



## **Diseño plan de mantenimiento preventivo para volquetas**

Ruben David Valencia Quinchoa

Práctica académica como requisito para optar por el título de Ingeniero Civil

Asesor Interno

Claudia Helena Muñoz Hoyos, PhD en Ingeniería Civil

Asesor Externo

Walter Alexis Giraldo Gómez- Gerente

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

---

<b>Cita</b>	(Ruben Valencia, 2022)
<b>Referencia</b>	Valencia Quinchoa, R. (2022). <i>Diseño plan de mantenimiento preventivo para volquetas</i> [Prácticas académicas profesionales]. Ingeniería Civil Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	

---



Créditos a escenario de prácticas, personas, proyectos que aportaron al desarrollo de la práctica (interna y externamente: empresa y área de la empresa, grupo de investigación, proyecto, organización)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

A mis padres quienes han sido mi apoyo incondicional que con su esfuerzo y dedicación me han permitido escrudñar en el mundo del conocimiento, a mis hermanos que me han acompañado durante todos los procesos, a mi alma Mater Udea y sus profesores que imparten el conocimiento.

## **Agradecimientos**

A mis padres por cada uno de sus valerosos esfuerzos que han permitido que esto sea posible, a mis hermanos por su compañía y dedicación, a mi alma mater fuente de conocimiento y generadora de ideas.

A Jorge Luis Valencia, Leon Zapata, Juan Acevedo, Pablo Hurtado, José Arango, Sebastián Enríquez y Helverth Veintimilla quienes en el transcurso de mi paso por la academia han sido personas muy significativas para mí.

A los profesores Carlos Alberto Tobón, Julio Eduardo Cañón, Juan Fernando Salazar, Julián Fernando Ruiz, Juan Fernando Salazar, Claudia Helena Muñoz, Carlos Alberto Riveros y Juan Carlos Obando a quienes admiro profundamente por su vocación y dedicación.

A la asociación universitaria de Antioquia (Audea) y cada uno de sus integrantes por sus espacios de esparcimiento y dialogo, a la Universidad de Antioquia donde recibí mi formación académica profesional y ajedrecista, y a todos mis amigos ajedrecistas.

Finalmente quisiera agradecer a Multiplica Ingeniería y Logística por permitirme culminar mi desarrollo personal y profesional.

## Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	10
1.1 Objetivo general	10
1.2 Objetivos específicos	10
2 Marco teórico	11
3 Metodología	17
4 Resultados	19
5 Análisis	22
6 Conclusiones	26
Referencias	27

## **Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.	12
<b>Tabla 2</b> Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.	13
<b>Tabla 3</b> Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo	14
<b>Tabla 3</b> Flota vehicular de Multiplica Ingeniería y Logística	16

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Codificación de flota vehicular	17
<b>Figura 2</b> Actividades mantenimiento preventivo	18
<b>Figura 3</b> Archivo de Excel para mantenimiento preventivo	19
<b>Figura 4</b> Registro de kilometraje para mantenimiento preventivo	20
<b>Figura 5</b> Registro de historial de intervenciones	20
<b>Figura 6</b> Formato orden de trabajo	21
<b>Figura 7</b> Formato de informe diario de flota vehicular	22
<b>Figura 8</b> Horas trabajadas mensualmente flota vehicular	22
<b>Figura 9</b> Gráfico de barras de horas acumuladas	23
<b>Figura 10</b> Control de horas para cambio de filtros	23

## **Resumen**

La empresa Multiplica Ingeniería y Logística S.A.S está dedicada a la Operación Minera, construcción de infraestructura minera y operación logística, con 14 años de experiencia en el mercado que realiza con maquinaria pesada y volquetas.

La flota vehicular de volquetas centra sus actividades en el acarreo de material común o roca donde surgen daños intempestivos frecuentemente que no son registrados y generan tiempos muertos prolongados que se pueden evitar con inspecciones visuales y mantenimientos periódicos. Con el objeto de mejorar su desempeño operacional, tiempo de respuestas y reducir costos se diseña un plan de mantenimiento preventivo con base en los diseños implementados en otras empresas y/o desarrollados en la literatura recopilando y registrando información relativa a los equipos adaptada a las necesidades actuales y actividades que desarrolla.

A su vez tiene como objetivo a largo plazo implementar una programación de periodos regulares de mantenimiento que permiten analizar la relación de productividad e inversión de cada equipo para mantener o retirar de la flota vehicular.

*Palabras clave:* Mantenimiento preventivo; Volquetas; Diseño; Flota Vehicular.

## **Abstract**

The company Multiplica Ingeniería y Logística S.A. is dedicated to the Mining Operation, construction of mining infrastructure and logistics operation with 14 years of experience in the market that it carries out with heavy machinery and dump trucks.

The dump vehicle fleet focuses its activities on the hauling of common material or rock where untimely damage frequently arises that is not recorded and generates prolonged downtime that can be avoided with visual inspections and periodic maintenance. In order to improve its operational performance, response time and reduce costs, a preventive maintenance plan is designed based on the designs implemented in other companies and/or developed in the literature, collecting and recording information related to the equipment adapted to the needs. Current and activities that it develops.

At the same time, its long-term objective is to implement a schedule of regular maintenance periods that allow analyzing the relationship of productivity and investment of each equipment to maintain or withdraw from the vehicle fleet.

*Keywords:* Preventive Maintenance; dump trucks; Design; Vehicle fleet.



## **Introducción**

El mantenimiento preventivo permite detectar posibles falencias antes de que ocurran o aumenten su grado de dificultad, reduciendo los costos, daños intempestivos y alargando su vida útil de los equipos, lo cual representa grandes beneficios a favor de la productividad y eficiencia (Diaz, Figueroa, 2014), la diferencia entre un equipo con un mantenimiento deficiente y otro con un mantenimiento periódico se observa con el tiempo en la expectativa de vida útil de diseño del equipo y sus componentes (Hugo Macuchapi, 2011).

La empresa actualmente no dispone de un plan de mantenimiento para su maquinaria, ejecuta reparaciones de las averías una vez estas se producen, propiciando tiempos prolongados al no estar preparados para solucionar el problema; además, no se lleva un registro del historial de los fallos producidas que permitan realizar un estudio del comportamiento para estimar los periodos de tiempo adecuado para ejecutar, programar e implementar el mantenimiento preventivo (Raul Marulando, 2017).

Se desarrollará un plan de mantenimiento para las volquetas partiendo de la información que se obtenga de los informes diarios de las horas máquinas de la empresa, manuales, fichas técnicas, hojas de vida de cada volqueta, especificaciones técnicas y un seguimiento detallado de las condiciones de operación y análisis de fallas presentes o anomalías que se presenten para así determinar la causa-raíz (Gabriel Castillo, 2012).

# **1 Objetivos**

## **1.1 Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las volquetas de la empresa MULTIPLICA INGENIERIA Y LOGISTICA adaptada a las necesidades actuales para mejorar su desempeño operacional.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Identificar y recopilar información técnica relativa a cada equipo presente en la empresa y elaborar un listado de requerimientos
- Identificar los repuestos críticos de cada equipo para mantenerlos almacenados en stock.
- Formular las recomendaciones para la implementación del plan de mantenimiento de los equipos de acarreo.

## 2 Marco teórico

Existen diferentes variables de mantenimiento que permiten desarrollar la forma en que se actúa repercutiendo en los sistemas de producción entre las cuales se encuentran

**2.1.1 Diagnóstico:** El diagnóstico de un proyecto tiene por objetivo principal efectuar la identificación del problema y caracterizarlo, con la finalidad de definir la solución que tiene más eficacia y que nos permitirá identificar aquellas áreas de la maquinaria que presenta debilidades; indica prioridades que requieren solución inmediata, mediano y largo plazo y precisa que problemas pueden solucionarse al interior de la administración y cuales requieren asistencia externa.

El diagnóstico debe ser el fundamento de las estrategias que han de servir en la práctica de acuerdo con las necesidades y aspiraciones de la comunidad y a la influencia de los diferentes factores que inciden en el logro de los objetivos propuestos. Un diagnóstico actualizado permite tomar decisiones en los proyectos con el fin de mantener o corregir el conjunto de actividades en la dirección de la situación objetivo. (William Rubio, 2019)

**2.1.2 Fiabilidad:** es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, estén en óptimas condiciones específicas. La fiabilidad impacta directamente sobre los resultados de la empresa, debiendo aplicarse no solo a maquinas o equipos aislados sino a la totalidad de los procesos que integran la cadena de valor de la organización.

**2.1.3 Disponibilidad:** es la probabilidad de que un equipo realice la función asignada cuando se requiere de ella. La disponibilidad depende de cuán frecuente se producen los fallos en determinado tiempo y condiciones (confiabilidad) y de cuánto tiempo se requiere para corregir el fallo (mantenibilidad).

**2.1.4 Tiempos Muertos:** Son los tiempos en los que el equipo no esta disponible, es decir el tiempo que demora devolver el equipo a la disponibilidad una vez que sucede un falla o avería.

**2.1.5 Mantenibilidad:** es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas.

**2.1.6 Seguridad:** está referida al personal, instalaciones, equipos, sistemas y máquinas. No puede, ni debe dejársela de lado, con miras a dar cumplimiento a demandas urgentes.

**2.1.7 Entrega / plazo:** el tiempo de entrega y el cumplimiento de los plazos previstos son variables que tienen también su importancia, en el mantenimiento, el tiempo es un factor preeminente. (Pacheco, Sánchez, 2018).

## 2.2 Tipos de mantenimiento

Hay varios tipos de mantenimientos que se han desarrollado por diferentes autores relacionadas con el tiempo en el que se realiza la intervención del equipo antes o después de sucedida la falla tales como:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento en uso

### 2.2.1 Mantenimiento Correctivo

Es el que se ejecuta después de ocurrido la falla o avería del equipo dejando nuevamente en condiciones de servicio, donde el conductor es quien generalmente reporta la avería y el personal de mantenimiento mecánico.

**Tabla 1**  
*Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.*

Ventajas	Desventajas
No requiere una gran infraestructura técnica ni una elevada capacidad de análisis	La paralización de la maquinaria sucede de forma imprevista, dañando el plan de trabajo de la misma.

Aprovecha al máximo la vida útil de la maquinaria

La adquisición de ciertos insumos y repuestos que no se tengan en bodega puede tardar y tener un elevado costo

El personal no necesita una gran capacitación

El mantenimiento es deficiente debido al tiempo corto que debe durar la reparación

*Fuente.* (Pacheco E. & Sánchez C, 2018).

### **2.2.2 Mantenimiento Preventivo**

Son actividades como reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones que se ejecutan en intervalos programados por horas o días calendario con la idea de prevenir la falla o detectarlas para corregirlas sin pasar a la avería, permiten tener un control sobre el estado de los elementos y estimar un tiempo de duración máxima.

#### **Tabla 2**

*Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.*

Ventajas	Desventajas
Reduce las fallas y los tiempos muertos	Representa una inversión inicial en
Aumenta la disponibilidad del vehículo	infraestructura y mano de obra
Incrementa la vida útil del motor	Se requiere tanto de la experiencia del
Mejora la utilización de los recursos	personal como de las recomendaciones del
Reduce los niveles del inventario	fabricante
Seguridad y confiabilidad en el recorrido	No permite determinar con exactitud el
	desgaste de las piezas

*Fuente.* (Pacheco E. & Sánchez C, 2018).

### **2.2.3 Mantenimiento Predictivo**

Este consiste en la exploración de anomalías mediante técnicas no destructivas para predecir los fallos y estimar el tiempo para realizar las actividades antes de que suceda el fallo, basado en estimaciones estadísticas donde se muestra una alta probabilidad de los elementos del equipo tiendan a fallar.

**Tabla 3**  
*Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo.*

Ventajas	Desventajas
Reduce las fallas y los tiempos muertos	Representa una inversión inicial en
Aumenta la disponibilidad del vehículo	infraestructura y mano de obra
Incrementa la vida útil del motor	Se requiere tanto de la experiencia del
Mejora la utilización de los recursos	personal como de las recomendaciones del
Reduce los niveles del inventario	fabricante
Seguridad y confiabilidad en el recorrido	No permite determinar con exactitud el
	desgaste de las piezas

*Fuente.* (Pacheco E. & Sánchez C, 2018).

#### **2.2.4 Mantenimiento en uso**

Son actividades que se realizan sin un conocimiento o preparación técnica que hacen parte de la optimización en la funcionalidad del equipo, dentro de las cuales encontramos limpieza, engrase o ajuste de algún tornillo.

### **2.3 Indicadores de Mantenimiento**

Se establecen factores que permitan medir, evaluar y analizar la gestión del mantenimiento y las condiciones del equipo para propiciar altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción.

#### **2.3.1 Disponibilidad del vehículo (D)**

Representa la disponibilidad de servicio que tiene el vehículo a lo largo de su vida útil o en el lapso de ejecución de un proyecto

$$D = \frac{\text{Tiempo disponible de servicio} + \text{Tiempo no disponible de servicio}}{\text{Tiempo disponible de servicio}} \times 100\% \quad (1)$$

### **2.3.2 Tiempos muertos (TM)**

Representa la no disponibilidad de servicio que tiene el vehículo a lo largo de su vida útil o en el lapso de ejecución de un proyecto y se calcula como la suma de cada uno esos tiempos en los que no está disponible.

$$TM = TM1 + TM2 + TM3 + \dots + TMn \quad (2)$$

### **2.3.3 Costo de mantenimiento preventivo por recursos (CMP)**

Es la suma de los costos causados para realizar mantenimientos preventivos durante su vida útil.

$$CMP = \sum \text{Costos Mantenimientos preventivos} \quad (3)$$

### **2.3.4 Costo de mantenimiento correctivo por recursos (CMC)**

Es la suma de los costos causados para realizar mantenimientos correctivos durante su vida útil.

$$CMC = \sum \text{Costos Mantenimientos correctivos} \quad (4)$$

### **2.3.5 Número de fallas por año de cada Vehículo (NFV)**

Es la suma total de intervenciones por año para dejar al vehículo en condiciones de servicio o disponibilidad.

$$NFV = \sum \text{ordenes de mantenimiento correctivo} \quad (5)$$

### **2.3.6 Costo de mantenimiento mensual por vehículo (CMV)**

Es la suma de los costos por mantenimientos correctivos y preventivos mensuales.

$$CMV = CMP + CMC \quad (6)$$

### **2.3.7 Costo de mantenimiento anual por vehículo (CMAV)**

Es la suma de los costos por mantenimientos correctivos y preventivos anuales.

$$CMAV = CMP + CMC \quad (7)$$

### **2.3.8 Costo de mantenimiento de ciclo de vida del vehículo (CMVV)**

Es la sumatoria de los costos por mantenimientos correctivos y preventivos anuales de vida útil del equipo.

$$CMVV = CMP + CMC \quad (8)$$



## 3 Metodología

### 3.1 Recopilación de la información

#### 3.1.1 Revisión Bibliográfica

Para la realización de la elaboración del diseño del plan de mantenimiento preventivo de la flota vehicular de volquetas de Multiplica Ingeniería y Logística se investigó sobre los diseños de planes de mantenimientos preventivos realizados por otras empresas previamente realizados, en los manuales de mantenimiento preventivos de los equipos disponibles, textos guías y toda información relacionada.

#### 3.1.2 Caracterización de la información

Se elige primordialmente la que mejor se ajusta a las condiciones laborales y equipos de la empresa Multiplica Ingeniería y Logística para su aplicabilidad.

#### 3.1.3 Identificación de la flota vehicular

Se identifica la flota vehicular de los informes diarios presentados a la empresa Multiplica Ingeniería y Logística y de las hojas de vida de cada uno de los vehículos.

**Tabla 4**

*Flota vehicular de Multiplica Ingeniería y Logística.*

VOLQUETAS			
N°	MARCA	MODELO	PLACA
1	KENWORTH	2015	SNX606
2	CHEVROLET KODIAK	2007	XMD256
3	CHEVROLET KODIAK	2008	UAO426
4	IVECO	2008	TMX222
5	CHEVROLET KODIAK	2008	USC776
6	HINO	2020	GDY785
7	HINO	2021	GDZ258
8	VOLKSAGEN	2022	JYN181
9	FOTON	2021	JYN199

*Nota.* Fuente Elaboración propia.

Se realiza codificación de la flota vehicular para elaborar ordenes de mantenimientos preventivos y/o correctivos.

**Figura 1**

*Codificación de flota vehicular*

VOLQUETAS				
N°	MARCA	MODELO	PLACA	COD.
1	KEJWORTH	2015	SNX506	KE15SNX
2	CHEVROLET KODIAK	2007	XMD256	CH07XMD
3	CHEVROLET KODIAK	2008	UAO426	CH08UAO
4	IVECO	2008	TMX222	IV08TMX
5	CHEVROLET KODIAK	2008	USC776	CH08USC
6	HINO	2020	GDY785	HI20GDY
7	HINO	2021	GDZ258	HI21GDZ
8	VOLKSAGEN	2022	JYN181	VO22JYN
9	FOTON	2021	JYN199	FO21JYN

*Nota.* Fuente Elaboración Propia

### 3.2 Elaboración de ordenes de trabajo y requerimientos.

Se realiza la elaboración de ordenes de trabajo y requerimientos donde se identifica el tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo), se registra el tiempo e insumos requeridos y a su vez se registra la información pertinente para los indicadores de mantenimiento. Con las ordenes de trabajo se busca identificar aquellos insumos que tienen mayor frecuencia a ser usados e identificar la causa-raíz que lo genera.

### 3.3 Programación de periodos de mantenimiento preventivo

Se realiza un formato de Excel donde se identifican los mantenimientos preventivos a realizar con base a los km realizados por cada uno de los vehículos.

## 4 Resultados

Se realiza una lista de actividades para el mantenimiento preventivo de cada volqueta luego de recorrer cada cierto intervalo como lo indica Figura 2.

**Figura 2**

*Actividades mantenimiento preventivo*

ACTIVIDADES	INSUMOS	KM
CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	FILTRO DE ACEITE	1000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	1000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	1000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	1000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	1000
CAMBIO ACEITE DE CAJA	ACEITE DE CAJA	1000
CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL	ACEITE DIFERENCIAL	1000
CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	FILTRO DE ACEITE	5000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	5000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	5000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	5000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	5000
CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	FILTRO DE ACEITE	10000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	10000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	10000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	10000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	10000
REVISIÓN CARRERA PALANCA DE FRENO		10000
REGULACION DE FRENOS		15000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	15000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	15000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	15000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	15000
CAMBIO FILTRO DE AIRE PRIMARIO	FILTRO DE AIRE	15000
CAMBIO FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	FILTRO DE AIRE	15000
CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	FILTRO DE ACEITE	20000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	20000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	20000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	20000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	20000
CAMBIO ACEITE DE CAJA	ACEITE DE CAJA	20000
CAMBIO ACEITE DIFERENCIAL	ACEITE DIFERENCIAL	20000
REVISAR JUEGO DE EMBRAGUE		20000
REVISIÓN CARRERA PALANCA DE FRENO		20000
REGULACION DE FRENOS		20000
ENGRASAMIENTO RODAMIENTO DELANTERO		20000
CHEQUEO FLEXIÓN DE BANDAS		20000
CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	FILTRO DE ACEITE	25000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	25000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	25000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	25000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	25000
CAMBIO FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	FILTRO DE ACEITE	30000
CAMBIO ELEMENTO DE ACEITE DE MOTOR	ELEMENTO DE ACEITE	30000
CAMBIO DE FILTRO COMBUSTIBLE	FILTRO COMBUSTIBLE	30000
CAMBIO ELEMENTO DE COMBUSTIBLE	ELEMENTO FILTRANTE	30000
CAMBIO ACEITE DE MOTOR	ACEITE DE MOTOR	30000

Nota. Elaboración propia

Se crea un archivo de Excel que sirve como una base de datos, donde se registrará el kilometraje, las intervenciones realizadas para el mantenimiento preventivo y sus respectivos tiempos con los cuales se podrá calcular los indicadores de mantenimiento y programar las actividades a realizar para el mantenimiento preventivo.

### Figura 3

*Archivo de Excel para mantenimiento preventivo*



*Nota.* Elaboración propia

Cada volqueta tiene una hoja disponible en donde se ingresarán los datos correspondientes a cada uno de los campos para llevar el control de los kilómetros que lleva cada equipo y que indicarán la proximidad de las actividades a realizar en la lista de mantenimiento. De la misma manera se podrá ingresar los mantenimientos preventivos que se realicen para nuevamente calcular la proximidad al siguiente mantenimiento, también se podrá ingresar los mantenimientos correctivos para llevar un registro de las averías o anomalías que se presentan en el equipo y cuantificar los con los indicadores de mantenimiento en la gestión del mantenimiento.

Se realiza el formato de órdenes para llevar el número de intervenciones que se le realiza a cada equipo, para determinar con qué frecuencia presentan fallas cada equipo, cuantificar el costo de los insumos en los mantenimientos, evaluar el costo beneficio.

### Figura 4


Registro de kilometraje para mantenimiento preventivo

INICIO		VOLQUETA SNX606						
HISTORIAL								
FECHA	UBICACIÓN	CONDUCTOR	KM	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
sáb. 31 de dic. 2022								
vie. 30 de dic. 2022								
jue. 29 de dic. 2022								
mié. 28 de dic. 2022								
mar. 27 de dic. 2022								
lun. 26 de dic. 2022								
dom. 25 de dic. 2022								
sáb. 24 de dic. 2022								
vie. 23 de dic. 2022								
jue. 22 de dic. 2022								
mié. 21 de dic. 2022								
mar. 20 de dic. 2022								
lun. 19 de dic. 2022								
dom. 18 de dic. 2022								
sáb. 17 de dic. 2022								
vie. 16 de dic. 2022								
jue. 15 de dic. 2022								
mié. 14 de dic. 2022								
mar. 13 de dic. 2022								
lun. 12 de dic. 2022								
dom. 11 de dic. 2022								
sáb. 10 de dic. 2022								
vie. 9 de dic. 2022								
jue. 8 de dic. 2022								
mié. 7 de dic. 2022								

Nota. Elaboración propia

### Figura 5

Registro de historial de intervenciones.

INICIO		HISTORIAL SNX606										
VOLQUETA												
FECHA	N° ORDEN	UBICACIÓN	CONDUCTOR	KM	HOROMETRO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MECANICO	DESCRIPCIÓN	INSUMO	TIEMPO		
sáb. 31 de dic. 2022		SEGOVIA	DARIO SANCHEZ	1052	2025	SI	ANDRES PEREZ					
vie. 30 de dic. 2022												
jue. 29 de dic. 2022												
mié. 28 de dic. 2022												
mar. 27 de dic. 2022												
lun. 26 de dic. 2022												
dom. 25 de dic. 2022												
sáb. 24 de dic. 2022												
vie. 23 de dic. 2022												
jue. 22 de dic. 2022												
mié. 21 de dic. 2022												
mar. 20 de dic. 2022												
lun. 19 de dic. 2022												
dom. 18 de dic. 2022												
sáb. 17 de dic. 2022												
vie. 16 de dic. 2022												
jue. 15 de dic. 2022												
mié. 14 de dic. 2022												
mar. 13 de dic. 2022												
lun. 12 de dic. 2022												

Nota. Elaboración propia



**Figura 7**  
Formato de informe diario de flota vehicular.

VOLQUETA	MATERIAL	CANTIDAD DE VALDES	CANTIDAD AD TON.	TIPO DE CARGUE	CARGUE	DESCARGUE	Total material/día	Total mineral/día	Total remanejo/día	TOTAL mov día
SNX06	LIAM	13	254,3	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA	2594,4	0	93,8	2790,2
GDY785	LIAM	14	272,4	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	PEPAS				
GDZ258	LIAM	6	117,8	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
TMX222	LIAM	13	254,3	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
SOI880	LIAM	2	38,7	REMANEJO	FILO DE HAMBRE	ALBUQUERQUE VIAS				
SMH290	LIAM	11	204,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
SBL308	LIAM	17	333,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	PEPAS				
JYN181	LIAM	1	18,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
JYN199	LIAM	1	14,1	REMANEJO	FILO DE HAMBRE	ALBUQUERQUE VIAS				
JYN199	LIAM	33	600,6	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	PEPAS				
GDY785	LIAM	15	294	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
USC776	LIAM	15	294	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
UAO426	LIAM	13	254,3	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
TMV538	LIAM	2	38,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
SBL308	LIAM	10	193,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
USC776	LIAM	2	38,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
TMV077	LIAM	6	117,8	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
XMD256	LIAM	8	153,8	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				

CONTROL DE TONELADAS							Total material/día	Total mineral/día	Total remanejo/día	TOTAL mov día
SNX06	LIAM	13	254,3	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA	2594,4	0	93,8	2790,2
GDY785	LIAM	14	272,4	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	PEPAS				
GDZ258	LIAM	6	117,8	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
TMX222	LIAM	13	254,3	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
SOI880	LIAM	2	38,7	REMANEJO	FILO DE HAMBRE	ALBUQUERQUE VIAS				
SMH290	LIAM	11	204,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
SBL308	LIAM	17	333,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	PEPAS				
JYN181	LIAM	1	18,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
JYN199	LIAM	1	14,1	REMANEJO	FILO DE HAMBRE	ALBUQUERQUE VIAS				
JYN199	LIAM	33	600,6	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	PEPAS				
GDY785	LIAM	15	294	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
USC776	LIAM	15	294	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
UAO426	LIAM	13	254,3	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
TMV538	LIAM	2	38,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
SBL308	LIAM	10	193,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
USC776	LIAM	2	38,7	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
TMV077	LIAM	6	117,8	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
XMD256	LIAM	8	153,8	C EFECTIVO	FILO DE HAMBRE	BOTADERO ANA				
<b>ACUMULADOS TOTAL</b>							41419	0	3593,6	45.002,60

Nota. Elaboración propia

En el informe diario se agrega el gráfico de viajes por día realizado por cada volqueta para que se pueda visualizar mejor la información.

**Figura 8**  
Horas trabajadas mensualmente flota vehicular.

VOLQUETAS	MARZO					
	HORAS	#VIAJES	MINERAL	ESTERIL	REMANEJO	DIAS TRABAJADOS
SNX06	108	254,00	0	4449,2	529,2	28
GDY785	94	239	23,8	4155,2	509,6	26
GDZ258	46	112	0	1979,6	78,4	21
TMX222	0	0	0	0	0,0	1
JYN181	116	194	0	3782,8	19,6	22
JYN199	128	289	0	5096	163,8	29
USC776	63	130	0	2489,2	58,8	17
XMD256	105	236	294	4214	117,6	27
UAO426	34	58	0	862,4	274,4	14
SBL308	112	247,5	0	4733,4	117,6	20
SMH290	18	28	0	548,8	0,0	2
SOI880	91	150	0	2842	98,0	27
TMV538	0	0	0	0	0,0	11
<b>ΣTOTAL</b>	<b>806</b>	<b>1759,5</b>	<b>317,8</b>	<b>31761,8</b>	<b>1869</b>	<b>205</b>

Nota. Elaboración propia

Algo que se observa por parte vehículo-conductor en la recolección de datos es un uso excesivo y descuidado del equipo por realizar horas compensando los tiempos muertos llevando a la falla y generando lapsos prolongados de tiempos muertos.

**Figura 9**

*Gráfico de barras de horas acumuladas.*



Nota. Elaboración propia

La empresa Multiplica Ingeniería y Logística realiza cambio de filtros basado en horas horómetro del equipo cada 250 a 300h y con el plan de mantenimiento preventivo se le anexarían las actividades ya descritas anteriormente,

**Figura 10**

*Control de horas para cambio de filtros.*

MULTIPLICA		Control de cambio de aceite Volquetas Multiplica				
VOLQUETAS						
Equipo	ESTADO	Fecha Cambio de Aceite anterior	Horómetro del último cambio	Horómetro Actual	HORAS ACTUALES	RESTANTES PARA CAMBIO
SNK606	Activo	miércoles, 23 de marzo de 2022	13668	13711	43	✓ 207
GDY785	Activo	domingo, 20 de febrero de 2022	3274	3573	299	✗ -49
GDZ258	Activo	sábado, 26 de marzo de 2022	2069	2080	11	✓ 239
XMD256	Activo	viernes, 10 de marzo de 2022	565	759	194	✓ 56
JNY181	Activo	martes, 22 de febrero de 2022	1221	1454	233	⚠ 17
USC776	Activo	viernes, 10 de febrero de 2022	2207	2461.00	254	✗ -4
JNY199	Activo	domingo, 20 de marzo de 2022	1759	1839	80	✓ 170
UAO426	Activo	sábado, 12 de febrero de 2022	13205	13371	166	✓ 84
TMX222	Activo	viernes, 14 de enero de 2022	1209	1358	149	✓ 101

Nota. Elaboración propia



Debido al lugar de ubicación donde se encuentran las volquetas los insumos necesarios para realizar estos cambios de filtros se dificultan y se retrasan, limitados por el espacio de almacenamiento de otros elementos de la maquinaria pesada pese a ello también se resalta que hay repuestos o elementos que no tiene uso que ocupan espacio innecesario.

## **6 Conclusiones**

Con la recopilación de información se logra establecer actividades necesarias para realizar un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa Multiplica Ingeniería y Logística. La retroalimentación de la base de datos con el registro de fallas a través de las ordenes de trabajo permitirán cuantificar por medio de los indicadores de mantenimiento la funcionalidad de la gestión del mantenimiento preventivo y una vez se establezca se podrá definir aquellos elementos esenciales en el almacén que aún no han sido incluidos reduciendo costos y lapsos prolongados de tiempos sin disponibilidad de servicio.

Se hace necesario tener un orden en la entrega de la información por parte del conductor-equipo de mantenimiento (Mecánicos) y supervisor dado que es fundamental para poder evaluar la gestión del mantenimiento preventivo. Así como también una formalización en la entrega del equipo cuando se cambia de conductor donde se verifique en que estado se encuentra. Finalmente se logra establecer una programación para realizar actividades para el plan de mantenimiento preventivo basados en el kilometraje de cada equipo, pero que se deberá acoplar a los mantenimientos de la otra maquinaria que tiene la empresa Multiplica Ingeniería y Logística.

## Referencias

- BUELVA DIAZ, Camilo Ernesto y MARTINEZ FIGUEROA, Kevin Jair, ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARÍA PESADA DE LA EMPRESA L&L. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero mecánico. Barranquilla: FACULTAD DE INGENIERÍAS. PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA, 2014, 10 [Consultado: 18 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1>
- FRANCO MARULANDO, Raúl Alberto, PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA VEHÍCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE CABAL. Trabajo de investigación Formativa. Pereira: FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA. PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA, 2017. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/a2eeb639-0172-443b-b844-225c9a903a05/content>.
- PEREZ CASTILLO, Carlos Gabriel y SALGADO ORDOÑEZ, Galo Mauricio, “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO PARA EQUIPO PESADO Y MOTORES FUERA DE BORDA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN COLTA CON LA UTILIZACIÓN DE UN SOFTWARE. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero automotriz. Riobamba: FACULTAD DE MECANICA. FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, 2012. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2306/1/65T00059.pdf>
- PACHECO ANDRADE, Erick Ramiro y SANCHEZ CALLE, Cristian Fernando, “PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO MAQUINARA PESADA Y EQUIPO CAMINERO DEL GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE LIMON INDANZA. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero mecánico automotriz. Cuenca: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA. CARRERA DE INGENIERÍA MECANCA AUTOMOTRIZ, 2018. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16641/1/UPS-CT008069.pdf>
- RUBIO PACHECO, Willian Alfonso, “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA FLOTA DE MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS ADMINISTRATIVOS DEL MUNICIPIO DE MOTAVITA. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico. Tunja : UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SECCIONAL DE TUNJA, FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA, 2019. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/19188>