<https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/61458265006.pdf>
- Cañaverall Jaramillo, L. F., & Bustamante Diaz, D. A. (2022). *Diseño de un programa de mantenimiento basado en la metodología RCM para una empresa manufacturera de látex*.
- Casachagua Davila, C. G. (2017). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora Cat 336 de la Empresa Ecosem Smelter SA*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5644493>
- Castrillón Carmona, D. A., & Gallego Lozano, R. B. (2019). *Diseño del plan*

de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) para los equipos de la empresa de confecciones Jonley SAS.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13758/1/GallegoRicardo_2019_MantenimientoEquiposConfecciones.pdf

- Choez, P. C. V., & Mora, F. M. (2019). Mantenimiento de edificaciones vernáculas, sistema constructivo en tierra-adobe (estudio de caso La Tola-Píntag). *Revista Herencia*, 32(1), 95–118.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/herencia/article/view/37848>
- Clemente Mendoza, M. C., & Martínez Gamarra, J. D. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay SRL, Huaraz-2020*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57945>
- Ferrer-Jiménez, B. (2015). Mantenimiento preventivo en reductor de velocidad de grúas indias de extracción de mineral. *Ciencia & Futuro*, 5(1), 68–89.
http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revista_estudiantil/article/view/1026
- García Mallqui, E. (2016). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA ALIMENTOS SA*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10797>
- Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- Gómez, V., Plazas, B., Amézquita Silva, J., Avella, L. A., Pineda, A., & Vega Avella, A. (1987). *Mantenimiento preventivo de equipos eléctricos de minería*. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5420>
- Gonzales Guzman, J. L. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer SAC*. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/830>
- Gonzales Lobo, I. G. (2012). *Diseño de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para el circuito Propatria b2*. Universidad Simón Bolívar.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativas, Cualitativas y Mixta*. México: Mc Graw Hill

Interamericana Editores SA.

- Hernández, P. L., Carro, M., de Oca, J. M., & Fernández, S. J. (2008). Optimización del mantenimiento preventivo utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Fundamento teórico-práctico. *Ingeniería Energética*, 29(2), 14–25. <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127758003.pdf>
- Hoyos Arango, A. (2010). *Modelo para aplicación de RCM aeronáutico en Colombia*. Universidad EAFIT.
- Javier, F., & Carrasco, C. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, ISSN-e 2254-4143, Vol. 5, Nº. 3, 2016, págs. 68-75, 5(3), 68–75. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75>
- Montilla, C. A., Arroyave, J. F., & Silva, C. E. (2007). Caso de aplicación centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. *Scientia et technica*, 13(37), 273–278. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903746.pdf>
- Mora de Céspedes, R. (2014). *Mantenimiento RCM del sistema de refrigeración del motor diésel de un buque*. <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/22647>
- Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en confiabilidad. *Gran Bretaña: Aladon Ltda*.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pacheco Bado, L. F. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Pátapo SAC*. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1353>
- Pedroza, H., & Dicovskyi, L. (2007). *Sistema de análisis estadísticos con SPSS*. IICA INTA.
- Perez Medrano, J. (2020). *Sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de una central hidroeléctrica - CORE*. <https://core.ac.uk/outputs/328335040>

- Salazar, C., & Castillo, S. del. (2018). *Fundamentos básicos de estadística*. Editor no identificado.
- Salgado Duarte, Y., Martínez del Castillo Serpa, A., & Santos Fuentefrías, A. (2018). Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. *Ingeniería energética*, 39(3), 157–167. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012018000300003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Ticlavilca Rauz, J. C. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC*. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3657>
- Zavala Medina, C. A. (2018). Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, operación Mantoverde. *Universidad Técnica Federico Santa María. Colombia. ANEXOS CUESTIONARIO DE ENCUESTA*. <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/61458265006.pdf>

ANEXOS:

Anexo 1: Guía de observación:

GUÍA DE OBSERVACIÓN 1				
Registro de MTBF y MTTR de camiones Instrucciones: Registre el historial de MTBF y MTTR de las unidades vehiculares de la Distribuidora PMA EIRL de los meses de junio a agosto de 2021 MTBF, es el Tiempo promedio entre defectos, es decir el tiempo en el cual, la unidad vehicular está operativa hasta que ocurra un nuevo fallo. MTTR, es el Tiempo promedio de arreglo, que es el tiempo en el cual la unidad vehicular se encuentra en el taller,				
Registro de MTBF y MTTR, Camiones Distribuidora PMA EIRL				
Placa de Camión	Indicador	Mes		
		Junio	Julio	Agosto
F6M-728	MTBF	86	36	59
	MTTR	48	6	12
F8P-890	MTBF	45	43	56
	MTTR	4	0	26
F6O-945	MTBF	34	16	48
	MTTR	30	18	16
F6O-946	MTBF	56	116	52
	MTTR	4	0	4
F9I-787	MTBF	90	14	98
	MTTR	0	4	0
F9I-788	MTBF	56	29	86
	MTTR	0	4	6
B7P-839	MTBF	46	78	33
	MTTR	4	0	4
A2I-926	MTBF	89	51	43
	MTTR	16	32	46
C2O-726	MTBF	46	41	78
	MTTR	15	24	8
D3D-806	MTBF	59	36	99
	MTTR	14	26	12
F7A-885	MTBF	66	21	39
	MTTR	21	4	0
F5D-788	MTBF	48	54	82
	MTTR	36	0	12
B7O-824	MTBF	36	0	0
	MTTR	66	0	0
D2X-817	MTBF	44	26	46
	MTTR	12	0	24
F6O-947	MTBF	58	32	68
	MTTR	16	16	0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Cuestionario de diagnóstico de mantenimiento preventivo.

Cuestionario de Diagnostico de Mantenimiento Preventivo

El presente cuestionario está dirigido a ustedes los conductores y encargados del área de mantenimiento, tiene como objetivo recolectar información y realizar un diagnóstico con respecto al mantenimiento que se lleva a cabo en los camiones de la empresa Distribuidora PMA EIRL; en este sentido se pide su valiosa colaboración la más objetivamente posible respondiendo cada una de las preguntas, marcando si o no . Agradecemos anticipadamente su colaboración y compromiso con el desarrollo de la empresa.

Escriba sus nombres y apellidos *

Texto de respuesta breve

Área *

1. Distribucion
2. Mantenimiento

Puesto de trabajo *

1. Conductor de camion

2. Mecanico

1. ¿Conoce o han escuchado acerca de mantenimiento preventivo ? *

Si

No

2. ¿Conocen los tipos de mantenimiento que existen? *

Si

No

Fuente: <https://forms.gle/deRB7BA7ern3WWzZA>

ANEXO 3:

MATRIZ DE VALIDAD DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS INFORMATIVOS	
Nombre del instrumento	Encuesta
Tipo de instrumento	Escala nominal
Nivel de Aplicación	Operadores y encargados del mantenimiento de las Maquinarias de la Empresa Señor de Pomallucay S.R.L.
Título de la tesis	Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz - 2020
Objetivo	Implementar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz – 2020.
Autores	Clemente Mendoza Maria Cristina Martinez Gamarra Jhordy Dino
DATOS Y FIRMA DEL EVALUADOR	
Nombre y Apellidos	Lisset Hilgros Solórzano Lirio
Grado académico	Magister

Figura 18. Matriz de validación del Experto N°1

Fuente : (Clemente Mendoza, Martinez Gamarra 2020, p. 217)

ANEXO 4:

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Huaraz 11 de setiembre del 2020

Asunto: Validación de instrumento de recolección de datos.

Nombre: Mg. Solórzano Lirio, Lisset Milagros.

Nosotros: Clemente Mendoza María Cristina con DNI N° 74687021 y Martínez Gamarra Jhordy Dino con DNI N° 70771133, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial del X ciclo, tenemos el agrado de dirigirnos a usted, para manifestarle nuestro cordial saludo. Acudimos a usted para la validación y aprobación del instrumento de recolección de datos:

Anexo 8: Cuestionario de entrevista

Esperando su aprobación y atención a la presente nos despedimos:

Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

Apellidos y Nombres del evaluador: *Solórzano Lirio Lisset Milagros*

Grado académico del evaluador: *Magister*

Figura 19. Matriz de evaluación del instrumento N° 2

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 220)

ANEXO 5:

UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Huaraz 11 de setiembre del 2020

Asunto: Validación de instrumento de recolección de datos.

Nombre: Dr. Henostroza Torres, Julio Arturo.

Nosotros: Clemente Mendoza María Cristina con DNI N° 74687021 y Martínez Gamarra Jhoróy Dina con DNI N° 70771133, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial del X ciclo, tenemos el agrado de dirigirnos a usted, para manifestarle nuestro cordial saludo. Acudimos a usted para la validación y aprobación del instrumento de recolección de datos:

Anexo 8: Cuestionario de entrevista

Esperando su aprobación y atención a la presente nos despedimos:

Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

Apellidos y Nombres del evaluador: *HENOSTROZA TORRES, Julio Arturo*

Grado académico del evaluador: *DOCTOR*

Julio

Ing. Julio A. Henostroza Torres
Reg. C.I.P. N. 25959

Figura 20. Matriz de evaluación del instrumento N°3.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 221)

ANEXO 6: Matriz de validación de instrumento por Experto n°1.



MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Título: "Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz – 2020"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEMS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
				Construcción crítica de preguntas		Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y las items		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Plan de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento	Plan para las maquinarias	1. ¿Conoce o han escuchado acerca de mantenimiento preventivo?	X						X		
			2. ¿Conocen los tipos de mantenimiento que existen?	X						X		
			3. ¿Llevar a cabo algún tipo de mantenimiento para las maquinarias pesadas dentro de la empresa?	X		X		X		X		
			4. ¿Presentan frecuentemente inconvenientes o retrasos en el proceso de producción por averías en las maquinarias pesadas?	X						X		
	Diagnostico	Críticidad	5. ¿Cuándo ocurren inconvenientes o fallas mecánicas se repara la maquinaria?	X		X		X		X		
			6. ¿Cuentan con personal capacitado y específico para realizar labores de mantenimiento de las maquinarias pesadas?	X						X		

Figura 21. Validación del instrumento por el experto 1.

Fuente:(Clemente Mendoza, Martinez Gamarra 2020, p. 218).

ANEXO 7: Matriz de validación de instrumento por Experto n°1.

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	ITEMS	CRITERIOS DE EVALUACION								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
				Construcción crítica de respuesta		Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión e indicador		Relación entre el indicador y los items		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
			7. ¿En caso de falla de una maquinaria, el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que la maquinaria es atendido, es satisfactorio?	X		X		X		X		
	Control	Cumplimiento de actividades	8. ¿Manejan o aplican un programa de actividades de mantenimiento a las maquinarias pesadas en la empresa?	X						X		
9. ¿Tienen o manejan registros de las reparaciones realizadas a las maquinarias pesadas?			X		X		X		X			
10. ¿Cuentan con inventario y codificación de las maquinarias pesadas?			X					X		X		
11. ¿Manejan algún stock o stock de repuestos, insumos y herramientas para llevar a cabo el mantenimiento?			X					X		X		
12. ¿Creen que la empresa requiere de un plan o modelo de mantenimiento preventivo para las maquinarias pesadas?			X					X		X		

COLECCIÓN DEL PERU
Mg. Lisette M. Solís
INSTRUMENTO EVALUATIVO
CIP Nº 150425

Figura 22. Validación del instrumento por el experto 1.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 219).

ANEXO 8: Matriz de validación de instrumento por Experto n°2.

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Título: "Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz – 2020"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEMS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES		
				Construcción crítica de respuesta		Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión e indicador		Relación entre el indicador y los ítems				
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO			
Plan de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento	Plan para las maquinarias	1. ¿Conoce o han escuchado acerca de mantenimiento preventivo?	X							X			
			2. ¿Conocen los tipos de mantenimiento que existen?	X								X		
			3. ¿Llevar a cabo algún tipo de mantenimiento para las maquinarias pesadas dentro de la empresa?	X		X		X				X		
			4. ¿Presentan frecuentemente inconvenientes o retrasos en el proceso de producción por averías en las maquinarias pesadas?	X								X		
	Diagnostico	Críticidad	5. ¿Cuándo ocurren inconvenientes o fallas mecánicas se repara la maquinaria?	X				X				X		
			6. ¿Cuentan con personal capacitado y específico para realizar labores de mantenimiento de las maquinarias pesadas?	X		X		X				X		

Activar Windows
Vea la Configuración para activar Windows

Figura 23. Validación del instrumento por el experto 2.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 226).

ANEXO 9: Matriz de validación de instrumento por Experto n°2.

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	ÍTEM	CRITERIOS DE EVALUACION								OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES	
				Construcción crítica de respuesta		Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y los ítems			
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
			7. ¿En caso de falla de una maquinaria, el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que la maquinaria es atendido, es satisfactorio?	X		X		X		X			
	Control	Cumplimiento de actividades	8. ¿Manejan o aplican un programa de actividades de mantenimiento a las maquinarias pesadas en la empresa?	X						X			
9. ¿Tienen o manejan registros de las reparaciones realizadas a las maquinarias pesadas?			X		X		X		X				
10. ¿Cuentan con inventario y codificación de las maquinarias pesadas?			X						X				
11. ¿Manejan almacén o stock de repuestos, insumos y herramientas para llevar acabo el mantenimiento?			X						X				
12. ¿Creen que la empresa requiere de un plan o modelo de mantenimiento preventivo para las maquinarias pesadas?			X						X				

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

 INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

 C.I.P. N° 221919

Activar Windows

 Ve a Configuración para activar Windows

Figura 24. Validación del instrumento por el experto 2.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 227).

Anexo 10 : Matriz de validación de instrumento por Experto n°3.



MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Título: "Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz – 2020"

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
				Construcción con criterio de respuesta		Relación entre la variable y el indicador		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y la muestra		
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Plan de mantenimiento preventivo	Plan de mantenimiento	Plan para las maquinarias	1. ¿Conoce o han escuchado acerca de mantenimiento preventivo?	X						X		
			2. ¿Conocen los tipos de mantenimiento que existen?	X						X		
			3. ¿Llevan a cabo algún tipo de mantenimiento para las maquinarias pesadas dentro de la empresa?	X		X		X		X		
			4. ¿Presentan frecuentemente inconvenientes o retrasos en el proceso de producción por averías en las maquinarias pesadas?	X						X		
	Diagnostico	Criticidad	5. ¿Cuándo ocurren inconvenientes o fallas mecánicas se repara la maquinaria?	X		X		X		X		
			6. ¿Cuentan con personal capacitado y específico para realizar labores de mantenimiento de las maquinarias pesadas?	X						X		

Figura 25. Validación del instrumento por el experto N°3.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 222).

Anexo 10: Matriz de validación de instrumento por Experto n°3.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍTEM	CRITERIOS DE EVALUACION								OBSERVACION ES Y/O RECOMENDACIONES	
				Construcción crítica de respuesta		Relación entre la variable y dimensión		Relación entre la dimensión o indicador		Relación entre el indicador y los ítems			
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
			7. ¿En caso de falla de una maquinaria, el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que la maquinaria es atendido, es satisfactorio?	X		X		X		X			
	Control	Cumplimiento de actividades	8. ¿Manejan o aplican un programa de actividades de mantenimiento a las maquinarias pesadas en la empresa?	X						X			
9. ¿Tienen o manejan registros de las reparaciones realizadas a las maquinarias pesadas?			X		X		X		X				
10. ¿Cuentan con inventario y codificación de las maquinarias pesadas?			X						X				
11. ¿Manejan almacén o stock de repuestos, insumos y herramientas para llevar a cabo el mantenimiento?			X						X				
12. ¿Creen que la empresa requiere de un plan o modelo de mantenimiento preventivo para las maquinarias pesadas?			X						X				

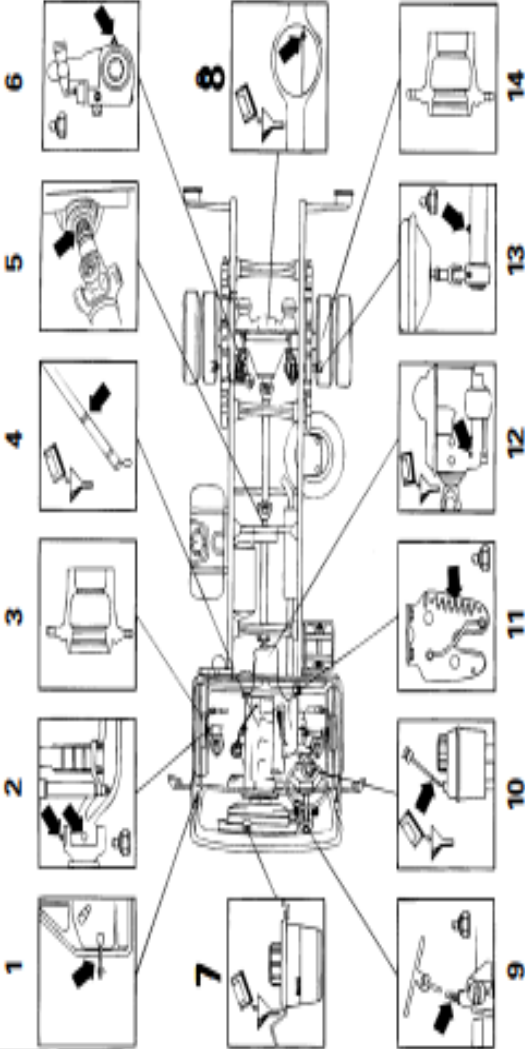
Ing. Julio S. Henostrova Torres
Reg. C.I.P. N.º. 25959

Figura 26. Validación del instrumento por el experto N°3.

Fuente: (Clemente Mendoza, Martínez Gamarra 2020, p. 223).

Anexo 11: Esquema de lubricación de camiones Volkswagen 15-180

www.MAQUINARIAS PESADAS.com



Esquema de lubricación - 7 y 8 toneladas

- 1 - Limitadores de las puertas: Vaselina
- 2 - Phote de dirección: Grasa "extrema presión" - NLGI 2EP
- 3 - Cubos de las ruedas delanteras: Grasa universal - NLGI 2
- 4 - Motor: Aceite API-CG4 - SAE 15W40
- 5 - Buje deslizante del árbol de transmisión: Grasa "extrema presión" - NLGI 2EP
- 6 - Sistemas de ajuste de los frenos: Grasa "extrema presión" - NLGI 2EP - para alta temperatura
- 7 - Embrague: Fluido SAE J 1703
- 8 - Diferencial: Aceite MIL-L-2105C o API-GL5 - SAE 85W140
- 9 - Junta universal de la columna de dirección: Grasa universal - NLGI 2
- 10 - Dirección hidráulica: Fluido ATF Tipo A - Sufrjo A
- 11 - Traba de seguridad de la cabina: Vaselina
- 12 - Caja de cambios: Aceite API-GL3 - SAE 80W90
- 13 - Ejes de leva: Grasa "extrema presión" NLGI 2EP para alta temperatura
- 14 - Cubos de las ruedas traseras: Grasa universal NLGI 2 (solamente rodamientos)

Page 252

Cerrar

www.MAQUINARIAS PESADAS.com

Figura 27. Esquema de lubricación de camiones Volkswagen 15-180.

Fuente: (Manual: Mantenimiento de Camiones VW - Motor, Componentes, Sistemas y Esquemas 2018, p. 252)

Anexo 12: Circular para uso de refrigerante en camiones Volkswagen 15-180

VOLKSWAGEN
CAMIONES Y ÓMNIBUS



JUNIO 2007
Hoja 1/6

CIRCULAR N° 014S0607
Área: AT



Favor divulgar esta circular para:

Gerente de Servicios Gerente de Repuestos Encargado de Garantías Monitor de Post/Venta Bus Flotilleros Buses Flotilleros Camiones

Asunto: Nuevos aditivos VW para el sistema de enfriamiento.
Modelos Afectados: Todos (Camiones y Ómnibus)

Desde el mes de noviembre de 2006, todos los modelos de las familias VW Camiones y Ómnibus, posteriores al número de serie 7R704023, pasaron a utilizar los aditivos VW como líquido refrigerante en el sistema de enfriamiento.

Los aditivos VW poseen alta capacidad de protección contra corrosión y deben ser sustituidos en intervalos de 03 años, sin la necesidad de reposición, excepto cuando haya pérdida del líquido refrigerante por fuga o derramamiento.

Los nuevos aditivos fueron desarrollados por el proveedor TEXACO de Brasil, de acuerdo a los requerimientos de la ingeniería de VW, conteniendo composición química exclusiva y dedicada a toda la línea de productos Volkswagen Camiones y Ómnibus.

El aditivo anterior, DCA-4, continuará liberado para compra en el P&A VW para asistir a los vehículos anteriores a esta implementación; sin embargo cuando haya las revisiones periódicas o eventuales mantenimientos correctivos de estas unidades, los aditivos VW deberán ser ofrecidos al cliente, de manera que se alcance la estandarización y reducción de los costos de mantenimiento de las flotas.

Importante:

Para los vehículos de la familia Volksbus, anteriores al chasis 7R704023, es imperativo el uso de los aditivos VW como refrigerante del motor, de modo que se alcance mayor vida útil y consecuente reducción de los costos de mantenimiento.

Esta circular se divide en dos partes; una para el aditivo VW sustituto del DCA-4 y otra para el aditivo VW (base EtilenGlicol) sustituto del EtilenGlicol.

Figura28. Circular para uso de refrigerante en camiones Volkswagen 15-180.

Fuente: (Manual: Mantenimiento de Camiones VW - Motor, Componentes, Sistemas y Esquemas 2018, p. 259)

ANEXO 13:

Operacionalización de variables.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO DE MEDICION
Variable Independiente :Diseño de un Plan de mantenimiento preventivo RCM	Es una metodología que busca obtener cero fallas, fragilidad y defectos a fin de mejorar el proceso productivo eficazmente hablando, ya que se alcanza reducir costes y así incrementando la productividad. El objetivo principal del mantenimiento preventivo es mantener en estado de referencia a todo aquel sistema productivo de las empresas	El mantenimiento preventivo está dado por un diagnóstico a través de un cuestionario de mantenimiento, para luego ejecutarse mediante un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM	Preguntas básicas del RCM	Cualitativo Nominal	Cuestionario
			Modo de falla	Cualitativo Nominal	Reporte de fallas
			Causas de las fallas	Cualitativo Nominal	Reporte de fallas
Variable dependiente : disponibilidad de la flota de camiones	Es la confianza que se tiene de que un dispositivo de un sistema del vehículo que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente en un tiempo dado.	Es la probabilidad de fallo de los sistemas del vehículo en un determinado periodo de tiempo.	Tiempo de reparación Tiempos entre fallas	Razón	Guía de observación

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13: Proforma de costos de repuestos.

REPUESTO ARVAL DIESEL E.I.R.L

IMPORTADOR - DISTRIBUIDOR

Av. Nicolas Arriola Nro. " 1489-A " Lima - la Victoria FRENTE " LA CARPA AZUL "

SEÑOR(ES) : VARIOS EFECTIVO		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b style="color: red;">PROFORMA <b style="color: red;">001 - 0003661 </div>	
DIRECCIÓN : LIMA			
VENDEDOR : LUIS ANGEL	R.U.C / D.N.I : 99999999999		
		FECHA : 26/08/2021	MONEDA : Soles

Cantidad	Codigo	Descripcion	Marca	P. unit	Total
1		CAMISA DE MOTOR MWM4.10TCA/6.10TCA/VW.9.	MAHLE	220.00-	220.00
7		METAL DE BANCADA MWM 4.10TCA/6.10TCA STD	MAHLE	38.00-	266.00
5		METAL DE BIELA MWM 4.10TCA/6.10TCA STD	MAHLE	35.00-	175.00
1		BOMBA DE AGUA MWM 4.10/6.10TCA/8.120 /9.150	SCHADEK	220.00-	220.00

Sin otro particular y a la espera de sus gratas ordenes, nos despedimos cordialmente.
 Cotización vigente hasta agotar stock , por tipo de cambio o precios nuevos de importacion
 Atentamente.

Soles

Total : S/. 881.00

CUENTAS BCP CORRIENTES

SOLES : 191-219 7822-020 CCI: 002 - 191 - 00219782202056
DOLARES: 191-218 6679-174 CCI: 002 - 191 - 00218667917458

Figura 29. Proforma de costos de repuestos.

Fuente: Repuestos ARVAL DIESEL EIRL.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DAVILA HURTADO FREDY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo (RCM) para mejorar la disponibilidad de la flota de la empresa Distribuidora PMA EIRL Chimbote.", cuyo autor es GALVEZ DIAZ YOEL RENAN, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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.

CHICLAYO, 09 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DAVILA HURTADO FREDY DNI: 16670066 ORCID 0000-0001-8604-8811	Firmado digitalmente por: FRDAVILAH el 09-09- 2022 16:17:02

Código documento Trilce: TRI - 0427795