



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS Y SISTEMATIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO DEL GOBIERNO
AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO”**



AUTOR: Jorge Luis Túquerres Lema
DIRECTOR: Ing. Fausto Eduardo Tapia Gudiño Msc.

Ibarra-Ecuador

2024

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ibarra, 05 de septiembre de 2024

Ing. Fausto Eduardo Tapia Gudiño Msc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



.....
ING. FAUSTO EDUARDO TAPIA GUDIÑO Msc.

C.C.:1007251351.....



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1725315178		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Túquerres Lema Jorge Luis		
DIRECCIÓN:	Tabacundo, calle Bolívar y 1ro de Mayo		
EMAIL:	jltuquerresl@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2365355	TELÉFONO MÓVIL:	0991632708

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Análisis y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo.
AUTOR (ES):	Túquerres Lema Jorge Luis
FECHA:	02/10/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Fausto Eduardo Tapia Gudiño Msc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 02 días del mes de octubre de 2024

EL AUTOR:

Jorge Luis Túquerres Lema

DEDICATORIA

A mis dos madres, Margarita Lema y Rosita Cuascota, que pese a las circunstancias nunca han dejado de creer en mí, quienes me han enseñado que con perseverancia, dedicación y esfuerzo se puede cumplir cualquier objetivo.

A mi amada hija Valeria, quien ha sido fuente de inspiración para no desmayar en aquellos momentos donde las cosas se tornaron difíciles.

Finalmente, a todos los miembros de mi familia que de cualquier manera han sido parte de este proceso.

Por todo su apoyo he logrado obtener el título de Ingeniero Automotriz, gracias a todos.

RESUMEN

Este proyecto de investigación se ha centrado en la instauración de una nueva alternativa de plan de mantenimiento preventivo tanto de maquinaria, equipo pesado y vehículos livianos pertenecientes al GAD. del cantón Pedro Moncayo y su respectiva sistematización. Puesto que en la actualidad carece de un plan de mantenimiento eficiente, que garantice la gestión y la vida útil de cada una de las unidades. Como punto de inicio se procede a la verificación del estado actual de las unidades, donde se puede evidenciar que el 9% se encuentra en estado bueno, el 78% mantiene se mantiene en condiciones regulares y el 13% en malas condiciones. Seguidamente, el análisis del plan de mantenimiento actual que lleva la maquinaria y equipo pesado es sometido a revisión. Tomando como referencia que se realiza más mantenimientos correctivos, se procede a realizar planes de mantenimientos preventivos de cada unidad basados en el estado actual de las mismas y tomando como base los planes de mantenimiento que ofrecen los fabricantes. Después del análisis de plan de mantenimiento actual y la creación de nuevos planes de mantenimiento se procede a la creación del software que permitirá sistematizar el control del plan de mantenimiento de todas las unidades, este sistema consta de 4 módulos: personal, planes, flota vehicular y costos, es importante mencionar que cada uno de los módulos se desglosa en nuevos submódulos que permiten mejorar el control de los mantenimientos preventivos, adicionalmente se creó un manual del sistema que facilite la administración del software. Finalmente, para analizar los cambios generados, se realiza la obtención de costos de mantenimientos 5 meses antes y 5 meses después, con los datos obtenidos se consiguió una reducción de costos por mantenimiento de 12930.08 \$ es decir un 14.37%.

Palabras clave:

- **Mantenimiento:** Conjunto de acciones destinadas a preservar, reparar y optimizar el funcionamiento de sistemas, equipos, infraestructuras y componentes para asegurar su operatividad, eficiencia y seguridad.
- **Apache NetBeans:** Entorno para el desarrollo de aplicaciones en lenguaje de programación Java. Su particularidad es su gratuidad y facilidad de administración.
- **Java:** Versátil en la programación orientada a objetos, amigable con diferentes lenguajes de programación es decir que su lenguaje es utilizado de forma universal.
- **Sistematización:** Proceso de organizar, estructurar y analizar información, datos o procesos de manera sistemática y metódica para facilitar su comprensión, evaluación y uso.

ABSTRACT

This research project has focused on the establishment of a new alternative preventive maintenance plan for machinery, heavy equipment and light vehicles belonging to the GAD of the Pedro Moncayo canton and its respective systematization. Since it currently lacks an efficient maintenance plan that guarantees the management and useful life of each of the units. As a starting point, the current state of the units is verified, where 9% are in good condition, 78% are in regular condition and 13% are in poor condition. Next, the analysis of the current maintenance plan for machinery and heavy equipment is subject to review. Considering that more corrective maintenance is being performed, preventive maintenance plans for each unit were developed based on their current state and the maintenance plans provided by the manufacturers. After analyzing the current maintenance plan and creating new maintenance plans, software was developed to systematize the control of the maintenance plan for all units. This system consists of four modules: personnel, plans, vehicle equipment, and costs. It's important to mention that each module has several divisions into new submodules that improve the control of preventive maintenance. Additionally, a manual system was created to facilitate the software management. Finally, to analyze the changes generated, maintenance costs were checked for 5 months before and 5 months after the implementation. The information obtained showed a reduction in maintenance costs of \$12,930.08, equivalent to 14.37%.

Keywords:

- **Maintenance:** A set of actions aimed at preserving, repairing, and optimizing the operation of the systems, equipment, infrastructures, and components to ensure their operability, efficiency, and safety.
- **Apache NetBeans:** Environment for the development of applications in the Java programming language. Its particularity is its free and easy administration.
- **Java:** Versatile in object-oriented programming, friendly with different programming languages, meaning that its language is used universally.
- **Systematization:** The process of organizing, structuring, and analyzing information, data, or processes in a systematic and methodical manner to facilitate their understanding, evaluation, and use.

LISTA DE SIGLAS

GMAO. Gestión del Mantenimiento Asistido por Computador.

GAD. Gobierno Autónomo Descentralizado.

UNE. Una Norma Española.

EN. Norma Europea.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	xiv
Problema de investigación.....	xv
Justificación.....	xv
Objetivos.....	xvi
Objetivo general	xvi
Objetivos específicos.....	xvi
Alcance	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO	1
1.1 Desarrollo del mantenimiento a través del tiempo	1
1.2 Importancia del mantenimiento	2
1.3 Tipos de mantenimiento	2
1.3.1 Mantenimiento correctivo.....	2
1.3.2 Mantenimiento preventivo.....	3
1.3.3 Mantenimiento predictivo.....	4
1.3.4 Mantenimiento proactivo.....	4
1.4 Costos de trabajo de la maquinaria.....	4
1.5 Maquinaria y equipo pesado.....	5
1.6 Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)	8
1.6.1 Objetivo del sistema GMAO	9
1.6.2 Beneficios del sistema GMAO.....	9
1.6.3 Requerimientos para la implantación de un sistema GMAO	11
1.7 Java.....	11
1.8 Apache NetBeans	12
CAPÍTULO II.....	13
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 Materiales	13
2.2 Proceso metodológico	13
2.3 Estado actual de la flota vehicular.....	14

2.3.1	Flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo.....	14
2.3.2	Clasificación de la flota del GAD del Cantón Pedro Moncayo según su función.....	16
2.3.3	Codificación de la flota vehicular del GAD del cantón pedro moncayo.	16
2.3.4	Listado de la flota vehicular del GAD del Cantón Pedro Moncayo.....	18
2.3.5	Listado de vehículos livianos del GAD del Cantón Pedro Moncayo.....	20
2.3.6	Criterios para evaluar el estado de la maquinaria y equipo pesado.....	21
2.4	Procedimiento del mantenimiento actual de la flota.	28
2.4.1	Área que conforma la mecánica del GAD del cantón Pedro Moncayo...	31
2.5	Elaboración de planes de mantenimiento preventivo.....	33
2.5.1	Plan de mantenimiento preventivo de vehículos livianos.	33
2.5.1.1	Tiempo para realizar la revisión diaria de un vehículo liviano.	35
2.5.1.2	Actividades del plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos livianos.	36
2.5.1.3	Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos livianos.....	38
2.5.2	Plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado ...	40
2.5.2.1	Plan de mantenimiento preventivo genérico del equipo pesado.	40
2.5.2.2	Tiempo para realizar la revisión diaria del equipo pesado.	41
2.5.2.3	Actividades del plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos pesados	42
2.5.2.4	Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos pesados	43
2.5.2.5	Plan de mantenimiento preventivo genérico de la retroexcavadora	45
2.5.2.6	Plan de mantenimiento preventivo genérico del rodillo.....	47
2.5.2.7	Plan de mantenimiento preventivo genérico del tractor oruga.....	51
2.5.2.8	Plan de mantenimiento preventivo genérico del cargador frontal.....	55
2.5.2.9	Plan de mantenimiento preventivo genérico de la motoniveladora.....	59
2.5.2.10	Plan de mantenimiento preventivo genérico de la excavadora	64
2.6	Software de mantenimiento preventivo.....	68
2.6.1	Partes principales del software de mantenimiento preventivo.	68
2.6.1.1	Módulo de acceso a la página principal.	68
2.6.1.2	Módulo de la página principal.....	69
2.7	Estructura de costos de la flota vehicular.	70
2.7.1	Análisis de costos de mantenimiento	70

2.7.1.1	Costos fijos	70
2.7.1.2	Costos variables	70
2.7.1.3	Costo total.....	71
2.7.1.4	Relación de costo de mantenimiento preventivo y correctivo.....	71
2.7.1.5	Variación de costos totales	71
2.7.1.6	Reducción de costos totales de mantenimiento	71
2.7.2	Formulario de tratamiento de costos fijos y variables.....	72
CAPÍTULO III		76
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
3.1	Análisis del estado actual de la flota vehicular del GAD del cantón pedro moncayo.	76
3.1.1	Análisis del estado actual de los vehículos livianos	76
3.1.2	Análisis del estado actual del equipo pesado.....	77
3.1.3	Análisis del estado actual de la maquinaria pesada	78
3.2	Análisis de implementación de planes de mantenimiento preventivo.....	79
3.2.1	Aplicación de un Plan de mantenimiento preventivo completo	79
3.3	Análisis y descripción del software de mantenimiento preventivo	85
3.4	Costos de mantenimiento de la flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo	87
3.4.1	Costos de mantenimiento de la flota vehicular sin la implementación del software	88
3.4.2	Costos de mantenimiento de la flota vehicular con la implementación del software	89
3.4.3	Análisis comparativo de costos antes y después de la implementación del software	91
CAPÍTULO IV		92
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
4.1	Conclusiones.....	92
4.2	Recomendaciones	94
BIBLIOGRAFÍA		95
ANEXOS		100
	Anexo I	101
	Anexo II.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tendencias del mantenimiento.....	1
Figura 2	Ventajas del mantenimiento preventivo.....	3
Figura 3	Clasificación de la maquinaria y equipo pesado.....	5
Figura 4	Excavadora Frontal tipo oruga.....	6
Figura 5	Retroexcavadora CAT 430	6
Figura 6	Cargadora Frontal 950 GC.....	7
Figura 7	Rodillo compactador.....	7
Figura 8	Motoniveladora CAT SEM 919	8
Figura 9	Flujo de datos en el sistema GMAO	9
Figura 10	Requerimientos para la implantación de un sistema GMAO.....	11
Figura 11	Proceso metodológico del trabajo de investigación.....	13
Figura 12	Clasificación de la flota vehicular.....	15
Figura 13	Flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.....	15
Figura 14	Clasificación de la flota vehicular según su función.....	16
Figura 15	Partes sometidas a revisión.	22
Figura 16	Plantilla de calificación del estado actual de la flota vehicular.	23
Figura 17	Croquis de la ubicación de las áreas que conforma la mecánica.	32
Figura 18	Procedimiento de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo.	33
Figura 19	Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas.	47
Figura 20	Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas	57
Figura 21	Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas.	62
Figura 22	Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas.	66
Figura 23	Página inicial de acceso de un usuario.....	69
Figura 24	Página principal de acceso a todas las funciones.....	69
Figura 25	Ponderación porcentual del estado actual de la flota vehicular.	76
Figura 26	Estado actual de vehículos livianos.	77
Figura 27	Estado actual del equipo pesado.	77
Figura 28	Estado actual de la maquinaria pesada.....	78
Figura 29	Plantilla de calificación del estado actual de OP-EO-20	80
Figura 30	Análisis y descripción de botón Planes.....	85
Figura 31	Análisis y descripción del botón Flota vehicular.....	86

Figura 32 Análisis y descripción del botón Costos.	87
Figura 33 Costos de mantenimiento antes de la implementación del software.....	88
Figura 34 Costos de mantenimiento con la implementación del software.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de los costos de trabajo.....	5
Tabla 2	Veneficios del sistema GMAO.....	10
Tabla 3	Maquinaria o equipo pesado designado a obras públicas.....	18
Tabla 4	Maquinaria y equipo pesado designado a Gestión Ambiental.	19
Tabla 5	Vehículos livianos designados al departamento administrativo.....	20
Tabla 6	Porcentaje de importancia de actividades sometidas a revisión.	21
Tabla 7	Clasificación de satisfacción.	22
Tabla 8	Clasificación de las partes sometidas a inspección.	24
Tabla 9	Detalle de partes y actividades sometidas a revisión.....	25
Tabla 10	Cálculo de la prioridad global.	27
Tabla 11	Personal encargado de la Flota vehicular.	28
Tabla 12	Actividades para la revisión diaria de un vehículo liviano.....	34
Tabla 13	Tiempo para la revisión diaria de un vehículo liviano.	35
Tabla 14	Actividades del plan de mantenimiento preventivo de los vehículos livianos. ...	36
Tabla 15	Plan de mantenimiento genérico de vehículos livianos.....	39
Tabla 16	Actividades para la revisión diaria de vehículos pesados.	40
Tabla 17	Tiempo para la revisión diaria de un vehículo pesado.	41
Tabla 18	Actividades del plan de mantenimiento preventivo de vehículos pesados.....	42
Tabla 19	Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos pesados.....	44
Tabla 20	Actividades y tiempo para revisión diaria del tractor oruga.....	45
Tabla 21	Actividades del plan de mantenimiento preventivo de la retroexcavadora.	45
Tabla 22	Actividades y tiempo para revisión diaria del rodillo compactador.	48
Tabla 23	Actividades del plan de mantenimiento preventivo del rodillo compactador. ...	48
Tabla 24	Plan de mantenimiento genérico del rodillo compactador.	50
Tabla 25	Actividades y tiempo para revisión diaria del tractor oruga.....	51
Tabla 26	Actividades del plan de mantenimiento preventivo del tractor oruga.....	52
Tabla 27	Plan de mantenimiento preventivo genérico del tractor oruga.	54
Tabla 28	Actividades y tiempo para la revisión diaria del cargador frontal.....	55
Tabla 29	Actividades del plan de mantenimiento preventivo del cargador frontal.	55
Tabla 30	Plan de mantenimiento preventivo genérico del cargador frontal.....	58
Tabla 31	Actividades y tiempo para la revisión diaria de la Motoniveladora.	59
Tabla 32	Actividades del plan de mantenimiento preventivo de la motoniveladora.....	59

Tabla 33	Plan de mantenimiento preventivo genérico de la motoniveladora.....	63
Tabla 34	Actividades y tiempo para revisión diaria de la maquinaria y equipo pesado. ..	64
Tabla 35	Actividades del plan de mantenimiento preventivo de la retroexcavadora.	64
Tabla 36	Plan de mantenimiento preventivo genérico de la retroexcavadora.	67
Tabla 37	Estructura de costos.	73
Tabla 38	Actividades y tiempo de revisión diaria de la excavadora OP-EO-20	81
Tabla 39	Plan de mantenimiento preventivo de la excavadora OP-EO-20.	82
Tabla 40	Actividades del plan de mantenimiento preventivo excavadora OP-EO-20.	83
Tabla 41	Carta de lubricación de la excavadora oruga OP-EO-20.....	84
Tabla 42	Costo antes de implementación del software	89
Tabla 43	Costo total sin implementación del software.....	89
Tabla 44	Costo con implementación del software.....	90
Tabla 45	Costo total con Implementación del software	91
Tabla 46	Análisis comparativo antes y después de la implementación del software	91

INTRODUCCIÓN

La implementación y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo dentro de las instituciones gubernamentales del Ecuador han ido tomando gran importancia. Por este motivo diversos cantones han optado por su implementación. El costo/veneficio que trae la sistematización de un plan de mantenimiento preventivo es notable, además de ser un salto de lo rudimentario a la optimización de tiempo y costo. Tomando como antecedentes lo contextualizado se considera de mucha importancia la implementación de un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

El departamento de bienes y transporte del cantón actualmente maneja un sistema rudimentario donde el encargado de cada maquinaria y equipo pesado únicamente lleva fichas físicas del mantenimiento que se realiza. No se mantiene una planificación y programación con fechas específicas por equipo. Todo esto conlleva a elevar costos de mantenimiento y disminución de la disponibilidad de maquinaria y equipo pesado para trabajos dentro del territorio. Tomando en cuenta esta problemática, el desarrollo de este trabajo tiene como objetivo principal el análisis y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria, equipo pesado y vehículos livianos del GAD. del cantón de Pedro Moncayo.

El trabajo se ha distribuido en 4 capítulos. En el capítulo I “revisión bibliográfica” se detalla historia, conceptos y terminologías dentro del desarrollo de la investigación.

Dentro del siguiente capítulo “materiales y método”, se puntualiza los siguientes aspectos: detalle de la flota vehicular, proceso para la generación nuevos planes de mantenimiento preventivos para cada unidad, criterios a tomar en cuenta para la implementación del software y análisis de costos de mantenimiento antes y después de la implementación.

En el capítulo III “análisis de resultados” principalmente se detalla el estado actual de la maquinaria y equipo pesado, descripción de todas las funciones del software y el impacto que genere con su implementación.

En el capítulo IV se finaliza el trabajo en el departamento de bienes y transporte del GAD. del cantón Pedro Moncayo con las conclusiones y recomendaciones obtenidas.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los sistemas asistidos por un computador en la actualidad solucionan y facilitan un gran número de problemáticas en especial altos costos de mantenimiento y el instaurarlos en procesos tales como el mantenimiento preventivo facilitan el trabajo y la funcionalidad de la maquinaria y equipo pesado. Además, este tipo de maquinaria diariamente está sometida a trabajos forzados por prolongados horarios, es así como, se debe llevar un mantenimiento preventivo paulatino, ordenado y programado. Tomando esto como referencia, el GAD del cantón Pedro Moncayo únicamente cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo manual que necesita ser actualizado y además carece de un sistema computarizado (software) que garantice un correcto proceso de mantenimiento a los diferentes vehículos con los que se cuenta.

Un sistema de mantenimiento preventivo deficiente genera paradas no deseadas, haciendo así que las actividades ya programadas por cada una de las maquinarias sean realizadas por maquinarias de carácter particular generando así mayores gastos por contratación y en el peor de los casos suspender las actividades ya programadas por fallos mecánicos en la maquinaria asignada.

Formulación del problema a investigar.

¿Cuáles son los beneficios que se alcanzará con el análisis y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo de la flota vehicular del GAD del cantón de Pedro Moncayo?

JUSTIFICACIÓN

Considerando el plan de creación de oportunidades 2021-2025, en su eje de carácter social, objetivo 7: Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos sus niveles [1]. En su política 7.4: Fortalecer el sistema de Educación Superior bajo los principios de libertad, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, calidad y pertinencia; promoviendo la investigación de alto impacto [1].

Tomando en cuenta el apartado anterior, la presente investigación pretende reorganizar el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado del departamento de bienes y transporte del cantón Pedro Moncayo. Mediante una actualización del plan de mantenimiento preventivo y la inserción de un software especializado. De tal manera que mejore el rendimiento del departamento y permita el monitoreo paulatino de todas las

actividades que realice tanto la maquinaria como el equipo pesado. Garantizando así que la colectividad beneficiaria goce del uso permanente de toda la flota vehicular y la disminución del coste de mantenimiento.

OBJETIVOS

Es importante el desarrollo de los siguientes objetivos con la finalidad de inspeccionar, planificar e implementar nuevas herramientas al mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo.

OBJETIVO GENERAL

Análisis y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar el estado de la maquinaria y equipo pesado del GAD del cantón Pedro Moncayo.
- Planificar un correcto mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado del GAD del cantón Pedro Moncayo, de manera que garantice la funcionalidad máxima de cada equipo.
- Implementar un software que permita guardar cada uno de los parámetros importantes del mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado del GAD del cantón Pedro Moncayo.
- Evaluar los cambios ocurridos con la implementación del software en el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo pesado del GAD del Cantón Pedro Moncayo.

ALCANCE

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo y un software especializado. Tiene como finalidad mejorar el rendimiento del departamento de bienes y transporte del cantón Pedro Moncayo, permitiendo realizar un seguimiento oportuno a cada una de las maquinarias y equipo pesado del GAD del cantón Pedro Moncayo.

El plan de mantenimiento preventivo será especializado para cada tipo de marca de vehículo, tomando en cuenta las recomendaciones que ofrece cada fabricante. Todos los parámetros de importancia obtenidos serán guardados en un software especializado, el cual facilitará el tratamiento de la información para un correcto y eficiente mantenimiento preventivo.

Además, el cambio de modalidad de hojas de papel a un software especializado permitirá el almacenamiento de gran información mucho más ordenada y sin riesgos de perder dicha información. Agilitando así cada uno de los procesos de mantenimiento preventivo de cada vehículo. Al finalizar la implementación del nuevo plan de mantenimiento y software, se evaluará el rendimiento de dichos sistemas para corroborar sus veneficios.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL TIEMPO

Según Martínez Vicente [2] el mantenimiento empieza su desarrollo desde el inicio de la actividad artesanal del hombre, asumiendo tareas básicas como sacar filo a sus cuchillas, reparación de utensilios entre otros. Es así como se asume que el mantenimiento a evolucionado junto con la actividad productora [3].

El término mantenimiento fue ideado en Estados Unidos a partir del año 1950, y a través del tiempo ha ido evolucionando [4]. Se optó por pensar que es un término que abarca funciones simples como la restauración de máquinas para garantizar el correcto funcionamiento hasta la definición actual de “Mantenimiento” [5]. Se pueden definir 4 generaciones claras en el proceso de la evolución del término mantenimiento, las cuales son:

Figura 1

Tendencias del mantenimiento.



Tomado de: DINA Ingeniería e Industria [6].

En la Figura 1 se esquematiza el desarrollo del mantenimiento, mismo se viene dando a partir de la revolución industrial hasta finales de la segunda guerra mundial, el mantenimiento que sobresale en esta generación es el correctivo, ya que únicamente se preocupaba en el arreglo del desperfecto. Además, también se tiene a finales de la segunda guerra mundial he inicios de los 80, una comparación entre la edad de los equipos y probabilidad de fallo es así como empieza a preponderar las actividades preventivas [6].

La tercera generación, toma importancia en los años 80, puesto que se empieza a realizar estudios de causas y efectos para poder descubrir el origen de posibles problemas generados. Se habla del mantenimiento predictivo como posible solución para encontrar problemas con rapidez, para que así el inconveniente no se vuelva irreparable o su vez el

costo de reparación sea mayor. La cuarta generación toma renombre a inicios de los años 90. Este mantenimiento es mucho más completo, es decir que, a través de una adecuada gestión del mantenimiento, aumenta la disponibilidad de tiempo de trabajo y la disminución de costos. De esta manera se logra identificar al mantenimiento como una fuente de veneficios, más no como en los primeros años, que se lo trataba como un mal necesario [6]. Finalmente, la quinta generación es la inserción de inteligencia artificial y aprendizaje autónomo, mismos que permiten un mantenimiento predictivo avanzado y autónomo, con pequeña intervención del hombre.

1.2 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

Es importante tomar en cuenta que el mantenimiento no solo se realiza con la finalidad de corregir un error. En la actualidad se ha ido introduciendo temas de gran relevancia como el costo del servicio, logrando establecer coordinación entre el estudio desde el punto de vista técnico y también la reducción del costo [7]. Es importante también saber que en la actualidad el mantenimiento conlleva el cumplimiento de:

- Prolongar vida útil del equipo.
- Reducir costos.
- Buen funcionamiento.
- Seguridad.
- Cuidado del medio ambiente.
- Evitar pérdidas de cualquier tipo.

1.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Es importante tener en cuenta el tipo de mantenimiento. Puesto que cada uno aborda actividades específicas para un correcto mantenimiento. Dentro de los más importantes están el correctivo, preventivo, predictivo y proactivo [8].

1.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

De acuerdo con la norma UNE-EN 13306, el mantenimiento correctivo está definido como el mantenimiento hecho después de la identificación de un problema y puesto este elemento en un estado donde permita desarrollar su función de manera eficiente [9].

Tiene como base fundamental la reparación de las averías en función de cómo se van originando. La persona destinada a informar cada una de las averías es el propietario o

persona que hace uso del elemento y el encargado de la reparación es el técnico de mantenimiento [10]. Las dificultades que presenta este tipo de mantenimiento es que únicamente el operario detecta la falla cuando se presenta la avería. Esto conlleva a que en diversas ocasiones el operario con el fin de mantener o aumentar el rendimiento del equipo o simplemente por desconocimiento no da parte del desperfecto hasta cuando la maquinaria queda inhabilitada y no le permita trabajar.

Es importante que el usuario tenga la capacidad de captar ruidos o fallas en el equipo para no llevar al límite la maquina y agravar el problema inicial, influyendo así en los costos de mantenimiento [11].

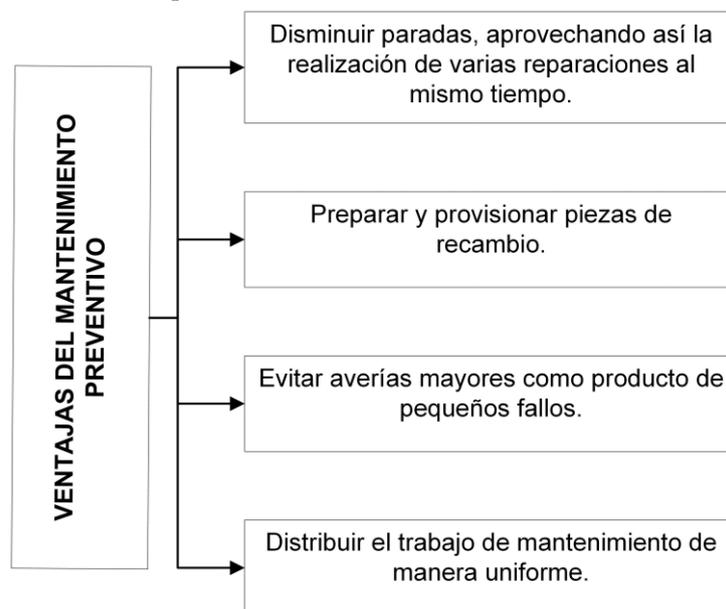
1.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La Norma UNE-EN 13306, establece al mantenimiento preventivo como un mantenimiento realizado en lapsos preestablecidos o de acuerdo con unos criterios predefinidos y destinado a reducir la probabilidad de fallo o envejecimiento de la función de un elemento [9].

La finalidad de este mantenimiento es conocer el estado actual del equipo y poder predecir cuándo es el momento oportuno de realizar un mantenimiento correctivo [7]. Las principales ventajas que muestra las podremos observar en el siguiente esquema:

Figura 2

Ventajas del mantenimiento preventivo



Tomado de: Gestión del mantenimiento industrial [7]

Dentro de la Figura 2 se tiene 4 puntos relevantes del mantenimiento preventivo, las mismas que tienen como finalidad principal, el ahorro en costes de mantenimiento.

Además, en este mantenimiento se ve necesario realizar un seguimiento para cada uno de los equipos, especificando técnicas de detección de anomalías y la frecuencia con las que suceden. Realizar este tipo de seguimientos conlleva gastos adicionales, pero sus costes son justificados ya que las anomalías se detectan antes de que las mismas se agraven [12].

Dentro de los métodos que utiliza el mantenimiento preventivo se tiene:

- Inspecciones visuales.
- Control de temperaturas.
- Correcta lubricación.
- Análisis de vibraciones.
- Control de golpes y roturas.
- Control de corrosión.

1.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se encarga de detectar la posibilidad de fallos en elementos a través del control de estos o de algunos de sus parámetros. Para especificar correctamente se puede tomar como ejemplo, el mantenimiento de grandes flotas vehiculares, donde se realizan análisis de los diferentes aceites (motor, caja de cambios etc.), los mismos que ayudarán a predecir averías en los diferentes sistemas y también puede prolongar el mantenimiento si los aceites están en buenas condiciones, ahorrando así costes [13].

1.3.4 MANTENIMIENTO PROACTIVO

Estrategia de mantenimiento cuya finalidad es identificar y corregir los fallos y deficiencias de la máquina para maximizar su operatividad. Actualmente la Norma UNE-EN 13306 no dispone de una definición específica para el mantenimiento proactivo [2].

1.4 COSTOS DE TRABAJO DE LA MAQUINARIA

Según Piqueras [14] coste es una valoración de todos los recursos para la obtención de objetivos y se pueden distribuir o clasificar de diferentes maneras.

De acuerdo con la Tabla 1 se especifica una de las clasificaciones más utilizadas en donde se considera como costos directos a gastos de combustible, personal, energía etc. Es decir, partes que ayuden al funcionamiento de la maquinaria e instalaciones, además de gastos de amortización y conservación. Por otro lado, se tienen gastos indirectos que van ligados con gastos de oficina, talleres, comedores, caminos de servicio y costes imprevistos.

Además, dentro de volumen del producto se encuentran costos fijos los cuales son gastos de inversión, seguros y conservación que se manejan independientemente del número de horas de uso de la maquinaria [15]. También, tenemos costos variables también denominados de utilización para el correcto funcionamiento de la maquinaria, aquí se encuentra reparaciones, mano de obra del operador, carburantes, lubricantes, transporte e instalaciones si se viese necesario.

Tabla 1

Clasificación de los costos de trabajo

Objetivo del coste	Volumen del producto
Directos	Fijos
Indirectos	Variables

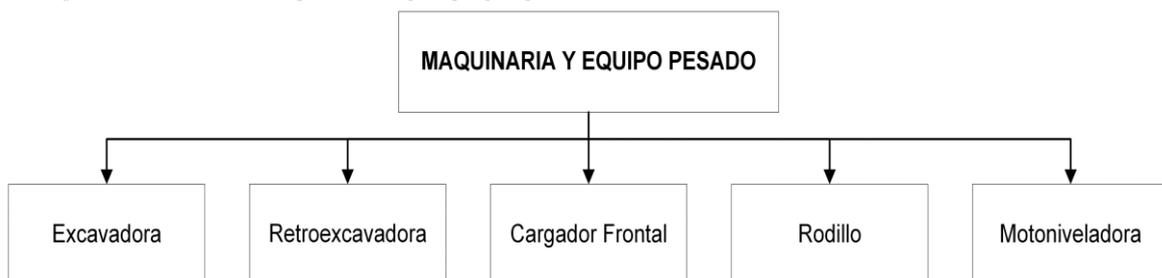
Nota: Coste producción y mantenimiento de maquinaria [14].

1.5 MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO

Se enfoca principalmente a minería y construcción de infraestructura vial debido a su gran utilidad para mover y cargar grandes masas de tierra [16]. La vida útil de la maquinaria y equipo pesado depende de la factibilidad de mantenimientos que presentan estos. Por consiguiente, es importante realizar mantenimientos preventivos y correctivos que mantienen la eficiencia del trabajo y la durabilidad de la maquinaria y equipo pesado [17].

Figura 3

Clasificación de la maquinaria y equipo pesado.



En la Figura 3 se muestra la clasificación de la maquinaria y equipo pesado perteneciente al GAD. del cantón Pedro Moncayo. Su función principal dentro del territorio es netamente a obra pública y están categorizadas básicamente como: excavadora, retroexcavadora, cargador frontal, rodillo y motoniveladora.

Figura 4
Excavadora Frontal tipo oruga



Tomado de: Trasca CAT [18].

En la Figura 4 se observa una excavadora, sus funciones principales son excavar, elevar, girar y descargar cualquier tipo de material. Tiene un giro de 360° y tren motriz puede ser por ruedas o cadenas. Posee un brazo la cual está unida a una cuchara, toma como punto de equilibrio su propia estructura [19].

Figura 5
Retroexcavadora CAT 430



Tomado de: Trasca CAT [18]

En la Figura 5 se tiene una retroexcavadora, la cual es una sinergia entre cargadora y frontal y excavadora con tamaños y capacidades menores. Conformada por una cuchara por la parte delantera y un brazo de excavadora por la parte trasera; compuesta por

estabilizadores que ayudan equilibrar el peso de la maquinaria al momento de su trabajo de excavación [19].

Figura 6

Cargadora Frontal 950 GC



Tomado de: Trasca CAT [18].

En la Figura 6 se puede observar un cargador frontal, su función principal es cargar de material a la maquinaria encargada del transporte de material. Esta maquinaria está equipada con cucharón, brazos de levante, torre y un contrapeso que soporta la carga. Existen dos tipos de cargadores frontales y su principal diferencia radica en la velocidad de traslado de material, puesto que el de ruedas mantiene mayor velocidad que el impulsado por tren de rodaje [16].

Figura 7 Rodillo compactador.

Rodillo compactador



Tomado de: Trasca CAT [18].

En la Figura 7 se observa un Rodillo compactador, cumple objetivos como: impactar, moldear y aplanar materiales, aumentando su densidad he igualado con la de otros materiales y así facilitando el trabajo. Están compuestos por uno o dos rodillos y propulsados únicamente por ruedas [20].

Figura 8
Motoniveladora CAT SEM 919



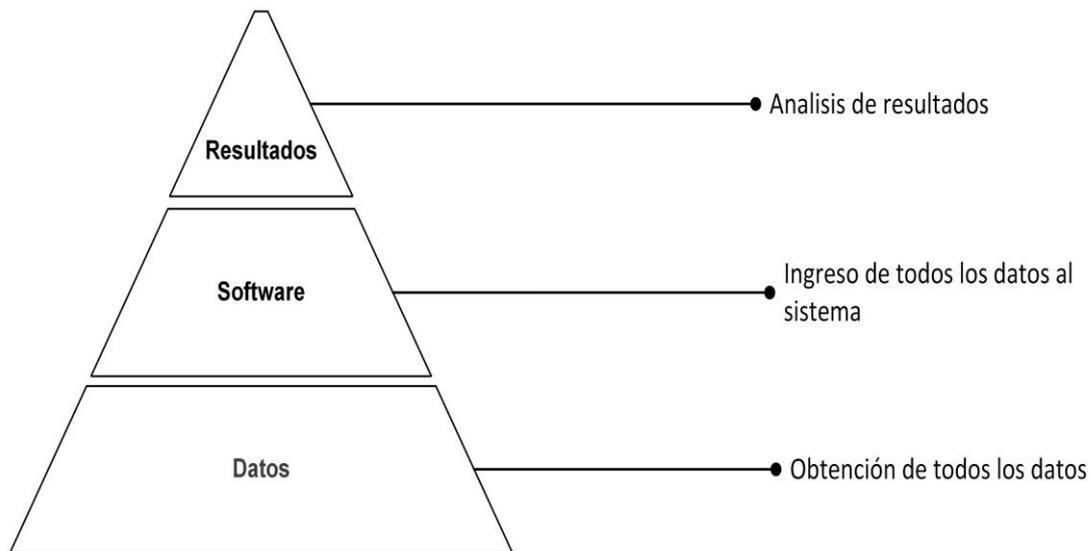
Tomado de: Tracsa CAT [18].

En la Figura 8 se observa una motoniveladora. Dentro de las funciones básicas que realiza la motoniveladora gracias a su accesorio incorporado (hoja niveladora) en la mitad de los dos ejes, están las de mover, extender y cortar materiales, la finalidad de estos trabajos es nivelar y alinear haciendo que la circulación sea mucho más amigable [20]. Propulsadas únicamente por ruedas.

1.6 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO)

GMAO es una herramienta con un sistema informático, que se especializa en la gestión del mantenimiento. Un programa de gestión de mantenimiento que facilita procesos no es sinónimo de resolución de problemas en la ejecución del mantenimiento. Más sin embargo es una base de datos que facilita el tratamiento de la información de la empresa, equipos, stock de repuestos entre otros [21].

Figura 9
Flujo de datos en el sistema GMAO



Tomado de: Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador [21].

El flujo de datos observado en la Figura 9 del sistema GMAO, consiste en la obtención de los datos a ser analizados y consecuentemente ingresados en el software encargado de procesar y utilizar de la manera que sea adecuada para finalmente realizar un análisis y verificar que el funcionamiento del software beneficie el mantenimiento preventivo de cada maquinaria y equipo pesado [22].

1.6.1 OBJETIVO DEL SISTEMA GMAO

La base del sistema GMAO es unificar y ordenar de manera más óptima la información de todas las actividades de mantenimiento para aumentar la fiabilidad y tenerla a disposición cuando sea necesaria [21].

1.6.2 BENEFICIOS DEL SISTEMA GMAO

Tiempos atrás el tratamiento de grandes cantidades de información era complicado, por esta razón, se ve necesario buscar herramientas que ayuden a la gestión de esta información. Con el pasar de las generaciones el hombre ha resuelto que la única manera es sistematizar esta información y así acceder en cualquier momento a la misma.

El beneficio de implementar un GMAO es centralizar la información en el departamento de mantenimiento, de esta manera, al producir cualquier cambio de personal, toda esta información ya sea trabajos por realizar, trabajos realizados, fallos entre otros [23]. Quedan en el departamento, garantizando el seguimiento de cada uno de los programas de mantenimiento sobre cada maquinaria.

Otro de los beneficios es la estandarización de procedimientos, permitiendo así obtener indicadores de los trabajos, permitiendo así saber si el mantenimiento se está o no realizando de manera efectiva. La implementación de estos sistemas supera por mucho la eficiencia de un sistema manual, puesto que reduce tiempos en lo que a tratamiento de información se trata. Con esto no se quiere decir que un sistema manual sea malo, simplemente que requiere de mayor esfuerzo para obtener buenos resultados [21]. La gran mayoría de profesionales que han implementado un buen software informático manifiestan mejoras en 4 áreas:

- Mejor rendimiento laboral.
- Control y ordenamiento de repuestos.
- Aumento de vida útil del activo.
- Equipos con mayor disponibilidad.

De acuerdo con la Tabla 2 donde se muestra otros de los beneficios del sistema GMAO, según Macían [21] los beneficios de un sistema GMAO se pueden dividir en tangibles e intangibles.

Tabla 2

Veneficios del sistema GMAO

VENEFICIOS DEL SISTEMA GMAO	
TANGIBLE	INTANGIBLES
Mayor productividad, su aumento se encuentra estimado en un 15 a 20%	Tiempos de compra de piezas y material reducido en 35%
Se reduce inventario de piezas y material en un 10 a 15 %.	Eficiencia de mano de obra aumenta
Costes de inventario se reduce en un 5 a 12 %.	Seguimiento de trabajo al empleador más eficiente.
Mayor vida útil de activos, aproximadamente del 10 a 20%.	Automatización de ordenes de trabajo de mantenimiento.
Se reduce el coste de inventario en un 5 a 12 %	

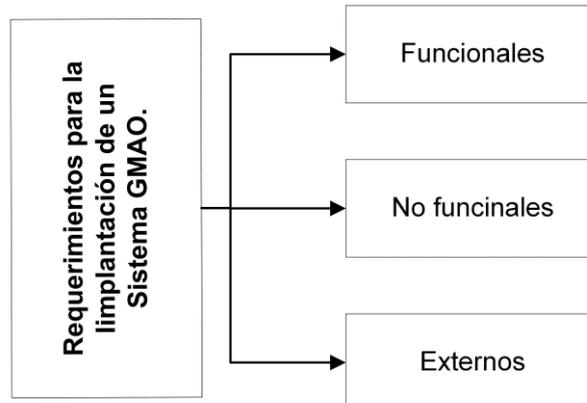
Fuente: Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador [21].

1.6.3 REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA GMAO

Describe todas las características del sistema deseado. Se debe establecer que quiere hacer el sistema omitiendo el cómo lograrlo, debido a que este procedimiento se realizará en el desarrollo y diseño del software [24].

Figura 10

Requerimientos para la implantación de un sistema GMAO



Tomado de: Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador [21].

Se identifica dentro de la Figura 10 los requerimientos funcionales, mismos que se entienden como los servicios que el sistema estará en la capacidad de realizar. Por otro lado, se tiene los requerimientos no funcionales que son aspectos propios del sistema como calidad, rendimiento, fiabilidad y tiempos de respuesta, es decir aspectos propios del sistema. Finalmente, los requerimientos externos se califican como aspectos que afectan de manera indirecta, dentro de estas están la compatibilidad con ciertos sistemas operativos hasta la instauración de leyes aplicables al producto [21].

1.7 JAVA

Es una plataforma informática de programación que viene trabajando desde 1994 por Sun Microsystems, se ha venido desarrollando en diversos en gran cantidad de países debido a su credibilidad y facilidad de uso, su principal objetivo es crear servicios y aplicaciones que agilicen el tratamiento de información [25]. En la actualidad los productos y nuevos servicios digitales tienen su base en Java. Una de las principales ventajas que proporciona este lenguaje de programación es su gratuidad tanto para uso personal y desarrollo de aplicaciones [26].

1.8 APACHE NETBEANS

Aplicación de código abierto, basado en lenguaje Java. Apache NetBeans facilita la creación de aplicaciones estructuradas basadas en diferentes módulos. Gracias a sus diferentes herramientas y facilidad de uso en la actualidad ha tomado gran popularidad y así ha fortalecido el desarrollo de diferentes funciones independientemente [27].

CAPÍTULO II

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

Para la creación y diseño del software que será utilizado en el Análisis y Sistematización del plan de mantenimiento preventivo del GAD. del cantón Pedro Moncayo se utilizó una laptop de 11th Generación Intel Core i5, de 8 Gb de RAM, sistema operativo de 64 bits y tarjeta gráfica Envidia Geforce RTX.

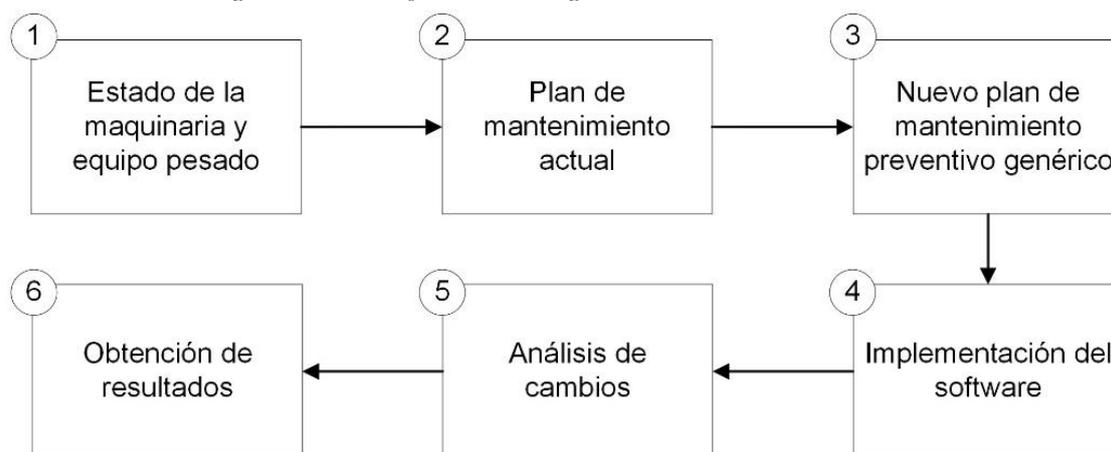
2.2 PROCESO METODOLÓGICO

Para el desarrollo metodológico, que tiene como objetivo el “Análisis y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria, equipo pesado y parte de vehículos livianos del GAD. del cantón Pedro Moncayo” se utilizó un proceso metodológico de tipo mixto, donde su principal función es utilizar evidencias o datos de tipo numérico, verbales, textuales, visuales y de otras clase [28].

Tomando en cuenta el tipo de metodología a continuación se establece el proceso a desarrollar en el departamento de bienes y transporte.

Figura 11

Proceso metodológico del trabajo de investigación.



El proceso metodológico de la Figura 11 está distribuido en 6 partes, las cuales permitieron llevar una investigación ordenada y satisfactoria. Como primer apartado se tiene la verificación del estado de la maquinaria y equipo pesado, dentro de este tópico fue fundamental crear una base de datos de todo el equipo pesado a través de formularios

de diagnóstico y establecer en qué estado se encuentran. Para lo cual, es fundamental adquirir datos tales como: marca, modelo, placa, número de motor, número de chasis, estado y codificación.

Como segunda parte se ejecuta el desarrollo del análisis del plan de mantenimiento actual que lleva el GAD. de Pedro Moncayo en su flota vehicular, con la finalidad de identificar problemas y fortalecer la forma de llevar el mantenimiento preventivo actual.

La tercera parte consistió en la creación nuevos planes de mantenimiento preventivo personalizados para cada equipo, tomando como base los manuales técnicos de los fabricantes.

Dentro de la cuarta fase se implementó un software. Para el caso del GAD del Cantón Pedro Moncayo, la herramienta a utilizar es NetBeans, junto a la librería JDK (Java Development Kit). Información tal como: historial de la flota vehicular, nuevos planes de mantenimiento, Ordenes de trabajo, recordatorios entre otros. Se almacenó dentro de este software con la finalidad de reforzar esta base de datos.

Para finalizar, es importante obtener datos de costos y veneficios que ha producido el implementar un plan de mantenimiento preventivo en el GAD del Cantón Pedro Moncayo. Es así como se debe hacer un análisis exhaustivo del funcionamiento antes y después de cada maquinaria y equipo pesado y el nuevo rendimiento que las mismas producen.

2.3 ESTADO ACTUAL DE LA FLOTA VEHICULAR.

Fue fundamental aplicar una metodología de tipo cualitativo para todo el análisis de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo. A través de encuestas, análisis de documentos y trabajo de campo. La obtención de todos estos datos fue realizada en las diferentes áreas donde se encuentran ubicados los equipos. Esta información es importante para el departamento de bienes y transporte del GAD. del cantón Pedro Moncayo para conocer el estado actual de la maquinaria y equipo pesado, puesto que ayuda a mantener aspectos como seguridad, eficiencia operativa, costos, cumplimiento de normativa y preservación de imagen dentro de la municipalidad.

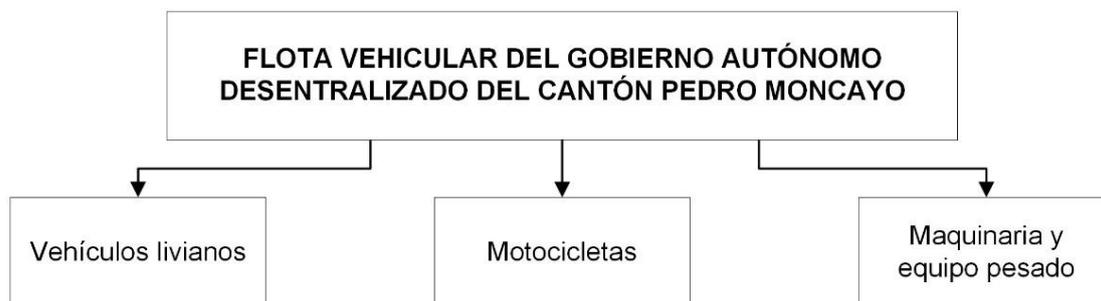
2.3.1 FLOTA VEHICULAR DEL GAD DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO

Inspeccionar la existencia de toda la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo fue imperante dentro de la investigación, puesto que se debe analizar el número de

máquinas que serán evaluadas, el modo de clasificación y su correspondiente codificación. De esta manera se llevará un orden lógico de revisión, implementación de planes de mantenimiento e implementación de software.

Figura 12

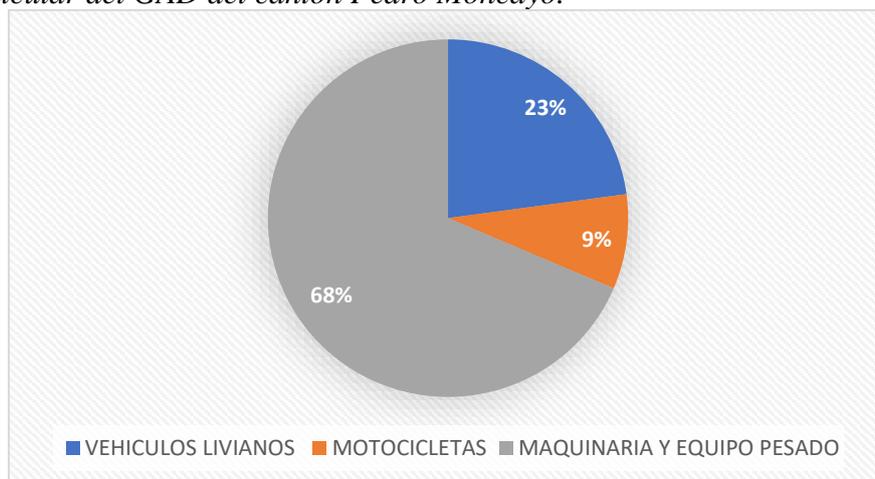
Clasificación de la flota vehicular.



La flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo se muestra en la Figura 13. Todas las unidades se encuentran distribuidas en diferentes tareas dentro de ellas están: obras públicas, gestión ambiental y administrativo.

Figura 13

Flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo.



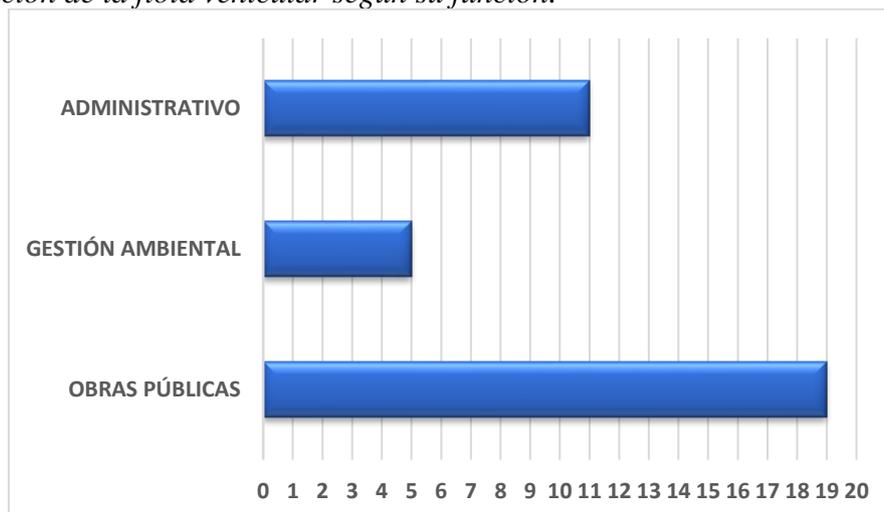
En la Figura 13 se puede observar que maquinaria y equipo pesado abarca un 68%, vehículos livianos un 23% y motocicletas un 9%. Es así como la presente investigación se realizó sobre el 91% de la flota vehicular del cantón Pedro Moncayo (vehículos livianos, maquinaria y equipo pesado).

2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LA FLOTA DEL GAD DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO SEGÚN SU FUNCIÓN.

Las funciones que se ha designado a la flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo se encuentran divididas principalmente en: obras públicas, gestión ambiental y administrativo.

Figura 14

Clasificación de la flota vehicular según su función.



En la Figura 14 se muestra la clasificación que se ha otorgado a la flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo, teniendo así 11 unidades en administrativo, 5 unidades en gestión ambiental y 19 unidades en obras públicas.

2.3.3 CODIFICACIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.

Con la finalidad de mantener un orden lógico y encontrar con rapidez los equipos de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo, se aplicó codificación de tipo industrial, misma que se subdivide en funcional y no funcional [29].

Específicamente se ha utilizado codificación de tipo no funcional, la cual se utiliza en empresas o entidades con limitado número de equipos. Este tipo de codificación es muy simple. Para su codificación se utiliza caracteres alfanuméricos de 6 o menos dígitos. Este tipo de codificación también es utilizada principalmente para identificar, inventariar y ejecutar el mantenimiento de los equipos [29].

Codificación de tipo no funcional que mantiene 6 caracteres:

XX – YY – ZZ [2.1]

Donde:

XX: A donde está designada la máquina.

YY: Iniciales del nombre del equipo.

ZZ: Número de equipo.

También el tipo de codificación se la puede hacer de manera más sencilla, reduciendo el número de caracteres alfanuméricos de 6 a 4. Hay que tomar en cuenta que al reducir el número de caracteres se reduce la fiabilidad de la codificación [30]. A continuación, se tiene la estructura con 4 caracteres alfanuméricos:

XX – ZZ [2.2]

Donde:

XX: A donde está designada la máquina.

ZZ: Número de equipo.

La flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo no supera las 40 unidades. Por este motivo se ha utilizado el tipo de codificación no funcional de 4 dígitos, en este caso la codificación mencionada simplifica y facilita el ingreso de información y obtención de parámetros de codificación.

Además, las unidades de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo están designadas a tres áreas específicas las cuales son:

- Obras Públicas
- Gestión ambiental
- Administrativo

Tomando en cuenta los anteriores parámetros la codificación de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo se estableció:

OP – 01 [2.3]

Donde:

OP: Obras Públicas.

01: Número de equipo

GA – 01 [2.4]

Donde:

GA: Gestión ambiental.

01: Número de equipo.

A – 01

[2.5]

Donde:

A: Administrativo.

01: Número de equipo.

2.3.4 LISTADO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.

Se observa en la Tabla 3, que el GAD del cantón Pedro Moncayo cuenta con 19 máquinas designadas a obras públicas, dentro de ellas están 6 volquetas, 1 tractor oruga, 3 retroexcavadoras, 2 motoniveladoras, 2 excavadoras, 1 cargador frontal, 2 rodillos, 1 cabezal y 1 tanquero.

Tabla 3

Maquinaria o equipo pesado designado a obras públicas.

Maquinaria y equipo pesado (Obras públicas)					
Código	Tipo de vehículo	Marca	Placa	Modelo	Año
OP-V-01	Volqueta	Nissan	PMG0002	PKC212EHLB	2007
OP-V-02	Volqueta	Nissan	PMG0004	PKC212EHLB	2007
OP-V-04	Volqueta	Nissan	PMG0059	PKC212EHLB	2011
OP-R-06	Retroexcavadora	Case	S/P	580M	2000
OP-TO-07	Tractor Oruga	Caterpillar	S/P	D6D	1981
OP-R-08	Retroexcavadora	JCB	7.2-17-002261	3C	2007
OP-M-09	Motoniveladora	Galión	S/P	830B	2002
OP-EO-10	Excavadora oruga	JCB	7.1-17-002179	200LC	2010
OP-CF-11	Cargadora frontal	JCB	4.0-17-002178	426ZX	2010
OP-R-12	Rodillo	JCB	S/P	VM115D	2010
OP-V-14	Volqueta	Hino	PMA7440	GH8JGSD AC 7.0	2017
OP-V-15	Volqueta	Hino	PMA7438	GH8JGSD AC 7.0	2017

Tabla 3*Maquinaria y equipo pesado designado a obras públicas (Continuación...)*

OP-V-16	Volqueta	Hino	PMA7437	GH8JGSD AC 7.0	2017
OP-T-17	Tanquero	Hino	PMA7441	GH8JMSA AC 7.0	2017
OP-C-18	Cabezal	Hino	PMA7439	SS1EKSA	2017
OP-R-19	Retroexcavadora	Hyundai	7.2-17- 002231	H940C	2016
OP-EO-20	Excavadora Oruga	Hyundai	7.1-17- 002225	R220LC-9S	2016
OP-R-21	Rodillo	Hyundai	8.2-17- 002224	HR120C-9	2016
OP-M-22	Motoniveladora	Case	6.0-17- 002232	845B	2016

En la Tabla 4 se puede observar que el GAD del cantón Pedro Moncayo cuenta con 5 máquinas designadas a gestión ambiental, dentro de ellas están 2 camiones, 2 recolectores y 1 tractopodador.

Tabla 4*Maquinaria y equipo pesado designado a Gestión Ambiental.*

Maquinaria y Equipo pesado (Gestión ambiental)					
Código	Tipo de vehículo	Marca	Placa	Modelo	Año
GA-C-01	Camión	Hyundai	PMG0016	HD72 chasis 3.9 TCI TM	2006
GA-C-02	Camión	Hyundai	PMG0017	HD72 chasis 3.9 TCI TM	2006
GA-R-03	Recolector	Internacio nal	S/P	DT466E 4700	2002
GA-R-04	Recolector	Nissan	IMA1288	PKC212EHLB 6.9 2P 4*2 TM	2015
GA-TP-05	Tractopodador	John Deere	S/P		2018

2.3.5 LISTADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GAD. DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.

Se puede apreciar dentro de la Tabla 5 que el GAD del cantón Pedro Moncayo cuenta con 8 vehículos livianos, las cuales están designadas al departamento administrativo. Dentro de ellas se encuentran 2 Jeep y 6 camionetas.

Tabla 5

Vehículos livianos designados al departamento administrativo.

Vehículos livianos (Administrativo)					
Código	Tipo de vehículo	Marca	Placa	Modelo	Año
A-J-01	Jeep	Suzuki	PMA1116	SZ next 2.4 5p 4x4 TM	2015
A-CA-02	Camioneta	Chevrolet	PMA1115	D-MAX CRDI AC3.0 CD 4X2	2015
A-CA-03	Camioneta	Chevrolet	PMA1114	D-MAX CRDI AC3.0 CD 4X2	2015
A-CA-04	Camioneta	Chevrolet	PMA1117	D-MAX CRDI AC3.0 CD 4X2	2015
A-CA-05	Camioneta	Chevrolet	PMG0054	Luv C/D v6 4x4 TM	2002
A-CA-07	Camioneta	Mazda	PMG0001	B200 C/D B2200	2007
A-J-09	Jeep	Chevrolet	PEI1008	Vitara 4x4 3P	2013
A-CA-12	Camioneta	Great Wall	IMA1587	POER AC 2.0 CD 4X4 TM DIESEL	2024

2.3.6 CRITERIOS PARA EVALUAR EL ESTADO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO.

La evaluación se realizó con el personal técnico encargado y operador de cada máquina de la flota vehicular del GAD del cantón Pedro Moncayo. El método de verificación del estado actual fue inspección visual.

Además, para obtener un análisis cuantitativo del estado actual de la flota vehicular del GAD, del cantón Pedro Moncayo se utilizó un modelo lineal y estadístico denominado “Scoring”, que tiene sus inicios en el año 1936 [31]. Adoptado principalmente por entidades financieras que buscaban reducir riesgo de pérdidas económicas. En la actualidad este modelo es utilizado por más entidades relacionadas a marketing, publicidad, aseguradoras de vehículos, agencias gubernamentales entre otras [32].

El modelo Scoring se rige a 5 pasos fundamentales y están detallados en función de la necesidad y datos que tiene el presente trabajo de investigación [33].

Como primer paso es la asignación de una ponderación a cada una de las partes o sistemas que se sometieron a revisión. Los elementos sometidos a ponderación en la presente investigación son: parte mecánica, parte interna, parte externa y historial del vehículo. Es importante mencionar que el porcentaje que se asigna a cada actividad está basado en función de los criterios del personal técnico encargado de la Flota vehicular del GAD, del cantón Pedro Moncayo.

En la Tabla 6 se puede observar la ponderación a cada una de las actividades sometidas a revisión. Estos porcentajes de importancia establecidos pueden variar de acuerdo con el criterio técnico encargado.

Tabla 6

Porcentaje de importancia de actividades sometidas a revisión.

Revisión	Porcentaje de importancia
Parte mecánica	50 %
Parte interna	15 %
Parte externa	15 %
Historial del vehículo	20 %

El segundo paso se detalla a través de la Tabla 7, la cual consiste en asignar una clasificación de satisfacción empleando una escala del 3 al 0, considerando así: 3 = Bueno; 2 = Regular; 1=Malo y 0 = Obsoleto.

Tabla 7

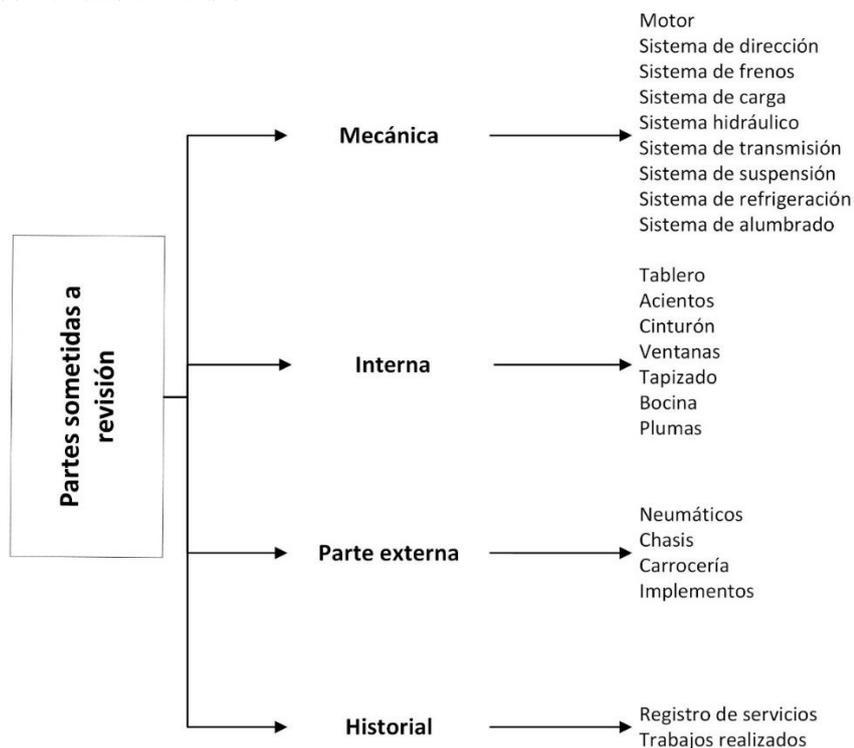
Clasificación de satisfacción.

Revisión	Satisfacción
Bueno	3
Regular	2
Malo	1
Obsoleto	0

Como tercer paso se procede a realizar la revisión, a través de una planilla que contine cada uno de los puntos que se sometió a revisión. En este caso se sometió a revisión la parte mecánica, parte interna del vehículo, parte externa del vehículo e historial del vehículo.

Figura 15

Partes sometidas a revisión.



En la Figura 15 se puede observar un desglose de las partes mecánicas, partes internas, partes externas y partes del historial que se ha tomado para la revisión y ponderación del estado de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo. El orden dentro de la clasificación se muestra a través de una plantilla donde se procedió a dar la calificación a cada una de las partes.

En la figura 16 se puede observar cómo se ha ido clasificando cada uno de los sistemas. Además, se ha incorporado un apartado de observaciones, donde el personal encargado de la revisión puede agregar problemas que están ocasionando bajo rendimiento del vehículo revisado.

El número de ítems de evaluación varía en función de si se somete a revisión un vehículo liviano, maquinaria o equipo pesados, puesto que cada equipo tiene más o menos sistemas y accesorios. En el anexo 3 se puede observar plantilla completa.

El paso 4, consiste en clasificar cada una de las calificaciones obtenidas en el análisis de cada parte sometida a revisión (mecánica, interna, externa e historial).

En la Tabla 8 se puede observar la calificación asignada a un vehículo, se ha tomado como ejemplo el vehículo de código A - J - 09. Se observó que 6 partes mecánicas se encuentran en buenas condiciones, 41 partes en condiciones regulares y una parte obsoleta. También se tiene 1 parte interna en buenas condiciones y 8 en condiciones regulares. Además, se tiene 9 partes externas en condiciones regulares y finalmente 2 partes de historial en condiciones regulares. Cada una de estas asignaciones permitió asignar una calificación a cada parte revisada.

Tabla 8

Clasificación de las partes sometidas a revisión.

PARTES SOMETIDAS A REVISIÓN				
	Mecánica	Interna	Externa	Historial
Buena	6	1	0	0
Regular	41	8	9	2
Malo	0	0	0	0
Obsoleto	1	0	0	0
Total	48	9	9	2

En la Tabla 9 se puede observar el detalle de las partes sometidas a revisión en el vehículo liviano de código A – 09. Se han sometido a calificación 48 partes mecánicas, 9 partes internas, 9 partes externas y 2 en historial.

Tabla 9*Detalle de partes y actividades sometidas a revisión.*

Partes mecánicas	Motor	Fugas de aceite
		Fugas de combustible
		Cables y cañerías
		Estabilidad en ralentí
		Temperatura del motor
		Arranque del motor
		Banda de accesorios
	Sistema de dirección	Fugas de líquido hidráulico
		Cañerías de la dirección
		Maniobrabilidad de la dirección
		Sonidos al girar
		Depósito del aceite
		Centrado del volante
	Sistema de frenos	Fugas del líquido de frenos
		Sonido al frenar
		Freno de estacionamiento
		Cañerías de freno
		Depósito del líquido de frenos
	Sistema de carga	Tambores
		Fijación de la batería
		Nivel de electrolito
		Cables de conexión
		Bornes de la Batería
	Sistema de transmisión	Árbol de transmisión
		Dureza en el cambio de marcha
		Fugas de aceite en la caja de cambios
		Fugas de aceite en el diferencial
		Acople del embrague
		Fuga de aceite de los reductores
	Sistema de suspensión	Doble tracción
Golpeteo en caminos irregulares		
Amortiguadores		
Bujes		
Ballestas		
Sistema de refrigeración	Barra estabilizadora	
	Fugas del líquido refrigerante	
	Depósito del refrigerante	
	Ventilador	

Tabla 9*Detalle de partes y actividades sometidas a revisión (Continuación...)*

Partes mecánicas	Sistema de refrigeración	Radiador
		Tapa de radiador
		Mangueras de conexión
	Sistema de alumbrado	Luz de posición
		Luz de cruce
		Luz de carretera
		Luz antiniebla
		Direccionales
		Luz de freno
		Luz de placa
Partes internas	Interior del habitáculo	Funcionamiento del tablero
		Estado del asiento
		Estado del tapizado
		Manijas de las puertas y elevavidrios
		Cinturón de seguridad
		Estado de las ventanas
		Bocina
		Plumas
		Calefacción
Partes externas	Neumáticos	Desgaste uniforme
		Presión del neumático
	Chasis	Golpes en el chasis
		Bases anti-vibraciones
		Estado de las uniones
	Carrocería	Uniones de las puertas
		Acople del capo en su alojamiento
		Estado de las latas
Pintura		
Historial	Registro de servicios	
	Trabajos Realizados	

Esta clasificación se hace con la finalidad de aplicar el modelo de ponderación lineal o Scoring y obtener la prioridad global de cada una de las partes sometidas a clasificación (mecánica, interna, externa e historial).

$$PG = \sum S * Pr \quad [2.6]$$

Donde:

PG: Prioridad global.

S: Satisfacción (Buena, regular, mala y obsoleta).

Pr: Número de partes sometidas a revisión (Mecánica, interna, externa e historial).

Se logra apreciar dentro de la Tabla 10 los datos resultantes adquiridos con el uso de la formula [2.6], con la cual se ha obtenido la prioridad global de cada una de las partes sometida a revisión del vehículo liviano A – 09 que se ha tomado como ejemplo.

Tabla 10

Cálculo de la prioridad global.

	Prioridad global			
	Mecánica	Interna	Externa	Historial
Buena	18	3	0	0
Regular	82	16	18	4
Malo	0	0	0	0
Obsoleto	0	0	0	0
Total	100	19	18	4

En el paso 5 se procede a cuantificar en función de la satisfacción establecida en la Tabla 7 y el porcentaje de importancia establecido en la Tabla 6. La calificación final obtenida en la revisión se verá reflejada aplicando la ponderación de la ecuación de Pattern [33].

$$CV = \left(\frac{TPGM * 3}{MM} \right) * IM + \left(\frac{TPGI * 3}{MI} \right) * II + \left(\frac{TPGE * 3}{ME} \right) * IE + \left(\frac{TPGH * 3}{MH} \right) * I \quad [2.7]$$

Donde:

CV: Calificación del vehículo.

TPGM: Total de prioridad global mecanica.

TPGI: Total prioridad global interna.

TPGE: Total prioridad global externa.

TPGH: Total prioridad global historial.

MM: Máxima calificación en parte mecanica.

MI: Máxima calificación en parte interna.

ME: Máxima calificación en parte externa.

MH: Máxima calificación en parte de historial.

IM: Importancia mecánica.

II: Importancia interna.

Me: Importancia externa.

MH: Importancia de historial.

Finalmente se reemplaza valores y se obtiene la calificación, cada una de las unidades tendrá una calificación de: Bueno, Regular, Malo y Obsoleto, en función de la puntuación obtenida en la ecuación de ponderación de Pattern.

2.4 PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA FLOTA.

Es importante mencionar que los distintos trabajos preventivos de la flota vehicular están ejecutados en su totalidad en la mecánica municipal, sin contar con el servicio de vulcanizadora. Además, el mantenimiento correctivo en su totalidad es realizado por talleres externos, puesto que el equipo con el que cuenta el taller municipal y el personal técnico es reducido.

En la Tabla 11 se puede apreciar un listado del personal, cargo que ocupan y función que desempeñan dentro de la mecánica del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

Tabla 11

Personal encargado de la Flota vehicular.

Personal encargado de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo		
Cargo	Nombres	Función
Técnico	Henry Polanco	Técnico y analista encargado de la mecánica del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Técnico	Juan Cabascango	Encargado de mantenimiento de los vehículos
Técnico	Gaspar Morales	Encargado de trabajos de soldadura dentro de la Mecánica del GAD DEL Cantón Pedro Moncayo
Técnico	Kevin Torres	Técnico encargado de la logística de la mecánica del GAD. del cantón de Pedro Moncayo
Conductor	Luis Fernández	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Jorge Baraja	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	José Pujota	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo

Tabla 11*Personal encargado de la Flota vehicular (Continuación...)*

Conductor	José Vergara	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Ángel Cuzco	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	José Flores	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Patricio Cualchi	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Cristian Quimbiamba	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Rolando de la Cruz	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Washington Cabascango	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Luis Guasgua	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Luis Bosque	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Cesar de la Cruz	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Manuel Guevara	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Patricio Vaca	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Julio Velasteguí	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Santiago Jaramillo	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Alberto Buitrón	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Wilfrido Caiza	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Rogelio Cabascango	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo

Tabla 11*Personal encargado de la Flota vehicular (Continuación...)*

Conductor	Cesar Pujota	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Abraham Flores	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	José Catucuago	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Miguel Changoluisa	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Luis Cachipuendo	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Alfonso Cabascango	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Víctor Túquerrez	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Fidel Pinango	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Jaime Garcés	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Andrés Morillo	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Lino Catucuago	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Klever Chicaiza	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Ernesto Flores	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Henry Polanco	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo
Conductor	Juan Cabascango	Conductor profesional encargado de una unidad del GAD. del cantón Pedro Moncayo

Es importante mencionar que existe únicamente 4 técnicos encargados para mantenimiento preventivo de toda la flota vehicular, por este motivo el operador o conductor del vehículo es el encargado de realizar el mantenimiento juntamente con el

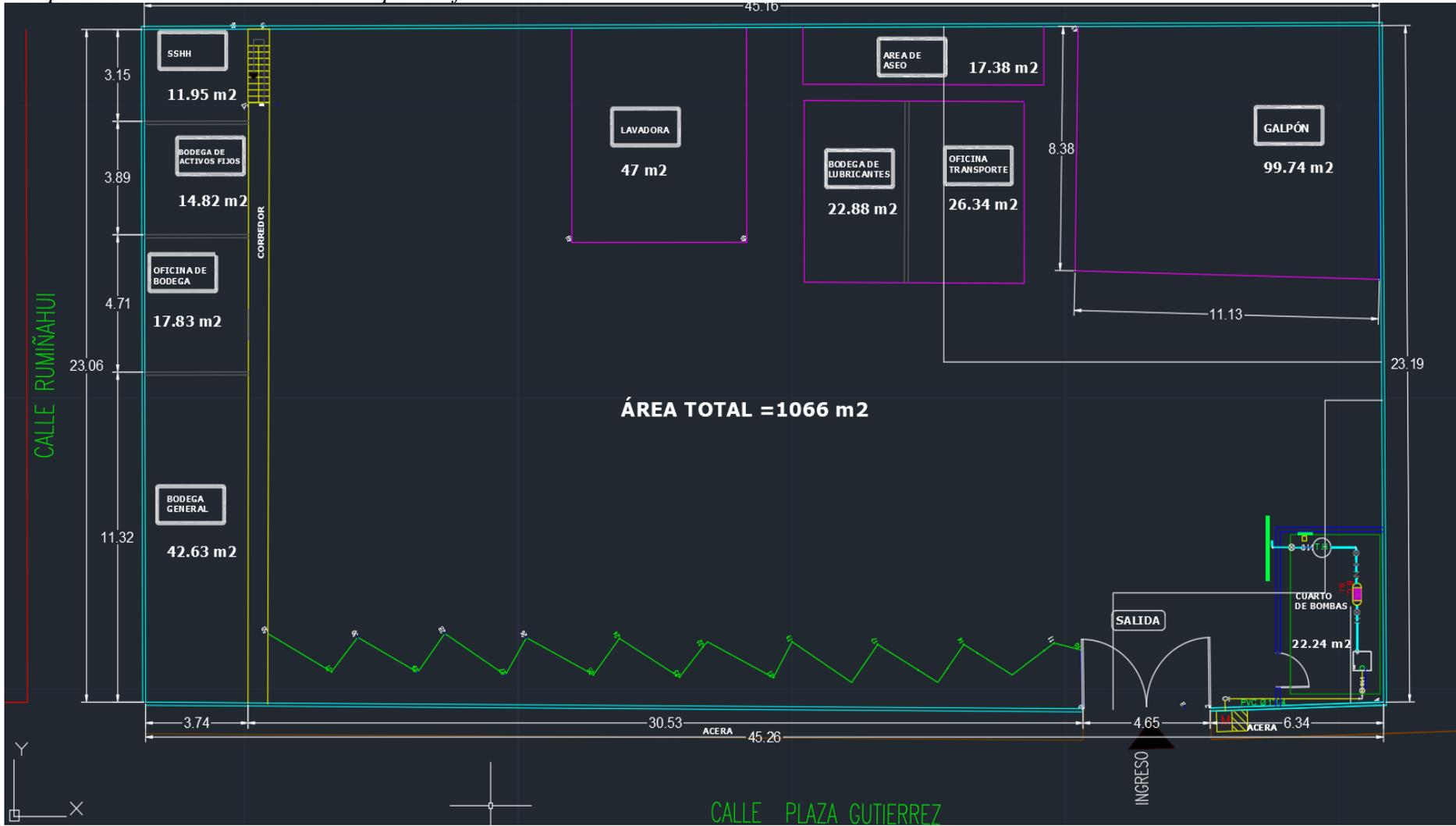
personal técnico, Por este motivo se hace subcontrataciones de entidades externas de esta manera se subsana la falta de personal apto.

2.4.1 ÁREA QUE CONFORMA LA MECÁNICA DEL GAD. DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.

Es importante mencionar que el área donde se desarrolla el mantenimiento preventivo de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo es un lugar muy reducido en comparación al número de unidades que tiene esta municipalidad. Además, existe unidades que se encuentran fuera de servicio y están ocupando un área considerable dentro de la mecánica. Esta es una de las principales problemáticas para realizar trabajos específicos principalmente en maquinaria y equipo pesado.

Figura 17

Croquis de la ubicación de las áreas que conforma la mecánica.



En la Figura 17 se puede observar la distribución del área de la mecánica del GAD. del cantón Pedro Moncayo, misma que cuenta con área de soldadura, área de trabajos de mecánica, oficina, parqueaderos, bodega y vestidores.

2.5 ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El análisis del manual de fabricante fue fundamental para el desarrollo de un nuevo plan de mantenimiento preventivo genérico. Es importante personalizar cada plan de mantenimiento preventivo, puesto que cada uno está sometido a zonas y horas de trabajo diferentes, por lo cual todos sus elementos y lubricantes sufren desgastes diferentes.

Figura 18

Procedimiento de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo.



Se visualiza dentro de la Figura 18 el procedimiento de elaboración del plan de mantenimiento preventivo de vehículos livianos, maquinaria y equipo pesado del GAD del cantón Pedro Moncayo.

2.5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS LIVIANOS.

Dentro de un plan de mantenimiento preventivo es importante que el conductor mantenga una revisión diaria antes, durante y después de la conducción. Por este motivo se debe destinar un tiempo prudente para su revisión.

En la Tabla 12 se puede observar las especificaciones de una correcta revisión diaria que el conductor debe realizar a su vehículo para mantenerlo en condiciones óptimas de operación.

Tabla 12

Actividades para la revisión diaria de un vehículo liviano.

REVISIÓN DIARIA DE VEHÍCULOS LIVIANOS		
CÓDIGO:	PLACA:	
ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO	
Problemas durante última conducción (PUC)	SI	NO
Comprobación de componentes que tuvieron algún problema la última vez de la conducción.		
Comprobaciones realizadas con el capó abierto (CA)		
Correa del ventilador.		
Nivel de aceite del motor.		
Nivel de refrigerante y estado de tapa del radiador.		
Líquido hidráulico.		
Nivel del líquido de frenos.		
Líquido de parabrisas.		
Electrolito de batería.		
Comprobaciones realizadas en el asiento del conductor (AC)		
Juego del pedal de freno.		
Revisión del estado de las luces.		
Revisión de arranque de motor y gases de escape.		
Recorrido de la palanca de freno de estacionamiento.		
Eficiencia de limpiaparabrisas.		
Visibilidad de retrovisores.		
Juego libre del volante de dirección.		
Funcionamiento de claxon y luces de señal de giro.		
Nivel de combustible.		
Funcionamiento de bloqueo de puertas.		
Comprobaciones visuales alrededor del vehículo (CV)		
Estado de faros		
Estado de suspensión		
Fuga de todos los líquidos de lubricación y enfriamiento		
Comprobación de ruedas y neumáticos (RN)		
Presión de aire.		
Grietas y otros daños.		
Profundidad de la banda de rodadura.		
Estado de montaje de las ruedas de disco.		
Comprobación durante la conducción (CC)		
Efectividad de los frenos,		
Condiciones de conducción a bajas velocidades y al acelerar.		

Una vez realizada la revisión diaria el conductor tiene la seguridad de que su vehículo no presente problemas durante sus funciones. En caso de que el vehículo presente problemas, mismos que puedan poner en riesgo la integridad del conductor o del vehículo, se procede a informar al técnico encargado (Analista encargado de la mecánica del GAD. del cantón Pedro Moncayo). Todo este procedimiento se lo debe realizar de manera escrita adjuntando oficios de necesidad de repuesto o cualquier implemento necesario con la finalidad de guardar respaldos que constaten los daños producidos.

Finalmente, para iniciar con la reparación de la unidad con daños, el Técnico analista presenta un informe detallando el daño y el costo de reparación al departamento de Gestión Administrativa del GAD. del cantón Pedro Moncayo para que se proceda a realizar el desembolso para compra y adquisición de repuestos a utilizar para la refacción y en caso de daños graves que no se puedan resolver dentro de la mecánica municipal, se debe detallar los costos por subcontratación.

2.5.1.1 Tiempo para realizar la revisión diaria de un vehículo liviano.

Es importante verificar el estado del vehículo antes de iniciar su jornada laboral, de manera que el conductor y el vehículo puedan garantizar un trabajo más eficiente y seguro. Por este motivo se ve necesario dedicar un tiempo prudente para la revisión diaria del vehículo.

En la Tabla 13 se observa el detalle de las actividades y tiempo que se debe invertir en la revisión antes de la puesta en marcha del vehículo.

Tabla 13

Tiempo para la revisión diaria de un vehículo

REVISIÓN DIARIA		
Vehículo:		
Código:		
Actividad	Responsable	Tiempo (min.)
PUC	Conductor	5
CA	Conductor	5
AC	Conductor	5
V	Conductor	5
RN	Conductor	5
CC	Conductor	5
TIEMPO ESTIMADO		30

Nota: PUC: Problemas durante última conducción, CA: Comprobaciones realizadas con el capó abierto, AC: Comprobaciones realizadas en el asiento del conductor, CV: Comprobaciones visuales alrededor del vehículo, RN: Comprobación de ruedas y neumáticos, CC: Comprobación durante la conducción.

2.5.1.2 Actividades del Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos livianos.

En la Tabla 14 se puede observar el detalle de las actividades que tiene el plan de mantenimiento preventivo genérico de los vehículos livianos, las actividades del plan de mantenimiento preventivo de vehículos se la clasifican por el kilometraje recorrido y se realizan actividades de inspección y reemplazo.

Tabla 14

Act. del plan de mantenimiento preventivo. de los vehículos livianos.

Tabla 14

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS LIVIANOS	PM1 (5000 Km)	
	Inspección	Fuga de aceite en la transmisión manual.
	Reemplazar	Aceite del motor.
	Reemplazar	Filtro de aceite del motor.
	Inspección	Velocidad de ralentí y aceleración del motor.
	Inspección	Daños y tensión de la correa del ventilador.
	Inspección	Filtro de aire.
	Inspección	Fuga de aceite de la transmisión manual.
	Inspección	Fugas de aceite en el eje trasero.
	Inspección	Líquido de la dirección hidráulica.
	Inspección	Fugas de aceite de la dirección hidráulica.
	Inspección	Juego del volante de dirección.
	Inspección	Función de la dirección.
	Inspección	Fugas de líquido en el sistema de frenos.
	Inspección	Función del freno.
	Inspección	Carrera y juego del pedal de freno.
	Inspección	Función del freno de estacionamiento.
	Inspección	Carrera de la palanca del freno de estacionamiento.
	Inspección	Flojedad o daños en los cables del freno de estacionamiento y daños en la guía.
	Inspección	Presión de aire y daños en los neumáticos.
	PM2 (10000 Km)	
	Inspección	Sistema de escape.
	Inspección	Obstrucción o daños en las mangueras y tubos del compartimiento del motor.
	Reemplazar	Filtro de combustible.
	Inspección	Concentración de refrigerante de motor.
	Inspección	Refrigerante del motor.
	Inspección	Fugas de agua en el sistema de refrigeración.
Inspección	Líquido del embrague.	
Inspección	Carrera y juego del pedal de embrague.	
Inspección	Conexiones flojas en el eje de transmisión.	
Inspección	Desgaste de las juntas cardan y las estrías del eje de trans.	
Inspección	Flojedad o daños en el sistema de dirección.	
Inspección	Manguera de la dirección hidráulica.	
Inspección	Fugas de aceite y daños en la rótula de la dirección.	
Inspección	Daños en la funda de caucho de la rótula de la dirección.	
Inspección	Desgaste de los discos y las pastillas de los frenos de disco.	
Inspección	Desgaste del tambor y del forro del freno trasero.	

Act. del plan de mantenimiento preventivo de los vehículos livianos (Continuación...)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS LIVIANOS	PM2 (10000 Km)	Inspección	Conexiones flojas o daños en mangueras y tubos del freno.	
		Inspección	Desgaste o daños en el trinquete.	
		Inspección	Daños en las ballestas/muelles de compresión.	
		Inspección	Flojedad o daños en el montaje de la suspensión.	
		Inspección	Fuga de aceite en los amortiguadores.	
		Inspección	Flojedad en el montaje de los amortiguadores.	
		Inspección	Desgaste o daños en los casquillos de caucho de la suspensión.	
		Inspección	Daños en la funda de caucho de la rótula de la suspensión.	
		Apretar	Tuercas de la rueda.	
		Inspección	Daños en el disco de la rueda.	
		Inspección	Flojedad en los cojinetes de cubo delantero y trasero.	
		Inspección	Alineación, rotación y balanceo.	
		Inspección	Otros pernos y tuercas en el chasis y carrocería.	
		PM3 (20000 Km)	Ajustar	Holgura de válvula.
			Reemplazar	Filtro de aire.
Inspección	Depósito de combustible.			
Inspección	Aceite de la transmisión manual.			
Inspección	Flojedad del mecanismo de control de engranajes.			
Inspección	Aceite del engranaje diferencial (delantero y trasero).			
Inspección	Distorsión o daños en los semiejes.			
Inspección	Radio de giro a izquierda y derecha.			
Inspección	Alineación de las ruedas.			
Inspección	Líquido de frenos.			
Inspección	Perdida de equilibrio debido al debilitamiento del efecto resorte.			
Reemplazar	Filtro del aire acondicionado.			
PM4 (30000 Km)	Reemplazar	Grasa para cojinetes de cubo delanteros.		
PM5 (40000 Km)	Reemplazar	Aceite de la transmisión manual.		
	Reemplazar	aceite del engranaje diferencial (delantero y trasero).		
	Reemplazar	Líquido de la dirección hidráulica.		

Tabla 14*Act. del plan de mantenimiento preventivo de los vehículos livianos (Continuación...)*

	PM6 (50000 Km)	Reemplazar	Refrigerante del motor.
	PM7 (80000 Km)	Reemplazar	Manguera de la dirección hidráulica.

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a los 5000 km, PM2: Plan de mantenimiento a los 10000 km, PM3: Plan de mantenimiento a los 20000 km, PM4: Plan de mantenimiento a los 30000 km, PM5: Plan de mantenimiento a los 40000 km, PM6: Plan de mantenimiento a los 50000 km, PM7: Plan de mantenimiento a los 80000 Km.

2.5.1.3 Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos livianos.

El detalle de la Tabla 15 muestra el plan de mantenimiento preventivo de un vehículo liviano. Se especifica que se debe ingresar el vehículo, código institucional, el año y la placa. Además, se muestra que actividad (PM1, PM2, PM3 etc.) debe cumplir al kilometraje establecido. Es importante recalcar que las actividades y el kilometraje al cual se debe ejecutar la actividad se encuentran detalladas en la Tabla 14.

Tabla 15

Plan de mantenimiento genérico de vehículos livianos.

PLAN DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS LIVIANOS																							
Vehículo	Código	Año	Placa	x 1000 Km																			
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
				PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1
					PM2		PM2		PM2		PM2		PM2		PM2		PM2		PM2		PM2		PM2
							PM3		PM4		PM3		PM6		PM3				PM3		PM4		PM3
											PM5				PM4						PM5		PM6
																					PM7		

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a los 5000 km, PM2: Plan de mantenimiento a los 10000 km, PM3: Plan de mantenimiento a los 20000 km, PM4: Plan de mantenimiento a los 30000 km, PM5: Plan de mantenimiento a los 40000 km, PM6: Plan de mantenimiento a los 50000 km, PM7: Plan de mantenimiento a los 80000 Km.

* x 1000 Km: Establece que cada cantidad designada en la fila posterior va multiplicada por 1000 Km (Kilómetros).

2.5.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO.

Dentro de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria o equipo pesado es importante que el operador mantenga una revisión diaria antes de la puesta en marcha. Por este motivo se debe destinar un tiempo prudente para su revisión.

2.5.2.1 Plan de mantenimiento preventivo genérico del equipo pesado.

En la Tabla 16 se puede observar las especificaciones de una correcta revisión diaria que el conductor debe realizar a su vehículo para mantenerlo en condiciones óptimas de operación. Únicamente se debe marcar la columna de cumplimiento para llevar un control de revisión diaria, la revisión es exhaustiva dentro y fuera de los equipos pesados.

Tabla 16

Actividades para la revisión diaria de vehículos pesados.

REVISIÓN DIARIA DE VEHÍCULOS PESADOS		
CÓDIGO:	PLACA:	
ACTIVIDAD	CUMPLIMIENTO	
Problemas durante última conducción (PUC)	SI	NO
Comprobación de componentes que tuvieron algún problema la última vez de la conducción.		
Comprobaciones realizadas con el capó abierto (CA)		
Correa del ventilador.		
Nivel de aceite del motor.		
Nivel de refrigerante y estado de la tapa del radiador.		
Líquido de la dirección hidráulica.		
Líquido de frenos.		
Líquido de parabrisas.		
Electrolito de batería.		
Comprobaciones realizadas en el asiento del conductor (AC)		
Estado del pedal de freno.		
Luces de advertencia.		
Arranque de motor y gases de escape.		
Regulación del freno de estacionamiento		
Eficiencia de limpiaparabrisas		
Visibilidad de retrovisores		
Juego libre del volante de dirección		
Funcionamiento de claxon y luces de señal de giro		
Nivel de combustible		
Funcionamiento de bloqueo de puertas		

Tabla 16*Actividades para la revisión diaria de vehículos pesados (Continuación...)*

Comprobaciones visuales alrededor del vehículo (CV)		
Daños en las luces.		
Estado de la suspensión.		
Fuga de líquidos lubricantes y refrigerantes.		
Comprobación de ruedas y neumáticos (RN)		
Presión de aire		
Grietas y otros daños		
Estado de banda de rodadura		
Montaje de ruedas		
Comprobación durante la conducción (CC)		
Efectividad de los frenos		
Condiciones de conducción a bajas velocidades y al acelerar		

Una vez realizada la revisión diaria el conductor tiene la seguridad de que su vehículo no presente problemas durante sus funciones caso contrario se continúa con un proceso similar al de los vehículos livianos que ya fue especificado.

2.5.2.2 Tiempo para realizar la revisión diaria del equipo pesado.

En la Tabla 17 se puede observar el detalle de las actividades, responsable y tiempo que se debe invertir en la revisión antes de la puesta en marcha del vehículo pesado. Es importante no prolongar mucho el tiempo de revisión diaria, puesto que limita el tiempo de trabajo del conductor.

Tabla 17*Tiempo para la revisión diaria de un vehículo pesado.*

REVISIÓN DIARIA		
Vehículo:		
Código:		
Actividad	Responsable	Tiempo (min.)
PUC	Conductor	5
CA	Conductor	5
AC	Conductor	5
V	Conductor	5
RN	Conductor	5
CC	Conductor	5
TIEMPO ESTIMADO		30

Nota: PUC: Problemas durante última conducción, CA: Comprobaciones realizadas con el capó abierto, AC: Comprobaciones realizadas en el asiento del conductor, CV: Comprobaciones visuales alrededor del vehículo, RN: Comprobación de ruedas y neumáticos, CC: Comprobación durante la conducción.

2.5.2.3 Actividades del plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos pesados.

Se muestra a detalle las actividades a inspeccionar y cambiar en el plan de mantenimiento preventivo genérico de los vehículos pesados dentro de la Tabla 18, los cuales se controlan en base al kilometraje recorrido de cada vehículo.

Tabla 18

Act. del plan de mantenimiento preventivo de vehículos pesados.

		ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN	
		ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE		
PM1 (5000 Km)	Inspección			Montaje y sistema de escape.
	Inspección			Holgura y varillaje de dirección (con el motor en marcha).
	Inspección			Revisar tuercas y pernos de las ruedas.
	Inspección			Pernos y tuercas del chasis y la carrocería
	Inspección			Funcionamiento de la dirección.
	Inspección			Bomba y correa de la dirección.
	Inspección			Tambor y zapatas de los frenos.
	Inspección			Daños en la suspensión.
PM2 (10000 Km)	Cambio			Aceite de motor y filtro de aceite
	Inspección			Retirada de materias extrañas del depósito de combustible.
	Inspección			Tapadera del radiador.
	Inspección			Juego y funcionamiento del pedal del embrague y del freno.
	Inspección			Holgura de la palanca de cambio.
	Inspección			Fugas de líquido o daños de los amortiguadores.
	Inspección			Hojas de las ballestas flojas.
	Inspección			Junta universal del propulsor y manguillo deslizante.
	Inspección			Funcionamiento del freno de estacionamiento.
	Inspección			Acoplamiento del eje del cojinete central del propulsor.
	Inspección			Estado de los ejes delantero y trasero.
	Inspección	Separación y daños del cojinete del cubo de las ruedas.		
PM3	Inspección	Guardapolvos y rótula del brazo inferior de la dirección.		
	Inspección	Fuga de líquido en el circuito de freno.		
	Inspección	Juego del pedal de del freno		
	Inspección	Distancia entre la posición del pedal pisado a fondo y suelto.		
	Inspección	Desgaste del tambor y zapata.		
	Inspección	Rotación de neumáticos		
	Apretar	Brida de ballesta		

Tabla 18

Act. del plan de mantenimiento preventivo de vehículos pesados (Continuación...)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE	PM4 (25000 Km)	Inspección	Apriete del cojinete central del propulsor
	PM5 (30000 Km)	Inspección	Cartucho del filtro de combustible
		Cambio	Filtro de aire del control del climatizador
		Apretar	Estado del anillo de acoplamiento del árbol de transmisión
		Inspección	Correa de transmisión y piñón loco
		Inspección	Tapadera del radiador.
		Sustituir	Engrase del cojinete del cubo de las ruedas delanteras y traseras.
	PM6 (40000 Km)	Sustituir	Líquido refrigerante del motor.
		Cambio	líquido de embrague/frenos
		Inspección	Cañerías y conexiones del combustible.
		Inspección	Alineación del eje (deslizamiento lateral).
	PM7 (50000 Km)	Inspección	Daños en la suspensión
	PM8 (60000 Km)	Cambio	Aceite de la transmisión manual.

2.5.2.4 Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos pesados.

En la Tabla 19 se observa el plan de mantenimiento preventivo de un vehículo pesado. Se especifica que se debe ingresar el vehículo, código institucional, el año y la placa. Además, se muestra que actividad (PM1, PM2, PM3 etc.) debe cumplir al kilometraje establecido.

Tabla 19

Plan de mantenimiento preventivo genérico de vehículos pesados.

PLAN DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS																							
Vehículo	Código	Año	Placa	x 1000 Km																			
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
				PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	PM1	
					PM2	PM3	PM2	PM4	PM2		PM2	PM3	PM2		PM2		PM2	PM3	PM2		PM2		PM2
									PM3		PM6		PM4		PM3		PM4	PM6		PM3		PM4	
									PM5				PM7		PM5						PM5		PM7
															PM8								

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a los 5000 km, PM2: Plan de mantenimiento a los 10000 km, PM3: Plan de mantenimiento a los 15000 km, PM4: Plan de mantenimiento a los 25000 km, PM5: Plan de mantenimiento a los 30000 km, PM6: Plan de mantenimiento a los 40000 km, PM7: Plan de mantenimiento a los 50000 Km, PM8: Plan de mantenimiento a los 60000 Km.

* x 1000 Km: Establece que cada cantidad designada en la fila posterior va multiplicada por 1000 Km (Kilómetros).

2.5.2.5 Plan de mantenimiento preventivo genérico de la retroexcavadora

En la Tabla 20 se puede observar las actividades, elementos a revisar y tiempos estimados para la revisión diaria que el operador debe realizar en la retroexcavadora para mantenerlo en condiciones óptimas de operación. Se recomienda no extender el tiempo de revisión para no limitar el tiempo de trabajo designado para el operador.

Tabla 20

Actividades y tiempo para revisión diaria del tractor oruga.

REVISIÓN DIARIA RETROEXCAVADORA				
Maquinaria:				
Código:				
Servicio	Elementos a revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R/A	Revisión de aceite de motor	15		
R/A	Cantidad de refrigerante			
R/A	Cantidad del aceite de freno			
L	Prefiltro combustible (separador de agua)	5		
R	Tensión de la correa del ventilador	5		
R/L	Radiador, refrigerador de aceite, refrigerador de aire de carga	5		
Tiempo aproximado		30		

Nota: R: Revisar, A: Añadir, L: Limpiar.

En la Tabla 21 se puede observar las actividades, ubicación de las partes y elementos de revisión que se debe realizar al tractor oruga a las horas especificadas. Dentro de la maquinaria el mantenimiento preventivo se controla por horas de trabajo a diferencia de vehículos livianos y pesados que se controla por kilometraje recorrido.

Tabla 21

Act. del plan de mantenimiento preventivo de la retroexcavadora.

		UBICACIÓN	ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE RETROEXCAVADORA	PM1 (50 Horas)	7	LU	Pasadores del accesorio
		8	R	Llantas (aire)
		*	R/L	Brazo excavador extensible
		11	R/A	Tornillos o tuercas de las ruedas
		22	LU	Eje delantero (tracción en 2 ruedas) soporte de bujes y cojinetes
		23	R/LU	Eje delantero (tracción en las 4 ruedas) cardán
	PM2 (250 Horas)	9	LU	Eje de transmisión (ranura)
		12	R/D	Tanque de combustible (agua, sedimentos)
		14	R	Batería (voltaje)
		15	C	Filtro de retorno de aceite hidráulico
		16	C	Respiradero del tanque hidráulico
		28	L	Filtro de aire fresco de cabina

Tabla 21*Act. del plan de mantenimiento preventivo de la retroexcavadora (Continuación...)*

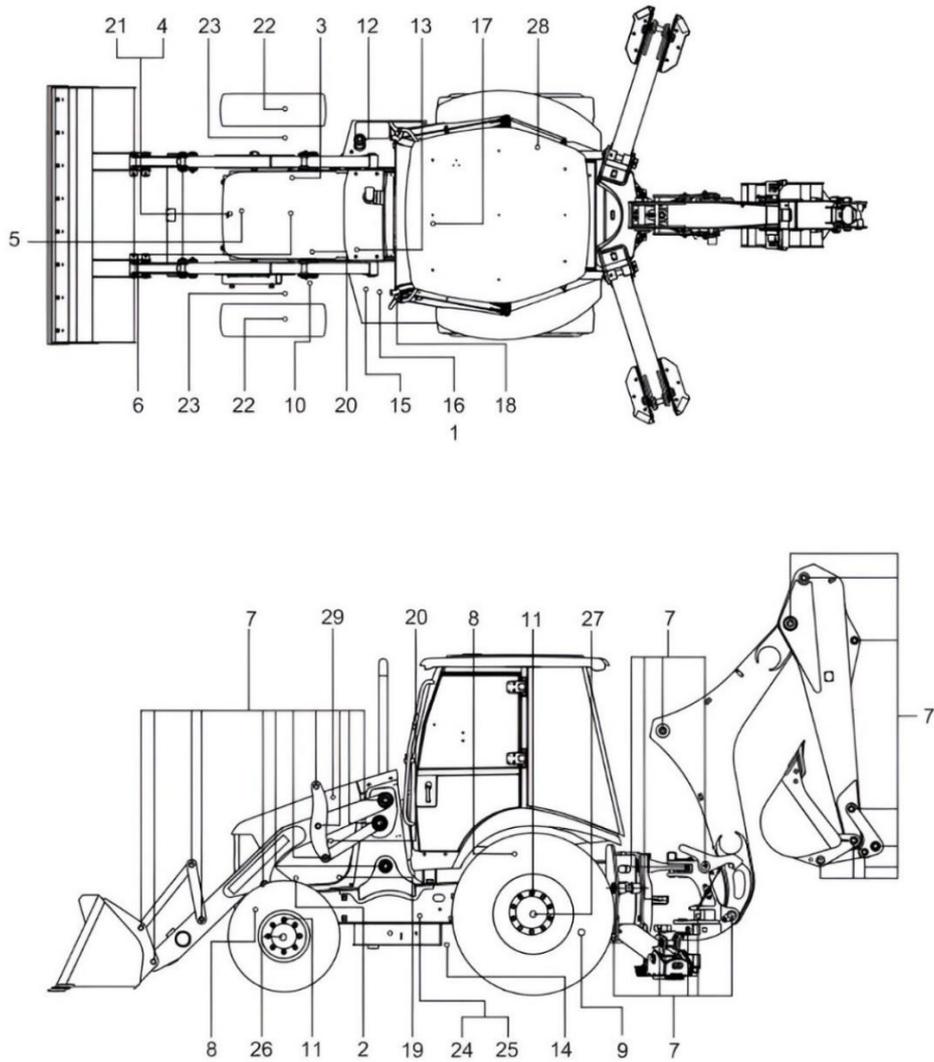
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE RETROEXCAVADORA	PM3 (500 Horas)	9	LU	Eje de transmisión (cardán)
		10	LU	Pivote del eje delantero
		21	L	Radiador, refrigerador de aceite, refrigerador de aire de carga
		29	L	Elemento del depurador de aire (primario)
		2	C	Aceite del motor
		3	C	Filtro de aceite del motor
		19	C	Elemento del filtro de combustible
		20	C	Prefiltro del combustible
	PM4 (1000 Horas)	17	C	Filtro de la línea del piloto
		24	C	Aceite de la transmisión
		25	C	Filtro del aceite de la transmisión
		26	C	Aceite del eje delantero (tracción en las 4 ruedas)
		27	C	Aceite del eje trasero
		28	C	Filtro de aire fresco de la cabina
	PM5 (2000 Horas)	1	C	Aceite hidráulico
		4	C	Refrigerante del radiador
		6	R/L	Distancia entre las válvulas del motor
		13	C	Aceite de freno
		18	R/L	Colador de succión
		28	C	Filtro interno de aire acondicionado y calefacción

Nota: Nota: R: Revisar, D: Drenar, AP: Apretar, C: Cambiar, L: Limpiar, LU: Lubricar, PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

Para un mejor entendimiento del plan de mantenimiento preventivo de la retroexcavadora es importante mostrar un gráfico representativo, a través del cual se muestre la ubicación de todas las partes que serán sometidas a mantenimiento, de esta manera la facilidad y sobre todo la rapidez con la que cada maquinaria sea evaluada garantiza al técnico eficiencia y disminuye el tiempo de para que tenga el equipo, disminuyendo costo de mantenimiento y aumentando tiempo de disponibilidad.

Figura 19

Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas.



En la Figura 19 se puede observar la ubicación exacta de las partes que serán evaluadas dentro de cada uno de los mantenimientos preventivos, este tipo de descripción es muy importante para el técnico encargado.

2.5.2.6 Plan de mantenimiento preventivo genérico del rodillo compactador

En la Tabla 22 se puede observar las actividades, elementos a revisar y tiempos estimados para la revisión diaria que el operador debe realizar en el rodillo compactador para

mantenerlo en condiciones óptimas de operación. De esta manera se establece que el tiempo estimado para una correcta revisión diaria es de 21 minutos. Los elementos principales a revisión son los sistema de lubricación y seguridad.

Tabla 22

Actividades y tiempo para revisión diaria del rodillo compactador.

REVISIÓN DIARIA DEL RODILLO COMPACTADOR				
Maquinaria:				
Código:				
Servicio	Elementos a revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R	Cantidad de aceite para el motor	15		
R	Cantidad de aceite en el sistema hidráulico			
R	Cantidad de refrigerante y anticongelante del			
R	Alarma de retroceso	3		
R	Cinturón de seguridad	3		
Tiempo aproximado		21		

Nota: R: Revisar.

En la Tabla 23 se puede observar las actividades, elementos de revisión y horas a las cuales se debe realizar las actividades de mantenimiento al rodillo compactador a las horas especificadas. Las principales actividades a realizar son: Drenar, lubricar, inspeccionar y reemplazar.

Tabla 23

Act. del plan de mantenimiento preventivo del rodillo compactador.

	HORAS	ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL RODILLO COMPACTADOR	PM1 (50 Horas)	Drenar	Agua y sedimentos del tanque de combustible
		Lubricar	Extremos del cilindro de la dirección
		Revisar	Inflado de los neumáticos
	PM2 (250 Horas)	Revisar	Nivel de aceite del eje (trasero)
		Inspeccionar/Reemplazar	Correas
		Obtener	Muestra de aceite del motor
		Obtener	Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento
		Revisar	Nivel de aceite del planetario del mando final (eje)
		Cambiar	Aceite del planetario del mando final (tambor)
		Inspeccionar/Reemplazar	Montaje de aislamiento
Revisar	Nivel de aceite del soporte vibratorio		

Tabla 23

Act. del plan de mantenimiento preventivo del rodillo compactador (*Continuación...*)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL RODILLO COMPACTADOR	PM3 (500 Horas)	Limpiar	Colador del tanque de combustible
		Ajustar	Pestillo del capó
		Cambiar	Aceite y filtro del motor
		Reemplazar	Filtro del sistema de combustible
		Reemplazar	Filtro primario del sistema de combustible (separador de agua)
		Reemplazar	Filtro secundario del sistema de combustible
		Obtener	Muestra de aceite del sistema hidráulico
		Comprobar	Freno de estacionamiento
		Revisar	Par de perno del juego de revestimiento
		Obtener	Muestra de aceite del soporte vibratorio
	PM4 (1000Horas)	Cambiar	Aceite del eje trasero
		Limpiar/Reemplazar	Tapa de presión del sistema de enfriamiento
		Comprobar/Ajustar	Luz de las válvulas del motor
		Cambiar	Aceite del planetario del mando final (eje)
		Obtener	Muestra de aceite del planetario del mando final (eje)
		Cambiar	Aceite del planetario del mando final (tambor)
		Obtener	Muestra de aceite del planetario del eje final (tambor)
		Reemplazar	Filtro de aceite del sistema hidráulico
		Reemplazar	Respiradero del tanque hidráulico
		Inspeccionar	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)
		Cambiar	Aceite del soporte vibratorio
	PM5 (2000 Horas)	Reemplazar	Filtro de la tapa del tanque de combustible
		Obtener	Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento
	PM6 (3000Horas)	Lubricar	Estrías de la columna de la dirección
		Cambiar	Aceite del sistema hidráulico
		Reemplazar	Termostato del agua del sistema de enfriamiento
		Reemplazar	Cinturón de seguridad
		Cambiar	Aceite de la caja de las pesas excéntricas

El plan de mantenimiento preventivo genérico de las 3000 horas que se muestra en la Figura 24 debe cumplir un rodillo compactador para mantener todas sus partes correctamente lubricadas.

Tabla 24

Plan de mantenimiento genérico del rodillo compactador.

	Horas de trabajo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL RODILLO COMPACTADOR	50	X					
	100	X					
	150	X					
	200	X					
	250	X	X				
	300	X					
	350	X					
	400	X					
	450	X					
	500	X	X	X			
	550	X					
	600	X					
	650	X					
	700	X					
	750	X	X				
	800	X					
	850	X					
	900	X					
	950	X					
	1000	X	X	X	X		
	1050	X					
1100	X						
1150	X						
1200	X						
1250	X	X					
1300	X						
1350	X						
1400	X						
1450	X						
1500	X	X	X				
1550	X						
1600	X						
1650	X						
1700	X						
1750	X	X					
1800	X						
1850	X						
1900	X						
1950	X						
2000	X	X	X	X	X		
2050	X						
2100	X						

Tabla 24*Plan de mantenimiento genérico del rodillo compactador (Continuación...)*

	2150	X					
	2200	X					
	2250	X	X				
	2300	X					
	2350	X					
	2400	X					
	2450	X					
	2500	X	X	X			
	2550	X					
	2600	X					
	2650	X					
	2700	X					
	2750	X	X				
	2800	X					
	2850	X					
	2900	X					
	2950	X					
	3000	X	X	X	X		X

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas. PM6: Plan de mantenimiento a las 3000 Horas.

2.5.2.7 Plan de mantenimiento preventivo genérico del tractor oruga

En la Tabla 25 se puede observar las actividades elementos a revisar y tiempos estimados para la revisión diaria que el operador debe realizar en el tractor oruga para mantenerlo en condiciones óptimas de operación. Se establece que el tiempo estimado necesario para la revisión completa es de 45 minutos y se realizan actividades de drenaje, revisión, limpieza y reemplazo.

Tabla 25*Actividades y tiempo para revisión diaria del tractor oruga.*

REVISIÓN DIARIA TRACTOR ORUGA				
Maquinaria:				
Código:				
Servicio	Elementos a revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R	Nivel del depósito de combustible	15		
R	Lubricante en la transmisión			
R	Cantidad de aceite hidráulico			
R	Cantidad de lubricante en el motor			
R	Cantidad de refrigerante			
D	Filtro combustible	15		
L	Filtros			
L	Radiador			
R	Color y cantidad de gases de escape			

Tabla 25*Actividades y tiempo para revisión diaria del tractor oruga (Continuación...)*

R	Alineamiento, fugas, desgaste, daños o rajaduras en los cilindros hidráulicos	15		
R	Fugas de aceite, refrigerante y combustible			
R	Mangueras rotas o flojas			
V	Funcionamiento de manómetros e indicadores en el tablero			
Tiempo aproximado		45		

Nota: R: Revisar y en casos necesarios rellenar, V: Verificar, L: Limpiar, I: Inspeccionar y D: Drenar agua.

En la Tabla 26 se puede observar las actividades que se debe realizar, elementos de revisión y horas de trabajo a las cuales se debe realizar estas actividades en el tractor oruga. Las principales actividades a realizar son: inspección o revisión, drenar, engrasar, cambiar, lavar y ajustar.

Tabla 26*Actividades del plan de mantenimiento preventivo del tractor oruga.*

	HORAS	ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR ORUGA	PM1 (100 Horas)	Revisar	Nivel de aceite de mandos finales o cavillas
		Revisar	Nivel de aceite en el diferencial o corona
		Revisar	Sistema de rodaje por tornillería desajustada o pérdida
		Inspeccionar	Eslabones completos por uniones secas, calientes, rajadas, dañadas y desgastadas
		Revisar	Nivel del líquidos de las baterías
		Drenar	Agua del depósito de combustible
		Engrasar	Enganche tripuntual
		Engrasar	Bastidor de la cuchilla
		Engrasar	1 o 2 graseras del soporte inferior del cilindro de la cuchilla
		Engrasar	Cilindros de levante y soportes de cojinetes
	PM2 (200 Horas)	Cambiar	Aceite y filtro del motor
		Cambiar	Filtro secundario de combustible
		Cambiar	Filtro de aire primario y secundario
		Revisar	Densidad del ácido de las baterías
		Inspeccionar	Desgaste de poleas y mangueras, sepas de ventilador y núcleo del radiador
		Revisar	Condición y ajuste de las fajas del ventilador y alternador
		Inspeccionar	Tornillería y apriete en el sistema de admisión y escape
		Engrasar	Grasera del ventilador
		Ajustar	Cojinete de la polea del ventilador
		Engrasar	Graseras de los cojinetes inferiores del chasis de rodaje
Engrasar	Cruces del eje cardán		

Tabla 26

Actividades del plan de mantenimiento preventivo del tractor oruga (Continuación...)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR ORUGA	PM3 (500 Horas)	Cambiar	Aceite y filtro de la transmisión o tren de fuerza
		Cambiar	Aceite de los mandos finales o cavillas
		Cambiar	Filtro primario de combustible o colador
		Lavar	Tapón y colador del depósito de combustible
		Cambiar	Filtro del sistema hidráulico
		Inspeccionar	Cuchilla por desgaste o daños
		Inspeccionar	Brazos de levante soporte y cojinetes de la cuchilla
		Inspeccionar	Estructura de los implementos
		Revisar	Cojinete de la barra estabilizadora
		Revisar	Manómetro del tablero la presión del aceite de motor
		Revisar	Indicador del tablero de las revoluciones del motor
		Lavar	Respiradero del motor
		Comprobar	Concentración del refrigerante y rellenar si es necesario
	PM4 (1000Horas)	Cambiar	Aceite del sistema hidráulico
		Limpiar	Tapón y colador del depósito del aceite hidráulico
		Revisar	Presión de la válvula de alivio del sistema hidráulico y ciclos del tiempo
		Revisar	Presión de la bomba de transmisión en alta y baja
		Revisar	Flujo de aire al radiador
		Calibrar	Juego de válvulas
		Comprobar	Fugas en los sistemas de admisión y escape
		Revisar	Tornillos del soporte del motor
		Revisar	Dámper o amortiguador del cigüeñal del motor
		Revisar	Sistema de arranque y carga
		Revisar	Sistema eléctrico
	PM4 (2000 Horas)	Revisar	Operación y presión de dirección y frenos
		Revisar	Válvula de alivio del radiador
		Vaciar/enjuagar/rellenar	Sistema de refrigerante
		Cambiar	Termostato
		Probar y regular	Inyectores
		Reacondicionar	Alternador y motor de arranque
Limpiar		Enfriador de aceite del motor	
Drenar y lavar		Tanque de combustible	
Drenar y lavar	Depósito del aceite hidráulico		

Dentro de la Tabla 27 se puede observar el plan de mantenimiento preventivo genérico de las 2000 horas que debe llevar el tractor oruga.

Tabla 27

Plan de mantenimiento preventivo genérico del tractor oruga.

	Horas de trabajo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR ORUGA	50					
	100	X				
	150					
	200	X	X			
	250					
	300	X				
	350					
	400	X	X			
	450					
	500	X		X		
	550					
	600	X	X			
	650					
	700	X				
	750					
	800	X	X			
	850					
	900	X				
	950					
	1000	X	X	X	X	
	1050					
	1100	X				
	1150					
	1200	X	X			
	1250					
	1300	X				
	1350					
	1400	X	X			
	1450					
	1500	X		X		
1550						
1600	X	X				
1650						
1700	X					
1750						
1800	X	X				
1850						
1900	X					
1950						
2000	X	X	X	X	X	

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 100 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 200 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

2.5.2.8 Plan de mantenimiento preventivo genérico del cargador frontal

En la Tabla 28 se puede observar las actividades, elementos a revisar y tiempos estimados para la revisión diaria que el operador debe realizar a un cargador frontal para mantenerla en condiciones óptimas de operación. En el cargador frontal el tiempo necesario para realizar cada una de las actividades es de 37 minutos.

Tabla 28

Actividades y tiempo para la revisión diaria del cargador frontal.

REVISIÓN DIARIA CARGADOR FRONTAL				
Maquinaria:				
Código:				
Servicio	Elementos a revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R	Nivel y estado del aceite de motor	15		
R	Nivel de refrigerante			
R	Cantidad de líquido en la transmisión			
R	Cantidad de fluido del sistema hidráulico			
R	Cantidad de fluido del limpiaparabrisas			
R	Posibles fugas y contaminación del sistema de combustible	5		
R	Fugas de aceite externas	3		
R	Funcionamiento del panel de instrumentos	3		
R	Estado general de la máquina (carrocería y cabina)	5		
R	Estado y seguridad de los retrovisores	3		
R	Estado y seguridad del cinturón de seguridad	3		
Tiempo aproximado		37		

Nota: R: Revisar.

En la Tabla 29 se puede observar las actividades que se debe realizar, los elementos a revisar y las horas de trabajo a las cuales se debe realizar las actividades en el cargador frontal a las horas especificadas. Dentro de las actividades que se debe realizar están: purgar, revisar, limpiar, engrasar y cambiar.

Tabla 29

Act. del plan de mantenimiento preventivo del cargador frontal.

	HORAS	ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN
	PM1 (50 Horas)	Purgar	Filtro de combustible
		Revisar	Seguridad de las tuercas de las ruedas
		Revisar	Funcionamiento del freno de estacionamiento

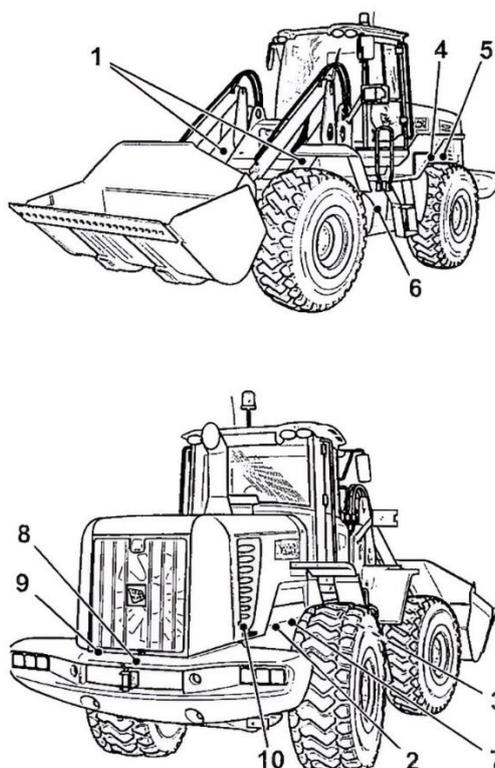
Tabla 29

Act. del plan de mantenimiento preventivo del cargador frontal (Continuación...)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CARGADOR FRONTAL	PM2 (100 Horas)	Limpiar	Válvula antipolvo del filtro de aire
		Revisar	Nivel de aceite del diferencial
		Revisar	Aceite de los cubos (transmisión y ejes)
		Revisar	Presiones y estado de los neumáticos
		Revisar	Nivel de electrolito de la batería
		Revisar	Carga y estado de la batería
		Revisar	Estado y apriete de los bornes de la batería
		Engrasar	Todos los pasadores pivote
		Engrasar	Juntas del eje propulsor
	PM3 (500 Horas)	Cambiar	Aceite y filtro de motor
		Revisar	Concentración y estado del refrigerante
		Limpiar	Válvula antipolvo del filtro de aire
		Cambiar	Elemento exterior del de aire
		Revisar	Sedimentador de combustible
		Revisar	Tensión/estado de la correa del ventilador
		Cambiar	Correa del ventilador
		Limpiar	Respiradero del eje
		Cambiar	Filtro de aceite hidráulico
		Cambiar	Filtro del servo
		Limpiar	Filtro de entrada del calentador de la cabina
		Engrasar	Bisagras (Carrocería)
		PM4 (1000 Horas)	Revisar
	Cambiar		Filtro de combustible
	Revisar		Tensión/estado de la correa del ventilador
	Revisar y ajustar		Huelgos de las válvulas
	Revisar		Fugas de aceite externas
	Cambiar		Purgador/filtro de la transmisión
	Cambiar		Aceite del diferencial
	Cambiar		Aceite de los cubos (transmisión y ejes)
	Revisar		Presiones y estado de los neumáticos
	Revisar		Seguridad de las tuercas de las ruedas
	Revisar		Seguridad de las monturas del eje
	Revisar		Seguridad del eje propulsor
	Revisar		Émbolo deflector del engranaje anular cónico
	Engrasar		Eje propulsor y juntas universales
	Revisar		Posibles daños o fugas de las mangueras, cilindros y tubos
Revisar	Nivel de electrolito de la batería		
Revisar	Carga y estado de la batería		
Revisar	Estado y apriete de los bornes de la batería		
Revisar	Rozamiento o tendido del cableado		
Engrasar	Todos los pasadores pivote		

Tabla 29*Act. del plan de mantenimiento preventivo del cargador frontal (Continuación...)*

		Engrasar	Juntas del eje propulsor
		Limpiar	Filtro de entrada del calentador de la cabina
		Revisar	Estado y seguridad del cinturón de seguridad
		Revisar	Estructura ROPS/FOPS
	PM5 (2000 Horas)	Cambiar	Refrigerante
		Cambiar	Elemento interior del filtro de aire
		Cambiar y tomar muestra	Aceite del sistema hidráulico
		Cambiar	Tapón de llenado del depósito
		Limpiar	Filtros de vacío del depósito

Figura 20*Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas*

Nota: 1: Brazo de la cargadora, 2: Boca de suministro de fluido hidráulico, 3: Mirilla del depósito de fluido hidráulico, 4: Varilla de nivel del aceite de la transmisión, 5: Boca de suministro de diésel, 6: Bloqueo de la articulación, 7: Varilla de nivel del aceite del motor, 8: Batería, 9: Aislador de batería, 10: Caja de herramientas.

En la Figura 20 se puede observar la ubicación exacta de las partes que serán evaluadas dentro de cada uno de los mantenimientos preventivos, este tipo de descripción es muy importante para el técnico encargado, además para que el mantenimiento preventivo sea realizado con mayor rapidez y facilidad.

El plan de mantenimiento preventivo genérico que debe cumplir un cargador frontal dentro de 2000 horas se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30

Plan de mantenimiento preventivo genérico del cargador frontal

	Horas de trabajo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CARGADOR FRONTAL	50	X				
	100	X	X			
	150	X				
	200	X	X			
	250	X				
	300	X	X			
	350	X				
	400	X	X			
	450	X				
	500	X	X	X		
	550	X				
	600	X	X			
	650	X				
	700	X	X			
	750	X				
	800	X	X			
	850	X				
	900	X	X			
	950	X				
	1000	X	X	X	X	
	1050	X				
	1100	X	X			
	1150	X				
	1200	X	X			
	1250	X				
	1300	X	X			
	1350	X				
	1400	X	X			
	1450	X				
	1500	X	X	X		
1550	X					
1600	X	X				
1650	X					
1700	X	X				
1750	X					
1800	X	X				
1850	X					
1900	X	X				
1950	X					
2000	X	X	X	X	X	

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 100 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

2.5.2.9 Plan de mantenimiento preventivo genérico de la motoniveladora

En la Tabla 31 se puede observar las actividades, elementos a revisar y tiempos estimados para la revisión diaria que el operador debe realizar a la retroexcavadora para mantenerla en condiciones óptimas de operación. Para el caso de la motoniveladora se establece un tiempo de 45 minutos. Además, se debe cumplir actividades como: purgar, revisar, limpiar y drenar

Tabla 31

Actividades y tiempo para la revisión diaria de la Motoniveladora.

REVISIÓN DIARIA DE LA MOTONIVELADORA				
Maquinaria:				
Código:				
Servicio	Elementos a revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R	Tanque de combustible	15		
R	Cantidad de fluido en la transmisión			
R	Cantidad de fluido hidráulico			
R	Cantidad de fluido lubricante del motor			
R	Cantidad de refrigerante			
P	Perno en la barra de tiro	15		
P	Cilindro de desplazamiento lateral circular			
P	Cilindro de paso de hoja (ambos lados)			
P	Pivote de hoja (ambos lados)			
L	Carriles de deslizamiento de la guía	3		
D	Trampa de combustible-agua	3		
I	Sistema de filtro de aire	3		
I	Aspilla del ventilador del motor	3		
I	Correa de la transmisión del motor	3		
Tiempo aproximado		45		

Nota: R: Revisar y en casos necesarios rellenar, P: Purgar grasa vieja con nueva, L: Limpiar, I: Inspeccionar y D: Drenar.

En la Tabla 32 se puede observar las actividades que se debe realizar en la motoniveladora a las horas especificadas. Para mantener un plan de mantenimiento eficaz es importante cumplir cada una de las actividades a las horas marcadas, de esta manera garantizamos la vida útil de cada elemento.

Tabla 32

Act. del plan de mantenimiento preventivo de la motoniveladora.

HORAS	ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN
	Purgar grasa vieja	Cilindros escarificadores y pivote
	Purgar grasa vieja	Cilindro de pasador de bloqueo
	Purgar grasa vieja	Círculo y zapatos sin almohadillas
	Rociar Lubricante seco	Circulo y zapatos con almohadillas de desgaste
	Purgar grasa vieja	Soporte de freno de estacionamiento

Tabla 32

Act. del plan de mantenimiento preventivo de la motoniveladora (*Continuación...*)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MOTONIVELADORA	PM1 (50 Horas)	Purgar grasa vieja con nueva	cilindro rueda inclinada
		Purgar grasa vieja con nueva	Barra de acoplamiento y rueda inclinada (ambos extremos)
		Purgar grasa vieja con nueva	Horquilla de dirección superior en inferior (ambos lados)
		Purgar grasa vieja con nueva	Pivote del eje delantero (ambos lados)
		Purgar grasa vieja con nueva	Cilindros de dirección (ambos extremos de cilindro)
		Purgar grasa vieja con nueva	Cilindro cuchilla delantero (ambos extremos del cilindro)
		Purgar grasa vieja con nueva	Cilindro Ripper trasero (ambos extremos del cilindro)
		Purgar grasa vieja con nueva	Muñones de cilindro de elevación (Suspensión de hoja de 90° derecha e izquierda)
		Purgar grasa vieja con nueva	Ejes de muñones de cilindro de elevación (Suspensión de hoja de 90° derecha e izquierda)
		Comprobar el nivel y llenar si es necesario	Aceite, cajas tándem
		Lubricar	Vínculos, calcula de control
		Comprobar el nivel y llenar si es necesario	Aceite, caja de engranajes de accionamiento circular
		Comprobar el nivel y llenar si es necesario	Aceite, embrague deslizante circular
		Revise y mantenga el nivel de electrolito	Baterías
		Comprobar el nivel y llenar si es necesario	Aceite, eje trasero
		Purgar grasa vieja con nueva	Pinza de freno de estacionamiento
		Comprobar el nivel y llenar si es necesario	Aceite, caja de engranajes rueda delantera (Todas las ruedas motrices)
	Drenar agua y sedimentos	Tanque de combustible	
	PM2 (250 Horas)	Sustituir filtro	Filtro, transmisión
		Purgar grasa vieja con nueva	Junta de articulación
		Purgar grasa vieja con nueva	Pivotes de brazo de suspensión, suspensión de hoja 90° derecha e izquierda (ambos lados)
		Purgar grasa vieja con nueva	Pivotes del eje trasero (Dos de cada lado)
		Inspeccione y limpieza	Respiradero, transmisión
		Inspeccione y limpieza	Respiradero, caja de transmisión circular
		Cambiar filtro/resistencia	Filtro de refrigerante/corrosión resistor
Comprobar y ajustar		Sistema de filtro de aire	
Revisar mangueras y abrazaderas		Sistema de refrigeración	
Compruebe el ajuste de las cuñas		Articulación de bola	
Drenaje del cárter del motor y reemplazo de filtro		Filtro, aceite de motor	

Tabla 32

Act. del plan de mantenimiento preventivo de la motoniveladora (*Continuación...*)

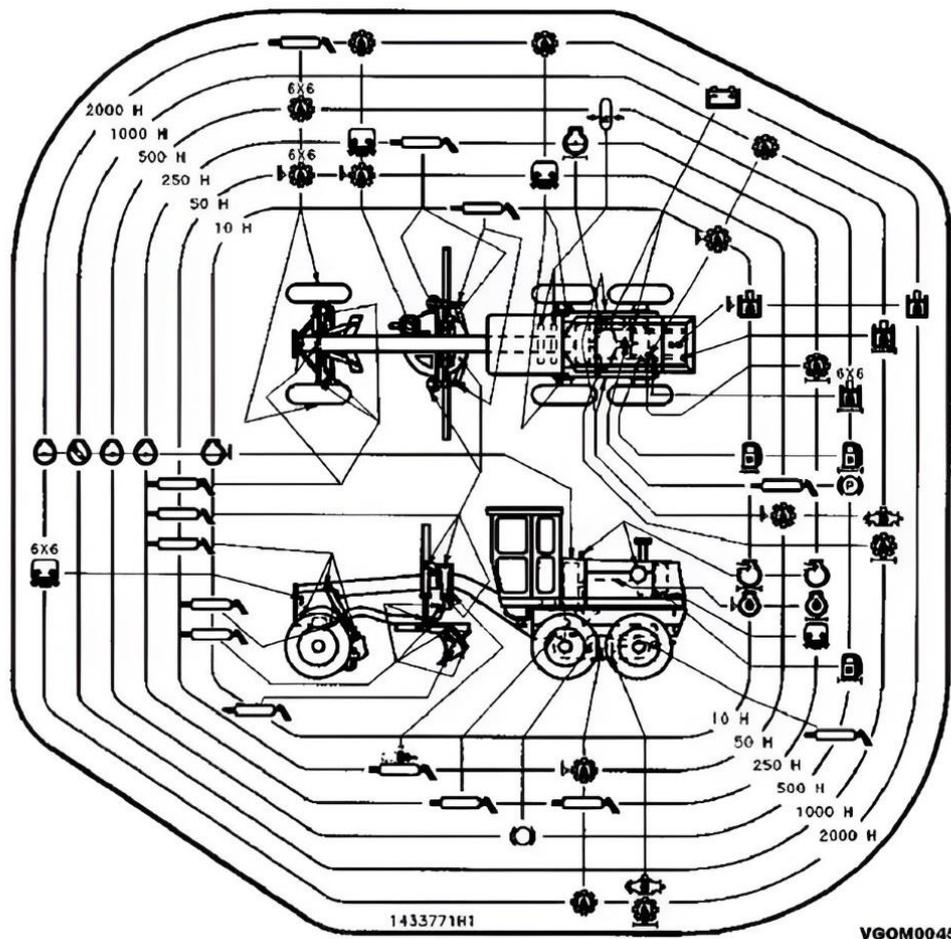
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MOTONIVELADORA	PM3 (500Horas)	Compruebe la protección del refrigerante	Radiador
		Reemplace el elemento del filtro	Ruedas motrices
		Drenaje y llenado	Caja de engranajes, tracción delantera
		Sustituir filtro	Filtros de combustible
		Drenar el tanque de combustible y quitar la pantalla para limpieza	Filtro, depósito de combustible pantalla (colador)
		Comprobar pastillas de freno y ajuste	Freno de mano
		Inspeccione los revestimientos de freno	Revestimiento de frenos
		Inspección de las cadenas de la caja tándem	Caja tándem
		Compruebe la presión de carga	Acumuladores, hidráulico
	PM4 (1000 Horas)	Ajuste el juego de la válvula	Válvulas de motor
		Comprobar el cubo y tensor y tensión de la correa	Cubo, correa y tensor del ventilador
		Reemplazar filtro	Filtro, aceite Hidráulico
		Drenaje de la transmisión, limpieza de pantalla y llenado	Aceite, transmisión
		Purgar grasa vieja con nueva	eje de accionamiento
		Reemplazar filtro y elemento del filtro	Bloqueo y desbloqueo eje posterior del diferencial
	PM5 (2000 Horas)	Empacar los cojinetes	Rueda delantera
		Drenaje, descarga y llenado	Caja de engranajes
		Drenaje, descarga y llenado	Embrague
		Drenaje, descarga y llenado	Maleta tándem
		Drenaje, lavado y llenado	Eje posterior del diferencial
		Drenar y rellenar el depósito	Aceite hidráulico
		Inspeccionar y limpiar	Rueda delantera, caja de engranajes de impulsión y respiradores
		Drenaje, descarga y llenado	Refrigerante
		Limpiar terminales e inspeccionar	Baterías
		Limpiar	Colador, aceite hidráulico y tanque
		Comprobar la alineación de las líneas de índice en el cubo del amortiguador y miembro de inercia.	Vibración del motor y amortiguador

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

Para mejorar el entendimiento del plan de mantenimiento preventivo de la motoniveladora es importante mostrar un gráfico representativo, a través del cual se muestre la ubicación de todas las partes que serán sometidas a mantenimiento, de esta manera la facilidad y sobre todo la rapidez con la que cada maquinaria sea evaluada garantiza al técnico eficiencia y disminuye el tiempo de para que tenga el equipo, disminuyendo costo de mantenimiento y aumentando tiempo de disponibilidad.

Figura 21

Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas.



En la Figura 21 se puede observar la ubicación exacta de las partes que serán evaluadas dentro de cada uno de los mantenimientos preventivos, este tipo de descripción es muy importante para el técnico encargado, además para que el mantenimiento preventivo sea realizado con mayor rapidez y facilidad.

En la Tabla 33 se puede observar el plan de mantenimiento preventivo genérico de las 2000 horas que debe llevar la motoniveladora.

Tabla 33

Plan de mantenimiento preventivo genérico de la motoniveladora.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MOTONIVELADORA	Horas de trabajo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
	50	X				
	100	X				
	150	X				
	200	X				
	250	X	X			
	300	X				
	350	X				
	400	X				
	450	X				
	500	X	X	X		
	550	X				
	600	X				
	650	X				
	700	X				
	750	X	X			
	800	X				
	850	X				
	900	X				
	950	X				
	1000	X	X	X	X	
	1050	X				
	1100	X				
	1150	X				
	1200	X				
	1250	X	X			
1300	X					
1350	X					
1400	X					
1450	X					
1500	X	X	X			
1550	X					
1600	X					
1650	X					
1700	X					
1750	X	X				
1800	X					
1850	X					
1900	X					
1950	X					
2000	X	X	X	X	X	

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

2.5.2.10 Plan de mantenimiento preventivo genérico de la excavadora frontal

En la Tabla 34 se puede observar las actividades y tiempos estimados para la revisión diaria que el operador debe realizar a la excavadora frontal para mantenerla en condiciones óptimas de operación. El tiempo establecido para una revisión diaria está establecido en 50 minutos, donde se realizará actividades de: limpieza, revisión y lubricación.

Tabla 34

Actividades y tiempo para revisión diaria de la excavadora frontal.

REVISIÓN DIARIA EXCAVADORA FRONTAL				
Maquinaria:				
Código:				
Servicio	Elementos por revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R/L	Tanque de combustible.	15		
R/A	Nivel de aceite hidráulico.			
R/A	Nivel de aceite de motor.			
R/A	Nivel de refrigerante.			
R/L	Panel de control y lampara piloto.	5		
R/L	Prefiltro.	5		
R/L	Tensión de la correa del ventilador	5		
L	Cilindro de la pluma.	20		
L	Cilindro de la cuchara			
L	Vástago del cilindro de la pluma.			
L	Cilindro del brazo.			
L	Rodamiento del cilindro del brazo.			
L	Conexión de pluma y brazo.			
L	Pie de la pluma.			
Tiempo aproximado		50		

Nota: R: Revisar, L: Limpiar, A: Agregar y LU: Lubricar

En la Tabla 35 se puede observar las actividades que se debe realizar en la excavadora frontal a las horas especificadas. Además, se especifica el lugar exacto donde está ubicada cada pieza que necesita revisión, lubricación o mantenimiento.

Tabla 35

Act. del plan de mantenimiento preventivo de la excavadora frontal.

	PM1 (50 H)	8	D	Tanque de combustible	
		13	R/AJ	Tensión de la oruga	
		10	R/AÑ	Aceite del engranaje de reducción de oscilación	
		7	R/L	Pasador y bujes de aditamento	
		11	R/AG	Grasa de engranajes de reducción de oscilación	
			19	RP	Filtro de línea de piloto
			16	RP	Cartucho de línea de drenaje
			15	RP	Filtro de retorno

Tabla 35

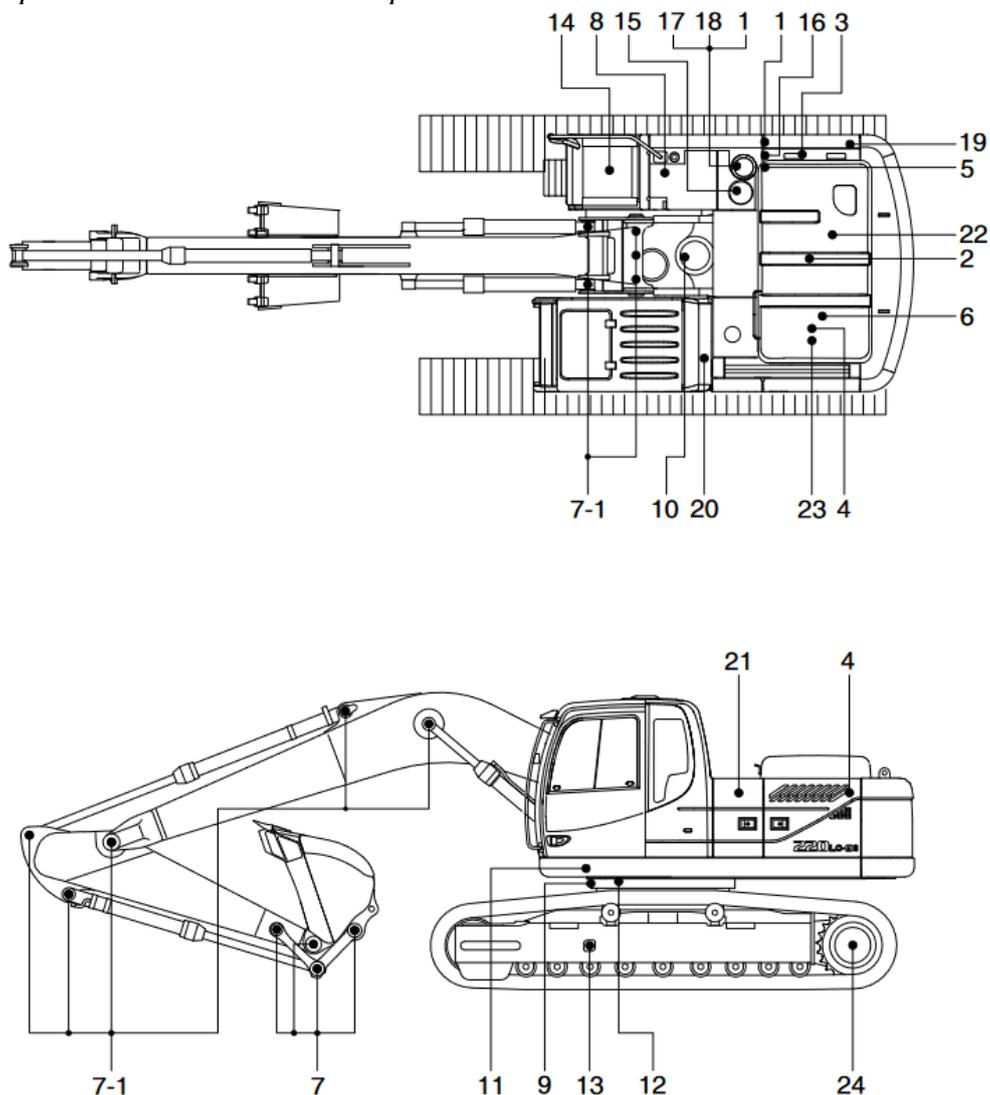
Act. del plan de mantenimiento preventivo de la excavadora frontal (Continuación...)

ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EXCAVADORA FRONTAL	PM2	2	C	Aceite del motor
		3	RP	Filtro del aceite del motor
		7 a 1	R/AG	Pasadores y bujes de aditamento
		9	R/AG	Grasa de cojinete de oscilación
		14	R/L	Batería
		20	R/L	Filtro de aire fresco de A/A y calefacción
		*	R/AP	Pernos y tuercas
	PM3	2	C	Aceite de motor
		3	RP	Filtro de aceite del motor
		5	RP	Prefiltro
		21	R/L	Filtro primario
		22	RP	Combustible (Combustible)
		23	R/L	Radiador y enfriado de aire
	PM4	10	C	Caja de engranaje de reducción de oscilación
		11	C	Grasa de engranaje de reducción de oscilación
		12	C	Grasa del engranaje de oscilación y el piñón
		15	RP	Filtro de retorno de fluido hidráulico
		16	RP	Filtro de drenaje
		24	RP	Caja de engranajes de reducción de desplazamiento
		17	RP	Respiradero de aire
		19	RP	Filtro de la línea piloto
	PM5	1	C	Aceite hidráulico
		4	C	Refrigerante para radiador
		18	R/L	Aceite hidráulico (Filtro de succión)
		*	R/AP/RP	Mangueras de conexión de combustible, refrigerante y sistema hidráulico

Nota: Nota: D: Drenaje, AJ: Ajustar, RP: Reemplazar y R: Revisar, AÑ: Añadir, AG: Agregar, C: Cambiar, L: Limpiar, AP: Apriete, PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

Figura 22

Descripción de la ubicación de las partes a ser revisadas.



En la Figura 22 se puede observar la ubicación exacta de las partes que serán evaluadas dentro de cada uno de los mantenimientos preventivos, este tipo de descripción es muy importante para el técnico encargado, además para que el mantenimiento preventivo sea realizado con mayor rapidez y facilidad.

En la Tabla 36 se puede observar el plan de mantenimiento preventivo genérico de las 2000 horas que debe llevar la excavadora frontal, aquí se detalla las actividades a realizar. Es importante cumplir con exactitud los tiempos establecidos para revisión, cambio o lubricación de las partes para aumentar la vida útil de estas.

Tabla 36*Plan de mantenimiento preventivo genérico de la excavadora frontal.*

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EXCAVADORA FRONTAL	Horas de trabajo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
	50	X				
	100	X				
	150	X				
	200	X				
	250	X	X			
	300	X				
	350	X				
	400	X				
	450	X				
	500	X	X	X		
	550	X				
	600	X				
	650	X				
	700	X				
	750	X	X			
	800	X				
	850	X				
	900	X				
	950	X				
	1000	X	X	X	X	
	1050	X				
1100	X					
1150	X					
1200	X					
1250	X	X				
1300	X					
1350	X					
1400	X					
1450	X					
1500	X	X	X			
1550	X					
1600	X					
1650	X					
1700	X					
1750	X	X				
1800	X					
1850	X					
1900	X					
1950	X					
2000	X	X	X	X	X	

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

2.6 SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es importante mencionar que el IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) en el cual se trabajó para la creación del sistema que controla el plan de mantenimiento preventivo de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo es NetBeans.

NetBeans es un IDE que mantiene su estructura y funcionamiento en código abierto de uso libre y actualizaciones gratuitas [34]. Además, ofrece un tipo de programación multiplataforma, pues se puede utilizar fácilmente en sistemas operativos como: Windows, Linux, Mac OS y Solaris. Basado principalmente en programación Java, pero su versatilidad lo hace amigable con lenguajes de programación como lo es C, C++, PHP, HTML5 entre otros [35].

NetBeans crea sus aplicaciones basadas en módulos, esto facilita la estructuración de las aplicaciones y la facilidad de uso. Además, NetBeans incorporó administración automática de la memoria con la finalidad de distribuir de manera eficaz el uso de esta.

Es importante mencionar que el consumo de recursos por parte de NetBeans principalmente en programas y aplicaciones con un nivel de complejidad elevada hace que el rendimiento del ordenador disminuya, por esta situación se debe instaurar en equipos con capacidad acorde a la complejidad y uso de memoria de la aplicación. Finalmente, esta aplicación está sujeta a actualizaciones frecuentes por lo cual es una desventaja para usuarios que necesitan estabilidad en sus programas por tiempos prolongados [36].

2.6.1 PARTES PRINCIPALES DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Es preciso mantener un orden dentro del diseño del software de mantenimiento preventivo del GAD. del cantón Pedro Moncayo, por este motivo se ha dividido el programa en cuatro partes fundamentales

2.6.1.1 Módulo de acceso a la página principal.

El módulo de la página de acceso a la página permite el acceso a las diferentes funcionalidades del programa. Existen dos tipos de usuario (Administrador y no administrador). Es importante recalcar que dependiendo del tipo de usuario el programa permitirá realizar o no realizar funciones específicas.

Figura 23*Página inicial de acceso de un usuario.*


Iniciar Sesión



Cédula:

Contraseña:

La página inicial de acceso al programa de mantenimiento preventivo de las unidades del GAD. del cantón Pedro Moncayo se muestra en la Figura 23. Los datos necesarios para el acceso es el número de cédula del usuario y la contraseña de acceso.

2.6.1.2 Módulo de la página principal.

El módulo de la página principal contiene todas las tareas que va a desempeñar el sistema, estas tareas son: Personal, planes y flota vehicular. Cada una cumple funciones específicas y se encuentran subdivididas en opciones, mismas que permiten llevar un plan de mantenimiento preventivo eficaz.

Figura 24*Página principal de acceso a todas las funciones*


Sistema de gestión automotriz



ALCALDIA 2023 - 2027

En la Figura 24 se puede observar la opción “Personal” permite crear y editar usuarios dependiendo del tipo de usuario (administrador y no administrador) que ingrese al sistema. También está la opción de “Planes” donde se puede ingresar los planes de mantenimiento preventivo de la flota vehicular e ingreso de las actividades que se debe realizar. Por otro lado, se tiene la opción de “Flota vehicular” donde permite el ingreso de los vehículos con su respectivo historial. Finalmente, la se encuentra la opción de “Costos”, esta opción ayuda a mantener el gasto que produce cada una de las maquinas pertenecientes a la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

2.7 ESTRUCTURA DE COSTOS DE LA FLOTA VEHICULAR.

Es importante mantener una estructura de costos dentro de un plan de mantenimiento preventivo, puesto que permite identificar áreas donde se puede aminorar gastos y focalizarlos. Además, el mantener una estructura ordenada de costos, simplifica la elaboración de presupuestos.

2.7.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Para realizar un análisis de costos es importante conocer varios conceptos como son: costos fijos, costos variables, relación de costo de mantenimiento preventivo, relación de costo de mantenimiento correctivo y variación de costos totales, cada uno ayuda a mantener un análisis estructurado [37].

2.7.1.1 Costos fijos

Se entiende por costos fijos a los valores que no cambian con la cantidad de trabajo que se realiza, son costos que se realizan con regularidad sin importar el número de mantenimientos. Están relacionados directamente con el mantenimiento preventivo, puesto que son mantenimientos programados y sus costos están previamente establecidos, además que son costos que garantizan la vida útil del vehículo.

$$C_f = \text{Costo total del mantenimiento preventivo}(\$) \quad [2.8]$$

2.7.1.2 Costos variables

Los costos variables oscilan en función de la cantidad de trabajos o servicios que se realizan de manera no programa, es decir en casos de averías y fallas ocasionas cuando el vehículo se encuentre operando. Los costos variables están relacionados directamente con el mantenimiento correctivo y son costos mucho más elevados en relación con los costos

fijos. La única manera de reducir los costos variables es con la aplicación de un correcto mantenimiento preventivo.

$$C_v = \text{Costo total del mantenimiento correctivo}(\$) \quad [2.9]$$

2.7.1.3 Costo total

Es el resultado de sumar costos fijos y costos variables. La importancia de un costo total es tener una estimación del presupuesto necesario para el mantenimiento en general.

$$C_T = C_f + C_v (\$) \quad [2.10]$$

2.7.1.4 Relación de costo de mantenimiento preventivo y correctivo

Es importante establecer la relación porcentual entre el mantenimiento preventivo y correctivo para evaluar cambios y tomar decisiones en base a datos cuantitativos.

$$\text{Mantenimiento preventivo} = \frac{C_f}{C_T} * 100(\%) \quad [2.11]$$

$$\text{Mantenimiento correctivo} = \frac{C_v}{C_T} * 100(\%) \quad [2.12]$$

2.7.1.5 Variación de costos totales

Es la diferencia entre costos totales de cada una de las unidades antes y después de su respectivo análisis. Se utiliza para ver el impacto cuantitativo que tuvo la implementación.

$$\Delta C_T = C_F - C_I (\$) \quad [2.13]$$

$\Delta C_T = \text{Variación de costos totales}$

$C_F = \text{Costo despues de implementación del plan de mantenimiento preventivo}$

$C_I = \text{Costo antes de implementación del plan de mantenimiento preventivo}$

2.7.1.6 Reducción de costos totales de mantenimiento

La reducción de costos es un valor que compara la eficiencia que se produce con la implementación del software.

$$R_c = \frac{\Delta C_T}{C_I} * 100\% \quad [2.14]$$

R_c = Reducción de costos totales

ΔC_T = Variación de costos totales

C_I = Costos antes de la implementación

2.7.2 FORMULARIO DE TRATAMIENTO DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES

En la Tabla 37 se puede observar el formulario de estructura de costos del plan de mantenimiento preventivo que tendrá el GAD. del cantón Pedro Moncayo. En esta estructura se encuentran clasificados costos fijos y costos variables. De esta manera se puede detallar costos por uso de combustible, lubricantes y grasas, filtros, tren de rodaje o neumáticos, elementos de desgaste y personal.

Para obtener valores exactos se debe especificar el costo de compra dentro del mercado ecuatoriano: por galón y libra de cada elemento que se utiliza dentro de la maquinaria y el costo de hora de trabajo del personal. También se debe obtener el kilometraje u horas de trabajo a las cuales se debe realizar el cambio cada elemento para de esta manera obtener datos más apegados a la realidad.

Finalmente, con la adquisición de los datos anteriores se obtiene costo por hora, día, semana, mes y año que genera cada vehículo liviano, equipo pesado y maquinaria pesada.

Tabla 37*Estructura de costos.*

ESTRUCTURA DE COSTOS						
MAQUINARIA PESADA						
CODIGO:		EQUIPO:				
DESCRIPCIÓN	Tiempo de cambio (Horas)	Cantidad (Galones, libras, unidades)	Tipo	Consumo de galones por hora	Precio unitario (Galón, libra, unidad y hora de trabajo)	Costo Real por hora
1 Costos de operación horaria						3.91132
1.1 Combustible						
Consumo de combustible	18	0	Diesel	0.000	1.75	0
						0
1.2 Lubricantes y grasas						
Motor	250	6.3	SAE 10W-30	0.0252	22.5	0.567
Caja de engranaje de reducción de desplazamiento	1000	3	SAE 80W-90	0.003	15.45	0.04635
Caja de engranaje de reducción de oscilación (Tipo1 y Tipo)	1000	2.94	SAE 75W-90	0.00294	14.25	0.041895
Sistema hidráulico	2000	115	ISO VG 46	0.0575	12.45	0.715875
Refrigerante	2000	9.2	50/50	0.0046	5.2	0.02392
Grasa de engranaje de reducción de oscilación	1000	2.4	NL GI No2	0.0024	5.85	0.01404

Tabla 37*Estructura de costos (Continuación...)*

Grasa de engranaje de oscilación y el piñón	1000	25.8	NL GI No2	0.0258	5.85	0.15093
						1.56001
1.3 Filtros						
Filtro de aceite del motor	250	1	6136-51-5121	0.004	46.8	0.1872
Filtro de aire acondicionado y calefacción	1000	1	***	0.001	56.2	0.0562
Prefiltro	500	1	600-181-8230	0.002	26.3	0.0526
Filtro aire Primario	500	1	600-181-8600	0.002	38.5	0.077
Filtro de combustible	500	1	600-311-8292	0.002	57.5	0.115
Filtro de retorno del aceite hidráulico	1000	1	07063-01142	0.001	16.5	0.0165
Filtro de línea de piloto	1000	1	***	0.001	38.5	0.0385
Filtro de succión del aceite hidráulico	5000	1	285-62-17320	0.0002	65.3	0.01306
						0.55606
1.4 Tren de Rodaje						
Mantenimiento de tren de rodaje	5000	1	***	0.0002	2300	0.46
						0.46
1.5 Elementos de desgaste						
Pasadores y bujes de aditamento	50	1	***	0.02	27.5	0.55

Tabla 37*Estructura de costos (Continuación...)*

Tanque de combustible	2000	1	***	0.0005	215.15	0.107575
Pernos y tuercas	250	1	***	0.004	37.2	0.1488
Mangueras, acoples y abrazaderas	5000	4	***	0.0008	360	0.288
Tanque hidráulico	2000	1	***	0.0005	250.5	0.12525
						1.219625
1.5 Personal						
Operador	160	1	***	0.00625	3.5	0.021875
Mecánico	160	1	***	0.00625	7.5	0.046875
Analista o supervisor	160	1	***	0.00625	7.5	0.046875
						0.115625
Costo total por hora		3.91132		Costo total por día		31.29056
Costo total por semana		156.4528		Costo total por mes		625.8112
Costo total por año		7509.7344				
Costo total por 6 meses		3754.8672				

CAPÍTULO III

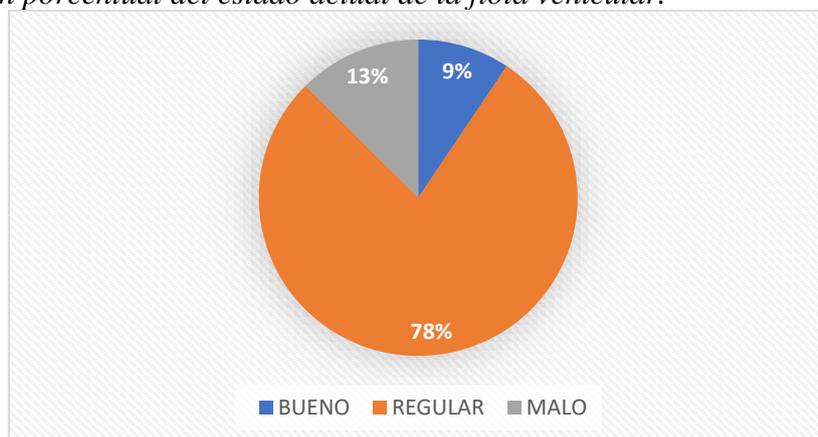
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD. DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.

Se detalla la ponderación en porcentaje de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo, para lo cual se empleó formularios donde se diagnostica su estado mecánico, exterior, interior e historial. Para esto se ha clasificado según su condición en: bueno, regular, malo y obsoleto.

Figura 25

Ponderación porcentual del estado actual de la flota vehicular.

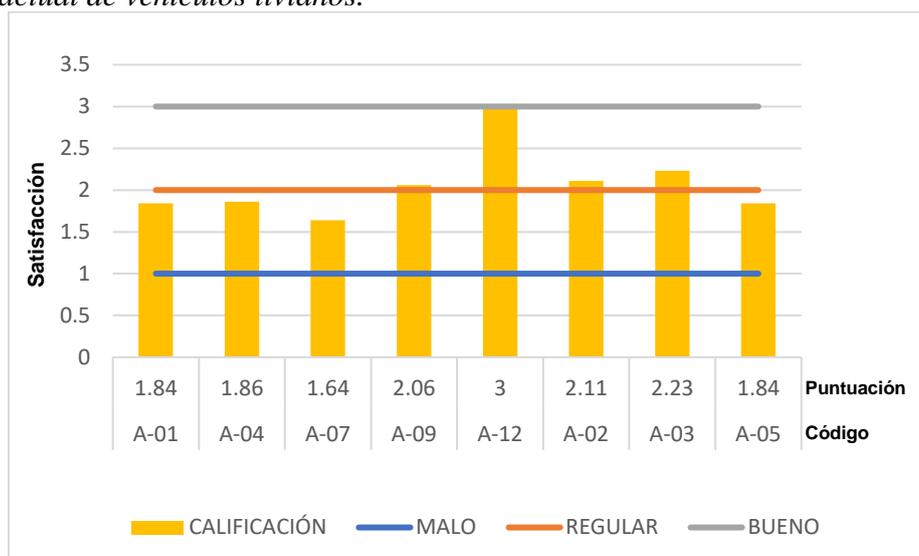


En la Figura 25 se puede observar los resultados del estado actual de la flota vehicular a nivel global previo levantamiento y tratamiento de datos, donde se puede que el 9% (3 unidades) mantienen un estado bueno, el 78% (25 unidades) se encuentran en estado regular, el 13% (4 unidades) se encuentran en estado malo.

Es importante indicar que el estado de cada una de las unidades se hizo previo análisis mecánico, análisis interno, análisis externo y análisis de su historial. Además, es importante mencionar que la flota vehicular en su mayoría tiene 9 años de trabajo.

3.1.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS

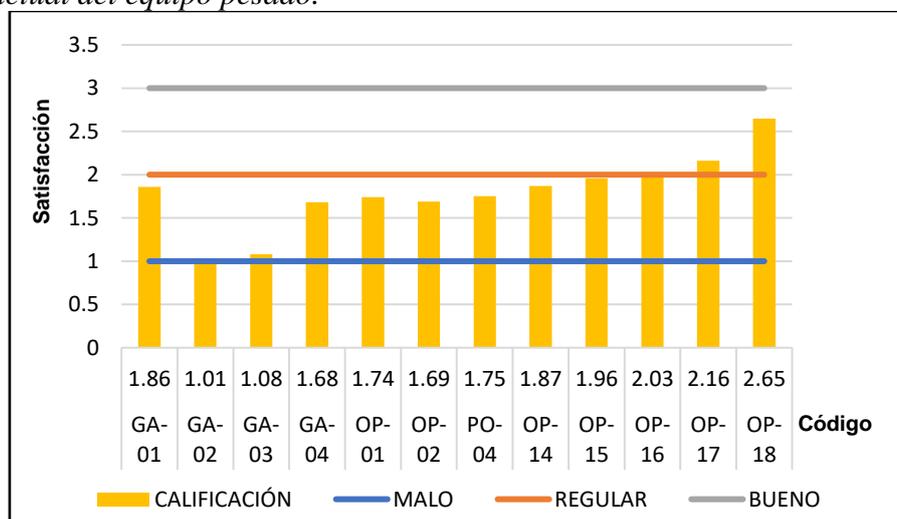
Dentro del análisis de las condiciones actuales de los vehículos livianos se ha empleado el modelo de formulario de diagnóstico mostrado en la Figura 16, la Tabla 7 de clasificación de satisfacción y la ecuación [2.7] que establece la calificación del vehículo.

Figura 26*Estado actual de vehículos livianos.*

En la Figura 26 se aprecia la calificación de los 8 vehículos livianos pertenecientes a la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo. En base a los datos obtenidos el 12.5% (1 unidad) se encuentra en estado bueno, y el 87.5% (7 unidades) se encuentra en estado regular. Es importante señalar que las unidades tienen un tiempo prolongado dentro del patio automotor, por ende, la mayoría se encuentra en estado regular. Finalmente se puede observar que no existen unidades en mal estado.

3.1.2 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL EQUIPO PESADO

Para el análisis de las condiciones actuales de cada equipo pesado, se empleó el modelo de formulario mostrado en la Figura 16 y conjuntamente la Tabla 7 de clasificación de satisfacción y la ecuación [2.7] que establece la calificación del equipo pesado.

Figura 27*Estado actual del equipo pesado.*

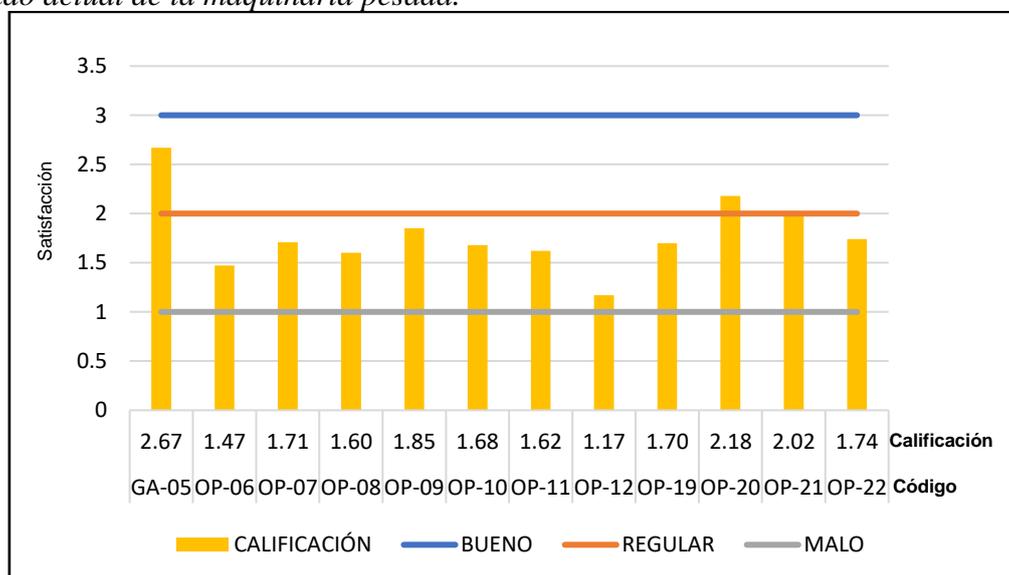
En la Figura 27 se aprecia la calificación de los 12 equipos pesados pertenecientes a la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo. En base a los datos obtenidos el 8.3% (1 unidad) se encuentra en estado bueno, y el 75% (9 unidades) se encuentra en estado regular y el 16.67% (2 unidades) se encuentran en estado malo. Es importante señalar que las unidades tienen un tiempo prolongado dentro del patio automotor, por ende, la mayoría se encuentra en estado regular. Finalmente se puede observar que dos unidades se encuentran en estado malo, principalmente por daños mecánicos severos que les impiden trabajar con normalidad.

3.1.3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA PESADA.

El análisis de las condiciones actuales de cada maquinaria se ha empleado el modelo de formulario de diagnóstico mostrado en la Figura 16 y la Tabla 7 de clasificación de satisfacción y la ecuación [2.7] que establece la calificación del vehículo. Es importante mencionar que el formulario para maquinaria y equipo pesado está modificado de acuerdo con la necesidad de cada máquina, puesto que manejan diferentes accesorios y elementos de revisión.

Figura 28

Estado actual de la maquinaria pesada.



En la Figura 28 se aprecia la calificación de las 12 maquinarias pesadas pertenecientes a la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo. En base a los datos obtenidos el 8.3% (1 unidad) se encuentra en estado bueno, y el 75% (9 unidades) se encuentra en estado regular y el 16.67% (2 unidades) se encuentran en estado malo. Es importante señalar que las unidades tienen un tiempo prolongado dentro del patio automotor, por

ende, la mayoría se encuentra en estado regular. Finalmente se puede observar que dos unidades se encuentran en estado malo, principalmente por daños mecánicos y fugas excesivas en accesorios y mangueras del sistema hidráulico que les impiden trabajar con normalidad.

3.2 ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La investigación e inserción de planes de mantenimiento preventivo de las unidades que forman parte del GAD. del cantón Pedro Moncayo, tiene la finalidad del mejoramiento de aspectos operativos, económicos y de seguridad.

Un plan de mantenimiento correctamente estructurado muestra grandes ventajas de prevención de accidentes y seguridad de los conductores, puesto que se mantiene una revisión regular de todos sus elementos disminuyendo así la probabilidad de fallos mecánicos.

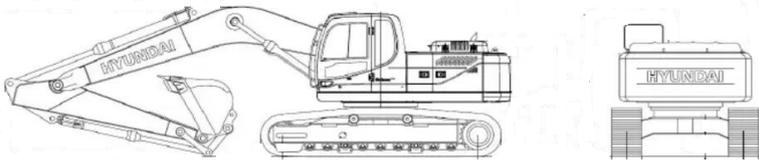
Por otro lado, la reducción de costos por prevención de averías, disminución del uso de combustible y planificación eficiente hace que un plan de mantenimiento preventivo dentro de una flota vehicular se vea necesaria.

Finalmente, la importancia de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de cada unidad, preserva el valor de cada unidad y retrasa la inversión o implementación de nuevas unidades.

3.2.1 APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPLETO

Como parte inicial de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las unidades que forman parte del GAD. del cantón Pedro Moncayo se procese a revisar individualmente el estado actual de los equipos, a través de planillas de revisión que se puede observar en la Figura 29, donde se ponderó el estado de cada uno de los sistemas y además se estableció observaciones que se deben considerar dentro de los mantenimientos preventivos y correctivos.

Figura 29
Plantilla de calificación del estado actual de OP-EO-20

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO											
ESTADO ACTUAL DE FLOTA VEHICULAR											
CÓDIGO: OP-EO-20					PLACA: 7.1-17-002225						
REVISIÓN		B	R	M	O	REVISIÓN		B	R	M	O
Motor					Sistema de transmisión						
Fugas de aceite	X					Árbol de transmisión					
fugas de combustible	X					Dureza en el cambio de marcha					
Cables y cañerías		X				Fugas de aceite en la caja de cambios					
Estabilidad en ralentí	X					Fugas de aceite en el diferencial					
Temperatura del motor	X					Acople del embrague					
Arranque del motor	X					Fuga de aceite de los reductores					
Banda de accesorios			X			Doble tracción					
Sistema de dirección					Sistema de alumbrado						
Fugas de líquido hidráulico	X					Luz de posición					
Cañerías de la dirección		X				Luz de cruce					X
Maniobrabilidad de la dirección						Luz de carretera					X
Sonidos al girar						Luz antiniebla					
Depósito del aceite						Direccionales					X
Centrado del volante						Luz de freno					X
Sistema de frenos					Sistema de suspensión						
Fugas del líquido de frenos						Luz de placa					
Sonido al frenar						Golpeteo en caminos irregulares					
Freno de estacionamiento	X					Amortiguadores					
Cañerías de freno		X				Bujes		X			
Depósito del líquido de frenos						Ballestas					
Tanque de almacenamiento de aire						Barra estabilizadora					
Tambor											
Sistema de carga					Sistema de refrigeración						
Fijación de la batería		X				Fugas del líquido refrigerante	X				
Nivel de electrolito		X				Depósito del refrigerante				X	
Cables de conexión		X				Ventilador	X				
Bornes de la Batería			X			Radiador		X			
Neumáticos					Interior del habitáculo						
Desgaste uniforme						Tapa de radiador		X			
Presión del neumático						Mangueras de conexión		X			
Chasis					Implementos						
Golpes en el chasis			X			Cucharón			X		
Bases anti vibraciones						Rodillo liso					
Estado de las uniones						Tren de rodaje				X	
Carrocería					Sistema Hidráulico						
Uniones de las puertas		X				Toma de Fuerza					
Acople del capo en su alojamiento	X					Conjunto Hidráulico	X				
Estado de las latas		X				Mangeras y conexiones	X				
Pintura		X				Fugas de aceite en cilindros	X				
Sistema Hidráulico					Implementos						
Toma de Fuerza						Cucharón			X		
Conjunto Hidráulico	X					Rodillo liso					
Mangeras y conexiones		X				Tren de rodaje				X	
Fugas de aceite en cilindros	X					Cepillos (delanteros y posteriores)					
Gato de accionamiento del balde											
Implementos					PUNTAJE /						
Cucharón			X								
Rodillo liso											
Tren de rodaje				X							
Cepillos (delanteros y posteriores)											
GRAFICO											
											
OBSERVACIONES:											
Pines y bocines de toda la maquinaria tienen ligeros desgastes											
Depósito de combustible en la parte superior tiene una fisura											
Batería mal fijada y sus bornes están en mal estado (no sujetan los cables)											
Golpe fuerte en la tornamesa, produce sonidos al realizar giros											
Seguros de las ventanas no funcionan y no existe cacuchos protectores (ingreso de polvo y agua en el trabajo)											
Desgaste en las uñas del cucharón											
Desgaste en rodillos, catalina y guía del tren de rodaje											
El tablero no marca el nivel de combustible											
No funcionan las luces											
Cristal de la parte delantera baja trizado											
Aire acondicionado no funciona											
Cauchos de las plumas en mal estado											
Bandas no se ha cambiado desde su adquisición (existe desgaste)											

Con el finiquito de la revisión del estado actual de las unidades, procede la creación de planes de mantenimiento genéricos de cada unidad tomando en cuenta las observaciones anotadas dentro de las planillas de calificación.

En la Tabla 38 se puede observar que a cada unidad se somete a revisión diaria con la finalidad de mejorar el rendimiento y de esta manera puedan cumplir cada una de sus actividades de manera eficiente y sin paros no programados.

Tabla 38

Actividades y tiempo para revisión diaria de la excavadora frontal OP-EO-20

REVISIÓN DIARIA EXCAVADORA FRONTAL				
Maquinaria:	Excavadora Frontal Hyundai			
Código:	OP-EO-20			
Servicio	Elementos por revisar	Minutos	Cumplimiento	
			SI	NO
R/L	Tanque de combustible.	15	X	
R/A	Nivel de aceite hidráulico.		X	
R/A	Nivel de aceite de motor.		X	
R/A	Nivel de refrigerante.		X	
R/L	Panel de control y lampara piloto.	5	X	
R/L	Prefiltro.	5	X	
R/L	Tensión de la correa del ventilador	5	X	
L	Cilindro de la pluma.	20	X	
L	Extremo de la pluma.		X	
L	Vástago del cilindro de la pluma.		X	
L	Tubo del cilindro del brazo.		X	
L	Rodamiento del cilindro del brazo.		X	
L	Conexión de pluma y brazo.		X	
L	Cilindro de la cuchara.		X	
Tiempo aproximado		50		

La aplicación de la revisión diaria de cada unidad ayudó a prevenir daños más severos dentro de cada una de las partes que conforma cada unidad. Además, garantiza seguridad de operación de cada uno de los conductores y operarios.

Para reforzar la revisión diaria de las unidades se siguió planes de mantenimiento genéricos, se puede observar dentro de la Tabla 39.

Tabla 39

Plan de mantenimiento preventivo genérico de la excavadora frontal OP-EO-20.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EXCAVADORA FRONTAL	Horas de trabajo	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
	50	X				
	100	X				
	150	X				
	200	X				
	250	X	X			
	300	X				
	350	X				
	400	X				
	450	X				
	500	X	X	X		
	550	X				
	600	X				
	650	X				
	700	X				
	750	X	X			
	800	X				
	850	X				
	900	X				
	950	X				
	1000	X	X	X	X	
	1050	X				
	1100	X				
	1150	X				
1200	X					
1250	X	X				
1300	X					
1350	X					
1400	X					
1450	X					
1500	X	X	X			
1550	X					
1600	X					
1650	X					
1700	X					
1750	X	X				
1800	X					
1850	X					
1900	X					
1950	X					
2000	X	X	X	X	X	

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

Las actividades PM1, PM2, PM3, PM4 y PM5 se encuentran detalladas en la Tabla 40 con la finalidad de mantener un plan de mantenimiento fácil de ejecutar.

Tabla 40

Actividades del plan de mantenimiento preventivo excavadora OP-EO-20

		UBICACIÓN	ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE REVISIÓN
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EXCAVADORA FRONTAL	PM1 (50 H)	8	D	Tanque de combustible
		13	R/AJ	Tensión de la oruga
		10	R/AÑ	Aceite del engranaje de reducción de oscilación
		7	R/L	Pasador y bujes de aditamento
		11	R/AG	Grasa de engranajes de reducción de oscilación
	PM2	19	RP	Filtro de línea de piloto
		16	RP	Cartucho de línea de drenaje
		15	RP	Filtro de retorno
		2	C	Aceite del motor
		3	RP	Filtro del aceite del motor
		7 a 1	R/AG	Pasadores y bujes de aditamento
		9	R/AG	Grasa de cojinete de oscilación
		14	R/L	Batería
		20	R/L	Filtro de aire fresco de A/A y calefacción
		*	R/AP	Pernos y tuercas de todo el sistema
	PM3	2	C	Aceite de motor
		3	RP	Filtro de aceite del motor
		5	RP	Prefiltro
		21	R/L	Filtro primario
		22	RP	Combustible (Filtro)
		23	R/L	Partes del radiador
	PM4	10	C	Caja de engranaje de reducción de oscilación
		11	C	Grasa de engranaje de reducción de oscilación
		12	C	Grasa del engranaje de oscilación y el piñón
		15	RP	Retorno del aceite hidráulico
16		RP	Filtro de drenaje	
24		RP	Caja de engranajes de reducción de desplazamiento	
17		RP	Respiradero de aire	
19		RP	Filtro de la línea piloto	
PM5	1	C	Aceite hidráulico	
	4	C	Refrigerante para radiador	
	18	R/L	Succión del aceite hidráulico	
	*	R/AP/RP	Mangueras de todo el sistema	

Nota: PM1: Plan de mantenimiento a las 50 Horas, PM2: Plan de mantenimiento a las 250 Horas, PM3: Plan de mantenimiento a las 500 Horas, PM4: Plan de mantenimiento a las 1000 Horas, PM5: Plan de mantenimiento a las 2000 Horas.

Para finalizar el cumplimiento del mantenimiento preventivo genérico de cada una de las unidades de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo, se da cumplimiento a la carta de lubricación de la excavadora oruga OP-EO-20 que se puede observar en la Tabla 41, donde se detalla viscosidad de aceite, cantidad de aceite, tiempo de cambio y ubicación de los diferentes depósitos. Además, se detalla la codificación del tipo de filtro, la cantidad de filtros, el tiempo de cambio y la ubicación de los filtros dentro de la máquina.

Tabla 41
Carta de lubricación de la excavadora oruga OP-EO-20

CARTA DE LUBRICACIÓN DE EXCAVADORA					
EQUIPO:	Excavadora Oruga				
CÓDIGO:	OP-EO-20				
	ACEITE	VISCOSIDAD	CANTIDAD	MPO DE CAMBIO	UBICACIÓN
	Aceite de motor	SAE 10W-30	6.3 Galones	250	1
	Aceite hidráulico	ISO VG 32	42 Galones	2000	2
	Engranaje de reducción de desplazamiento de oscilación	SAE 80W-90	1.3 Galones	1000	10
	Grasa	NLGI No. 2	2.4 Libras	1000	11
	Refrigerante	Glicol Etileno	9.2 Galones	2000	4
	Combustible	ASTM D975 No. 2	106 Galones	***	8
	FILTRO	CANTIDAD	CÓDIGO	TIEMPO	UBICACIÓN
	Prefiltro	1	WX49266	500	5
	Filtro de aceite de motor	1	WX57325	250	3
	Filtro de aire acondicionado y	1	WX24693	5000	20
	Filtro de aire primario	1	WX49783	5000	21
	Filtro de Combustible	1	WX33076	500	22
	Filtro de retorno del aceite hidráulico	1	WX51494	1000	15
	Filtro de línea piloto	2	WX49782	1000	19
	Filtro de succión del aceite hidráulico	2	WX51863	5000	18

3.3 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con la finalidad de aumentar el control dentro de la mecánica municipal del GAD. del cantón Pedro Moncayo, el acoplamiento de un sistema computarizado para la centralización del mantenimiento es indispensable. Este sistema tiene como fin el aumento de la eficiencia operativa manteniendo una programación de servicios tomando en cuenta el historial del vehículo y su mantenimiento.

Otra de las funcionalidades que se mejora con la inserción de software es mantener registros de trabajos realizados en cada vehículo, así como recordatorios de próximos mantenimientos o inspecciones.

Finalmente, el empleo de un software facilita la optimización de recursos, puesto que se lleva mantenimientos programados, se reduce la probabilidad de fallos y averías con costos elevados.

Figura 30
Análisis y descripción de botón Planes

Año	Plan Anual
2024	Cargador frontal JBC OP-11 (1).xlsx
2024	Tractor oruga caterpillar OP-07 (1).xlsx
2024	Retroexcavadora JBC OP-08 (1).xlsx
2024	Retroexcavadora Case OP-06 (1).xlsx
2024	Retroexcavadora Hyundai OP-19 (1).xlsx
2024	Motoniveladora Galión OP-09 (1).xlsx
2024	Motoniveladora Case OP-22 (1).xlsx
2024	Excavadora oruga JBC OP-10 (1).xlsx
2024	Rodillo JCB OP-12 (1).xlsx
2024	Rodillo Hyundai OP-21 (1).xlsx

En la Figura 30 se puede observar la opción de “Planes”, misma que se encuentra subdivida en control de planes, planes de mantenimiento y disponibilidad donde el encargado de la administración del software puede crear, editar, ver y eliminar actividades de cada opción.

La opción control de planes, se encuentra subdividida en plan anual de vehículos livianos, maquinaria y equipo pesado mismas que permiten mantener un control de mantenimiento anual. La finalidad de esta opción es llevar un control programado de la flota vehicular.

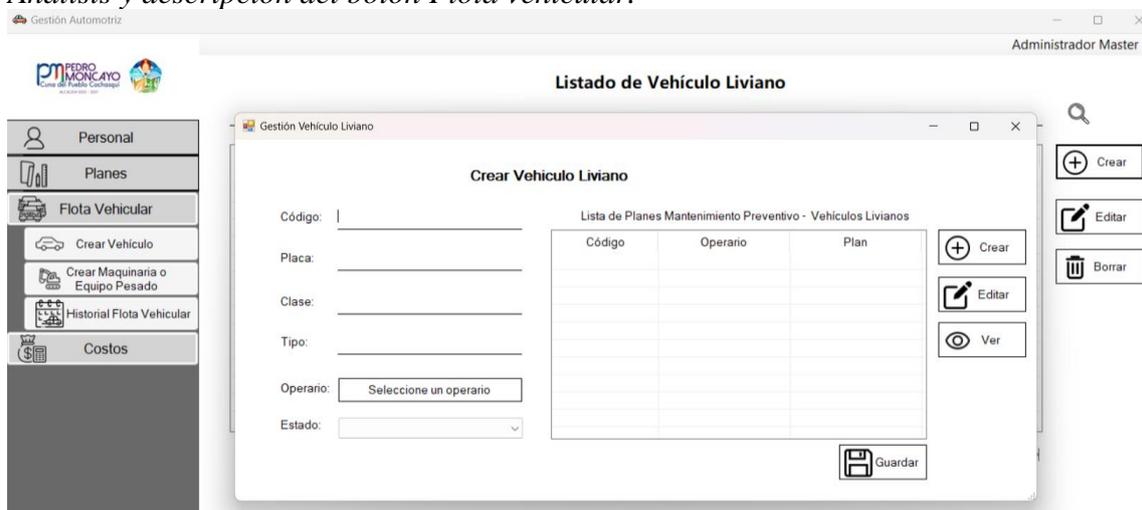
Además, se encuentra la opción de disponibilidad, esta opción facilita ver si la unidad se encuentra activa, no activa (por mantenimiento o reparación) o para dar de baja.

La opción “Planes de mantenimiento preventivo” nos permite visualizar el plan de mantenimiento de cada vehículo liviano, maquinaria o equipo pesado y el operario o conductor encargado.

Finalmente se encuentra la opción “Actividades” donde se puede agregar, revisar y editar el listado de trabajos, la planificación de trabajo y generación de orden de trabajo. Para mantener orden en la designación de tareas que tiene cada unidad de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

Figura 31

Análisis y descripción del botón Flota vehicular.



En la Figura 31 se observa la opción “Flota Vehicular”, la cual esta subdividida en: crear vehículo liviano, crear maquinaria o equipo pesado e historial de flota vehicular.

Tanto la opción crear vehículo liviano y crear maquinaria o equipo pesado, permite el ingreso de cada uno de los equipos de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo. Es importante mencionar que para el ingreso de los vehículos se debe registrar el código institucional, placa, clase, tipo, operario, estado y plan de mantenimiento preventivo genérico.

Finalmente se tiene la opción de historial de la flota vehicular, donde se almacena todos los datos (daños y reparaciones) que se ha mantenido en años anteriores las diferentes unidades de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

Figura 32
Análisis y descripción del botón Costos.

The screenshot displays the 'Gestión Automotriz' web application. The interface includes a sidebar menu on the left with the following items: Personal, Planes, Flota Vehicular, Costos (highlighted), Costos Vehículo Liviano, Costos de maquinaria y equipo pesado, and Costos de personal. The main content area is titled 'Listado de Costos - Vehículos Livianos' and features a table with three columns: 'Mes', 'Año', and 'Plan Anual'. To the right of the table are four action buttons: '+ Crear', 'Editar', 'Ver', and 'Borrar'. Below the table, there is a 'Elementos por página' dropdown menu set to '10' and navigation arrows (K < > X).

En la Figura 32 se observa la opción “Costos”, la cual se encuentra dividida en tres opciones: Costos de vehículo liviano, Costos de maquinaria o equipo pesado y costos de personal.

Tanto la opción costos de vehículos livianos, costos de maquinaria o equipo pesado y costos de personal ayudan a establecer estimaciones de costos lo más apegadas a la realidad dentro del mantenimiento preventivo de cada unidad de la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

Esta opción guarda información relacionada a costos de combustible, lubricantes, filtros tren de rodaje, elementos de desgaste y personal (conductor y técnico), con esta información se obtuvo costos totales por hora, día, semana, mes y año de trabajo de cada unidad o a su vez de toda la flota vehicular. Este tipo de información facilita el mantener bien regulado el presupuesto designado por parte de la municipalidad al departamento de bienes y transportes.

3.4 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GAD. DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO

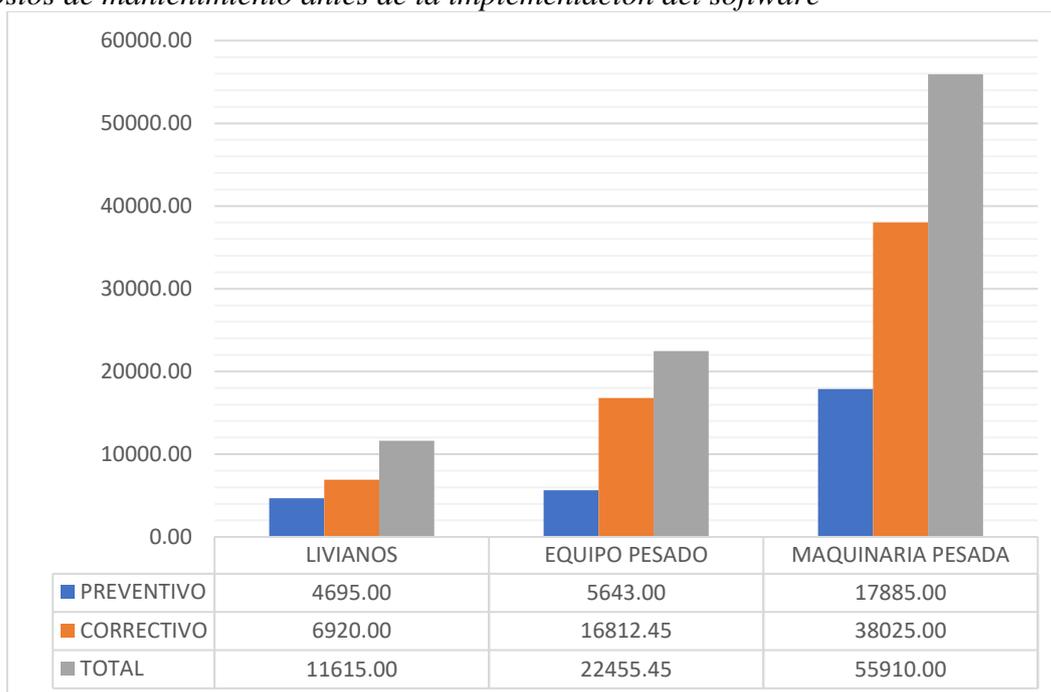
La recopilación de información de costos antes, durante y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo del GAD. del cantón Pedro Moncayo es fundamental para llevar un análisis exhaustivo de las mejoras que se han generado dentro de la implementación.

3.4.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR SIN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

La recopilación de datos para el análisis de costos de mantenimiento preventivo y correctivo se realizó a través del departamento de bienes y transporte y mecánica municipal, partiendo el 15 del mes agosto de 2023 al 15 de enero de 2024. Además, para la cuantificación se empleó las ecuaciones: 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 y 2.13

Figura 33

Costos de mantenimiento antes de la implementación del software



En la Figura 33 se puede observar los costos totales de vehículos livianos, equipo pesado y maquinaria pesada antes de la implementación de planes de mantenimiento genéricos y software en la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

Dentro de la Tabla 42, se puede observar en primera instancia el costo total (11615.00 \$) de vehículos livianos. Donde el 40.42% (4695.00\$) corresponde al mantenimiento preventivo y el 59.58% (6920.00 \$) representa el mantenimiento correctivo.

También, se representa el costo total (22455.45 \$) del equipo pesado. Donde el 25.13% (5643.00 \$) corresponde al mantenimiento preventivo y el 74.87% (16812.45 \$) representa el mantenimiento correctivo.

Además, se representa el costo total (55910.00) de la maquinaria pesada. Donde el 31.99% (17885.00 \$) corresponde al mantenimiento preventivo y el 68.01% (38025.00 \$) representa el mantenimiento correctivo.

Tabla 42*Costo antes de implementación del software*

COSTOS SIN INPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE						
	Vehículos livianos		Equipo pesado		Maquinaria Pesada	
	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Mant. preventivo	4695.00	40.42%	5643.00	25.13%	17885.00	31.99%
Mant. correctivo	6920.00	59.58%	16812.45	74.87%	38025.00	68.01%
Costo Total	11615.00	100%	22455.45	100%	55910.00	100%

Finalmente, en la Tabla 43 se logra establecer que el costo total de mantenimiento de la flota vehicular del GAD, del cantón Pedro Moncayo sin la implementación del software y planes de mantenimiento genéricos es de 89980.45 \$ donde el 31.37 % (28223.00 \$) corresponde al mantenimiento preventivo, mientras que el 68.63 % (61757.45 \$) corresponde al mantenimiento correctivo.

Tabla 43*Costo total sin implementación del software*

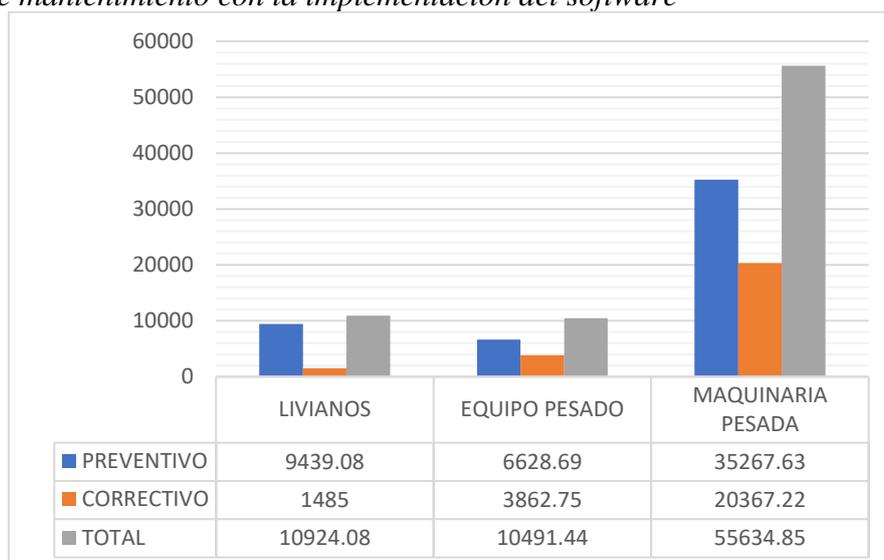
COSTOS TOTAL SIN INPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE		
	Valor	Porcentaje
Mantenimiento preventivo	28223.00	31.37%
Mantenimiento correctivo	61757.45	68.63%
Costo Total	89980.45	100%

3.4.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

La recopilación de datos y análisis de costos de mantenimiento preventivo y correctivo se realizó a través del departamento de bienes y transporte y mecánica municipal, partiendo el 15 del mes agosto de 2023 al 15 de enero de 2024. Además, para la cuantificación se empleó las ecuaciones: 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 y 2.13

Figura 34

Costos de mantenimiento con la implementación del software



En la Figura 34 se puede observar los costos totales de vehículos livianos, equipo pesado y maquinaria pesada después de la implementación de planes de mantenimiento genéricos y software en la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

En primera instancia se observa en la Tabla 44 el costo total (10924.08 \$) de vehículos livianos. Donde el 86.41% (9439.08 \$) corresponde al mantenimiento preventivo y el 13.59% (1485.00 \$) representa el mantenimiento correctivo.

También, se representa el costo total (10491.44 \$) del equipo pesado. Donde el 63.18% (6628.69 \$) corresponde al mantenimiento preventivo y el 36.82% (3862.75 \$) representa el mantenimiento correctivo.

Además, se representa el costo total (55634.85 \$) de la maquinaria pesada. Donde el 63.39% (35267.63 \$) corresponde al mantenimiento preventivo y el 36.61% (20367.22 \$) representa el mantenimiento correctivo.

Tabla 44

Costo con implementación del software

COSTOS CON INPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE						
	Vehículos livianos		Equipo pesado		Maquinaria Pesada	
	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Mant. preventivo	9439.08	86.41%	6628.69	63.18%	35267.63	63.39%
Mant. correctivo	1485.00	13.59%	3862.75	36.82%	20367.22	36.61%
Costo Total	10924.08	100%	10491.44	100%	55634.85	100%

Finalmente, en la Tabla 45 se logra establecer que el costo total de mantenimiento de la flota vehicular del GAD, del cantón Pedro Moncayo con la implementación del software y planes de mantenimiento genéricos es de 77050.37 \$ donde el 66.63% (51335.4 \$) corresponde al mantenimiento preventivo, mientras que el 33.37% (25714.97 \$) corresponde al mantenimiento correctivo.

Tabla 45

Costo total con Implementación del software

COSTOS TOTAL CON INPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE		
	Valor	Porcentaje
Mantenimiento preventivo	51335.40	66.63%
Mantenimiento correctivo	25714.97	33.37%
Costo Total	77050.37	100%

3.4.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

Con la finalidad de analizar la eficiencia de la implementación del software se realizó una comparativa de los costos antes y después que han sido generados por los mantenimientos de toda la flota vehicular del GAD. del cantón Pedro Moncayo.

En la Tabla 42 se puede observar que el costo sin la aplicación del sistema computarizado es 89980.45 \$ y con la aplicación del sistema computarizado arrojó el valor de 77050.37 \$, teniendo una diferencia de 12930.08 \$, con el análisis de la ecuación 3.13 se establece que existe una reducción de costos del 14.37%

Tabla 46

Análisis comparativo antes y después de la implementación del software

Costos antes de la implementación	89980.45 \$
Costos después de la implementación	77050.37 \$
Diferencia de costos	12930.08 \$

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Tomando en cuenta los datos recopilados del estado actual de cada una de las unidades que forman parte de la municipalidad, se deduce que el 9% se mantiene en buen estado, 78% se encuentra en estado regular y el 13% se encuentra en mal estado. Las principales causas son: falta de mantenimiento oportuno de sus unidades, tiempo prolongado de las unidades en funcionamiento y falta de personal técnico que realice de manera eficaz el mantenimiento.
- Como resultado del levantamiento de información en los trabajos de mantenimiento de las unidades del GAD. del cantón Pedro Moncayo, se evidenció la carencia de planes de mantenimientos preventivos, por esta razón se investigó e instauró los respectivos planes de mantenimientos genéricos basados en los establecidos por los fabricantes, con la finalidad de mantener las unidades en condiciones adecuadas de trabajo, además de garantizar la seguridad de sus operadores.
- El actual sistema computarizado que se integró a la administración del nuevo plan de mantenimiento contempla 4 módulos: Personal, planes, flota vehicular y costos. Asimismo, la elaboración de un manual de uso y control del sistema garantiza su correcto desempeño.
- El Costo de la creación e implementación del software está establecido en 300\$, destinados netamente al desarrollo del software puesto que licencia y actualizaciones son gratuitas.
- Con la implementación del software por un lapso de 5 meses dentro del departamento de bienes y transporte del GAD. del cantón Pedro Moncayo, se consiguió una reducción del 14.37% de los costos de mantenimiento de la flota

vehicular. De esta manera se concluye que la implementación del software instaurado es factible para el departamento.

4.2 RECOMENDACIONES

- El departamento de Bienes y Transporte del GAD. del cantón Pedro Moncayo debe dar prioridad a la reparación de horómetros y velocímetros en las unidades que no se encuentran funcionales, de manera que los planes de mantenimiento preventivo instaurados se puedan llevar de manera efectiva.
- Realizar el procedimiento de chatarrización de manera inmediata a vehículos que se encuentran no funcionales o inservibles, puesto que se encuentran ocupando un lugar dentro de los parqueaderos de la mecánica municipal, mismos que pueden ser aprovechados de manera más eficiente.
- Contratar personal técnico que se encargue específicamente para la maquinaria y equipo pesado para garantizar el correcto cumplimiento de los nuevos planes de mantenimiento preventivos.
- Facultar la administración del software específicamente a una persona, de manera que se pueda garantizar toda la funcionalidad del sistema, además instaurar charlas de capacitación a todo el personal encargado de la flota vehicular para que se encuentren familiarizados con el software.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. N. *Gobierno del Ecuador*, <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>.(Acceso: 20 Septiembre 2021).
- [2] V. Martínez, B. Martínez y M. Peris, *Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO): requerimiento y funcionalidades*, 2 ed., Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2020.
- [3] F. Carrasco, *Evolución histórica del mantenimiento industrial en relación a la gestión del mantenimiento*, 1ed., Valencia, Aula DINA, 2016.
- [4] M. Zaldívar, "El mantenimiento técnico: un reto histórico-lógico en el perfeccionamiento de la actividad gerencial", *Tecnología en Marcha*, vol. 19, nº 1, pp. 24-30, 2016. Acceso: Noviembre 2023
- [5] M. Carrera, *Mantenimiento industrial desde la experiencia*, 1 ed., Valladolid: Ediciones Universidad de Valladolid, 2015.
- [6] F. Carrasco, *DINA Ingeniería e Industria*, <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/93477/REV01-ART%20DYNA-EVOL-HISTORICA-MANTEN.pdf;sequence=1>. (Acceso: 6 Febrero 2023).
- [7] C. Boero, *Gestión del Mantenimiento Industrial*, 4 ed., Argentina: Editorial Científica Universitaria, 2017.
- [8] W. Olarte, M. Botero y B. Cañón, "Importancia del mantenimiento dentro los procesos de producción", *Scientia Et Técnica*, vol. 16, nº 44, pp. 354-356, 2010.
- [9] CNT, *Asociación para el desarrollo de la ingeniería en mantenimiento*, <https://ingeman.net/?op=din&id=3>, (Acceso: 18 Junio 2024).
- [10] S. García, *Renovetec*, <https://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>. (Acceso: 15 Octubre 2023).
- [11] L. Alba, "Gestión de mantenimiento correctivo en las instalaciones universitarias públicas de la Costa Oriental del Lago", *Revista de Investigación de Ciencias de la Administración*, vol. 3, nº 9, pp. 17-31, 2019.

- [12] L. Castellón , "*Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad de Estelí*", Trabajo fin de grado, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Nicaragua, Nicaragua, 2018.
- [13] D. Calleja, *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*, 1 ed., Madrid: Ediciones Paraninfo, 2016.
- [14] V. Piqueras, Coste, *Producción y mantenimiento de maquinaria para construcción*, 1 ed., Valencia: Editorial Universitaria de Valencia, 2015.
- [15] J. Sandovál, "*Valuación de costos de operación de maquinaria pesada de la última generación*", Trabajo de fin de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2013.
- [16] A. Méndez y B. Garcés, "*Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo mediante la implementación de un software para la flota vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Otavalo*", Trabajo fin de grado, Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, Universidad Técnica del Norte, Ecuador, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10720>.
- [17] A. Vera y R. Torres, "Análisis Técnico económico del tiempo de vida útil de la maquinaria pesada KOMATSU GD555-A3", *INGENIAR*, vol. 6, n° 12, pp. 1-28, 2023.
- [18] CATERPILAR, *Tracsa CAT*, <https://tracsa.com.mx/productos>. (Acceso: 18 Diciembre 2023).
- [19] B. Méndez y P. Mozo , "*Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo mediante la implementación de un software para la flota vehicular del Gobierno autónomo Descentralizado del cantón Otavalo*", Trabajo de grado, Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, Universidad Técnica del Norte, Ecuador, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10720>.
- [20] K. Cuaical, "*Implementación de un software para el manejo de mantenimiento preventivo del parque vehicular en el GAD Municipal de Espejo*". Trabajo de grado, Carrera de mantenimiento Automotriz, Universidad Técnica del Norte,

- Ecuador, 2018 [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7909>
- [21] V. Macían, *Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)*, 2 ed., Valencia: Editorial Universitaria Politécnica de Valencia, 2020.
- [22] A. Puello y L. Martínez, "Una revisión sistemática en Sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora", *Tecnos*, vol. 18, nº 1, pp. 31-38, 2018.
- [23] R. Delgado, *INESEM BUSSINES SCHOOL*,
<https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/software-gmao/>. (Acceso: 23 Octubre 2023).
- [24] O. Arco, *Proyecto de implantación de GMAO en la Universidad Politécnica de Valencia*, 4ed., Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2013.
- [25] U. Rioja, *UNIR*, <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/que-es-java/>. (Acceso: 24 Octubre 2023).
- [26] Java, *JAVA TM*, https://www.java.com/es/download/help/whatis_java.html. (Acceso: 18 Diciembre 2023).
- [27] I. T. INSTITUTE, *Immune Tecnology Institute*. <https://immune.institute/blog/que-es-netbeans/>. (Acceso: 18 Diciembre 2023).
- [28] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, 6 ed., México: Mc Graw Hill, 2014.
- [29] C. González, *AEROMARINE*, <https://software.aeromarine.es/que-es-la-codificacion-de-equipos-en-un-sistema-de-mantenimiento/>. (Acceso: 30 Abril 2024).
- [30] J. Restrepo, "Análisis y estructuración de un sistema de codificación de bajo costo para una empresa de retail y distribución de calzado hecho a mano", Trabajo de Posgrado, Departamento de Administración, Universidad EAFIT Pereira, 2016.
- [31] J. Ochoa, W. Galeano y L. Agudelo, "Construcción de un modelo de Scoring para el otorgamiento de una entidad financiera", *Perfil de Coyuntura Económica*, vol. 1, nº 16, pp. 191-222, 2016.
- [32] P. Coloma, R. Weber, J. Guajardo y J. Miranda, *Modelos analíticos para el manejo del riesgo de crédito*, 3 ed., Madrid: Trend Management, 2019.

- [33] J. Rodríguez y M. Silva, *Metodología de selección de un vehículo para un colombiano utilizando tres técnicas de decisión multicriterio discreta*, 1 ed., Bogotá: McPersson, 2018.
- [34] J. Jimeno y J. González , *Netbeans*, <http://netbeans.org>. (Acceso: 18 Noviembre 2023).
- [35] M. López, *Immune Technology Institute*, <https://immune.institute/blog/que-es-netbeans/>. (Acceso: 08 Mayo 2024).
- [36] ORACLE, *ORACLE*, <https://www.oracle.com/es/tools/technologies/netbeans-ide.html>. [Acceso: 18 Marzo 2024].
- [37] V. Loja , "Evaluación del costo de mantenimiento y reparación de maquinarias y equipo en las empresas generadoras de energía", *Contabilidad y Auditoría*, Universidad Técnica de Machala, Machala, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3105>.
- [38] J. Trujillo, *Todo acerca del mundo del mantenimiento*, Mantenimiento. <https://mantenimiento.win/>. (Acceso: Septiembre 2023).
- [39] L. Navarro, A. Pastor y J. Mugaburu, *Gestión Integral de Mantenimiento*, 1ed., España: Marcombo, 2017.
- [40] G. González, "Plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa Antiguo Arte Europeo S.A", Trabajo fin de grado, Universidad Tecnológica Tula-Tepeji, México, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/latam/u/32416658?sid=01720733134>.
- [41] S. Markudova, "Preventive maintenance for heterogeneous industrial vehicles with incomplete usage data", *Computers in Industry*, vol. 130, n° 103468, p. 1, 2021. Acceso: Octubre 2023
- [43] F. Carrasco, *Evolución histórica del mantenimiento industrial en relación a la gestión del mantenimiento*, 1ed., Valencia, Aula DINA, 2016.
- [44] Y. Liu, Y. Hu, J. Wen and Y. Tang, "An Overview on Smart Maintenance Service Scheduling System and Theoretical Basis for Agricultural Machinery", *IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, pp. 766-771,

2018,[En línea]. Disponible en: [10.1109/Cybermatics_2018.2018.00151](https://doi.org/10.1109/Cybermatics_2018.2018.00151). Acceso: julio 2023.

- [45] X. Yang, F. Liu and S. Xv, "Research on Decision Making Technology for Maintenance Cycle of Operating Vehicle Components", *IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications(AEECA)*, pp. 377-380, [En línea] Disponible en: [10.1109/AEECA49918.2020.9213594](https://doi.org/10.1109/AEECA49918.2020.9213594). Acceso: Julio 2023.
- [46] M. Jasinski, E. Jasinska, M. Jasinski y L. Jasinski, "Computer-aided appliances to underground machines maintenance – Selected issues" *ECAI, Electronics, Computers and Artificial Intelligence*, vol. 10, n.º, pp 1-2, 2018. [En línea]. Disponible en: [18582646](https://doi.org/10.1109/ECAI49918.2020.9213594). Acceso: octubre 2023.

ANEXOS

ANEXO I

OFICIO DE ACEPTACIÓN DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE TITULACIÓN POR PARTE DEL GAD. DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO



GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN
PEDRO MONCAYO
Moderno, Turístico y Productivo
ALCALDÍA 2018 - 2023

Tabacundo, 20 de diciembre de 2022
OFICIO N° 735-A-GADMPPM-2022

Ingeniero Magister
Ignacio Benavides
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Presente.-

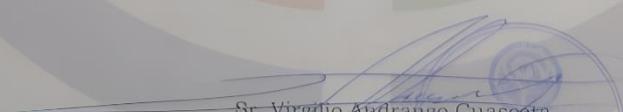
De mi consideración:

A nombre del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pedro Moncayo, reciba un atento y cordial saludo, y a la vez deseándole éxitos en las funciones que realiza diariamente en beneficio de los estudiantes de la carrera que coordina, me permito comunicar lo siguiente:

En atención al Memorando No.1169-DIR-TH-GADMPPM-2022 de 19 de diciembre de 2022, suscrito por la Psic. Ind. Liz Guañuna Álvarez, Directora de Gestión de Talento Humano; tengo a bien comunicar a Usted, que el GAD Municipal del cantón Pedro Moncayo AUTORIZA de forma oficial al Sr. Jorge Luis Túquerres Lema con cédula de ciudadanía 172531517-8, realizar el Proyecto de Titulación con el tema **“Análisis y Sistematización de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y Equipo Pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo”**; para lo cual la Entidad Municipal facilitará el apoyo necesario a través de la Unidad de Bienes y Transportes de la Dirección de Gestión Administrativa, para el desarrollo del trabajo académico en mención.

Recalcando el compromiso que sostiene el GAD Municipal del cantón Pedro Moncayo con las instituciones de Educación Superior del País, extendiendo mis más sinceras muestras de consideración y estima por la atención a la presente.

Atentamente,


Sr. Virgilio Andrango Cuaseota
ALCALDE DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO

(02) 3836560
www.pedromoncayo.gob.ec
Calle Sucre No. 981 (Parque Central)




Pedro Moncayo
Capital Mundial de la Rosa

ANEXO II

OFICIO DE CONTINUACIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE TITULACIÓN POR PARTE DEL GAD. DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO



GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN
PEDRO MONCAYO
Moderno, Turístico y Productivo
ALCALDÍA 2019 - 2023

Tabacundo, 19 de diciembre de 2022
OFICIO N° 079-DIR-GTH-GADMPM-2022

Señor
Jorge Luis Túquerres Lema
ESTUDIANTE TESISISTA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ -UTN
Presente.-

De mi consideración:

Mediante sumilla inserta del Sr. Virgilio Andrango, Alcalde del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pedro Moncayo "*Talento Humano proceda de acuerdo a la ley*", en el oficio sin número de 02 de noviembre de 2022 suscrito por el Sr. Jorge Luis Túquerres Lema con cédula de ciudadanía 172531517-8; en el que solicita al Señor Alcalde "*se me permita desarrollar el proyecto de tesis en el GAD Municipal Pedro Moncayo, en el área de Obras públicas con el tema Análisis y Sistematización de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y equipo Pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo, mismo que me servirá previa la obtención de mi título en Ingeniero Automotriz*".

De igual forma, sumilla inserta por el Sr. Virgilio Andrango Cuascota, Alcalde del GAD Municipal del cantón Pedro Moncayo "*Talento Humano proceda de acuerdo a la ley*", en el Oficio Nro.072-CIAUT-FICA-UTN2022 de 14 de diciembre de 2022 suscrito por el Ing. Ignacio Benavides M.Sc., Coordinador de la Carrera de Ingeniería Automotriz, en el que solicita al Señor Alcalde que "*autorice a quien corresponda desarrollar el proyecto de Tesis con el tema "Análisis y Sistematización de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y equipo Pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo". Correspondiente al Sr. Jorge Luis Túquerres Lema estudiante de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte previo a obtener el título de Ingeniero Automotriz*".

Considerando su pedido y la solicitud de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, me permito comunicarle, que se AUTORIZA de forma oficial a Usted Sr. Jorge Luis Túquerres Lema con cédula de ciudadanía 172531517-8, realizar el Proyecto de Titulación con el tema "*Análisis y Sistematización de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y Equipo Pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pedro Moncayo*", mismo que será dirigido a nivel de la Entidad Municipal por la Unidad de Bienes y Transportes de la Dirección de Gestión Administrativa; para lo cual la Entidad Municipal facilitará el apoyo necesario para el desarrollo del trabajo académico en mención.

Cabe recalcar, el compromiso que sostiene el GAD Municipal del cantón Pedro Moncayo con los estudiantes de las instituciones de Educación Superior del País; y, más aun tratándose de los estudiantes del cantón Pedro Moncayo.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Psic. And Liz Guanuna Álvarez
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE TALENTO HUMANO
GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO
Cc: Archivo



(02) 3838560

www.pedromoncayo.gob.ec

Calle Sucre No. 981 (Parque Central)

