



Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento preventivo a la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.

Rafael Antonio Pretel Urina, 20452029704

Jack Luis Pérez Guerrero, 20452021187

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Puerto Colombia, Colombia

2022

Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento preventivo a la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.

Rafael Antonio Pretel Urina, 20452029704
Jack Luis Pérez Guerrero, 20452021187

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Mecánico

Director (a):

Jonathan Fábregas Villegas

Línea de Investigación:

Gestión de la Productividad, la Competitividad y la Innovación.

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Puerto Colombia, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

Cumple con los requisitos para optar Al título de

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Puerto Colombia, Julio 2022.

Contenido

	Pág.
Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1. Planteamiento del Problema.	13
1.1. Justificación del Proyecto	13
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.2. Objetivo Específicos.....	14
1.3. Delimitación del Proyecto.....	14
1.4. Alcance del Proyecto.....	15
2. Marco teórico.	16
2.1. Bases Teóricas.....	16
2.1.1. Mantenimiento	16
2.1.2. Mantenimiento Preventivo	16
2.1.3. Gestión de Repuestos	17
2.1.4. Plan de Mantenimiento.....	17
2.1.5. Disponibilidad.....	17
2.1.6. Indicadores.....	18
2.1.7. Análisis Estadístico.....	19
2.1.8. Diagnostico Ishikawa	19
2.1.9. Matriz de Prioridades.....	20
2.1.10. Diagrama de Pareto.....	20
2.1.11. Causa Raíz	21
2.2. Contexto Operacional.....	22
2.3. Antecedentes.....	23
3. Metodología	27
3.1. Tipo de investigación.....	27
3.2. Diseño de la Investigación.....	27
3.3. Diseño Metodológico	28
3.4. Plan de acción para alcanzar los objetivos específicos.....	28

3.4.1.	Fase 1.....	28
3.4.2.	Fase 2.....	28
3.4.3.	Fase 3	28
4.	Resultados.	30
4.1.	Implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.	30
4.1.1.	Sistemas de Suministro del Vehículo	31
4.1.2.	Abreviatura Clave del proceso de Mantenimiento.....	37
4.1.3.	Programa propuesto.....	38
4.1.4.	Puesta en marcha de un plan de Mantenimiento.....	39
4.1.5.	Identificación del Trabajo	39
4.1.6.	Auditorias	41
4.1.7.	Inspecciones al operario	41
4.1.8.	Avisos de Trabajo	41
4.1.9.	Ordenes de Trabajo	42
4.2.	Establecer la metodología adecuada según parámetros técnicos del equipo y experiencia del mecánico.	47
4.2.1.	Descripción del proceso mantenimiento preventivo.....	47
4.2.2.	Ventajas del Mantenimiento Preventivo	48
4.3.	Desarrollar una herramienta que permita la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.	50
4.3.1.	Matriz de prioridades.....	52
4.3.2.	Gráfico de Pareto.....	52
4.3.3.	Cuadro de Mando Integral	53
4.3.4.	Matriz de indicadores	62
5.	Conclusiones y Recomendaciones	76
5.1.	Conclusiones.....	76
5.2.	Recomendaciones.....	77
6.	Referencias Bibliográficas	78

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1 Diagrama Ishikawa.....	19
Figura 2 Matriz de Prioridades	20
Figura 3 Diagrama de Pareto.....	21
Figura 4 Camión International 4300	22
Figura 5 International DuraStar 4300	31
Figura 6 Plano International DuraStar 4300.....	31
Figura 7 Flujo de Combustible	32
Figura 8 Surtir Combustible en Isla	33
Figura 9 Revisión nivel de Líquidos	34
Figura 10 Componentes del sistema de presión de control de inyección	35
Figura 11 Control de la Presión de Inyección	36
Figura 12 Etapas de operación de los inyectores HEUI	37
Figura 13 Formato Control y Seguimiento de Vehículo en Taller.....	45
Figura 14 Diagnóstico Ishikawa	46
Figura 15 Proceso de Mantenimiento Preventivo: Funciones y Responsabilidades, entradas.....	49
Figura 16 Operación de las Autopruebas del Software de Diagnóstico.....	51
Figura 17 Diagrama de Pareto	53
Figura 18 Pantalla principal	54
Figura 31 Cantidad de Trabajos por realizar a equipos.....	62
Figura 32 Reporte de Análisis de Lubricante	65
Figura 33 Reporte de Análisis de Lubricante 2	65
Figura 34 Reporte de Análisis de Lubricante 3	66
Figura 35 Reporte de Análisis de Lubricante 4	66
Figura 36 Reporte de Análisis de Lubricante 5	67
Figura 37 Reporte de Análisis de Lubricante 6	67
Figura 38 Reporte de Análisis de Lubricante 7	68
Figura 39 Reporte de Análisis de Lubricante 8	68
Figura 40 Reporte de Análisis de Lubricante 9	69
Figura 41 Reporte de Análisis de Lubricante 10	69
Figura 43 Promedio días OT días abiertas.....	71
Figura 44 Número de OT abierta	71
Figura 45 Precio de monto OT abiertas.....	72
Figura 46 Numero Promedio días cotizaciones aprobadas.....	72
Figura 47 Número cotizaciones aprobadas	73
Figura 48 Valor monto cotizaciones aprobadas	73

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Tabla Estructural de Fases	29
Tabla 2 Componentes del sistema de presión de control de inyección	35
Tabla 3 Abreviatura Clave del proceso de Mantenimiento	37
Tabla 4 Sistemas del Equipo	38
Tabla 5 Categoría Falla	40
Tabla 6 Avisos de Trabajo	42
Tabla 7 Estándar de Prioridad en OT	43
Tabla 8 Nivel Intervención	43
Tabla 9 Síntomas en la OT	44
Tabla 10 Proceso, Funciones y Responsabilidades	50
Tabla 11 Matriz de Prioridades	52
Tabla 12 Grafico de Pareto	52
Tabla 13 Distribución de Funciones y Responsabilidades del personal	54
Tabla 14 Relación de la rutina de mantenimiento a los sistemas del equipo	55
Tabla 15 Listado de partes del equipo	56
Tabla 16 Relación de las categorías de falla	56
Tabla 17 Estándar de Prioridad	57
Tabla 18 Síntomas	57
Tabla 19 Nivel de intervención	58
Tabla 20 Ingreso de información 1	59
Tabla 21 Ingreso de Información 2	59
Tabla 22 Ingreso de Información 3	60
Tabla 23 Ingreso de Información 4	60
Tabla 24 Ingreso de Información 5	61
Tabla 25 Cantidad de Trabajos por realizar a equipos	61
Tabla 26 Matriz de indicadores	62
Tabla 27 Tarea de Mantenimiento Preventivo	63
Tabla 28 Análisis de Datos OT	70
Tabla 29 Reporte Productividad por trabajador	74

(Dedicatoria)

Quiero agradecer primeramente a Dios darme la oportunidad de cumplir este gran logro. A mis padres Janeth Guerrero Barrios y Luis Pérez Sierra que con mucho esfuerzo me educaron de la mejor manera y siempre me impulsaron a salir adelante. Agradezco a mi compañera de vida Angélica Durando Ricardo que siempre estuvo en todo momento dándome ese gran apoyo para lograr alcanzar esta meta, a mi hijo hermoso que siempre ha sido mi motor para salir adelante.

Jack Luis Pérez Guerrero

A mis padres Rafael pretel N. Y Josefa urina t. quiero agradecerles cada esfuerzo que con grandes sacrificios me han sabido sacar adelante. a mi novia Edilma rivera y mi hermano Cristian pretel gracias también por ayudarme en cualquier momento que los necesitaba. Por todos ustedes hoy soy un profesional.

Rafael Antonio Pretel Urina

Agradecimientos

En primer lugar, agradecerle a Dios, por siempre guiarme a conseguir las metas propuestas en este largo camino.

Nuestros más sinceros agradecimientos al ingeniero Jonathan Fábregas quien fue una pieza clave para desarrollar cada etapa de este proyecto.

Por último, dedicamos este proyecto a todas esas personas que siempre estuvieron allí dándonos el apoyo que siempre necesitamos en cada momento.

¡Muchas gracias por todo!

Resumen

Se realizó un estudio enfocado a la gestión del mantenimiento preventivo de camiones de la serie Internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS., mediante el cual se logró integrar conocimientos recogidos desde la experiencia técnica combinándolas con las recomendaciones del fabricante, dicha práctica pudo actualizar los procedimientos actuales de mantenimiento, ya que no se contaba con la organización de los historiales de falla de los equipos, esto dio a la creación de nuevos reportes de seguimiento a ellos. Además, se obtiene el aumento en la disponibilidad de equipos Down, dándole una confiabilidad del mismo a la operación conforme a lo revisado en el aplicativo de control. De tal manera se sigue utilizando las técnicas como inspecciones visuales, vibratorias, análisis de aceite entre otros. Uno de los puntos más relevantes dentro de la investigación se asocia al establecer la metodología adecuada la cual dio pie al diseño y desarrollo de una herramienta que permitió la planificación y programación de actividades en la gestión del mantenimiento preventivo; Obteniendo como resultado positivo al cumplimiento de los objetivos planteados y se concluye con el diseño asociado a la innovación y el desarrollo de nuevas tendencias tecnológicas. Por ende, la empresa FL Colombia SAS decide evaluarse en el sistema actual de mantenimiento buscando una mejora continua en el mismo para el aumento de su producción y cumplimiento de las metas.

Abstract

A study focused on the management of preventive maintenance of trucks of the International 4300 series of the company FL Colombia SAS was carried out, through which it was possible to integrate knowledge collected from the technical experience combining them with the manufacturer's recommendations, this practice could update the current maintenance procedures, since there was no organization of equipment failure histories, this led to the creation of new follow-up reports for them. In addition, the increase in the availability of Down equipment is obtained, giving it reliability to the operation as revised in the control application. In this way, techniques such as visual and vibration inspections, oil analysis, among others, continue to be used. One of the most relevant points within the investigation is associated with establishing the appropriate methodology which gave rise to the design and development of a tool that allowed the planning and programming of activities in the management of preventive maintenance; Obtaining as a positive result the fulfillment of the stated objectives and it is concluded with the design associated with innovation and the development of new technological trends. Therefore, the company FL Colombia SAS decides to evaluate itself in the current maintenance system, seeking continuous improvement in it to increase its production and fulfillment of goals.

Keywords: Reliability, Development, Innovation, Preventive Maintenance, Management System, technology.

INTRODUCCIÓN

Con respecto a los sistemas de gestión de mantenimiento son ampliamente implementados en el sector industrial con el fin del sostenimiento de cada elemento de máquina de lo cual permite garantizar la continuidad de la actividad operativa al reducir los índices de fallas que se puedan presentar mientras las maquinarias se encuentran en operación.

Por otro lado, existen distintos tipos de mantenimiento como lo es el mantenimiento preventivo que se basa en la conservación de los equipos mecánicos aun estando en operación, lo cual permite de la continuidad de los procesos evitando llegar a una parada repentina por algún tipo de falla en estos sistemas.

Además, en trabajos como los desarrollados por (Alavedra & Gastelu, 2016). Realizaron un análisis en función de la problemática actual que presentan determinados equipos y su relación con los sistemas de gestión de mantenimiento preventivo para una flota específica de camiones 730E Komatsu-2013.

Mientras que, en los estudios de (Vega, 2017) implemento un sistema de mantenimiento preventivo con el propósito de mejora en determinada maquinaria industrial de tipo grúa telescópica utilizadas para el levantamiento de carga.

1. Planteamiento del Problema.

No obstante, las organizaciones hoy en día se encuentran en una lucha constante no solo de buscar la satisfacción de un cliente, sino de mantenerse con calidad en el mercado; esto internamente a las empresas que trabajan con la productividad con su desarrollo de la misma industria y la tecnología su principal finalidad en el medio de transporte es el mantenimiento de la flota de camiones internacional 4300 con un buen sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

Sin embargo, poder identificar las fallas de los equipos es un poco más complicado cuando las herramientas no están a la mano, enfocadas al seguimiento de los trabajos a través de los procesos cuando se busca cumplir con las metas trazadas por la organización.

No obstante, con la alta demanda que ha tenido la organización en el aumento de los ciclos de trabajo de la flota de camiones internacional 4300, estas han requerido que su atención en el tema de mantenimiento de los mismos sea aumentada; con el aumento de fallas dejando Down los equipos por varios motivos. Por otro lado, al no tener un sistema planificado de mantenimiento para estos equipos no ha sido posible contar un amplio stock de repuestos que estén a tiempo para atender dicha emergencia.

1.1. Justificación del Proyecto

Con respecto a la investigación al darle nuevos conocimientos a los investigadores enfocados a la administración del mantenimiento, y en busca de un dimensionamiento de implementar sistema de mantenimiento preventivo a la flota de camiones internacional 4300, mejorando sus condiciones de servicio.

Sin embargo, las bases teóricas que aportaran a esta investigación ayudan a tener mejor comunicación entre los técnicos y el personal de planeación, si se tiene un plan de

mantenimiento adecuado este establecerá control interno a las actividades desarrolladas, generando nuevos lineamientos para la detección de las fallas programándolas.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Gestionar la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.

1.2.2. Objetivo Específicos

Implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.

Establecer la metodología adecuada según parámetros técnicos del equipo y experiencia del mecánico.

Desarrollar un cuadro de mando integral como herramienta que apoye a la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.

1.3.Delimitación del Proyecto

Dicha investigación está orientada al diseño de una implementación de un sistema de gestión del mantenimiento preventivo a la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.

1.4. Alcance del Proyecto

Cabe resaltar que esta investigación tendrá un impacto positivo dentro de la empresa a la cual se le está realizando dicho análisis, gracias a la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, ayudará a cumplir con los objetivos de la compañía.

Sin embargo, esta no deberá actualizar sus procedimientos capacitando a su mano de obra continuamente, para una mejora de dichos mantenimientos y el aumento de la disponibilidad.

2. Marco teórico.

En este capítulo como primera medida se tendrá ante todo como referencias las bases teóricas recopiladas como información base la cual servirá como soporte de la misma. En ella se plasma el conocimiento recolectado por diferentes investigadores a través el tiempo, a detalle especificando características y metodología que servirán como sustento de la investigación.

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Mantenimiento

Cabe resaltar que *“se denomina mantenimiento al procedimiento mediante el cual un determinado bien recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias exteriores no lo afecte”* (economia.org, 2021). En especial los activos que son utilizados para la productividad.

2.1.2. Mantenimiento Preventivo

Cabe recordar que al hablar de mantenimiento preventivo *“nos referimos al conjunto de acciones de revisión y limpieza de equipos e instalaciones, que permiten anticiparse a cualquier tipo de falla o inconveniente a través de la conservación de su estado óptimo de funcionamiento”* (concepto.de, 2022). Expresado de otra forma este abarca medidas como de previsión al daño del equipo en vez de esperar que suceda, este tipo de mantenimiento está compuesto por diversos métodos para preservar los componentes del equipo con el fin de que su vida útil se alargue. Sin embargo, el objetivo primordial del mantenimiento preventivo como su nombre lo indica es prevenir el desperfecto o retrasar la aparición de daños.

2.1.3. Gestión de Repuestos

Cabe resaltar que ella es *“toda aquella actividad que garantice la probabilidad de conseguir un repuesto cuando se necesite sin afectar la disponibilidad y confiabilidad del sistema”* (Trujillo Alvarado, 2018). Su importancia se basa en que en cualquier momento del tiempo se requieren piezas para el mantenimiento y estas deben ser gestionadas por medio de parámetros específicos para su cuidado.

2.1.4. Plan de Mantenimiento

Para algunos un plan de mantenimiento *“es el conjunto de tareas programadas, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo”* (renovetec.com, 2016). Con el fin de tener esa serie de equipos disponibles para la operación a un menor costo.

2.1.5. Disponibilidad

Dicho brevemente ella *“es una métrica que evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada, en un momento determinado, durante un período determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos”* (valuekeep.com, 2021).

(1)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

2.1.6. Indicadores

Recordemos que ellos son “*conocidos como Maintenance Key performance Indicators (KPIs), ellos varían en función de los objetivos y estrategias de cada empresa. Permiten evaluar la evolución del equipo a lo largo del tiempo, ponen de manifiesto en qué punto se encuentra el equipo*” (valuekeep.com, 2021). Se debe tener en cuenta que los indicadores como el MTBF que mide la confiabilidad en compañía del MTTR calculando la eficacia de la reparación, son el conjunto perfecto para llevar el control del mantenimiento preventivo.

(1)

$$MTBF = \frac{\text{tiempo total de la maquina disible paa operar}}{\text{total paradas}}$$

Nota: “Cuanto mayor sea el MTBF, menor será el número de paradas para este equipo” (Pérez, 2021).

(2)

$$MTTR = \frac{\text{iempo total de reparación}}{\text{numero de fallas}}$$

Nota: “Cuanto más bajo es el MTTR, más eficiente es el equipo de mantenimiento” (Pérez, 2021).

(3)

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

Nota: “Disponibilidad inherente: la interrupción debido al mantenimiento preventivo, detalles logísticos y demoras en el suministro, se excluyen, ya que se consideran ideales, y solo evalúan el tiempo debido a la inactividad” (Pérez, 2021).

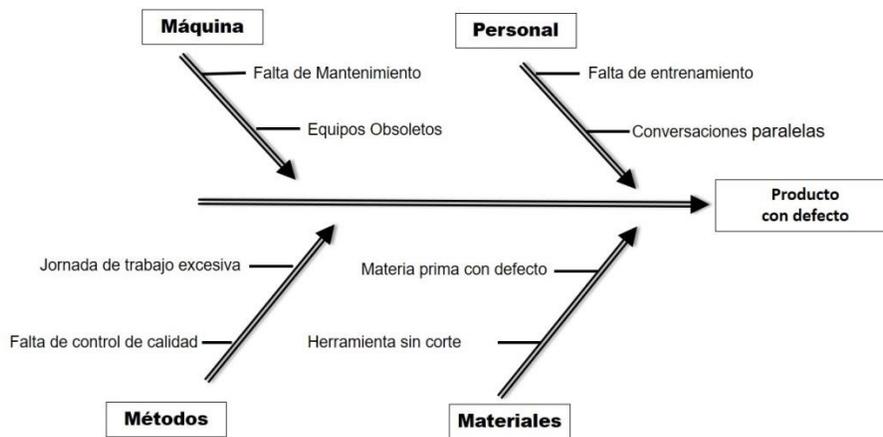
2.1.7. Análisis Estadístico

Siendo este algo de suma importancia para la empresa, ella se encarga de recopilar, indagar y mostrar, tendencias según información que ha manejado a gran escala. Esta ayuda de extracción de información le da la herramienta adecuada de análisis al planeador a crear planes de acción, que serán implementado en los procesos, haciendo que estos sean más eficientes y eficaces.

2.1.8. Diagnostico Ishikawa

Ciertamente esta herramienta las organizaciones la han ignorado, ella trata de profundizar hasta llegar a la falla raíz del problema. Creada alrededor del año 60 por un empresario japonés y llamada cola de pescado, diagrama de causa-efecto porque su forma lo muestra. Su estructura se muestra en la figura 1. Ella al aplicarse de la manera correcta se obtendrán grandes resultados.

Figura 1 Diagrama Ishikawa



Fuente 1 (blogdelocalidad.com, 2018)

Nota: Este presenta una relación que existe entre el proceso y sus factores, de hecho se puede decir que las espigas representan las causas de dicho problema. Es utilizado para ampliar la visión viéndola desde el punto de vista sistemático y completo, buscando encontrar soluciones con los mismos recursos o incrementar tanto sus costos.

2.1.9. Matriz de Prioridades

También llamada matriz multicriterio como herramienta evalúa las distintas opciones dependiendo los criterios según el problema planteado. Su combinación se muestra en la figura 2. Ella ayuda a la toma de decisiones y esta debe ser tomada en conjunto por la afectación que puede tener en distintas áreas de la empresa, es aquí donde sus participantes deben estar con la mente clara para poder valorar el problema a analizar.

Figura 2 Matriz de Prioridades

		Impacto		
		Alto	Medio	Bajo
Urgencia	Alta	1	2	3
	Media	2	3	4
	Baja	3	4	5

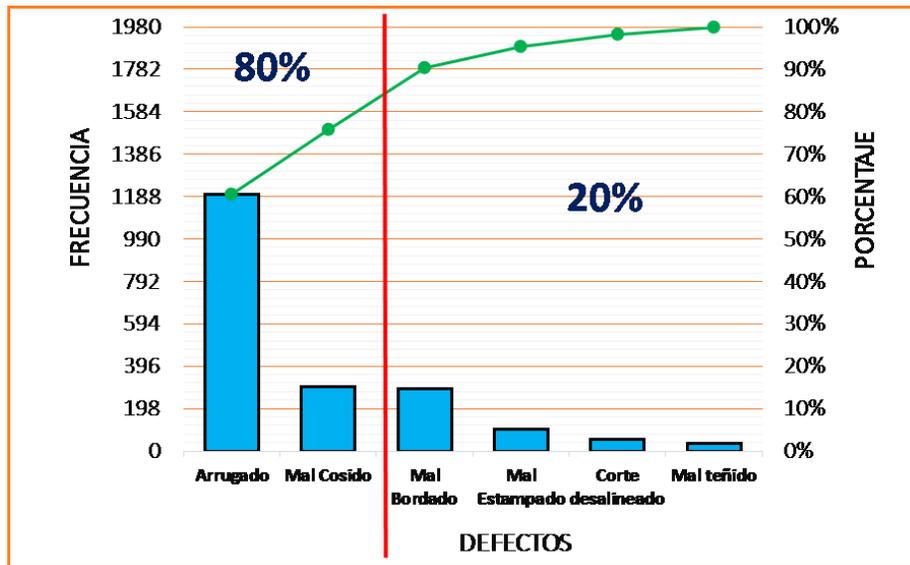
Fuente 2 (Butikofer, 2017)

Nota: “Relacionada al conjunto de intervenciones u operaciones preventivas que debemos realizar en los equipos o activos” (Butikofer, 2017).

2.1.10. Diagrama de Pareto

Cabe resaltar que es conocido como el diagrama de ABC, de manera gráfica organiza la información de forma numérica asignando prioridades en la toma de decisiones, su objetivo principal es mostrar los problemas que afecta el cumplimiento de los objetivos. Ella surgió en el año 1896 y su funcionamiento bajo la regla 80/20 mostrando que el 80% de las consecuencias son debido a esa 20% restante. Su forma se muestra en la figura 3.

Figura 3 Diagrama de Pareto



Fuente 3 (valuekeep.com, 2021).

Nota: “Aplicable a diferentes campos y sectores, es uno de los métodos de mantenimiento más conocidos en el mundo industrial” (valuekeep.com, 2021).

2.1.11. Causa Raíz

También llamado root cause analysis, RCA , como proceso con el objetivo principal de descubrir la causa de un problema con el fin de poder plantear soluciones a la misma, ella se lleva a cabo por unas técnicas que la ayudan a la identificación de una tendencia, mostrando la falla de ese proceso. Sus objetivos se basan en primer lugar descubrir la causa de un suceso, en segundo lugar comprender como buscar una solución a ello y en tercer lugar aplicar las estrategias para que no se repita.

2.2.Contexto Operacional

La empresa Fl Colombia S.A.S “*se encuentra situada en el departamento de Bogotá, en la localidad BOGOTA y su dirección postal es CARRERA 68 B 17 25, Bogotá. Fl Colombia S A S está constituida como una SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA. La actividad a la que se dedica la empresa Fl Colombia S A S es Otras actividades complementarias al transporte*” (empresite.eleconomistaamerica.co, 2022).

Digamos brevemente que el Internacional Durastar 4300 (figura 4), con su motor MaxxForce DT el cual mantiene su rendimiento en las actividades que desarrolla sin bajar su potencia y desempeño, esto da mayor confiabilidad con un menor consumo de combustible.

Figura 4 Camión Internacional 4300



Fuente 4 (portalautomotriz.com, 2022).

2.3. Antecedentes

Con respecto a la publicación que presenta el autor de la Universidad Autónoma de Occidente comenta que *“los vehículos deben recibir una constante revisión y mantenimiento para preservar su estado en condiciones óptimas con el propósito de encontrar averías o desperfectos y corregirlas para no afectar la disponibilidad y la calidad del servicio”* (Gómez, 2021). Sin embargo, las organizaciones tratan de hacer su mejor esfuerzo en el desarrollo de estas tareas, volviendo una rutina a veces un poco estresante cuando se desarrollan ciertas actividades y no se encuentran síntomas de avería alguna; y es ahí cuando se dan cuenta que la afectación de la disponibilidad pesa en la operación marcándola con su baja productividad. Basados en una Metodología de confiabilidad donde este debe aplicar un análisis profundo del sistema de mantenimiento implementado y lograr la eficacia – eficiencia del servicio, creando un ciclo de mejora continua al proceso como tal.

En cuanto a la investigación publicada por la Universidad Internacional del Ecuador donde su investigador expresa que *“los equipos deben ser capaces de alcanzar la producción a la cual fueron diseñados, pero además, deben hacer el producto que se esperaba. Dicha calidad del producto depende del estado de la instalación, cualquier hecho que haga descender esta calidad será igualmente un fallo”* (Manzano, 2019). El deberá ser registrado dentro de los formatos para realizar seguimiento y estar asociado al historial del equipo, donde se mostraran de forma cronológica todos los pasos de las actividades que fueron desarrolladas en el cumplimiento de la actividad hasta que el equipo quede operativo. Según su Metodología implementada hace notar las tendencias que tiene el mantenimiento sobre la flota de vehículos; gracias a ello se pudo construir las bases para reformar la estructura del

mantenimiento, este diseño permitió dejar claridad en las soluciones técnicas a implementar y su reducción de los costos aplicado a ella.

Sin embargo, la publicación de la Universidad Santo Tomas de Tunja donde su investigador afirma que *“tener un programa de mantenimiento se convierte en una gran ventaja puesto que representa una inversión a mediano y largo plazo la cual generará reducción de costos, ya que se mejora la calidad, producción y disponibilidad de los equipos”* (Rubio, 2019).

Cuando se tiene una buena estrategia las organizaciones lo usan a su favor, así poder cumplir con las metas exigidas por la alta dirección. Dentro de su estructura primero que todo se debe realizar el reconocimiento de la maquinaria clasificándola por tipo y codificando cada uno de sus componentes por sistemas según recomendaciones del fabricante. Después de esto al realizar un sencillo diagnóstico para determinar un estado inicial del mismo, el cual será usado como punto de partida siendo estos comparados con los especificados de fábrica, esto hará que el inicio del mantenimiento del equipo se creen pautas por tiempo o frecuencias.

Cabe resaltar que el investigador de la Universidad Cesar Vallejo en su publicación nos habla que la *“administración de mantenimiento es óptima, bien diseñada y aplicada tendrá una influencia determinante en la satisfacción del cliente, por ende, la administración de mantenimiento deberá ser oportuna y de buen servicio para la satisfacción de los clientes”* (Vasquez, 2018). Cuando se realizan las actividades de mantenimiento y dentro de la identificación de las fallas se debe relacionar todo lo que sea necesario para que el planeador pueda cumplir con su labor y no afectar el cumplimiento de la calidad por falta de un repuesto o de una herramienta; sin embargo, por otro lado el ejecutor de la tarea el técnico deberá cumplir con detalle y buscando que en el desarrollo de la programación desarrollarla

detenidamente para cuando sea puesto en marcha el equipo se sienta la diferencia y con calidad.

Además, el investigador de la Universidad Señor de Sipan en su publicación expresa que *“la capacidad de personal de mantenimiento es fundamental, ya que las personas es el recurso más valioso dentro del sistema, son la parte dinámica considerando que son los encargados de reparar y brindar mantenimiento preventivo a los equipos”* (Rodríguez, 2018). Sin embargo, dentro de su investigación menciona la implementación de un sistema de gestión llamado TPM o mantenimiento productivo total, el cual pudo unir a todas las áreas de la empresa creando pequeños grupos de trabajo los cuales solucionarían los problemas encontrados, tratando de mantener la disponibilidad a más del 90%.

Por un lado, al realizar su investigación en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas manifiesta que *“se debe procurar realizar la programación en un tiempo de baja operación, basándose en un programa elaborado donde se relacionan los pasos, acciones, tiempos necesarios para cada actividad”* (Rodríguez, 2018). Sabiendo que hay que estar muy atento a los patrones que muestra el equipo, es decir, las fallas con respecto al tiempo, de forma detallada se debe ver la probabilidad de ocurrencia que tiene el cambio de componente, basados en diferentes estudios como el de criticidad, donde esta Metodología apoya a la alta gerencia a la toma de decisiones, teniendo en cuenta que ella es la frecuencia por el impacto asociado.

No obstante, el investigador de la Universidad de Santiago de Chile permite conocer que el *“uno de los grandes desafíos de la gestión de una flota es la predicción de la confiabilidad, con base a esto, realizar un buen plan de mantención preventiva. Diferentes condiciones de operación, producen que haya heterogeneidad dentro de la flota”* (Butikofer, 2017). Con la

Metodología implementadas logra hacer que se tenga en cuenta las condiciones de operatividad del equipo, haciendo que con la implementación de un plan de mantenimiento se pueda determinar las fallas y ser clasificadas de forma óptima.

3. Metodología

Vale la pena decir que la Metodología que se puede implementar en el desarrollo de la investigación apunta a hacer partícipe de un proceso sistemático con métodos innovadores y técnicas infalibles que será el arma de apoyo para que se puedan cumplir con las metas de la organización; esta Metodología Descriptiva permite realizar un desglose del equipo, y en combinación de una Metodología Deductiva soportara y apoyara las predicciones del mantenimiento del equipo, con el apoyo del Manual para motores diesel DT-466E, donde especifica el diagnóstico de servicio como un procedimiento sistemático de investigación que se sigue con el fin de localizar y corregir un problema en el motor; gracias a su estructura y contenidos se abordan los elementos básicos que guían la investigación de manera metodológica y didáctica.

3.1. Tipo de investigación.

De acuerdo a lo propuesto en la problemática planteada y de acuerdo a los soportes investigativos, que le dan firmeza a ella, se implementara una Metodología Mixta, por una parte de manera cualitativa donde se analizara en tiempo real lo sucedido por medio de encuestas e inspecciones, por otra parte cuantitativa para cálculos específicos.

3.2. Diseño de la Investigación

Cabe resaltar que el diseño que se tiene planeado para esta investigación se aplicaran métodos de apoyo los cuales servirá para la búsqueda de las soluciones a aquellas preguntas que surjan en el proceso investigativo.

3.3.Diseño Metodológico

Se aplica una Metodología no experimental y transversal, la cual permite analizar y observar en el transcurso del tiempo cada momento del proceso expuesto.

3.4. Plan de acción para alcanzar los objetivos específicos.

Con el objeto de alcanzar el objetivo primordial de esta investigación e implementar un plan de mantenimiento, debemos basarnos en la confiabilidad por lo que se dividió en fases con el fin de poder desarrollar dicho proceso.

3.4.1. Fase 1

Con el fin de implementar sistema de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300. Debemos establecer las herramientas que serán de ayuda en poder implementarlo.

3.4.2. Fase 2

Buscar la metodología adecuada según parámetros técnicos del equipo y experiencia del mecánico, con fin de establecer fichas de chequeo para el control de la misma.

3.4.3. Fase 3

Crear una herramienta bajo Microsoft Excel que permita la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.

3.4.4. Tabla Estructural de Fases

Con respecto al plan de acción se construye la tabla de fases (tabla 1), especificando el desarrollo de las mismas para poder dar cumplimiento a cada objetivo.

Tabla 1 Tabla Estructural de Fases

Fase	Objetivo	Desarrollo
1	Implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS	* Revisión bibliográfica en diferentes fuentes con el fin de profundizar en la gestión del mantenimiento preventivo
2	Establecer la metodología adecuada según parámetros técnicos del equipo y experiencia del mecánico.	* De acuerdo con la revisión bibliográfica seleccionar modelos metodológicos basados en la entrevista a técnicos y manual del fabricante, con el fin de poder concluir la más adecuada
3	Desarrollar un cuadro de mando integral como herramienta que apoye a la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.	* Diseñar herramienta básica de apoyo con Microsoft Excel. * Evaluar los resultados propuestos como son los KPI, basados en el modelo del sistema de gestión de mantenimiento preventivo

Fuente 5 Elaboración Propia

Nota: proporciona el lineamiento desde el desarrollo de las pautas a seguir para dar cumplimiento a cada objetivo específico.

4. Resultados.

4.1. Implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS.

Cabe resaltar que el Mantenimiento preventivo o MP como estrategia ayuda a prolongar la vida del equipo (figura 5), este de la mano de la productividad empresarial con el fin de reducir los gastos, teniendo en cuenta que sus divisiones se basan en el mantenimiento programado, de oportunidad, basado en condición y predictivo. Sin embargo, para realizar este tipo de mantenimiento debemos conocer a fondo a esta cada acción que se realice estará bajo varios criterios técnicos además, de lo que le pueda ocurrir en el desarrollo de su actividad.

Para las organizaciones tener un plan de mantenimiento bien organizado asegura el éxito de la misma; hay que tener en cuenta los detalle del equipo y poder mantenerlo, realizar una evaluación inicial de estos no es tarea fácil, es necesario tener un modelo definido y un personal capacitado para la identificación de fallas y su tratamiento, es decir, que el planeador de mantenimiento y los técnicos deben ser uno solo. Por ello se definir unos pasos a seguir en la puesta en marcha del plan de mantenimiento.

Teniendo en cuenta *“con el aumento del tamaño de la empresa y conociendo la importancia de realizar un correcto mantenimiento a los vehículos se requirió diseñar un plan de mantenimiento para la flota vehicular”* (Gómez, 2021). Sin embargo, es de saber que al aplicar intervalos en dicho plan de mantenimiento se ha de crear bajos criterios predefinidos.

En pocas palabras con la implementación de dicho sistema de gestión enfocado al mantenimiento preventivo, debemos conocer que las tareas son similares a una inspección de viaje (figura 6); además ha de saber que dificultad de las tareas depende de las tareas a resolver.

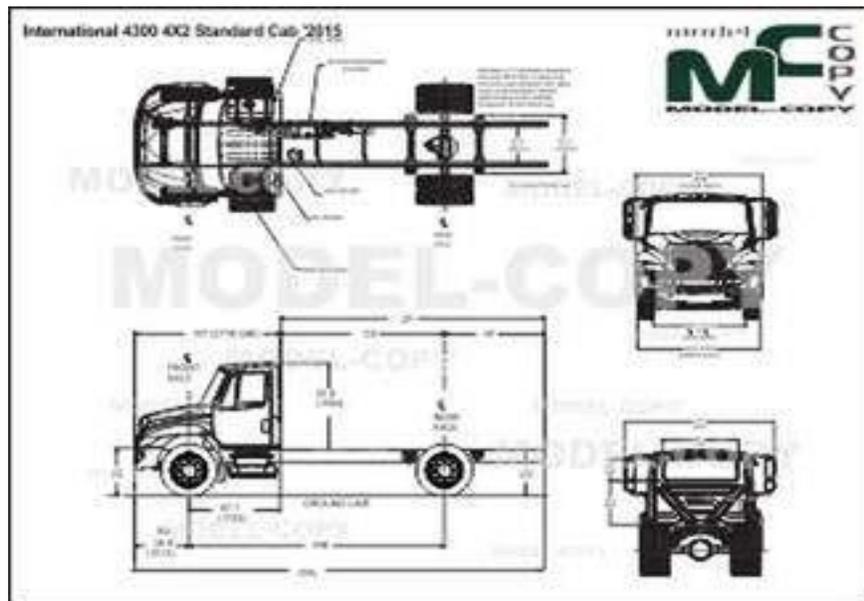
Figura 5 International DuraStar 4300



Fuente 6 (model-copy.info, 2022)

Nota: Carrocería del equipo Camión International DuraStar 4300

Figura 6 Plano International DuraStar 4300



Fuente 7 (model-copy.info, 2022)

Nota: Plano con dimensiones del vehículo.

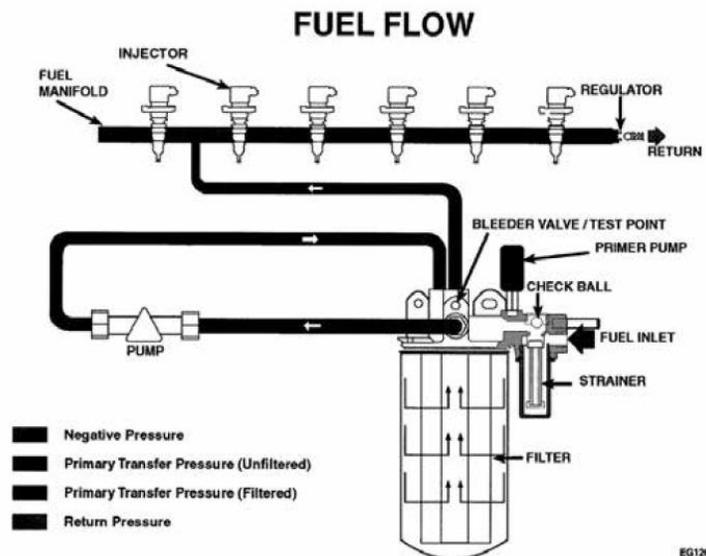
4.1.1. Sistemas de Suministro del Vehículo

4.1.1.1. Sistema de Suministro de Combustible

Al respecto con lo mencionado este sistema está “*compuesto por el depósito de combustible, bomba, filtro e inyectores o el carburador, y se encarga de suministrar combustible al motor. Todos los componentes deben funcionar perfectamente para conseguir el rendimiento y la fiabilidad que se espera del vehículo*” (stp.eu, 2019). Como parte principal del equipo su tratamiento debe ser de una forma cuidadosa porque cualquier contaminación puede dañar a otros sistemas. Dentro de los controles existentes para el consumo adecuado del combustible, hoy en día el ingenio de los planeadores y del conductor son los que hacen que este sea eficiente.

Sin embargo, cuando hablamos del consumo energético, se debe relacionar a consumo energético a nivel nacional, mirando claro las emisiones de CO₂ para no producir afectaciones al medio ambiente como lo muestra la figura 7, por ende con las implementaciones a planes de mantenimiento atacando este tipo de sistema la empresa podrán aportar a ese cuidado.

Figura 7 Flujo de Combustible

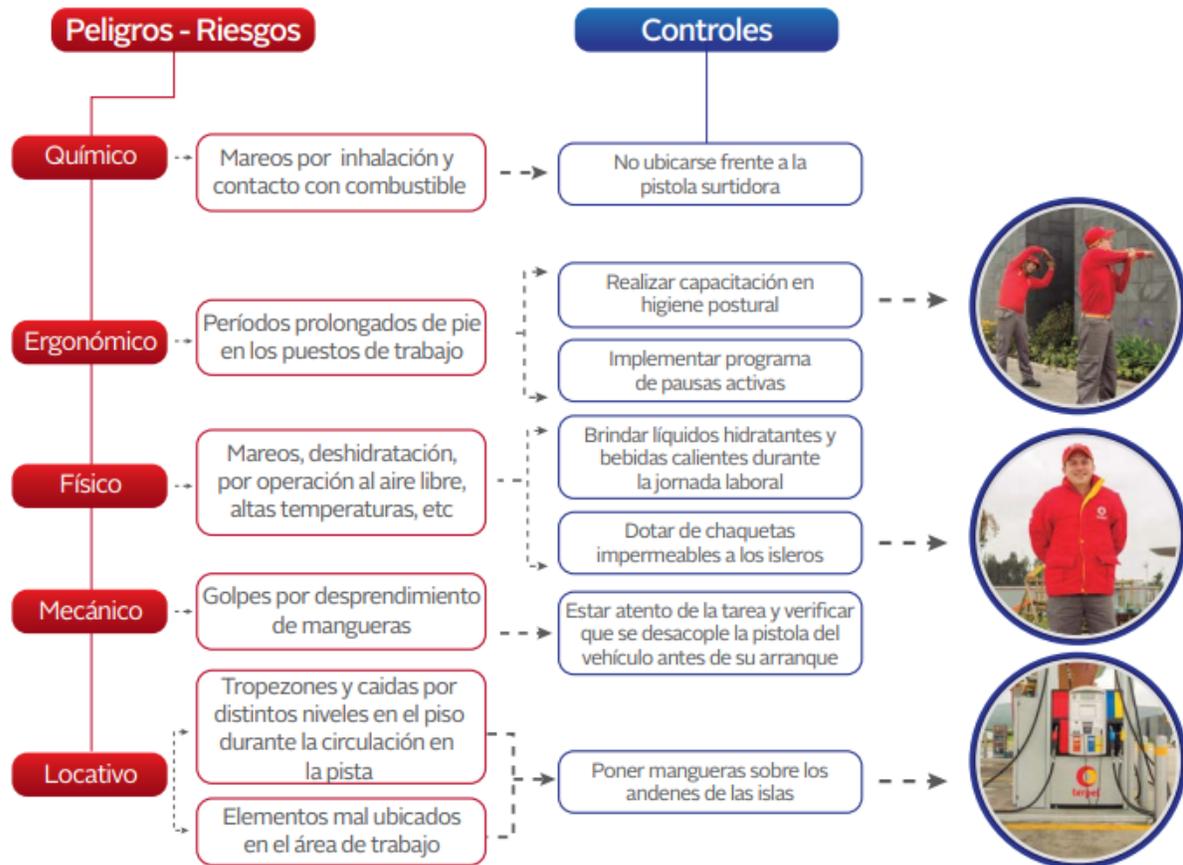


Fuente 8 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: “La bomba de suministro de combustible aspira combustible desde los tanques y lo envía al colador de combustible. El combustible fluye a través del colador hacia la bomba de suministro. La bomba de suministro aumenta la presión del combustible a 65 lb/pulg² (448 kPa) aproximadamente. El combustible presurizado se bombea a través del filtro de combustible hacia el múltiple de suministro de combustible para distribución a través de los

conductos en la cabeza de los inyectores de combustible” (López Rivera & Valdiviezo Coronel, 2017).

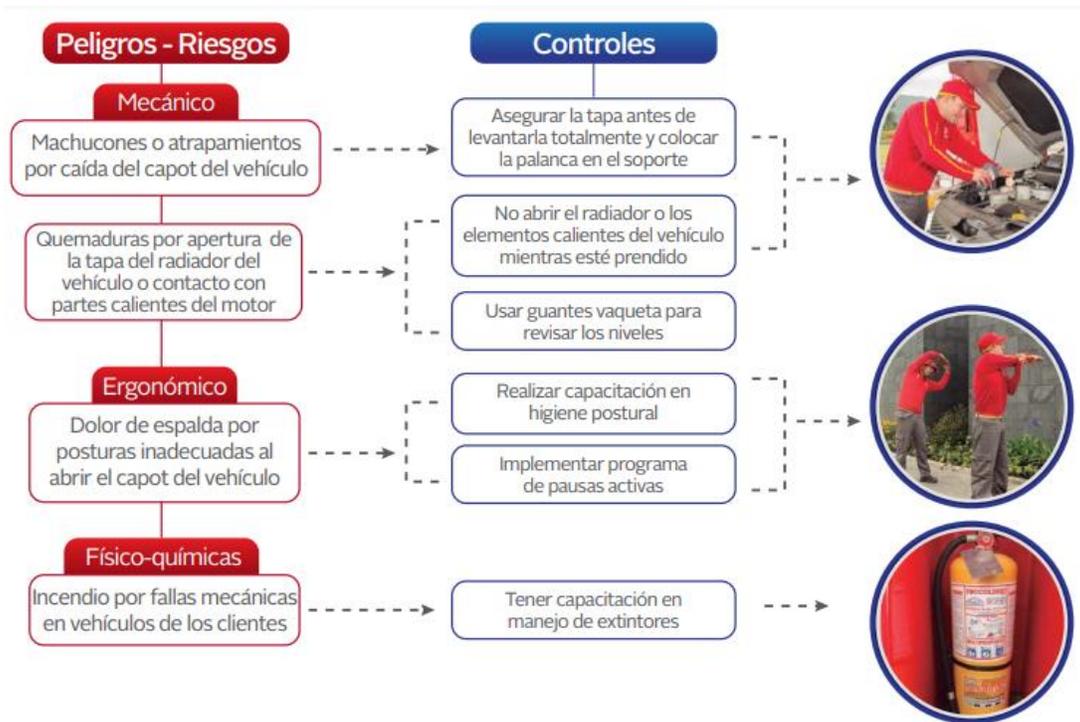
Figura 8 Surtir Combustible en Isla



Fuente 9 (terpel.com, 2022)

Nota: Muestra el proceso de suministrar el combustible desde la isla con sus controles de seguridad para que no ocurra un incidente o accidente. Teniendo en cuenta que hay que desarrollar la actividad de revisión de líquidos como lo muestra la figura 9.

Figura 9 Revisión nivel de Líquidos



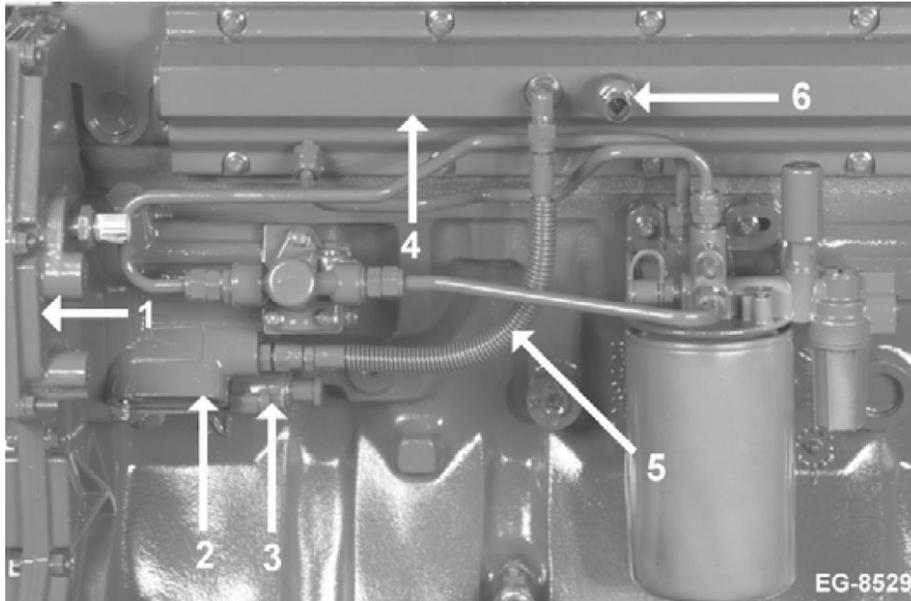
Fuente 10 (terpel.com, 2022)

Nota: Muestra los controles desarrollados en el proceso de revisión de líquidos.

4.1.1.2. Sistema de presión de control de inyección

De igual manera dicho sistema “proporciona la energía necesaria para activar hidráulicamente los inyectores. El fluido hidráulico utilizado para este fin es aceite lubricante” (Pérez, 2021). Como lo muestra la figura 10.

Figura 10 Componentes del sistema de presión de control de inyección



Fuente 11 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: muestra los componentes que tiene el sistema de presión de control de inyección sus partes se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2 Componentes del sistema de presión de control de inyección

Ítem	Descripción
1	Depósito interno aceite (fundido tapa delantera)
2	Conjunto bomba aceite alta presión
3	Regulador presión inyección
4	Galería suministro aceite
5	Manguera suministro aceite
6	Sensor presión control inyección

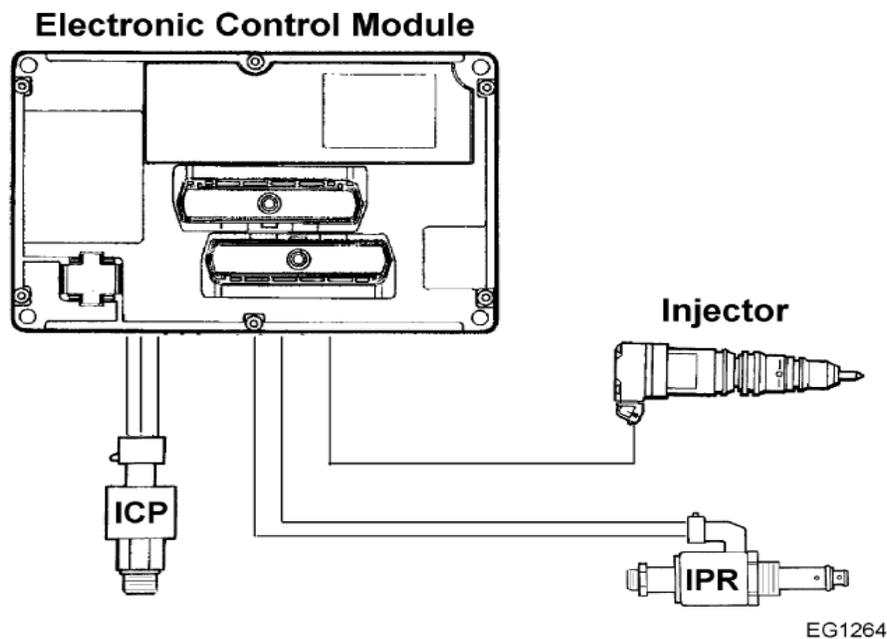
Fuente 12 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: describe el nombre de cada parte en que se compone el sistema de presión de control de inyección según muestra la figura 10.

4.1.1.3. Control de la Presión de Inyección

Si bien es cierto, se debe tener en cuenta que *“el principio básico del regulador de presión de control es mantener constante la presión de salida, aunque la presión de entrada pueda variar. La presión dentro de la entrada del regulador aumenta y aplica presión sobre el disco de sellado. A diferencia del regulador de contrapresión, el aire puede pasar a la salida”* (europe.sullair.com, 2020). Según el Control de la Presión de Inyección como se muestra en la figura 11.

Figura 11 Control de la Presión de Inyección

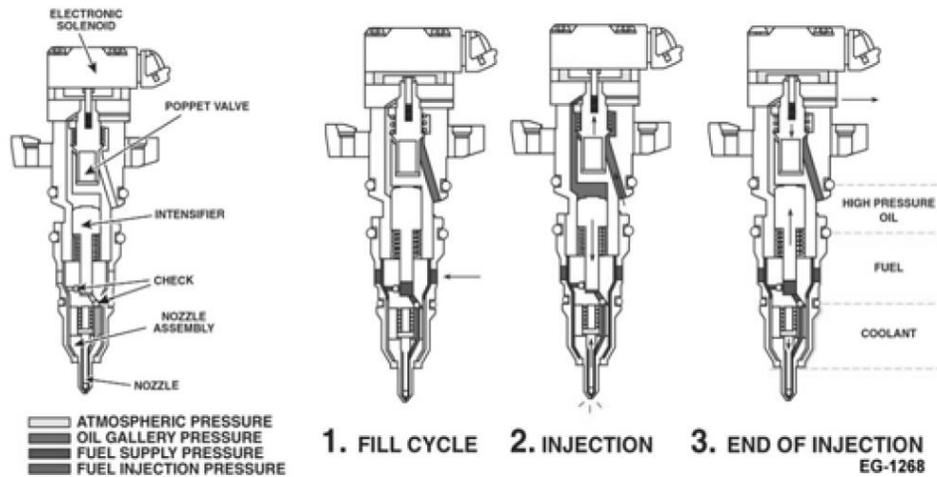


Fuente 13 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

4.1.1.4. Inyectores de combustible

Cabe recordar que *“un inyector es un elemento del sistema de inyección de combustible cuya función es introducir una determinada cantidad de combustible en la cámara de combustión en forma pulverizada, distribuyéndolo lo más homogéneamente posible dentro del aire contenido en dicha cámara”* (ro-des.com, 2022). Según la figura 12.

Figura 12 Etapas de operación de los inyectores HEUI



Fuente 14 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: “durante el primer proceso el llenado el solenoide se desactiva, lo mismo le ocurre a la válvula del vástago la cual está cerrada, impidiendo el paso del aceite, como segundo proceso la inyección la ECM hace que la solenoide se energice, permitiendo a alta presión el aceite y el pistón intensificador transmita el aceite al combustible; por último proceso el final de la inyección se desactiva la ECM todos los anteriores se colocan en cerrado y retorna el llenado” (Landeo Guerra, 2021).

4.1.2. Abreviatura Clave del proceso de Mantenimiento

Cabe resaltar que una de las claves importante para que un buen plan de mantenimiento funciones es la codificación del equipo y sus componentes, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Según lo muestra la tabla 3.

Tabla 3 Abreviatura Clave del proceso de Mantenimiento

Ítem	Sigla	Descripción
1	CE	Control Entrada
2	CS	Control de Salida
3	EC	Equipo Camionero
4	FTC	Ficha Técnica de Control
5	HM	Historial de Mantenimiento

6	MCO	Mantenimiento Correctivo
7	MMO	Mantenimiento Modificativo
8	MPR	Mantenimiento Preventivo
9	MPT	Mantenimiento Predictivo
10	MRU	Mantenimiento Rutinario
11	PR	Proceso
12	SM	Sección Mecánica
13	ST	Supervisión de Trabajos

Fuente 15 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: relaciona las abreviatura clave del proceso de Mantenimiento que se utilizaran en la empresa FL Colombia SAS.

4.1.3. Programa propuesto

Cabe resaltar que gracias a la información recolectada del equipo y su historial de mantenimiento se pudo determinar que la mejor opción es la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, donde la cantidad de información se puede determinar aspectos relevantes y organizar su estructura de sistema en la tabla 4.

Tabla 4 Sistemas del Equipo

Sistema	Programa Propuesto
Motor	Verifique el aceite de motor
Motor	Bandas o fajas
Combustible	Drenar agua del sistema
Combustible	Verifique tuberías y mangueras de combustible
Enfriamiento	Verificar nivel de líquido refrigerante
Aire	Verifique turbo cargador
Eléctrico	Verifique Códigos

Eléctrico	Revisar baterías
-----------	------------------

Fuente 16 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Relaciona la cantidad de Programas Propuestos según el Sistemas del Equipo.

4.1.4. Puesta en marcha de un plan de Mantenimiento

Dentro del orden primero que todo se debe especificar detalladamente el inventario técnico, donde se debe verificar el estado y funcionamiento de cada uno de los componentes a mantener, instrumentos a utilizar rutina y frecuencia de mantenimiento de cada parte del equipo. Apoyado siempre del manual del equipo según recomendaciones del fabricante, siempre hay que estar atentos a resolver las interrogantes: ¿Qué hace? (identificar la tarea), ¿Cómo se hace? (procedimiento), ¿Cuándo se hace? (frecuencia), ¿Cuánto tiempo? (duración), ¿Con que? (herramientas), ¿Dónde se hace? (lugar).

Además, se deben controlar y realizar los respectivos seguimientos teniendo en cuenta los costos que generan las paradas de emergencia, tiempos por fallas, desperdicio de material, modificaciones a los equipos, elementos de seguridad y el costo de la mano de obra. Por otro lado, al realizar una buena distribución de las actividades a desarrollar realizando una programación diaria, semanal, quincenal, mensual y anual, con el fin de tener detallado cada uno de los anteriores y lograr una frecuencia continua de ella.

Sin embargo, las actuales técnicas usadas por los técnicos en tema de prueba de diagnóstico se asocia a la cultura de sus sentidos la vista, tacto y el oído, claro, realizando luego la inspección detallada del equipo o componente. Dentro de esas inspecciones tenemos las ultrasonido, térmicas, vibración, radiación y electromagnéticas.

4.1.5. Identificación del Trabajo

Por el momento por el tipo de mantenimiento nos referimos a dos métodos, el primero es la inspección normal y el segundo la orden de trabajo. También se puede decir que esta *“se elabora con el fin de aceptar una solicitud de servicio para la ejecución de un mantenimiento,*

en el que se especifica el trabajo a realizar, detalles sobre repuestos y mano de obra y no requiere de formalidades plenas” (economia.org, 2016). Dentro de las condiciones de estas órdenes de trabajo las cuales no tienen definido un formato como tal, es adaptado a las necesidades de la organización. Como primera medida al ser un documento individual se aprecia desde distintos puntos de vista, claro mejor si todos serian al mismo punto, la observación de una posible afectación; dicho documento servirá como soporte base de una actividad más afondo al equipo. Se debe tener en cuenta la diferencia en ordenes de trabajo correctivas y preventivas, para la primera son utilizadas para informar sobre algo ya realizado, mientras la segunda se relacionan con un mantenimiento preciso al equipo, utilizando la descripción de la categoría de fallas según la tabla 5, donde se incluyen pasos a realizar más detallados que son ejecutados durante la reparación.

Tabla 5 Categoría Falla

Ítem	DESCRIPCION
FC	Falla Combinada (E/M, E/N, N/M)
FE	Falla eléctrica/Electrónica.
FM	Falla Mecánica
FN	Falla Neumática
FT	Falla Metalmecánica

Fuente 17 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra la codificación de las Categorías de las fallas.

4.1.5.1. Inspección Formal

Siendo este el método principal donde la administración y la planeación se unen sistemáticamente, es este se aplicaran conocimientos teóricos adquiridos por el fabricante y prácticos por técnicos que han tenido alguna experiencia en el tema; teniendo en cuenta que los trabajos que salgan de esta inspección deben ser ordenados para que se puedan realizar en su mayor cantidad. Donde esta se divide en tres formas: Inspecciones de mantenimiento preventivo, auditorias e inspecciones al operario.

4.1.5.1.1. Inspecciones de mantenimiento preventivo

Ciertamente las inspecciones de mantenimiento ayudan al programador a conocer más del equipo y su comportamiento a las diferentes situaciones a la cual este es expuesto. Ellas

consisten en identificar esas anomalías las cuales provocarían una falla mayor, tratando de minimizar las suspensiones de actividades. Sin embargo, se puede decir que este es *“el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos”* (Trujillo Alvarado, 2018).

4.1.6. Auditorias

Dentro de las auditorias de mantenimiento *“se persigue no es juzgar al responsable de mantenimiento: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados”* (Trujillo Alvarado, 2018). Teniendo en cuenta que al establecer las pautas para esa auditoria se podrán identificar puntos para optimizar gracias a las acciones que se proponen en busca de unos resultados. Cuando se está atento a las auditorias de las auditorias desarrolladas en las instalaciones se debe tener en cuenta que dicha inspección visual al ser desarrollado por un personal que tenga conocimiento con el fin de que se puedan realizar recomendaciones, e informes sobre deficiencias, planes de trabajo, entre otros.

4.1.7. Inspecciones al operario

Esto se refiere cuando a un operario se le asigna un equipo a tiempo completo, con el tiempo este equipo se convierte en un vehículo personal, donde él se segara con la identificación de defectos que se presentara en el equipo o por lo contrario lo mínimo que sienta en él lo vera como una falla.

4.1.8. Avisos de Trabajo

Antes de generar una OT, se deben crear los avisos de mantenimiento (tabla 6), esto con la finalidad de poder identificar problemas y relacionarlos, para que puedan ser atacados en una sola orden de trabajo. Los que requieran una intervención más especializada se reprogramaran dependiendo la urgencia, todo esto deberá estar en el histórico del equipo, así el planeador podrá tener el control de la información, clasificándolo en tres prioridades baja la cual se deberá realizar antes de 30 días, media esta se deberá ejecutar en un lapso no mayor a siete días y el impacto alto el cual se debe ejecutar antes de 24 horas.

Sin embargo, para un mejor control se dividen en Z1: Aviso de avería (Aviso generado al momento de detectarse una falla, produzca o no una PARADA). Estos Avisos Siempre generan OT correctiva y Z2: Aviso de actividad. (Todas las actividades que fueron realizadas en campo por los técnicos de manera proactiva y que no reportan tiempos. Además se deberá tener en cuenta dentro de la descripción del aviso si es una FE= falla eléctrica/Electrónica, FM= Falla mecánica, FN: Falla Neumática, FM: Falla Metalmecánica, FC: Falla Combinada.

Tabla 6 Avisos de Trabajo

FORMATO DE AVISO DE MANTENIMIENTO			
OBJETO DE REFERENCIA _____			
DATOS DE AVERIA			
	Fecha	Hora	Tiempo Total
Inicio de Avería	_____	_____	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
Fin de Avería	_____	_____	
Provoco Parada	_____	Duración Parada	_____
Sistema afectado	_____		
Síntoma	_____		
Nivel Intervención	_____		
Texto Causa			

Técnico: _____			

Fuente 18 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: propuesta modelo de formato de aviso.

4.1.9. Ordenes de Trabajo

Dentro de la estructura del mantenimiento, las OT como se llaman son controladas por el área de planeación de mantenimiento, basados en formatos donde se captura toda la información necesaria para la ejecución de un trabajo. Sin embargo, este “*término se usa comúnmente en la industria de servicios de campo, donde las OT se asignan a técnicos de campo. Las órdenes de trabajo asignan técnicos de campo con diferentes tareas, como instalaciones de equipos, reparaciones o trabajos de mantenimiento*” (renovetec.com, 2016). Basados en lo anterior se pueden crear estándar de prioridad en OT según muestra la tabla 7.

Tabla 7 Estándar de Prioridad en OT

Ítem	DESCRIPCION
DP001	Down para Producción
CP001	Critico disminuye producción
MNAP	Medio No afecta Producción
BPD001	Bajo Próxima Disponibilidad

Fuente 19 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra la codificación de los estándares de prioridad en OT para las mismas. Ellos deberán estar asociados a un nivel de intervención, según muestra la tabla 8.

Tabla 8 Nivel Intervención

Nivel Intervención		
Ítem	Nivel	Actividad
1	NI-001	Actividad preventiva con herramienta especializada
2	NI-002	Asistencia mecánica en sitio
3	NI-003	Comprobaciones y ajustes
4	NI-004	Diagnostico
5	NI-005	Inspección localizar fugas
6	NI-006	Inspección niveles de fluidos
7	NI-007	Limpieza y acondicionamiento - Exterior
8	NI-008	Limpieza y acondicionamiento - Interior
9	NI-009	Lubricación y engrases
10	NI-010	Overhaul todos los sistemas
11	NI-011	Preventivo Básico
12	NI-012	Reparación mínima de avería

Fuente 20 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: relaciona los niveles de intervención que se desarrollaran dentro de la clasificación de las novedades presentadas por el equipo. Ellas se podrán relacionar con los síntomas que tendrá según descripción de la tabla 9.

Tabla 9 Síntomas en la OT

Síntomas	
Ítem	DESCRIPCION
1	Bloqueado
2	Componente no está
3	Congelado
4	Corto circuito abierto
5	Deficiencia estructural
6	Desalineado
7	Desviación de algún parámetro
8	Falla a la operación
9	Falla en la salida de voltaje
10	Fuga
11	Fuga externa de servicio
12	Lectura anormal de parámetro
13	No arranca
14	No hay señal de salida
15	No para
16	Parada
17	Problemas menores en servicio
18	Rayado
19	Recalentamiento
20	Rotor dividido
21	Ruido
22	Salida errada
23	Salida por debajo
24	Se apagó intempestivamente
25	Sucio
26	Suelto
27	Taponado o tapado
28	Vibración

Fuente 21 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Se relacionan la sintomología registrada por la empresa FL Colombia SAS para la organización de la información.

Figura 13 Formato Control y Seguimiento de Vehículo en Taller

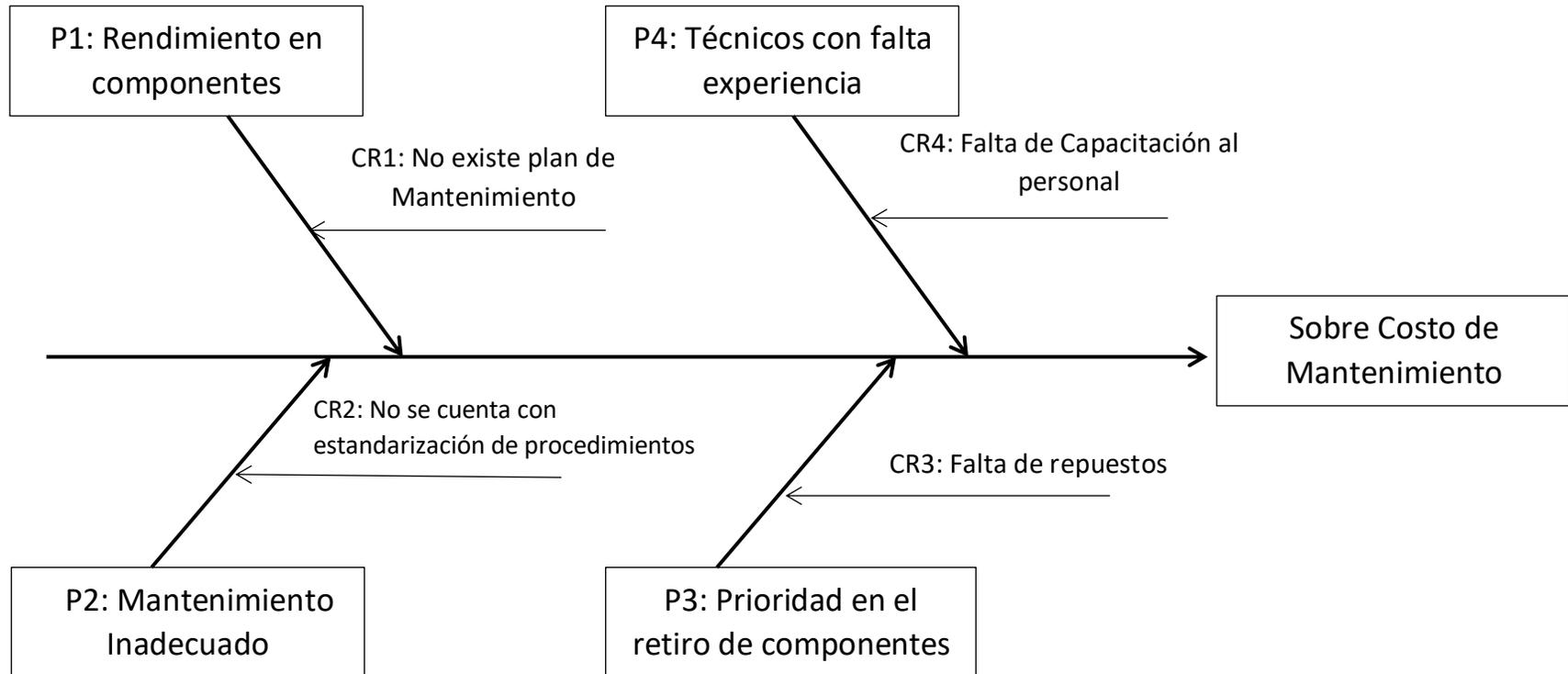
 FORMATO CONTROL Y SEGUIMIENTO DE VEHICULO EN TALLER										Fecha:	
PLACA			KILOMETRAJE						NIVEL DE COMBUSTIBLE		
REPORTE AVERIA O FALLA											
INSPECCION 1			TECNICO				HALLAZGOS				
INSPECCION 2			TECNICO				HALLAZGOS				
HALLAZGOS			Reparación /Cambio		Cant	Referencia de refacción	Realizado		TECNICO		
			R	C			S	N			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
LISTA DE CHEQUEO PRE-OPERACIONAL MANTENIMIENTO VEHICULAR						Revisado		OBSERVACIONES			
						S	N				
VEHICULO ESTACIONADO EN LA ZONA DE TRABAJO SEÑALIZADA											
VEHICULO APAGADO Y ASEGURADO											
CONFIRME CON EL OPERADOR DEL VEHICULO LAS FALLAS PRESENTADAS											
AEGURESE QUE NO EXISTA PERSONAL NO AUTORIZADO EN EL PATIO DE MANTENIMIENTO AL INICIAR SU LABOR											
UTILICE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL											
DILIGENCIE LA INSPECCION PREVIA DEL VEHICULO											
UTILICE LA HERRAMIENTA ADECUADA DE ACUERDO A LA NECESIDAD											
ASEGURE EL AREA DE TRABAJO, CONDICIONES DE ORDEN Y ASEO											
INFORME CUALQUIER ANEMALIA O CONDICION INSEGURA A SU JEFE INMEDIATO											
FIRMA TECNICO						FIRMA FACILITADOR LIDER					

Fuente 22 Elaboración Propia con orientación de la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Formato modelo para la captura de información en el Control y Seguimiento de Vehículo en Taller.

4.1.9.1. Diagnóstico de Ishikawa

Figura 14 Diagnóstico Ishikawa



Fuente 23 Elaboración Propia

Nota: Muestra la aplicabilidad del Diagnóstico de Ishikawa e los costos de mantenimiento.

4.2. Establecer la metodología adecuada según parámetros técnicos del equipo y experiencia del mecánico.

Asimismo, la Metodología implementada por la organización la ha llevado a poder ajustar sus procesos, teniendo en cuenta que un programa de mantenimiento se basa en la confiabilidad que se dé partiendo desde que los formatos puedan capturar toda la información que se pueda de forma clara recopilando todo lo necesario para poder buscar las fallas y se pueda sistematizar todos esos datos.

4.2.1. Descripción del proceso mantenimiento preventivo

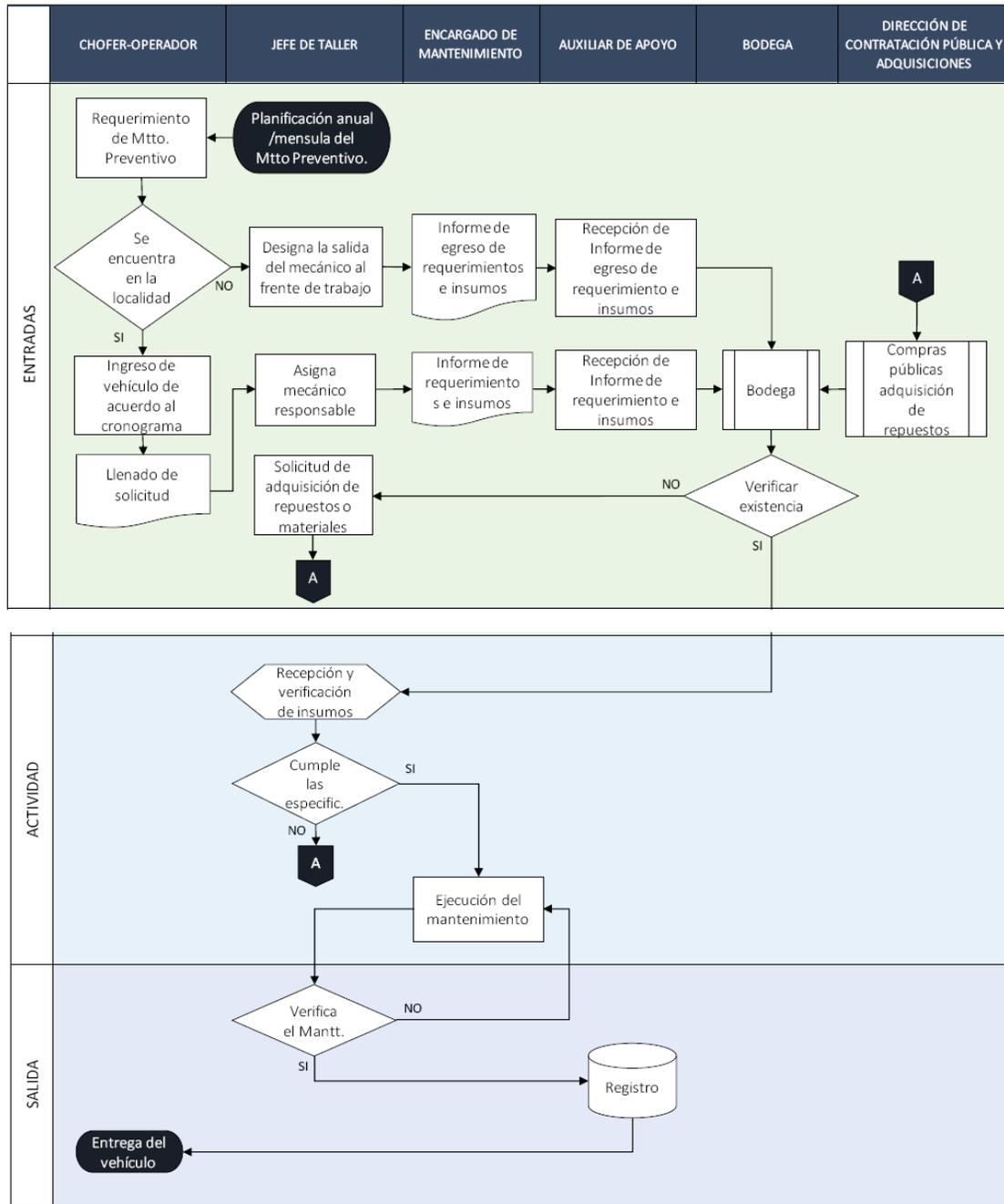
Unas ideas y reflexiones en cuanto a el proceso que debe tener una empresa en el área de mantenimiento está asociado a las estrategias que deben ser enfocadas a la reducción de las fallas y los tiempos asociados a la operación; sin embargo, esas estrategias impulsan los procesos de planeación, uno de los métodos que se implementó en la empresa es un mantenimiento preventivo, donde este utiliza los recursos que tiene para maximizarlos dándole a la ejecución del mantenimiento una reducción de los costos. Por otro lado, la seguridad de los trabajadores se incluye dentro del mismo proceso.

Cabe resaltar que la Mantenimiento es una *“metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas”* (Salazar López, 2019). Ella hace referencia que todo el personal operativo desde las áreas de mantenimiento y producción pueden realizar actividades de mantenimiento preventivo al equipo con la respectiva capacitación. Teniendo en cuenta que su objetivo primordial apunta a la mejora de la eficiencia del proceso con la reducción de fallas presentadas, con el fin de implementar estrategias ella va mostrando que al desarrollar el mantenimiento en un entorno limpio y ordenado puede ser más eficiente dicho mantenimiento.

4.2.2. Ventajas del Mantenimiento Preventivo

Si bien es cierto las ventajas que nos da este tipo de mantenimiento asociado a más tiempo de servicio a la vida útil del equipo, además de dar a la operación un eficiencia en sus recursos y costos, mejorando la calidad en sus actividades con la disminución de las paradas. En dicho proceso de mantenimiento preventivo se deben tener en cuenta las Funciones y Responsabilidades, como son las entradas, las actividades y las salidas que son involucradas a lo largo de este según lo muestra la figura 15.

Figura 15 Proceso de Mantenimiento Preventivo: Funciones y Responsabilidades, entradas



Fuente 24 (López Rivera & Valdiviezo Coronel, 2017).

Por otro lado, sus ventajas se enfocan en el mejoramiento de la calidad donde los equipos no presenten tantas no conformidades, con respecto a la productividad busca que ella mejore, con el aprovechamiento de los recursos tanto humano como de materiales, reduciendo los gastos de

mantenimiento y costos operativos. Sin embargo, hay que considerar que el equipo es por naturaleza algo que se desgasta naturalmente; para poder cumplir con todo se hace necesario conocer sus pilares (Mejoras enfocadas, mantenimiento autónomo y planificado con calidad, nuevos aprendizajes (educación y entrenamiento, seguridad salud en el trabajo y medio ambiente). Basadas en los procesos, funciones y responsabilidades se crea la tabla 10.

Tabla 10 Proceso, Funciones y Responsabilidades

Proceso	Funciones y Responsabilidades				
	Actividad	Operador	Jefe taller	Técnico	Ayudante
Planificación anual del mantenimiento	I	E	C	I	I
Elaboración de OT	E	I	I	I	
Información de localización de equipo		E	I	I	
Ingreso del equipo al taller	E	C	I	I	
Asignación Mecánico	I	E	C	I	
Solicitud de Insumos	I	E	C	C	I
Verificación de Repuestos	I	I	I	C	E
Ejecución de tareas	I	I	I	E	
Verificación del Mantenimiento realizado	I	I	E	C	
Registro de Información	I	I	E	C	I

Fuente 25 Elaboración Propia apoyados con la empresa FL Colombia SAS.

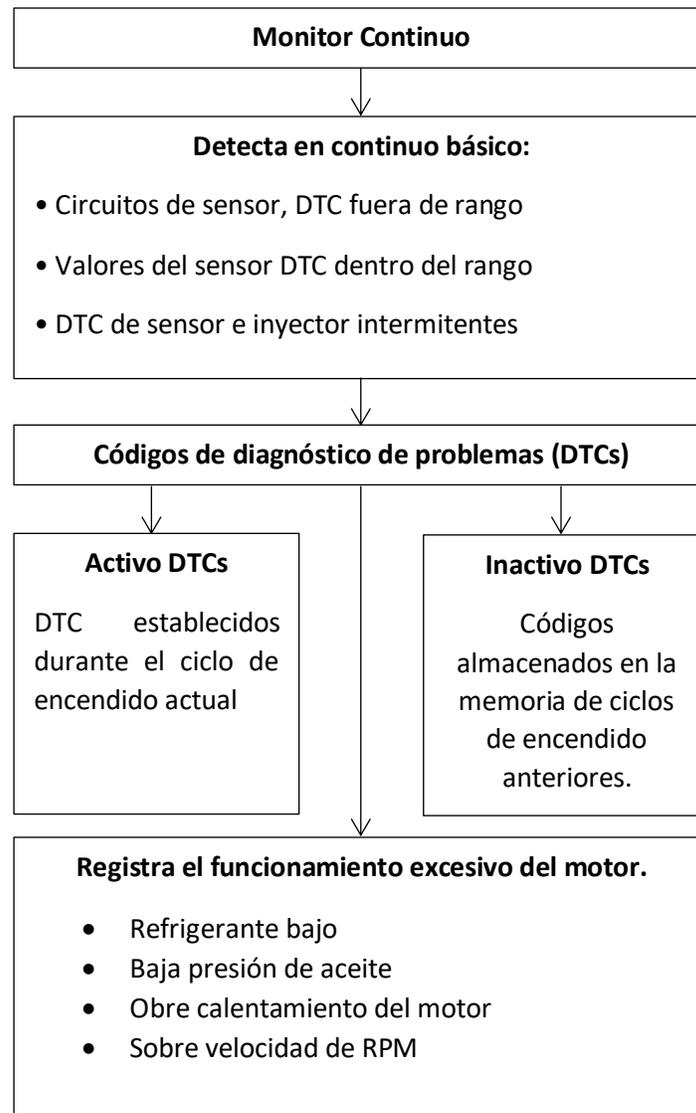
Nota: Describe la actividad del proceso, sus funciones y responsabilidades.

4.3. Desarrollar un cuadro de mando integral como herramienta que apoye a la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.

A lo que se refiere cuando se desarrolla una herramienta de apoyo a la planeación y programación de las actividades de mantenimiento debemos conocer que la disponibilidad del equipo es lo primordial. Dentro de estas actividades se deben desarrollar la operación de las autopuebas del Software de Diagnóstico, sus pasos se muestran en la figura 16. En ella su función se estima las pautas que debe esperar un equipo para que pueda continuar su ciclo,

con la información que genera el equipo cuando está en operación de las auto pruebas del software de diagnóstico se pueden realizar.

Figura 16 Operación de las Autopruebas del Software de Diagnóstico.



Fuente 26 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: muestra la Operación de las Autopruebas del Software de Diagnóstico del motor en movimiento.

4.3.1. Matriz de prioridades

Basados en lo encontrado en el Diagnóstico Ishikawa se realiza la matriz de prioridades, en esta se relacionan las causas y su frecuencia según muestra la tabla 11.

Tabla 11 Matriz de Prioridades

	CAUSAS	FRECUENCIA
1	CR1	60
2	CR2	45
3	CR3	26
4	CR4	11

Total	142
--------------	------------

Fuente 27 Elaboración Propia con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: Muestra las causas y frecuencia que se encontraron en el Diagnóstico Ishikawa.

4.3.2. Gráfico de Pareto

Después de determinar las prioridades se procede a la creación del gráfico de Pareto, como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12 Gráfico de Pareto

		DATOS ORDENADOS				
	CAUSAS	FRECUENCIA				
1	CR1	60	CAUSAS	FRECUENCIA	%	ACUMULADO
2	CR2	45	CR1	60	42,3%	42%
3	CR3	26	CR2	45	31,7%	74%
4	CR4	11	CR3	26	18,3%	92%
			CR4	11	7,7%	100%

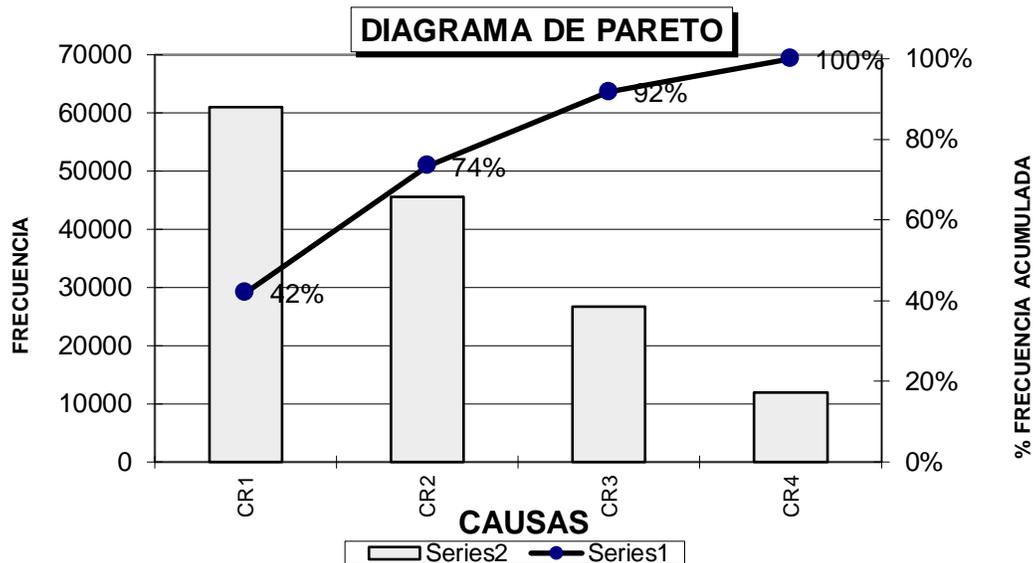
Total	142
--------------	------------

Total	142
--------------	------------

Fuente 28 Elaboración Propia con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: Tabla de recopilación de datos para la construcción de la gráfica de Pareto como se muestra en la figura 17.

Figura 17 Diagrama de Pareto



Fuente 29 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: Grafica de Pareto la cual muestra que las causas CR1 y CR2 alcanzan casi el 80%, donde estos problemas se derivan del 20 % de las causas.

4.3.3. Cuadro de Mando Integral

Cabe resaltar que las herramientas de apoyo en la gestión de los procesos de mantenimiento son de suma importancia para poder gestionar y poder cumplir con las metas propuestas por la empresa, por ello con la creación de este cuadro de mando local en Microsoft Excel, se pudo organizar un poco más la información de los equipos de la compañía.

Figura 18 Pantalla principal



Fuente 30 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la figura 18 muestra como está compuesta la estructura del aplicativo, con el fin de darle al usuario una orientación en el mismo.

Tabla 13 Distribución de Funciones y Responsabilidades del personal

Proceso	Funciones y Responsabilidades					
	Actividad	Operador	Jefe taller	Técnico	Ayudante	Almacén
Planificación anual del mantenimiento		I	E	C	I	I
Elaboración de OT		E	I	I	I	
Información de localización de equipo			E	I	I	
Ingreso del equipo al taller		E	C	I	I	
Asignación Mecánico		I	E	C	I	
Solicitud de Insumos		I	E	C	C	I
Verificación de Repuestos		I	I	I	C	E
Ejecución de tareas		I	I	I	E	
Verificación del Mantenimiento realizado		I	I	E	C	
Registro de Información		I	I	E	C	I

Fuente 31 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 13 muestra la distribución propuesta de las funciones y responsabilidades que debe tener el personal dentro del proceso de mantenimiento.

Tabla 14 Relación de la rutina de mantenimiento a los sistemas del equipo

Menú

Programa de Plan de Mantenimiento Diario

Rutina de mantenimiento

Sistema	Programa Propuesto
Motor	Revisión del aceite de motor
Motor	Bandas o fajas
Combustible	Drenar agua del sistema
Combustible	Revisión de las líneas de combustible y mangueras flexibles
Enfriamiento	Verificar nivel del refrigerante
Aire	Revisión del turbo cargador
Eléctrico	Códigos activos en el tablero
Eléctrico	Revisar baterías

Fuente 32 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 14 muestra la relación de la rutina de mantenimiento a los sistemas del equipo que debe tener en cuenta el personal dentro del proceso de mantenimiento.

Tabla 15 Listado de partes del equipo

Partes		
Ítem	DESCRIPCION	COSTO
2507274C1	ABRAZADERA DE BASE P/ESPEJO CONCAVO	86210
ABPN3540PLSG	ABRAZADERA ESCALONADA DE ESCAPE	9444
690835C1	ABRAZADERA P/FUNDA DE BAYONETA NIVEL DE ACEITE	39652
222290DGC	ACEITE CHV DELO 400 SDE 15W40CK-4 (55/208DR) ACEITE DE MOTOR	8972.76
ZBJ73040	ALARMA REVERSA	72221
19020310	ALTERNADOR 150AMP P/INTERNATIONAL 4300/4200	811397
12000224475	AMORTIGUADOR TRASERO TAYLOR	109012
10-12390-000	AMORTIGUADOR DEL M2106	282793
HD60675003	AMORTIGUADOR TRASERO 1-3/4 ALTO TORQUE	238980
85013	AMORTIGUADOR TRASERO HI-9400-KW T800 NEWAY-PROSTAR	231269
A66-06600-000	ARNES SENSOR NIVEL COMBUSTIBLE	58491

Fuente 33 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 15 muestra el listado de partes que se debe tener dentro de las rutinas de mantenimiento a los sistemas del equipo y que debe tener en cuenta el personal en el proceso de mantenimiento.

Tabla 16 Relación de las categorías de falla

Categoría Falla	
Ítem	DESCRIPCION
FC	Falla Combinada (E/M, E/N, N/M)
FE	Falla eléctrica/Electrónica.
FM	Falla Mecánica
FN	Falla Neumática
FT	Falla Metalmecánica

Fuente 34 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 16 muestra el listado las categorías de las fallas que se debe tener dentro de las rutinas de mantenimiento a los sistemas del equipo y que debe tener en cuenta el personal en el proceso de mantenimiento.

Tabla 17 Estándar de Prioridad

Estándar de Prioridad	
Ítem	DESCRIPCION
DPO01	Down para Producción
CP001	Critico disminuye producción
MNAP	Medio No afecta Producción
BPD001	Bajo Próxima Disponibilidad

Fuente 35 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 17 muestra el listado los estándares de prioridad que se debe tener dentro de las rutinas de mantenimiento a los sistemas del equipo y que debe tener en cuenta el personal en el proceso de mantenimiento.

Tabla 18 Síntomas

Síntomas	
Ítem	DESCRIPCION
1	Bloqueado
2	Componente no está
3	Congelado
4	Corto circuito abierto
5	Deficiencia estructural
6	Desalineado
7	Desviación de algún parámetro
8	Falla a la operación
9	Falla en la salida de voltaje
10	Fuga
11	Fuga externa de servicio
12	Lectura anormal de parámetro
13	No arranca
14	No hay señal de salida
15	No para
16	Parada
17	Problemas menores en servicio
18	Rayado
19	Recalentamiento

20	Rotor dividido
21	Ruido
22	Salida errada
23	Salida por debajo
24	Se apagó intempestivamente
25	Sucio
26	Suelto
27	Taponado o tapado
28	Vibración

Fuente 36 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 18 muestra el listado los síntomas que se debe tener dentro de las rutinas de mantenimiento a los sistemas del equipo y que debe tener en cuenta el personal en el proceso de mantenimiento.

Tabla 19 Nivel de intervención

Nivel Intervención		
Ítem	Nivel	Actividad
1	NI-001	Actividad preventiva con herramienta especializada
2	NI-002	Asistencia mecánica en sitio
3	NI-003	Comprobaciones y ajustes
4	NI-004	Diagnostico
5	NI-005	Inspección localizar fugas
6	NI-006	Inspección niveles de fluidos
7	NI-007	Limpieza y acondicionamiento - Exterior
8	NI-008	Limpieza y acondicionamiento - Interior
9	NI-009	Lubricación y engrases
10	NI-010	Overhaul todos los sistemas
11	NI-011	Preventivo Básico
12	NI-012	Reparación mínima de avería

Fuente 37 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 19 muestra el listado del nivel de intervención que se debe tener dentro de las rutinas de mantenimiento a los sistemas del equipo y que debe tener en cuenta el personal en el proceso de mantenimiento.

Tabla 20 Ingreso de información 1

Menu

MOTOR	MT
ELECTRICIDAD	ED
FRENOS	FA
OTROS	OS

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

ID	Equipo	Mantenimiento	Tipo PM	Fecha Ingreso	Fecha Salida	No. Dias en Taller
1	SWQ-004	SI	Preventivo	01/05/2022	03/05/2022	2
2	TAL-590	NO	No Programado	02/05/2022	02/05/2022	0
3	TAM-757	SI	Preventivo	02/05/2022		
4	TAM-771	SI	Preventivo	03/05/2022		
5	<input type="text"/>					

6 SWQ-004
 7 TAL-590
 8 TAM-757
 9 TAM-771
 10 TAL-594
 11 SWP-977
 12 TAM-355

Fuente 38 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 20 muestra como registrar la información del equipo las celdas están con listas desplegables con el fin de no tener errores en el momento de que esta información se digite y que debe tener en cuenta el personal en el proceso como tal.

Tabla 21 Ingreso de Información 2

MT	ED	FA	OS	Componente	Categoría Falla	Serial	Sistema
				AMORTIGUADOR TRASERO TAYLOR	Falla Mecánica	ADF452GFH569FRE32	Suspensión
	X			ALARMA REVERSA	Falla eléctrica/Electrónica.	EL456KLR652	Sistema Eléctrico - Elec
		X		BOMBA DE DIRECCION HIDRAULICA	Falla Combinada (E/M, E/N, N/M)		Dirección
			X	CAJA DIRECCION 4700 M-100	Falla Mecánica		Dirección

ABRAZADERA DE BASE P/ESPEJO CONCAVO
 ABRAZADERA ESCALONADA DE ESCAPE
 ABRAZADERA P/FUNDA DE BAYONETA NIVEL DE ACETI
 ACEITE CHV DELO 400 SDE 15W40CK-4 (55/208DR)
 ALARMA REVERSA
 ALTERNADOR 150AMP P/INTERNATIONAL 4300/4200
 AMORTIGUADOR TRASERO TAYLOR
 AMORTIGUADOR DEL M2106

Fuente 39 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 21 muestra como registrar la información del equipo las celdas están con listas desplegables con el fin de no tener errores en el momento de que esta información se digite y que debe tener en cuenta el personal en el proceso como tal.

Tabla 22 Ingreso de Información 3

MT	ED	FA	OS	Componente	Categoría Falla	Serial	Sistema
				AMORTIGUADOR TRASERO TAYLOR	Falla Mecánica	ADF452GFH569FRE32	Suspensión
	X			ALARMA REVERSA	Falla eléctrica/Electrónica.	EL456KLR652	Sistema Eléctrico - Elec
	X			BOMBA DE DIRECCION HIDRAULICA	Falla Combinada (E/M, E/N, N/M)		Dirección
X				CAJA DIRECCION 4700 M-100	Falla Mecánica		Dirección

- Falla Combinada (E/M, E/N, N/M)
- Falla eléctrica/Electrónica.
- Falla Mecánica
- Falla Neumática
- Falla Metalmecánica

Fuente 40 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 22 muestra como registrar la información del equipo las celdas están con listas desplegables con el fin de no tener errores en el omento de que esta información se digite y que debe tener en cuenta el personal en el proceso como tal.

Tabla 23 Ingreso de Información 4

MT	ED	FA	OS	Componente	Categoría Falla	Serial	Sistema
				AMORTIGUADOR TRASERO TAYLOR	Falla Mecánica	ADF452GFH569FRE32	Suspensión
	X			ALARMA REVERSA	Falla eléctrica/Electrónica.	EL456KLR652	Sistema Eléctrico - Elec
	X			BOMBA DE DIRECCION HIDRAULICA	Falla Combinada (E/M, E/N, N/M)		Dirección
X				CAJA DIRECCION 4700 M-100	Falla Mecánica		Dirección

- Motor
- Transmisión
- Dirección
- Suspensión
- Frenos
- Sistema Eléctrico - Electrónico
- Sistema Hidráulico
- Sistema Neumático

Fuente 41 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 23 muestra como registrar la información del equipo las celdas están con listas desplegables con el fin de no tener errores en el omento de que esta información se digite y que debe tener en cuenta el personal en el proceso como tal.

Tabla 24 Ingreso de Información 5

Vida Util	Garantía	Proximo Cambio	Observaciones	Reprogramar	Frecuencia Nueva	Mant Nuevo	Ejecutado
NO	NO	NO	Cambio de compon	Urgente			SI
NO	SI	NO		Realizado			SI
SI	NO	SI		Proximo PM			NO
SI	NO	SI		Proximo PM			NO

Ejecutado
 Proximo PM
 Realizado
 Urgente

Fuente 42 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 24 muestra como registrar la información del equipo las celdas están con listas desplegables con el fin de no tener errores en el omento de que esta información se digite y que debe tener en cuenta el personal en el proceso como tal.

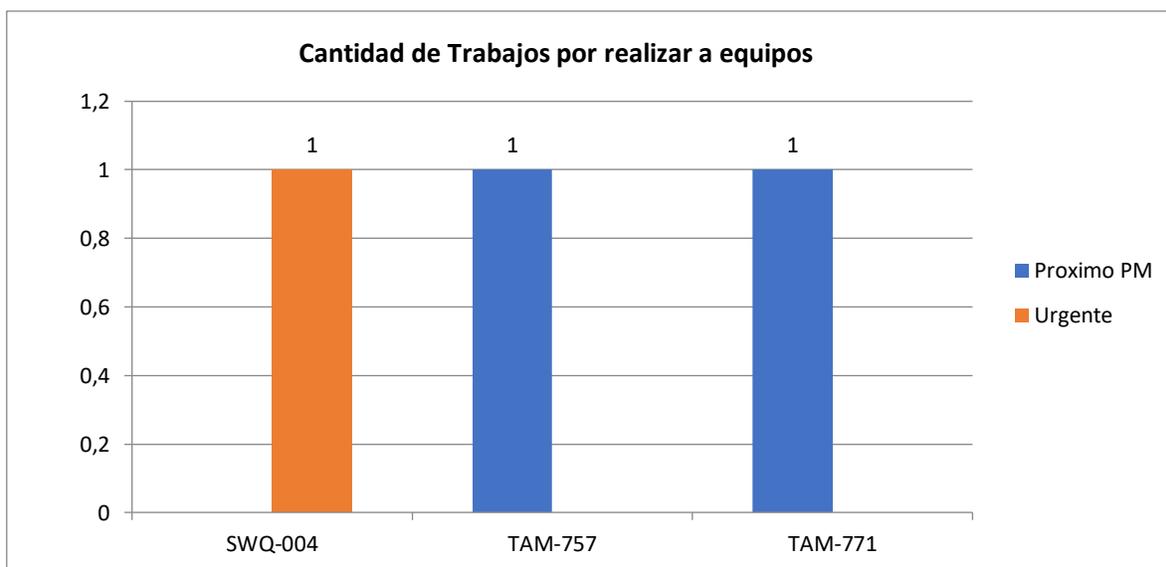
Tabla 25 Cantidad de Trabajos por realizar a equipos

Ejecutado		NO		
Cuenta de ID	Etiquetas de columna			
Etiquetas de fila	Próximo PM	Urgente	Total general	
SWQ-004		1	1	
TAM-757	1		1	
TAM-771	1		1	
Total general	2	1	3	

Fuente 43 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 25 muestra la Cantidad de Trabajos por realizar a equipos que están pendientes o abiertos en la plantilla, es decir, que no han tenido ningún tratamiento por parte del personal técnico.

Figura 19 Cantidad de Trabajos por realizar a equipos



Fuente 44 Elaborada con información Suministrada por la empresa FL Colombia SAS

Nota: En la tabla 31 muestra la Cantidad de Trabajos por realizar a equipos que están pendientes o abiertos en la plantilla, es decir, que no han tenido ningún tratamiento por parte del personal técnico.

4.3.4. Matriz de indicadores

Con la recolección de la información anterior se establece en la tabla 13 una matriz de indicadores que debe utilizar para hallar la causa raíz.

Tabla 26 Matriz de indicadores

Causa Raíz	Indicador	Formula	Herramienta
CR1: No existe plan de Mantenimiento	Costo mensual por inexistencia de plan de mantenimiento	$\sum(\text{No. de equipos} \times \% \text{ de inoperatividad} \times \text{precio unitario})$	Plan de Mantenimiento Preventivo
	% Mantenimiento correctivo	$(\text{mantenimiento correctivo existente}) / (\text{mantenimiento total})$	
CR2: No se cuenta con estandarización de procedimientos	Costo mensual por no contar con procedimientos	$\sum(\text{tiempo promedio para reparación} \times \text{costo de Tn movida} \times \#\text{promedio de paradas})$	Actualización de procedimientos
	% de procedimientos de trabajo	$(\text{No. de procedimientos estandarizados}) / (\text{No. de procedimientos totales}) \times 100\%$	

CR3: Falta de repuestos	Costo por falta de stock	$\Sigma(\text{tiempo promedio para reparaciones} \times \text{\#promedio de parradas} \times \text{costo de hora de trabajo})$	EOQ
	Incumplimiento por no tener componentes	$\Sigma(\text{No. de componentes solicitados incumplidos})$	

Fuente 45 (Landeo Guerra, 2021)

Nota: Se formula un indicador basados en la causa raíz encontrada. A esto se establecen tareas de mantenimiento preventivo según especifica la tabla 26.

Tabla 27 Tarea de Mantenimiento Preventivo

Parte	Frecuencia	Tarea	Estado
Aceite del Motor	Diariamente - inspección	Revise el aceite del motor	
	En Mantenimiento programado	Verifique fugas de aceite	
	Anualmente	Análisis de aceite especializado	
Refrigerante	Diariamente - inspección	Verifique fugas de refrigerante	
	En mantenimiento	Verifique fugas, contaminación o alto consumo	
Sistema de Combustible	Cuando se recarga aceite	Observe que el combustible no esté contaminado	
	En mantenimiento programado	Tome muestra del combustible	
Controle el nivel del DEF (Fluido de Escape Diésel)	Diariamente - inspección	Revise el nivel de DEF y llene el tanque. Observe si la tasa de consumo de DEF es inusual.	
	En mantenimiento	Revise la concentración de DEF. Revise que no haya fugas en el sistema de DEF.	

Que no se vea humo	Diariamente - inspección	Observe el tubo de escape mientras el motor está en marcha para detectar cualquier señal de humo.	
	En mantenimiento programado	Prueba de emisiones de humo.	
Filtro de aire	Mensualmente	Verifique medidor filtro de aire	
	Diariamente - inspección	Verifique filtro de aire	
Módulo de control del motor (ECM)	Diariamente - inspección	Verifique luces de advertencia	
	En mantenimiento programado	Verifique programa del motor	
luces de advertencia (MIL)	Diariamente - inspección	En el sistema de monitoreo del DPF.	
	En mantenimiento programado	Verifique luces	
válvula del turbocompresor/EGR	Diariamente - inspección	Verifique pérdida de potencia	
	Diariamente - inspección	Verifique el OEM si hay problema.	

Fuente 46 (Alavedra & Gastelu, 2016).

Nota: Especifica las tareas de mantenimiento preventivo desde las Parte, hacia la frecuencia llegando a las tareas asignas. Basadas en las tareas se puede realizar las muestras de aceites de los cuales se envía la muestra para su análisis. Dicho reporte lo podemos ver en la tabla 28.

Figura 20 Reporte de Análisis de Lubricante

Información de Cuenta		Información del Componente		Información de muestra	
Número de cuenta: CGCOLM-0087-3001 Nombre de FEMSA BARRANQUILLA Compañía : Contacto: Dirección: CO Teléfono:		ID de Componente: WFL-468 T ID Secundaria: Filtro de tipo de TRANSMISSION - TYPE componente: UNKNOWN Fabricante: Información solicitada Modelo: Información solicitada Aplicación: UNKNOWN Capacidad de sumidero:		Número de Huella: F2205004429 Número de laboratorio: B-037244 Localización de Bogota Laboratorio: Analista de Datos: JUK Tomada: 10-feb-2022 Entregado: 19-feb-2022 Recibido: 14-mar-2022 Completado: 22-mar-2022	
Información de filtro		Información Misceláneo		Información del Producto	
Tipo de filtro: Información solicitada Índice de Micrón: 0		Comodín 2: BARRANQUILLA		Fabricante del Producto: CHEVRON Nombre del Producto: URSA HD Grado de Viscosidad: SAE 50	
Comentarios		Chequear la fuente de entrada de los ABRASIVOS (tal como elementos filtrantes, la cubierta de filtro, respiraderos, etc.); están a NIVEL SEVERO Cambio de filtro y lubricante se sugiere si no fue hecho al tomar la muestra. El CUANTIFICADOR de PARTÍCULAS indica una cantidad MODERADA de partículas grandes de hierro >5 micrones se están generado; El contenido de metal del engranaje y/o del cojinete está a NIVEL MODERADO; El aluminio es más probable que sea en la forma de alumina/silice (suciedad); Los niveles de los aditivos señalados se encuentran más altos que los esperados para el lubricante identificado (ésto no implica que el lubricante no cumple con las clasificaciones apropiadas del API, del SAE o de la ISO.); Especifique por favor que tipo de transmisión MANUAL o de AUTOMÁTICA; Por favor de proveer la unidad del Fabricante/Modelo para comparar los datos a los estándares apropiados para esta unidad; Provea por favor la capacidad del colector de aceite (carter) de la unidad en la siguiente muestra; Remuestre a la mitad de tiempo del intervalo de cambio;			

Fuente 47 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el Reporte de Análisis de Lubricante realizado al equipo. De este se desprenden la concentración de metales que el contiene de ahí se pueden tomar decisiones, esto lo podemos observar en la figura 32.

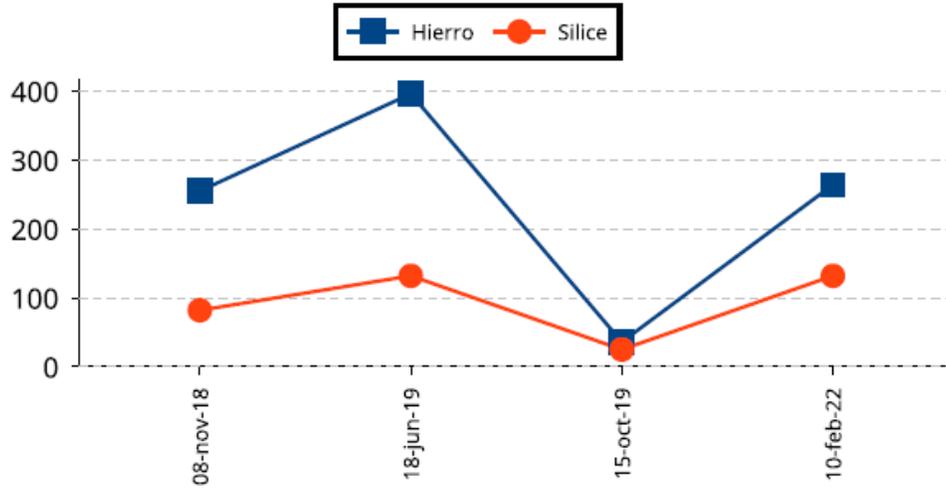
Figura 21 Reporte de Análisis de Lubricante 2

Muestra #	Metales de Desgaste (ppm)											Metals			Fuente de Varios Metales (ppm)					Metales Aditivos (ppm)				
	Hierro	Cromo	Níquel	Aluminio	Cobre	Plomo	Estaño	Cadmio	Plata	Vanadio	Silice	Sodio	Potasio	Titanio	Molibdeno	Antimonio	Manganeso	Litio	Boro	Magnesio	Calcio	Bario	Fósforo	Zinc
1	255	4	0	137	21	0	1	0	0	0	82	9	1	2	18	16	188	60	4	955	263			
2	396	5	1	161	30	0	1	0	0	132	15	1	3	18	232	4	71	4	1135	305				
3	396	5	1	161	30	0	1	0	0	132	15	1	3	18	232	4	71	4	1135	305				
4	36	1	0	22	5	0	0	0	1	25	2	0	4	2	24	305	544	0	449	609				
5	264	2	0	69	12	1	1	0	0	132	6	2	1	7	0	3	0	14	1894	910	0	717	765	

Fuente 48 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el análisis de la concentración de metales que tiene el lubricante que se utilizó en el equipo. De este se desprenden las gráficas por metales existentes desde la figura 33 a la figura 41.

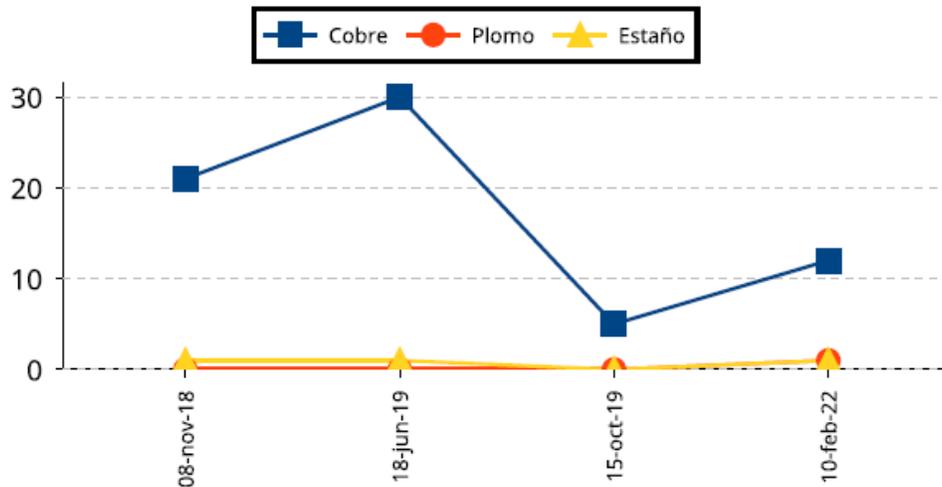
Figura 22 Reporte de Análisis de Lubricante 3



Fuente 49 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales hierro y silicio.

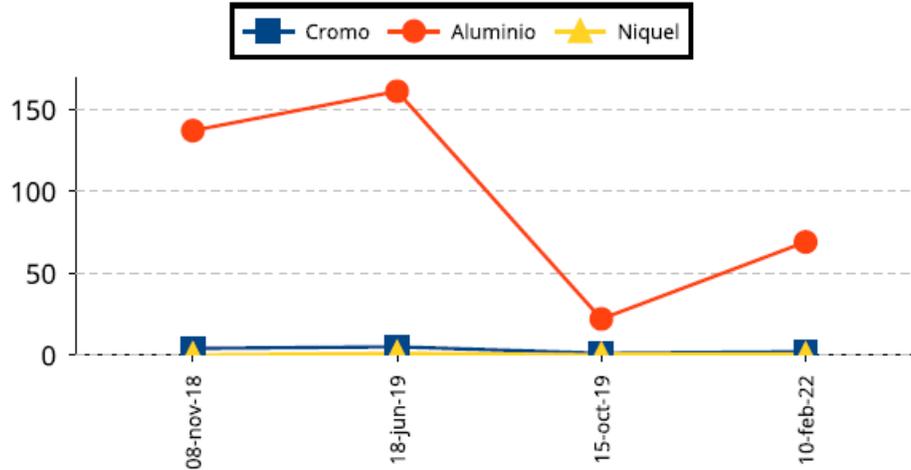
Figura 23 Reporte de Análisis de Lubricante 4



Fuente 50 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales cobre, plomo y estaño.

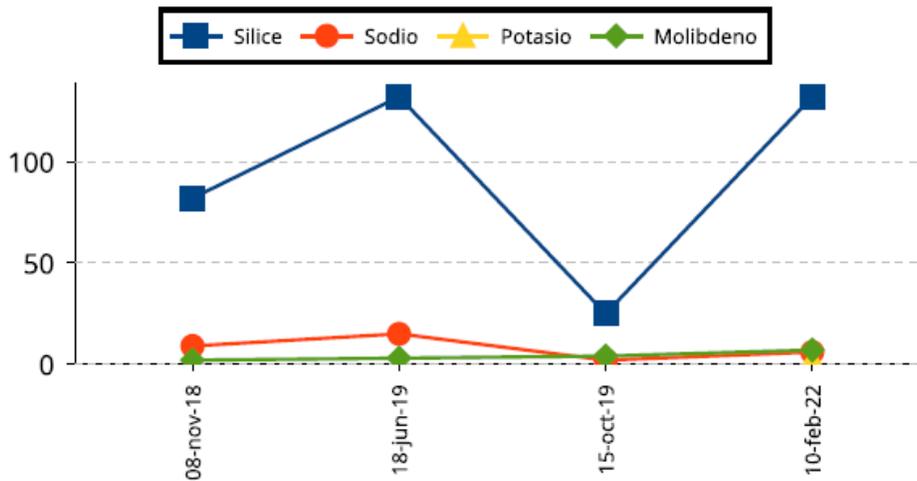
Figura 24 Reporte de Análisis de Lubricante 5



Fuente 51 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales cromo, aluminio y niquel.

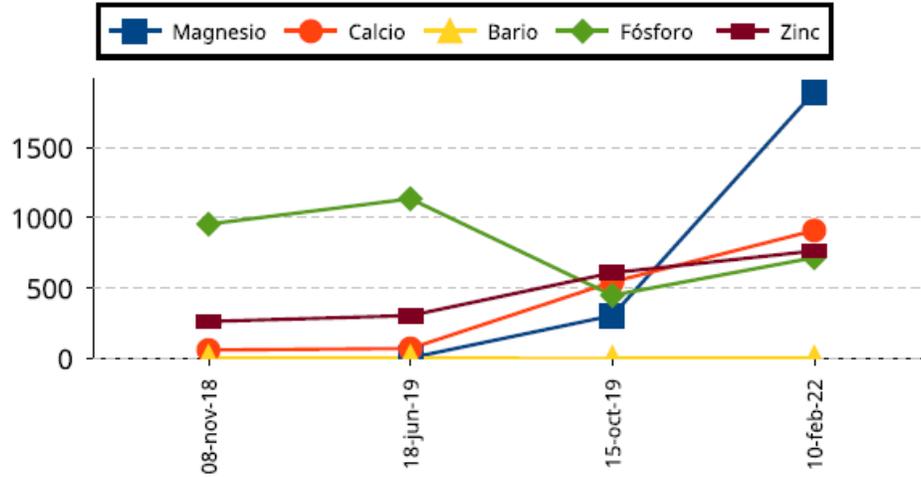
Figura 25 Reporte de Análisis de Lubricante 6



Fuente 52 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales silicio, sodio, potasio y molibdeno.

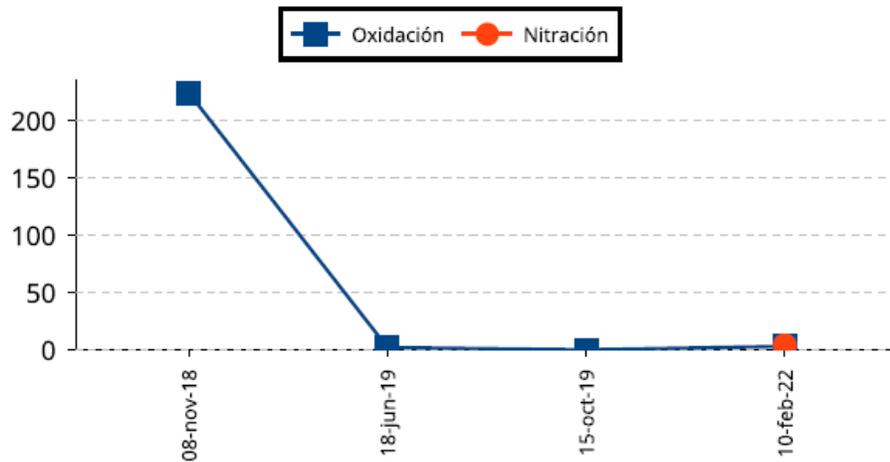
Figura 26 Reporte de Análisis de Lubricante 7



Fuente 53 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales magnesio, calcio, bario, fósforo y zinc.

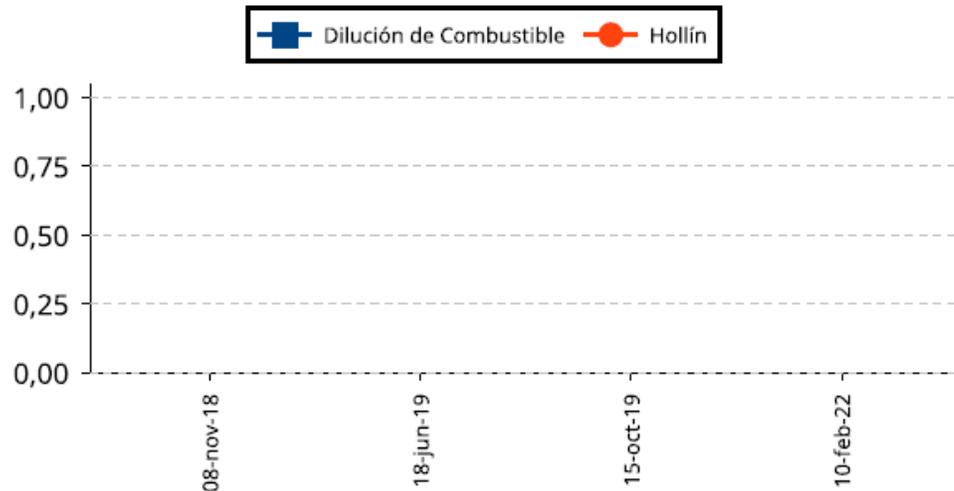
Figura 27 Reporte de Análisis de Lubricante 8



Fuente 54 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales oxidación y nitración.

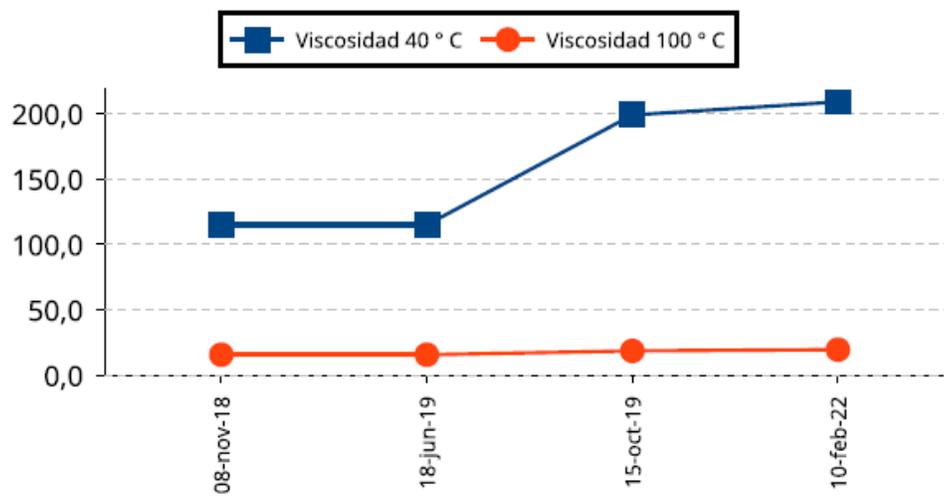
Figura 28 Reporte de Análisis de Lubricante 9



Fuente 55 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales dilución de combustible y hollín.

Figura 29 Reporte de Análisis de Lubricante 10



Fuente 56 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Reporte de análisis de metales viscosidad.

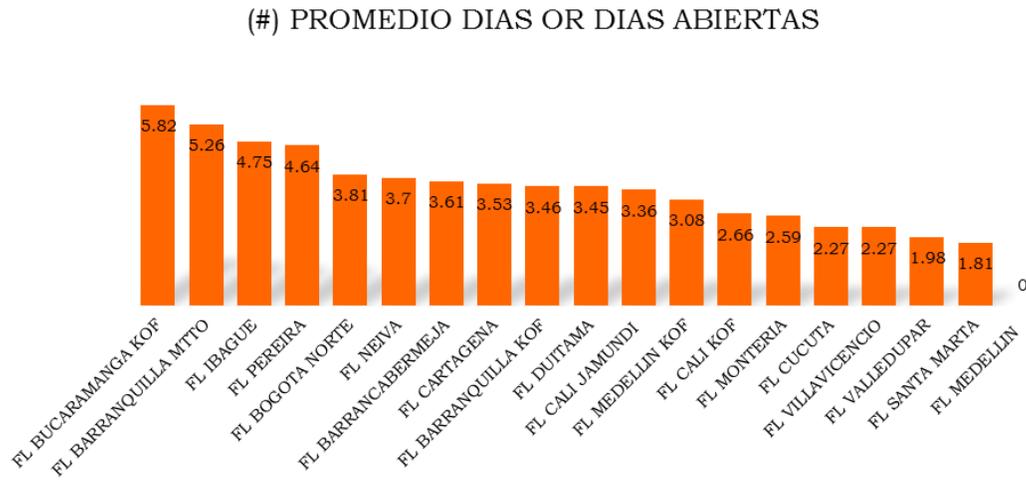
Tabla 28 Análisis de Datos OT

CIUDAD	(#) PROMEDIO DIAS OR DIAS ABIERTAS	(#) NUMERO DE OR ABIERTAS	(\$) MONTO OR ABIERTAS	(#) PROMEDIO DIAS COTIZACIONES APROBADAS	(#) NUMERO DE COTIZACIONES APROBADAS	(\$) MONTO COTIZACIONES APROBADAS	(%) PRODUCTIVIDAD TALLER	(%)EFICIENCIA TALLER
	04/04/2022	04/04/2022	04/04/2022	04/04/2022	04/04/2022	04/04/2022	04/04/2022	04/04/2022
FL BARRANCABERMEJA	3,61	1	\$ 3.114.791	1,95	2	\$ 7.421.114	33,94	75,84
FL BARRANQUILLA KOF	3,46	6	\$ 2.224.101	1,86	15	\$ 9.798.922	85,67	117,45
FL BARRANQUILLA MTO	5,26	15	\$ 31.474.376	2,22	4	\$ 872.026	91,54	152,9
FL BOGOTA NORTE	3,81	18	\$ 60.825.992	0,04	2	\$ 1.702.741	92,36	85,77
FL BUCARAMANGA KOF	5,82	13	\$ 1.940.697	1,92	1	\$ 4.658.995	91,31	106,41
FL CALI JAMUNDI	3,36	14	\$ 13.378.653	3,69	1	\$ 1.441.945	94,74	83,64
FL CALI KOF	2,66	16	\$ 6.112.163	1,91	1	\$ 2.388.386	92,75	84,59
FL CARTAGENA	3,53	6	\$ 73.549	1,85	43	\$ 10.924.980	66,12	111,93
FL CUCUTA	2,27	5	\$ 41.600	0	0	\$ -	49,68	104,91
FL DUITAMA	3,45	7	\$ 37.200.964	1,9	1	\$ 2.350.809	101,24	103,23
FL IBAGUE	4,75	5	\$ 9.862.916	0	0	\$ -	76,58	98,23
FL MEDELLIN	0	0	\$ -	0	0	\$ -	49,72	129,09
FL MEDELLIN KOF	3,08	36	\$ 6.857.549	2,36	7	\$ 5.859.379	90	170,7
FL MONTERIA	2,59	17	\$ 3.285.396	0	0	\$ -	87,96	177,18
FL NEIVA	3,7	2	\$ 75.000	1,89	2	\$ 14.536.531	92,14	87
FL PEREIRA	4,64	9	\$ 3.129.135	2,62	6	\$ 16.015.390	58,44	89,56
FL SANTA MARTA	1,81	4	\$ -	1,84	2	\$ 1.992.299	77,24	94,27
FL VALLEDUPAR	1,98	4	\$ 3.035.576	0	0	\$ -	59,18	93,29
FL VILLAVICENCIO	2,27	5	\$ 9.825.576	0	0	\$ -	74,24	122,67

Fuente 57 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el análisis de las órdenes de trabajo por ciudad.

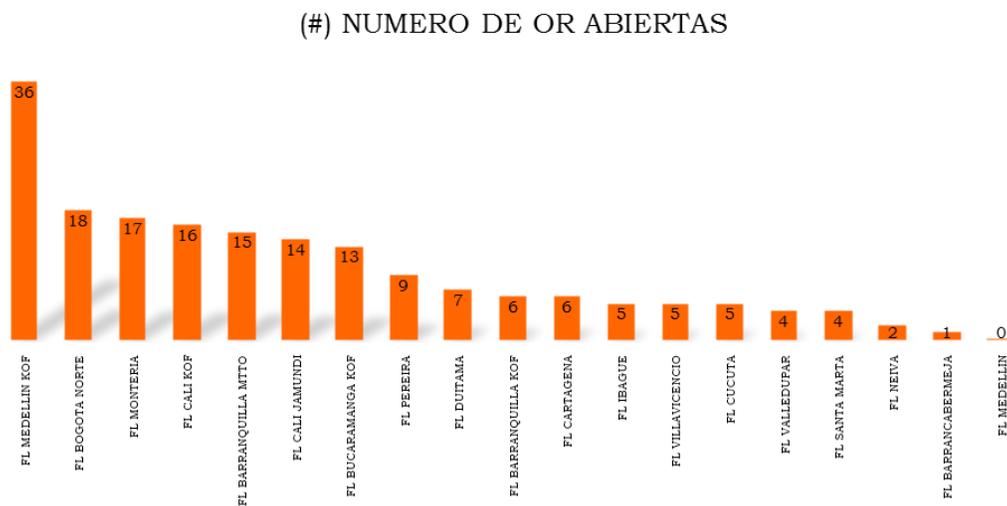
Figura 30 Promedio días OT días abiertas



Fuente 58 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el promedio de días de OT por ciudades abiertas.

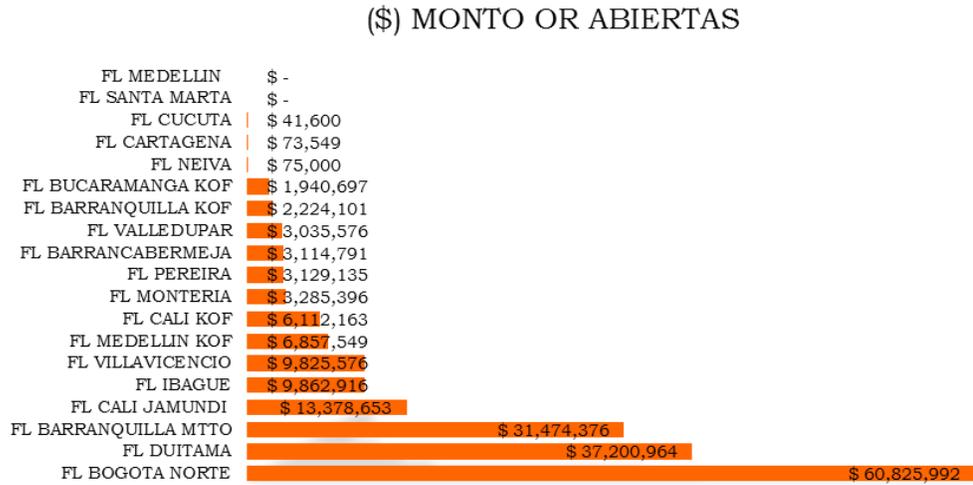
Figura 31 Número de OT abierta



Fuente 59 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el número de la OT abiertas.

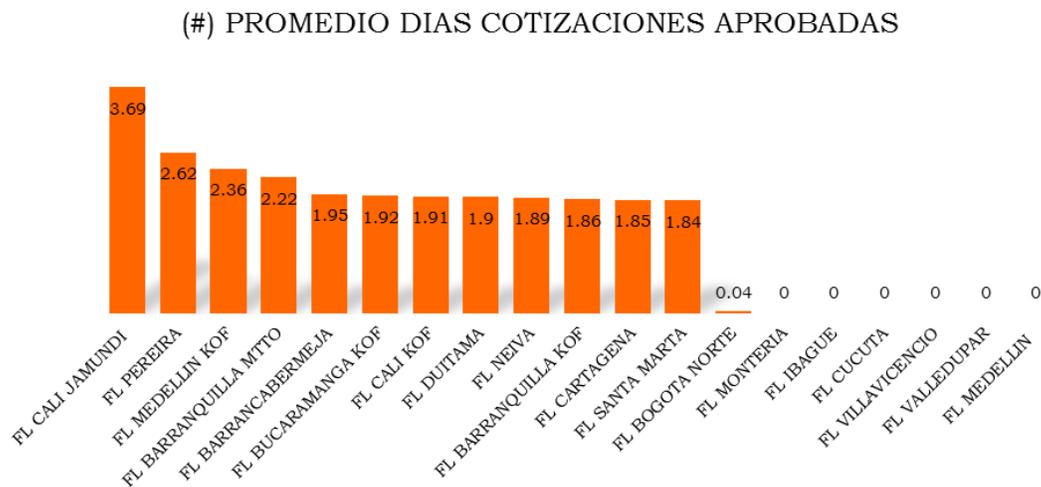
Figura 32 Precio de monto OT abiertas



Fuente 60 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el valor de las OT por ciudad abiertas.

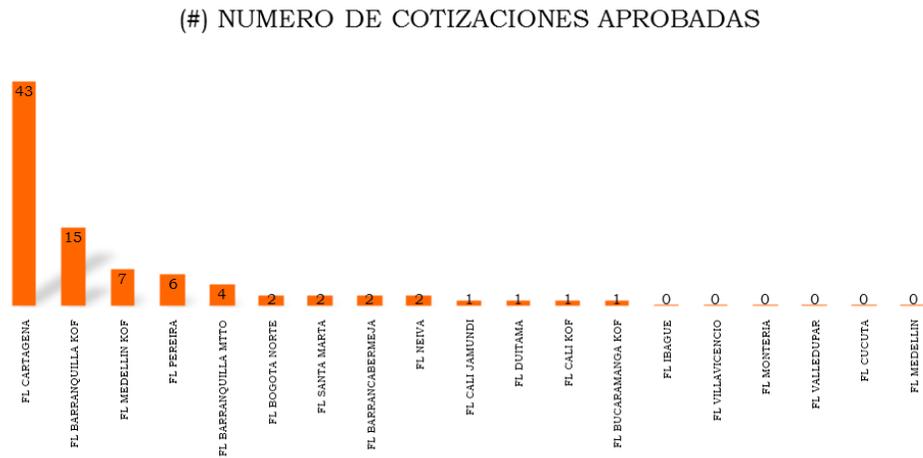
Figura 33 Numero Promedio días cotizaciones aprobadas



Fuente 61 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el promedio de días de cotizaciones aprobadas.

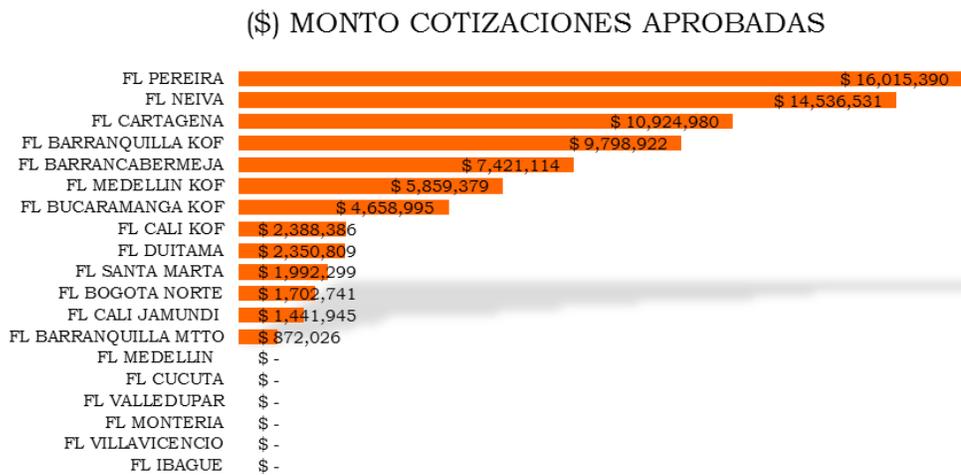
Figura 34 Número cotizaciones aprobadas



Fuente 62 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el número de cotizaciones aprobadas.

Figura 35 Valor monto cotizaciones aprobadas



Fuente 63 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el monto de cotizaciones aprobadas.

Tabla 29 Reporte Productividad por trabajador

Técnico	Taller	Productividad Acumulado
Sánchez-Pulido, Juan Carlos	Fl Duitama	99,48
García-Balaguera, Daniel	Fl Bogotá Norte	98,8
Rodríguez-De La Rosa, Elvis Daniel	Fl Barranquilla Kof	97,87
Baez-Estupiñan, Emanuel	Fl Duitama	97,43
Rodríguez-Amaya, Cristian	Fl Bogotá Norte	96,92
Celis-Romero, Fernando	Fl Montería	96,67
Manotas-, Rafael	Fl Barranquilla Mtto	95,3
Moreno-Zamudio, Camilo Andrés	Fl Medellín Kof	95,23
Cardenas-Varon, Edwin German	Fl Neiva	94,6
Córdoba-Jaramillo, Cesar Augusto	Fl Medellín Kof	94,36
Hernandez-Rodriguez, Ismael Darío	Fl Barranquilla Mtto	94,34
Agredo-Mejía, Juan Carlos	Fl Cali - Jamundí	93,49
Hernández-Vega, Juan Pablo	Fl Duitama	93,46
Montenegro-Muñoz, Luis	Fl Cali - Jamundí	92,53
Mejía-Castañeda, Carlos Alberto	Fl Bogotá Norte	92,51
Parra-Mantilla, Andrés Enrique	Fl Bucaramanga Kof	92,23
León-Bustos, Cristian Javier	Fl Bogotá Norte	91,89
Peláez-Cardona, Héctor Fabio	Fl Cali - Jamundí	91,82
González-Torres, Víctor Andrey	Fl Cali Kof	91,73
Quesada-Fonseca, Nicolás Enrique	Fl Bogotá Norte	91,48
Castrillon-Cardenas, Jhonatan	Fl Cali Kof	91,03
Enciso-Trujillo, Javier	Fl Bogotá Norte	90,88
Ángel-Agudelo, Joan David	Fl Medellín Kof	90,77
Bonett-Conde, Jesús Eduardo	Fl Barranquilla Mtto	90,49
Ortega-Bustos, Javier Fernando	Fl Bucaramanga Kof	90,48
Rojas-Tovar, John Jairo	Fl Neiva	90,48
Areiza-Tapias, Diomer Samir	Fl Medellín Kof	89,97
Morales-Mutis, Luis Andrés	Fl Cali Kof	88,66
Caraballo-Rojas, Wilhen Enrique	Fl Cartagena	88,21
Causil-Dorado, Víctor Alfonso	Fl Montería	87,89
Gomez-Gonzalez, Joaquin	Fl Barranquilla Mtto	87,08
Montoya-Marin, Luis Eduardo	Fl Bogotá Norte	86,96
Acevedo-Ramírez, Cristian Camilo	Fl Medellín Kof	86,72
Almanza-Morales, Anderson Rafael	Fl Montería	86,72

Jacome-Jacome, Jhon Jairo	Fl Barranquilla Kof	85,28
Castiblanco-Lopez, Wilmer Alexander	Fl Bogotá Norte	85,2
Varela-Rua, Ivan Dario	Fl Barranquilla Kof	84,14
Vaquiro-Tapiero, Jhon Faber	Fl Ibagué	83,65
Balceiro-Matute, Argelis Rafael	Fl Santa Marta	83,33
Ramírez-Ibañez, Gustavo Adolfo	Fl Bogotá Norte	83,25
Oviedo-Atencia, Luis Armando	Fl Barranquilla Kof	81,17
Bolívar-Herrera, Samir Alejandro	Fl Barranquilla Kof	81,05
Jimenez-Aristizabal, Edwin Alejandro	Fl Medellín Kof	81,01
Bossio-Rodriguez, Edson Lenin	Fl Barranquilla Mtto	80,51
Chilatra-Chilatra, Bladimir	Fl Ibagué	77,47
Gañan-Gañan, Sergio Luis	Fl Pereira	73,84
Forero-Rondón, José Pastor	Fl Ibagué	70,27
Jiménez-Ariza, Armando	Fl Santa Marta	69,2
Ríos-Cardona, Edwin Alberto	Fl Pereira	68,53
Valencia-Escobar, Juan Carlos	Fl Villavicencio	66,27
Gómez-Muñoz, Carlos Andrés	Fl Valledupar	62,79
Medina-Olaya, Carlos Julio	Fl Villavicencio	60,59
Calderon-Urrego, Alfonso	Fl Villavicencio	60,3
Torralvo-Luna, Jeiner De Jesús	Fl Cartagena	56,01
Contreras-Anaya, Jorge Luis	Fl Cúcuta	53,74
Daza-Jácome, Manuel Guillermo	Fl Valledupar	46,38
Galvis-Contreras, Carlos Arturo	Fl Cúcuta	43,04
Ortiz-Gómez, Walter Fernando	Fl Barrancabermeja	35,23
Fonseca-Téllez, Andrés Fabián	Fl Barrancabermeja	30,33
Cuello-Martínez, Ivan Alfredo	Fl Pereira	15,66
Acevedo-López, Santiago	Fl Pereira	10,74
García-Aguilar, Cristian David	Fl Medellín	2,53

Fuente 64 Suministrada por la empresa FL Colombia SAS.

Nota: Muestra el porcentaje de productividad de cada trabajador.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones.

Con el desarrollo de este trabajo realizado en la empresa FL Colombia SAS, como primera medida se organizó la información de mantenimiento en cuadro de mandos locales, iniciando el proceso de implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS, de esta forma las tareas pendientes estarían organizadas y controladas; anteriormente no se llevaba un control en estas, dicho análisis servirá a la organización a encaminarse a futuro a un mantenimiento basado en RCM, por otro lado con las reuniones que se realizaron aclarando dudas se logró establecer la metodología adecuada según parámetros técnicos del equipo y experiencia del mecánico, su combinación dio como resultado el beneficio del aumento de la productividad y de la vida útil del vehículo, salvaguardando la seguridad de los conductores, reduciendo los costos de mantenimiento en la compañía, garantizando la disponibilidad de la flota, y la satisfacción del cliente final. Sin embargo, con el desarrollo de una herramienta permitió afianzar a la planificación y la programación de actividades para el mantenimiento de forma rigurosa y en el tiempo apropiado, reducir los mantenimientos correctivos, evitando que los vehículos pasen detenidos, ahorramos consumo de combustibles. Es así que dentro del proceso de mantenimiento se logró ingresar la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la flota de camiones internacional 4300 de la empresa FL Colombia SAS. Haciendo que estos sean eficaces y efectivos, reduciendo los tiempos muertos, logrando establecer nuevas actividades más profundas como es el caso del análisis de los lubricantes realizados por otra empresa que lo certifica; a su vez se dejó claridad que la empresa necesita implementar un software automatizado para el manejo de la base de datos que apoye a la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.

5.2. Recomendaciones

Si vemos bien con el apoyo del cuadro de mando local diseñado en Microsoft Excel, con el fin de poder organizar y controlar la información, la cual sirvió para la toma de decisiones, como es la de mejorar la planeación dándole una eficacia al mantenimiento. Además se requiere que al personal de mecánicos se le capacite en el manejo de estas herramientas y su análisis como tal. Estas podrán crear rutinas de mantenimiento donde las organizaciones necesitan con el fin de poder mantener su productividad; sin embargo, hay que saber qué tipo de mantenimiento es recomendado o debe ser utilizado según las condiciones de la empresa y el tipo de equipo. Cuando hablamos de equipos en nuestro caso camiones son muchos los factores los que hay que tener en cuenta el planificador para poder generar su tarea, con el fin de tener unos mejores resultados. Por ello es recomendable en cualquier organización se gestione la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en sus equipos. Además se recomienda:

- Capacitar al personal en el manejo de hojas de cálculo.
- Organizar la información de tal manera que a futuro esta y la recopilación de datos en el cuadro de mando local puedan servir para futuras investigaciones.
- Organizar los planes de mantenimiento basados en la información recopilada.
- Crear indicadores de cumplimiento al área de planeación, referente al manejo y cumplimiento de los procesos que apoyen al mantenimiento de los equipos.
- Diseñar e implementar un software automatizado para el manejo de la base de datos que apoye a la planificación y programación de actividades para el mantenimiento preventivo de equipos.
- Investigar en metodologías como el RCM con el fin de profundizar más en el área de mantenimiento y su aplicabilidad a este equipo.

6. Referencias Bibliográficas

- Alavedra, C., & Gastelu, Y. (2016). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- blogdelacalidad.com. (2018). Diagrama de Ishikawa. blogdelacalidad.com.
- Butikofer, G. (2017). Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/149529/Optimizacion-del-mantenimiento-preventivo-de-flotas-en-base-a-tecnicas-de-clustering.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- concepto.de. (2022). Mantenimiento preventivo. concepto.de.
- economia.org. (2016). Definición de Orden de Trabajo. economia.org.
- economia.org. (2021). Definición de Mantenimiento. economia.org.
- empresite.eleconomistaamerica.co. (2022). FI Colombia S.A.S. empresite.eleconomistaamerica.co.
- europe.sullair.com. (2020). Cual es el principio básico del regulador de presión. europe.sullair.com. Obtenido de <https://europe.sullair.com/es/blog/que-es-un-regulador-de-presion>
- Gómez, J. (2021). Obtenido de https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/13306/T09949_Plan%20de%20mantenimiento%20preventivo%20para%20la%20flota%20vehicular%20de%20la%20empresa%20Transportes%20Sotrance%20S.A.S.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Gómez, J. (2021). Obtenido de https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/13306/T09949_Plan%20de%20mantenimiento%20preventivo%20para%20la%20flota%20vehicular%20de%20la%20empresa%20Transportes%20Sotrance%20S.A.S.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Hernández, R., & Baptista, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Landeo Guerra, V. (2021). *Propuesta de Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo al sistema de flota "MINESTAR" para reducir costos de una empresa minera en Junín*. Cajamarca: Universidad Privada del norte.

- López, W., & Valdiviezo, L. (2017). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14308/1/UPS-CT007027.pdf>
- Manzano, M. (2019). Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3913/1/T-UIDE-236.pdf>
- model-copy.info. (2022). International DuraStar 4300 LP 4X2 Standard Cab '2015 - Dibujo 2D. model-copy.info. Obtenido de https://model-copy.info/product_info.php?language=es&products_id=42200
- Ñaupas, H., & Mejía, E. (2014). *Metodología de la investigación, Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Pérez, F. (2021). *CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. Bucaramanga: USTA.
- portalautomotriz.com. (2022). DuraStar 4300. portalautomotriz.com.
- renovetec.com. (2016). ¿Qué es un plan de mantenimiento? renovetec.com.
- ro-des.com. (2022). Qué son los inyectores del motor y cómo funcionan. ro-des.com. Obtenido de <https://www.ro-des.com/mecanica/que-son-los-inyectores/>
- Rodriguez, J. (2018). Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13405/Rodr%C3%ADguezNi%C3%B1oJorgeLuis2018.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, J. (2018). Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4642/Rodr%C3%ADguez%20Curichimba.pdf?sequence=1>
- Rubio, W. (2019). Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/19188/1/2019williamrubio.pdf>
- Salazar López, B. (2019). Mantenimiento Productivo Total (TPM). ingenieriaindustrialonline.com.
- stp.eu. (2019). Sistema de Combustible. stp.eu. Obtenido de <https://www.stp.eu/es-es/el-taller/mantenimiento-basico/sistema-de-combustible>
- terpel.com. (2022). *Estación de Servicio Confiable Terpel*. Bogotá: terpel.com. Obtenido de <https://www.terpel.com/Global/Manual-definitivo-23-11-16-BjOPT.pdf>
- Trujillo Alvarado, L. (2018). *Modelo Integral de Gestión de Repuestos paraa mantenimiento, en empresas intensivas en uso de Capital*. Bogota: Pontifica Universidad Javeriana.
- uan.edu.co. (2021). Obtenido de <https://www.uan.edu.co/component/k2/itemlist/category/97-valuekeep.com>
- valuekeep.com. (2021). ¿Qué es la disponibilidad de los activos? valuekeep.com.
- valuekeep.com. (2021). ¿Qué son los Indicadores de Mantenimiento? valuekeep.com.

Vasquez, M. (2018). Obtenido de
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14532/Vasquez_CMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vega, A. (2017). Obtenido de
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1978/Vega_AAM.pdf?sequence=1&isAllowed=y