



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



### **Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional**

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



**N° 046-2024**

## **CONSTANCIA**

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la Tesis cuyo título es:

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA LIVIANA Y PESADA EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA TINGUIÑA”**

Presentado por:

**SERVELLON OTINIANO, GUSTAVO ADOLFO**

**TITULANDO EGRESADO** del nivel de **PREGRADO** de la Facultad **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA** – Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**. El resultado obtenido es un porcentaje de **UNO POR CIENTO (1%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 23 de Febrero del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



*Mag. Zaidon Enrique Pacheco Casavilca*  
JEFE DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

Vicerrectorado de Investigación

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica



**“Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria liviana y pesada en la Municipalidad Distrital de La Tinguña”**

**Línea de Investigación:** Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

Presentado por:

**Servellón Otiniano Gustavo Adolfo**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO MECÁNICO  
ELECTRICISTA

Ica - Perú

2023

## **DEDICATORIA**

Agradezco a mis padres que siempre me apoyan. Gracias a todos, he llegado hasta aquí y me he convertido en quien soy hoy. Por eso te ofrezco mi trabajo como ofrenda por tu paciencia y amor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que nada, quiero agradecer a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” por aceptarme como miembro y abrirme la puerta a nuevos conocimientos, y a todos aquellos que nos apoyaron de diferentes maneras.

También agradezco a mis hermanos y demás familias por el apoyo que siempre me han brindado cada día durante cada año de mi carrera universitaria.

A mi asesor Ing. Juan Luis Bendezú Bendezú, por compartir sus conocimientos y guiarme en el proceso de la presente tesis.

# ÍNDICE.

## Índices de contenidos

Portada.	i
Dedicatoria.	ii
Agradecimientos	iii
Índice.	
• Índice de contenidos.	iv
• Índice de tablas.	vi
• Índice de figuras.	vii
Resumen	viii
Abstract.	ix

## CUERPO DEL INFORME FINAL

<b>I. Introducción.</b>	10
1.1 Situación Problemática	10
1.2 Formulación del problema	11
1.3 Justificación e Importancia de la Investigación	11
1.4 Marco Teórico	12
1.4.1 Antecedentes	12
1.4.1.1. Antecedentes Internacionales	12
1.4.1.2. Antecedentes nacionales	13
1.4.1.3 Antecedentes a Nivel Local	14
1.4.2 Bases Teóricas	15
1.4.2.1 Objetivos del mantenimiento	15
1.4.2.2 Gestión de mantenimiento	15
1.4.2.3 Disponibilidad	17
1.4.2.4 Mejora de procesos	18
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo General	18
1.5.2 Objetivos Específicos	19
1.6 Hipótesis	19
1.6.1 Hipótesis General	19
1.6.2 Hipótesis Específicas	19
1.7 Variables de investigación	19

<b>II. Estrategia Metodológica.</b>	20
2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación	20
2.2 Población y Muestra	20
2.3 Técnicas de Recolección de Datos	21
2.4 Instrumentos de Recolección de Datos	22
2.5 Técnicas de Procesamientos, Análisis e Interpretación de Datos	22
<b>III. Resultados.</b>	23
<b>IV. Discusión.</b>	46
<b>V. Conclusiones.</b>	47
<b>VI. Recomendaciones.</b>	48
<b>VII. Referencias bibliográficas.</b>	49
<b>VIII. Anexos.</b>	52

## a) Índice de tablas

Tabla I	Maquinarias de la municipalidad de la Tinguña	20
Tabla II	Relación de lubricantes- camioneta	23
Tabla III	Relación de lubricantes- camioneta	24
Tabla IV	Relación de lubricantes- camión volquete	25
Tabla V	Relación de lubricantes- camión compactador	27
Tabla VI	Relación de lubricantes- camión volquete - IVECO	28
Tabla VII	Relación de lubricantes- retroexcavadora	29
Tabla VIII	Relación de lubricantes- cargador frontal	32
Tabla IX	Metodología RCM	36
Tabla X.	Aplicación de la matriz de criticidad	40
Tabla XI	Materiales de mantenimiento preventivo para cargador. Neumáticos que se pueden utilizar durante un año.	41
Tabla XII	Mantenimiento del cargador frontal	41

## a) Índice de figuras

Fig. 1. Equipo pesados y livianos de la Municipalidad de la Tinguña	21
Fig. 2. Camioneta- Municipalidad de la Tinguña	24
Fig. 3. Camión volquete – marca FAW	26
Fig. 4. Camión compactador	27
Fig. 5. Camión Volquete- marca IVECO	29
Fig. 6. Retroexcavadora- marca Caterpillar	30
Fig. 7. Cargador frontal- marca Komatsu	32
Fig. 8. Un modelo para definir estrategias de mantenimiento.	33
Fig. 9. Diagrama de AMEF	38

## **RESUMEN**

Este trabajo presenta un modelo de gestión integral del mantenimiento, que tiene en cuenta la naturaleza de la mejora continua en el tiempo. A modo de introducción y contextualización, muestra lo importante que es alinear los objetivos en todos los niveles organizacionales para lograr una fuerte integración y control de las unidades de servicio. El modelo propuesto consta de siete etapas principales que se desarrollan progresivamente según el escenario actual de la organización, enfocándose en la gestión de los procesos involucrados en la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, así como en la optimización continua en el tiempo. Además, el modelo propuesto completa una herramienta de apoyo para el desarrollo e implementación de características y periodos operativos específicos que pueden influir en el desempeño de las unidades de mantenimiento. Últimamente, presentamos algunas consideraciones generales y conclusiones relacionadas.

Palabras clave: Mantenimiento, Proceso de mantenimiento, modelo de mantenimiento, Instrumentos de soporte.

## **ABSTRACT**

This work presents a comprehensive maintenance management model, which takes into account the nature of continuous improvement over time. As an introduction and contextualization, it shows how important it is to align objectives at all organizational levels to achieve strong integration and control of service units. The proposed model consists of seven main stages that are progressively developed according to the current scenario of the organization, focusing on the management of the processes involved in the planning, programming and execution of maintenance, as well as continuous optimization over time. Furthermore, the proposed model completes a support tool for the development and implementation of specific operating characteristics and periods that can influence the performance of maintenance units. Lately, we present some general considerations and related conclusions.

**Keywords:** Maintenance, Maintenance process, maintenance model, Support instruments..

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de desarrollar e implementar un modelo de gestión de mantenimiento global realista y factible ha sido objeto de investigaciones y debates fundamentales para lograr mejores resultados de gestión de mantenimiento en línea con los objetivos de la empresa.

El mantenimiento moderno contiene todas las acciones encaminadas a definir objetivos y prioridades, estrategias y responsabilidades de mantenimiento [2]. buscando la mejora continua y considerando aspectos económicos relevantes para la organización. Considerando el ciclo de vida de cada acción física, un mantenimiento adecuado debe servir a la objetivación de disminuir el costo total de las actividades productivas, afirmar la adecuada marcha de los equipos y funciones, y disminuir los riesgos e impactos negativos sobre las personas. ambiente. Incluye no sólo el medio ambiente sino también los procesos y actividades que apoyan los objetivos anteriores. Por todo ello, el mantenimiento se está convirtiendo en un factor competitivo cada vez más importante y potente en el sector empresarial. Por este motivo, es importante conceptualizar y comprender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una adecuada gestión del mantenimiento en su organización. También detalla el propósito y valor agregado de cada etapa propuesta, aclarando el uso de herramientas de gestión para sustentar y justificar operativamente los conceptos y funciones de cada etapa.

### 1.1. Situación Problemática

Existe la preocupación por la operatividad de los equipos y maquinarias que operan en la Municipalidad Distrital de La Tinguiña, debido que prestan constantemente servicios en el distrito y por lo tanto deben poseer una buena disponibilidad de sus máquinas; para que esto suceda en una prioridad en proponer un modelo de administración de mantenimiento que evite que las maquinarias fallen, durante las horas de trabajo.

Se observa que algunas maquinarias livianas y pesadas se encuentran paralizada por falta de repuestos debido a que no se adquieren por falta de recursos económicos, que no son asignados a esta área, por lo que es necesario hacer llegar lineamientos para mejorar el presupuesto, que estén dirigidos a productos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo aumentará el modelo de mantenimiento propuesto la disponibilidad de equipos livianos y pesados en el municipio local de La Tinguíña?

### **1.2.3. Problemas Específicos**

- 1.- ¿Cómo se recopila la información para determinar el estado, averías y fallas de los equipos livianos y pesados?
- 2.- ¿Cómo evaluar el desempeño y confiabilidad de equipos y maquinaria liviana y pesada para una posible implementación del plan de mantenimiento propuesto?
- 3.- ¿Cómo se elaboran los formatos de registro y seguimiento para el desarrollo de propuestas de modelos de mantenimiento de equipos livianos y pesados?

## **1.3. Justificación e Importancia de la Investigación**

### **1.3.1- Justificación**

En la actualidad los gastos que se realizan en la adquisición de los repuestos para las maquinarias livianas y pesadas se ha vuelto más exigente; de ahí que las autoridades de la Municipalidad Distrital de La Tinguíña., No se puede ignorar esta realidad, con su impacto irreversible en los recurrentes problemas organizativos y la indisponibilidad de equipos de gestión por la entrega no oportuna de la documentación y datos básicos que aseguran el mantenimiento preventivo. Esto lleva a decisiones equivocadas a la hora de asegurar los presupuestos, y la falta de información adecuada a menudo conduce a decisiones impulsivas que van en detrimento de los trabajos de reparación a largo plazo del municipio [3][4].

### **1.3.2 Importancia**

La importancia de este trabajo es el enfoque del sistema de mantenimiento. No sólo reduce costes para el municipio al optimizar la productividad al reducir retrasos y retrabajos, sino que esto también se refleja en mayores márgenes de beneficio al aplicar las correspondientes mejoras sugeridas en este estudio.

## **1.4 Marco Teórico**

### **1.4.1 Antecedentes**

#### **1.4.1.1. Antecedentes a nivel internacional**

Bravo [4] realizó una tarea denominada Planificación de Mantenimiento Preventivo de Equipos Pesados por parte de la COMPAÑÍA INSER SAS. La Universidad Tecnológica Bolívar concluye en la Facultad de Mantenimiento Industrial.

Una parte importante del desarrollo de un plan de mantenimiento es comprender el equipo involucrado. En el caso considerado se consideró el rumbo estratégico de la empresa, con el objetivo de realizar algunos cambios y venderlos en un corto período de tiempo. Por ser un término, no fue incluido en el alcance del estudio. Mientras tanto, para controlar mejor la vida útil del coche, es importante tener en cuenta el modelo (año) del coche y su nivel de uso. Por este motivo, es importante prestar atención a las máquinas que tienen más probabilidades de averiarse.

Este proyecto no contó con un plan de mantenimiento escrito por parte del INSER SAS, sino que se utilizaron como contratos catálogos y manuales de equipos. También se destaca el valor de la investigación realizada en el campo, ya que el desarrollo de planes se basa principalmente en todos los conocimientos de los empleados adquiridos a través de la experiencia y contribuye significativamente a la información sobre la realidad del desempeño laboral, que se ignora en el idealismo de los libros de texto y los libros.

Uscátegui [5] realizó un estudio titulado “Propuesta de mejora de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos de Petrosantander Colombia (INC)”. El estudio se realizó para recolectar información basada en la norma ISO 14224 para la identificación de equipos críticos y no críticos y proponer un proyecto para mejorar la confiabilidad y aseguramiento de la gestión del departamento de proyectos. Se incluye el software de mantenimiento MP9 para ayudarle a definir su plan de mantenimiento. y departamentos, cabe destacar que el aporte de esta herramienta es el registro y documentación de equipos y ubicaciones.

Botero [6], “Plan de mejora del mantenimiento  
La "empresa compuesta" utilizó el método de auditoría rápida para crear un plan de mejora del mantenimiento, desarrolló cinco planes de mantenimiento, cuya implementación condujo a una mejora del 26% en la utilización y gestión del mantenimiento. Quizás también quieras considerar implementar 5S en tu planta de fabricación e integrar supervisores de mantenimiento a tus equipos de trabajo en el corto y mediano plazo.

Escudero [7], en su artículo "Propuesta para el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria agrícola", se centró en reducir los costos de mantenimiento

anual mediante el desarrollo y evaluación de PMP para empresas agrícolas. Para implementar la propuesta, primero revisé las políticas y procedimientos de mantenimiento adoptados por la empresa y luego tomé notas sobre los equipos para ver qué se podía incluir en la propuesta. Finalmente se determina qué equipos están incluidos en el PMP. Del análisis realizado surgió la necesidad de contar con planes de mantenimiento, así como procedimientos de equipos y maquinaria.

#### **1.4.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional**

Heredía [8] en su estudio tuvo como finalidad analizar el mantenimiento preventivo para aumentar la disposición de máquinas y dispositivos en la empresa. El nivel de investigación es el descriptivo. Se utilizó las técnicas de entrevista, observación, y análisis de información se usaron como instrumentos de acumulación de información y las preguntas. Para el análisis de los productos, se usaron diagramas y tablas, que manifestaban el momento del mantenimiento preventivo de la maquinaria, la apreciación de los componentes y la forma para inspeccionar la marcha de las máquinas. Se efectuó el análisis de los indicadores de mantenimiento, cotejando los productos previo y posterior de emplear el procedimiento de mantenimiento preventivo, con el fin de dar a la compañía instrumentos que admita el rastreo la eficiencia operacional de las máquinas donde la disposición de las máquinas creció en 1.59 % después de la disminución de las fallas. Concluye que la gestión del mantenimiento preventivo es un conjunto de tareas, que contiene a acciones, recursos, procedimientos y el tiempo solicitado para efectuar estas labores.

Basto [9] El estudio está cerca de ELI -2017, que es una forma de determinar cómo mejorar la productividad del área de producción de la empresa y aumentar la productividad del área de producción de la compañía. Hoja de producción diaria de cartón para evaluar la reparación de indicadores; La eficiencia del lugar de producción y la eficiencia del espacio de producción por el mantenimiento general de la producción han aumentado, y los operadores aumentaron de 34 horas a 43 horas por semana. Del mismo modo, 0.7271 ~ 0.7271 confirmó la participación.

Brand [10] En su estudio, "El plan de mantenimiento de la compañía para la disponibilidad y confiabilidad de la Compañía se basa en Latín E.I.L.L. El plan de mantenimiento de 285 días para el monitoreo de mantenimiento de mantenimiento en el mantenimiento de 285 es de 285 días de mantenimiento y confiabilidad. Es para aumentar el plan de mantenimiento para mejorar el plan de mantenimiento para mejorar el 33% y el 60% de la confiabilidad. s/.46,650.00 mostrando desempeño en términos de rentabilidad.

### **1.4.1.3 Antecedentes a Nivel Local**

No se ha encontrado trabajos similares en nuestra localidad

## **1.4.2 Bases Teóricas**

### **1.4.2.1 Objetivos del mantenimiento**

Los objetivos de mantenimiento se pueden definir como objetivos asignados y aprobados que requieren actividades de mantenimiento, cada uno de los cuales pertenece a uno de varios niveles de control, desde los niveles de mantenimiento estratégico hasta los operativos. Normalmente, la estrategia dirige y define el plan de una organización para lograr sus objetivos [11] y se centra en el "cómo" alcanzar los objetivos. La gestión del departamento de mantenimiento debe ser coherente con las metas de producción de la empresa y los objetivos estratégicos generales, debiendo existir también acuerdo en la definición de estrategias, políticas, procedimientos, estructuras organizativas y decisiones a diferentes niveles. planificación y estructuración de tareas de mantenimiento) [11-12].

Enfatiza los niveles de disponibilidad y se basa en los niveles de servicio o resultados esperados (metas) establecidos por la alta dirección de la empresa e impulsados por los presupuestos reales. Por tanto, el nivel de accesibilidad requerido vendrá determinado por la estrategia establecida. Por lo tanto, la lectura de este indicador es una entrada al siguiente nivel jerárquico (táctico), donde las competencias centrales son la asignación eficiente de los recursos disponibles (dinero, tiempo, personas, etc.) y la planificación de las actividades de mantenimiento. Por tanto, a nivel operativo, que toma como insumo las decisiones tácticas, intenta utilizar los recursos de manera eficiente teniendo en cuenta aspectos técnicos y organizativos [13].

### **1.4.2.2 Gestión de mantenimiento**

La gestión del mantenimiento son las operaciones que se realizan para lograr la mejora y recuperación de un determinado tipo de mantenimiento de los equipos, ya sea maquinaria o planta, de modo que se pueda mantener un correcto funcionamiento manteniendo un flujo continuo en los procesos productivos. Hoy en día la gestión se enfoca en desarrollar estudios de unidades y procesos propensos a errores, de igual manera la auditoría implica el uso de métodos estadísticos, midiendo e integrando áreas para prevenir y controlar errores. La gestión del mantenimiento se puede definir como la mejora de los costos y el esfuerzo al comprender:

- Gestión: Es la operación de ejecución y control, es la operación que determina la gestión de la organización, y la gestión también incluye dirección, organización, etc.
- Mantenimiento: Consiste en una estrategia de gestión activa de los equipos de producción, ahorrando mínimos costes y tiempo y aumentando la eficiencia. Por tanto, el

mantenimiento implica la gestión, control y configuración de los activos para mantener su eficiencia durante un largo período de tiempo y a un coste mínimo [14].

Un mantenimiento adecuado puede ayudarle a:

- Reducir costos asociados a averías de equipos, reducir producción y aumentar pérdidas.
- Incrementar el stock de repuestos en almacén para evitar compras innecesarias. - Apoya el lanzamiento de nuevos productos que reducen los costos de producción y aumentan la competitividad en el mercado.
- Controlar el desperdicio de energía, materias primas o mano de obra. - Apoya la mejora del consumo de recursos y mantiene el presupuesto de mantenimiento asignado.
- Aumento del tiempo dedicado a los dispositivos de trabajo. - Aceptar estándares de calidad durante la implementación.

Su filosofía de mantenimiento también debe adaptarse a las realidades de su empresa, teniendo en cuenta:

- Prestación de servicios preventivos y correctivos: está definido en el cronograma de actividades y la asignación de recursos diversos. Además, el mantenimiento es posible incluso en caso de avería. - Mantenimiento Total del Producto (TPM): Tareas generales de mantenimiento realizadas por cada responsable de distrito.
- Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM): Definido como la prevención de fallas específicas mediante métodos predictivos y preventivos. - Mantenimiento como cliente interno de producción: El área de mantenimiento pasa a ser un cliente interno y depende del área de producción, asegurando un buen desempeño y permitiendo procesos productivos eficientes.
- Gestión del mantenimiento: Se basa en formar un equipo de recursos y personal implicado en la gestión, planificación, ejecución y supervisión de las tareas de mantenimiento. - Mantenimiento general: Agrupa las tareas administrativas del proceso de mantenimiento con otras partes de la organización.

Con el tiempo, la creencia anticuada de que la preocupación es mala disminuirá. Además, para muchas empresas, el mantenimiento se considera cada vez más una inversión importante que beneficia sus operaciones.

A lo largo de los años, las inspecciones se han diseñado para mostrar el desgaste que podría causar problemas con la entrega de un producto o servicio. Además, si surge un problema legal, debe tomar medidas inmediatas para resolverlo de manera oportuna.

El mantenimiento es un servicio realizado sobre equipos reacondicionados que tienen un alto rendimiento funcional. Identifique el grupo de mantenimiento "(alta disponibilidad) y grandes indicadores que buscan ser una oportunidad y una oportunidad para otros elementos del servicio. "

Del mismo modo, una de las tareas de mantenimiento más importantes es operar el equipo disponible sin gastos económicos, garantizar la continuidad de estos equipos [15]

Por otro lado, el almacenamiento industrial no es un concepto práctico e identificado y no hay diferencia en el almacenamiento, el almacenamiento y el mantenimiento. Debido a que la racionalidad es difícil, crea escenas como problemas estables entre las áreas de producción y mantenimiento. A menudo consumimos los bordes del personal inesperado en áreas inesperadas. Empleados similares son responsables del mantenimiento y el mantenimiento programado, incluido [16].

Con este fin, los beneficios de usar todos los factores aumentarán, la seguridad de todos los factores, mejorando la seguridad, el empleo y los beneficios de los tejidos que reducen los costos y el tejido de mantenimiento [17].

Los representantes desempeñan un papel fundamental en la planificación y la gestión, así como en las organizaciones de gestión de recursos. Las operaciones, por su parte, llevan a cabo tareas de mantenimiento. El costo de mantenimiento se encuentra limitado en función del tipo de industria, economía, política, niveles de productividad, antigüedad de las máquinas y del personal, entre otros. "El último programa de mantenimiento debe estar conectado a la herramienta de gestión, y el concepto de integración está hecho para el uso personal y eficiente de los factores de producción" [18]

Como se mencionó anteriormente, entendí que la importancia de los servicios preventivos sistemáticos, el estado de cada equipo y automóvil de la organización y automóviles se puede usar en este momento ideal.

Según el servicio preventivo, el automóvil es una pérdida de tiempo y un costo adicional, por lo que no es necesario repararlo, porque es un error que solo realiza un tipo de reparación. Se requiere una duración para prevenir el mal funcionamiento. Esto se puede obtener conociendo las especificaciones técnicas de cada equipo por la Guía de negocios [19].

### **1.4.2.3 Disponibilidad**

En cuanto a la accesibilidad, este es el propósito principal del departamento de mantenimiento. Esta es una garantía que una pieza (equipo o máquina) cumplirá con su función de manera satisfactoria en un momento concreto. La disponibilidad se describe como el tiempo que una pieza puede durar de forma continua. En consecuencia, es necesario mantener un equilibrio entre disponibilidad y costo al diseñar equipos, y el costo se puede disminuir ajustando el nivel de disponibilidad según los requisitos establecidos.

Para asegurar la existencia de los elementos, se emplea la siguiente formulación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{Tiempo de parada} \times 100\%}{\text{Tiempo programado}}$$

#### **1.4.2.4 Mejora de procesos**

Se refiere a una serie de acciones enfocadas en objetivos que contribuyen a la satisfacción del cliente y incrementan la competitividad de la organización en el mercado, especialmente mediante la mejora de los procesos operativos. Asimismo, al implementar mejoras en los procesos, se prevé que las decisiones idóneas se tomen con grupos de trabajo más eficaces [20].

Este estudio analiza la definición de procesos estratégicos en función de la implementación de la estrategia organizacional. Estas estrategias se utilizan por organizaciones que desean incrementar la popularidad y mejorar el servicio al cliente. Un ejemplo lo presenta una organización que desea optimizar sus servicios y obtener reconocimiento y necesita adoptar estrategias como la capacitación de sus empleados en sus procesos de gestión. Asimismo, diversas organizaciones emplean diversas estrategias para establecer posiciones en el mercado, lo cual incrementa la relevancia de los procesos estratégicos en las organizaciones [21]. No obstante, aunque los procedimientos de apoyo sean eficaces para un sistema de gestión, no son estratégicos ni significativos. Estos procedimientos contemplan normas de gestión tales como documentación controlada, acciones correctivas, auditorías internas y gestión de equipos y productos. Al examinar un proceso, es fundamental tener en cuenta algunos criterios relevantes: Se enumeran los siguientes puntos:

- Evitar actividades que no sean beneficiosas para la empresa.
- Considere la calidad y el rendimiento. - Necesidad de conocer datos de rendimiento e información para mejorar.
- La mejora requiere alcanzar un estado de supervisión y luchar por la eficiencia.

### **1.5. Objetivo**

#### **1.5.1 Objetivo General**

Realizar una proposición de un modelo de administración de mantenimiento para optimizar la disposición de la maquinaria liviana y pesada en la Municipalidad Distrital de La Tinguña.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- 1.- Recopilar información para determinar el estado, nivel de falla y averías de equipos livianos y pesados.
- 2.- Evaluar el desempeño de la posible implementación del plan de mantenimiento propuesto, la confiabilidad de los equipos y máquinas.
- 3.- Elaboración de formularios de registro y control del modelo de mantenimiento propuesto.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

Si se realiza una proposición de un modelo de administración de mantenimiento entonces mejoraría la disposición de la maquinaria liviana y pesada en la Municipalidad Distrital de La Tinguiña.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

- 1.- Si se recopila información entonces se determinaría el estado de la maquinaria y equipos, índice de fallas y deficiencias
- 2.- Si se evalúa la productividad, confiabilidad de equipos y maquinaria debido a una probable implementación del plan de mantenimiento propuesto.
- 3.- Si se elabora formatos de registro y seguimiento entonces mejoraría la propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento

## **1.7 Variables de investigación**

### **Variable Independiente:**

Modelo de gestión de mantenimiento

### **Variable dependiente**

Disponibilidad de los equipos y maquinarias

## II.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación [22]

#### 2.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de estudio que se empleo es de Investigación Aplicada o Tecnológica, ya que se utilizaron técnicas para calcular la orientación y distancia mediante las coordenadas que procesará el dispositivo.

#### 2.1.2 Nivel de la Investigación

También podemos indicar que este trabajo congrega rasgos detallados de un nivel exploratorio y descriptivo. En el nivel exploratorio se señala la calidad del problema desde un contexto especial que nos permite conocer y analizar detalles de sus características. En el nivel descriptivo, se comprueba que tipo de variables de estudio tienen y que parte del sistema se encuentran afectados directamente.

#### 2.1.3 Diseño de la Investigación

Por la forma de abordar el estudio se especifica un diseño correlacional, no experimental.

### 2.2 Población y Muestra

#### 2.2.1 Población y muestra de estudio

La población y muestra serán todas las maquinarias existentes en la Municipalidad Distrital de la Tinguíña.

TABLA 1.  
MAQUINARIAS DE LA MUNICIPALIDAD DE LA TINGUÍÑA

N°	Maquinaria	Marca	Placa	Motor	Año
1	Camioneta	Toyota	RP9195	Toyota petrolero	2017
2	Camioneta	NISSAN	EGU 189	Nissan gasolina	2014
3	Camioneta	NISSAN	EGL 939	Nissan gasolina	2017
4	Camioneta	NISSAN	EGL 938	Nissan gasolina	2017

5	Camión volquete	FAW	EGS 119	FAW petrolero	2012
6	Camión compactador	Mitsubishi	AEA 771	Fuso petrolero	2018
7	Camión volquete	IVECO	WF 4586	IVECO petrolero	2008
8	Retroexcavadora	Caterpillar	Modelo:420E	Caterpillar	2007
9	Cargador frontal	Komatsu	Código: WA180-3	Komatsu	2000



Fig. 1. Equipo pesados y livianos de la Municipalidad de la Tinguña

### 2.3 Técnicas de Recolección de Datos

En la obtención de información suficientes en la ejecución del estudio de los recursos económicos en la administración del gasto en el área de mantenimiento del Consejo Distrital de La Tinguña, se usaron las siguientes técnicas.

**Encuesta:** - Se realizó una encuesta a los trabajadores para saber si la Municipalidad Distrital de la Tinguña, destina el presupuesto por resultados y si se mantiene operativo las maquinarias en los últimos años.

**Entrevista.** – Se entrevistó a los trabajadores con el objetivo de conocer si se realiza un adecuado mantenimiento preventivo de las maquinarias para que se encuentren operativos.

**Análisis Documental,** - Se recolecto información en la Municipalidad Distrital de Ica y otra entidad relacionada con la operatividad de la maquinaria.

## **2.4 Instrumentos de Recolección de Datos**

Luego se justifica la necesidad de implementar un software para soportar la gestión total del mantenimiento y se explican los primordiales beneficios que se obtendrán.

- Disponibilidad de datos para la toma de determinaciones: gestión de costos, equipos críticos, repuestos, abastecedores, empleados u otros parámetros relevantes.
- Administración de recursos, planificación y supervisión de la realización del mantenimiento. El software de administración de mantenimiento le permite recopilar y utilizar grandes cantidades de datos y parámetros. Las principales características operativas del software de mantenimiento incluyen:
- Crear o vincular bases de información de activos que incluyan información técnica, estado operativo, costos agrupados y costos de activos fijos.
- Almacenar y analizar el historial operativo: fechas, períodos, costos, operadores, equipos, repuestos, etc.
- Definir niveles de alerta para parámetros específicos.
- Planificar y gestionar tareas, bienes e inventario.
- Jerarquía de sistemas y dispositivos.
- Se debe supervisar el estado de cada mandato de trabajo e implementar el programa de mantenimiento preventivo.
- Generar informes.
- estudiar los errores.

## **2.5 Técnicas de Procesamientos, Análisis e Interpretación de Datos**

Se tabuló la información que se obtuvo, se organizó la información, se elaboró representaciones de distribución de frecuencias y diagramas estadísticos respectivos para una buena interpretación.

### III.- RESULTADOS.

#### Hipótesis Específica N° 01

**H1.-** Durante la recolección de información se determina el estado, indicadores de fallas y averías de equipos livianos y pesados.

**H0.-** Si no se recoge información, no se determinará el estado, número de averías y averías de los equipos ligeros y pesados.

#### Relación de maquinaria

##### CAMIONETA:

Marca: NISSAN

Motor: NISSAN gasolina

Placa: EGL 939

Año: 2017

Relación de filtro:

- 01 filtro de aceite de motor N° 15208-31U00
- 01 filtro de combustible N° 1540-02N0A
- 01 filtro de aceite N° FA860

Relación de lubricantes

- 1.5 galón de aceite de motor SAE 25 W60
- 01 galón de aceite de caja de velocidades
- 0.5 galón de aceite de corona

TABLA II  
RELACIÓN DE LUBRICANTES- CAMIONETA

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Filtro de aceite	Filtro de combustible	Filtro de aire
En.	1.5	1	0.5	1	1	1
Feb.	1.5			1	1	1
Mar.	1.5	1	0.5	1	1	1
Abr.	1.5			1	1	1
May.	1.5	1	0.5	1	1	1
Jun.	1.5			1	1	1
Jul.	1.5	1	0.5	1	1	1
Ago.	1.5			1	1	1
Sep.	1.5	1	0.5	1	1	1
Oct.	1.5			1	1	1
Nov.	1.5	1	0.5	1	1	1
Dic.	1.5			1	1	1
	18 Galones	6 Galones	3 Galones	12 Unidades	12 Unidades	12 Unidades

**CAMIONETA:**

Marca: NISSAN

Motor: NISSAN gasolina

Placa: EGL 918

Año: 2017

Relación de filtro:

- 01 filtro de aceite de motor N° 15208-31U00
- 01 filtro de combustible N° 1540-02N0A
- 01 filtro de aceite N° FA860

Relación de lubricantes

- 1.5 galón de aceite de motor SAE 25 W60
- 01 galón de aceite (caja de velocidad)
- 0.5 galón de aceite de corona

TABLA III  
RELACIÓN DE LUBRICANTES- CAMIONETA- NISSAN

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Filtro de aceite	Filtro de combustible	Filtro de aire
En.	1.5	1	0.5	1	1	1
Feb.	1.5			1	1	1
Mar.	1.5	1	0.5	1	1	1
Abr.	1.5			1	1	1
May.	1.5	1	0.5	1	1	1
Jun.	1.5			1	1	1
Jul.	1.5	1	0.5	1	1	1
Ago.	1.5			1	1	1
Sep.	1.5	1	0.5	1	1	1
Oct.	1.5			1	1	1
Nov.	1.5	1	0.5	1	1	1
Dic.	1.5			1	1	1
	18 Galones	6 Galones	3 Galones	12 Unidades	12 Unidades	12 Unidades



Fig. 2. Camioneta- Municipalidad de la Tinguña

**CAMIÓN VOLQUETE:**

Marca: FAW

Motor: FAW petrolero

Placa: EGS 119

Año: 2012

Relación de filtro:

- 01 filtro de aceite de motor N° PER 67
- 01 filtro de combustible N° FCO 550
- 01 Pre filtro de combustible N° BPS-2004FA860
- 01 filtro de aire N° BAE-554SR
- 01 filtro secador de aire N° MD 1020

Relación de lubricantes

- 02 balde aceite de motor SAE 1.5W40
- 01 balde de aceite para engranajes 80W90
- 02 balde de aceite de corona SAE 140
- 01 balde de aceite hidrolina SAE 68
- 0.5 galón de aceite de corona

TABLA IV

TABLA II. RELACIÓN DE LUBRICANTES- CAMIÓN VOLQUETE

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Aceite hidro	Filtro de aceite	Filtro de comb.	1 pre filtro comb.	1 filtro secador de aire	Filtro de aire
Ene. Feb.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Mar. Abr.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
May. Jun.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Jul. Ago.	2	1	2	1	1	1	1	1	1 1
Set. Oct.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Nov. Dic.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
	12 baldes	6 baldes	12 baldes	6 baldes	12 Unid.	6 Unid.	6 Unid.	6 Unid.	6 Unid.



Fig. 3. Camión volquete – marca FAW

**CAMIÓN COMPACTADOR:**

Marca: Mitsubishi

Motor: Fuso petrolero

Placa: AEA 771

Año: 2018

Relación de filtro:

- 01 filtro para aceite del motor
- 01 filtro para combustible
- 01 Pre filtro para combustible
- 01 filtro para secador de aire

Relación de lubricantes

- 02 balde aceite de motor SAE 1.5W40
- 01 balde de aceite de engranaje 80W90
- 01 balde de aceite de corona SAE 140
- 01 balde de aceite hidrolina SAE 68

-

TABLA V  
TABLA II. RELACIÓN DE LUBRICANTES- CAMIÓN COMPACTADOR

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Aceite hidro	Filtro de aceite	Filtro de comb.	1 pre filtro comb	1 filtro secador de aire	Filtro de aire
Ene. Feb.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Mar. Abr.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
May. Jun.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Jul. Ago.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Set. Oct.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Nov. Dic.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
	12 baldes	6 baldes	12 baldes	6 baldes	12 Unid.	6 Unid.	6 Unid.	6 Unid.	6 Unid.



Fig. 4. Camión compactador

**CAMIÓN VOLQUETE:**

Marca: IVECO

Motor: IVECO petrolero

Placa: WF 4586

Año: 2008

Relación de filtro:

- 01 filtro de aceite de motor N° BLS 1015
- 01 filtro de combustible N° BPS 2242
- 01 Pre filtro de combustible N° WK 1050/1
- 01 filtro de aire N° AE-10453
- 01 filtro secador de aire N° MD 1020

Relación de lubricantes

- 02 balde aceite de motor SAE 1.5W40
- 01 balde de aceite para engranajes 80W90
- 02 balde de aceite de corona
- 01 balde de aceite hidrolina

TABLA VI.  
RELACIÓN DE LUBRICANTES- CAMIÓN VOLQUETE

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Aceite hidro	Filtro de aceite	Filtro de comb.	1 pre filtro comb.	1 filtro secador de aire	Filtro de aire
Ene. Feb.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Feb.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Mar.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Abr.	2	1	2	1	1	1	1	1	1 1
May.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Jun.	2	1	2	1	1	1	1	1	1
	12 baldes	6 baldes	12 baldes	6 baldes	12 Unid.	6 Unid.	6 Unid	6 Unid.	6 Unid



Fig. 5. Camión Volquete- marca IVECO

**RETROEXCAVADORA:**

Marca: Caterpillar

Motor: Caterpillar

Placa: 420 E

Año: 2007

Relación de filtro:

- 01 filtro de aire
- 01 filtro de aceite hidrolina
- 01 filtro de aceite de transmisión

Relación de lubricantes

- 01 balde aceite de motor SAE 15W40 castrol
- 01 balde de aceite de engranaje 80W90
- 02 balde de aceite de corona
- 01 balde de aceite hidrolina

TABLA VII.  
RELACIÓN DE LUBRICANTES- RETROEXCARVADORA

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Aceite hidro	Filtro de aceite	Filtro de comb.	1 pre filtro comb.	1 filtro secador de aire	Filtro de aire
Enero Febrero	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Marzo Abril	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Mayo Junio	3	1	1	1	1	1	1	1	1

Julio	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Agosto									1
Setiembre	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Octubre									
Noviembre	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Diciembre									
	12 baldes	6 baldes	6 baldes	6 baldes	12 Unid.	6 Unid.	6 Unid.	6 Unid.	6 Unid.



Fig. 6. Retroexcavadora- marca Caterpillar

### **CARGADOR FRONTAL:**

Marca: Komatsu

Motor: Komatsu

Código: WA180-3

Año: 2000

Relación de filtro:

- 01 filtro de aceite de motor N°6735-51-514 Komatsu
- 01 filtro resistor de corrosión N°600-411-1151 Komatsu
- 01 filtro de combustible primario N°6732-71-611 Komatsu
- 01 filtro de aceite de transmisión

Relación de lubricantes

- 02 balde aceite de motor SAE 15W40
- 02 balde de aceite de SAE 30
- 02 balde de aceite de corona
- 02 balde de aceite hidrolina
-

TABLA VIII.  
RELACIÓN DE LUBRICANTES- CARGADOR FRONTAL

Mes	Aceite de motor	Aceite de caja	Aceite de corona	Aceite hidro	Filtro de aceite	Filtro de comb.	1 pre filtro comb.	1 filtro secador de aire	Filtro de aire
Enero Febrero	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Marzo Abril	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Mayo Junio	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Julio Agosto	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Setiembre Octubre	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Noviembre Diciembre	2	1	2	1	2	2	1	1	1
	12 baldes	6 baldes	12 baldes	6 baldes	12 baldes	12 baldes	6 Unid	6 Unid.	6 Unid .

**Interpretación:** Se presenta la relación de filtros y lubricantes que utilizan las maquinarias para optimizar el buen funcionamiento de las maquinas livianas y pesadas de la municipalidad.



Fig. 7. Cargador frontal- marca Komatsu

## **Hipótesis Específica N° 02**

**H1.-** Se implementarán planes de mantenimiento recomendados al evaluar el desempeño y confiabilidad de equipos y maquinaria.

**Ho. –** Se implementarán planes de mantenimiento propuestos cuando no se haya evaluado el desempeño y confiabilidad de equipos y maquinaria.

### **Descripción de las fases del modelo de gestión de mantenimiento establecido.**

#### **Etapa 1: Análisis del marco actual. Definir objetivos, estrategias y obligación de mantenimiento.**

Primero, como paso previo a algún servicio, es importante evaluar el estado inicial o presente en cuanto a la integración de herramientas y conectores en los sistemas informáticos (ERP, software MTTO, software de gestión MTTO). Tiene que ver con el mantenimiento. Este análisis debe realizarse cuando la organización o instalación tiene un método de control más o menos definido o, en la mayoría de las ocasiones, no existen métodos o procedimientos establecidos para este trabajo. La evaluación o diagnóstico del estado actual debería considerar todos los aspectos vinculados con el mantenimiento del equipo utilizable. Por ejemplo, mantenimiento, trastornos históricos, indicadores intermedios (MTTF), programación e implementación y tiempo de reparación promedio (MTTR) El sistema interno no se modifica [12-13].

En el mantenimiento global de la organización, debemos usar la estrategia para este propósito, destinada a este propósito, antes del propósito del trabajo correcto y la responsabilidad de este propósito. Se requiere un proceso de determinación de la estrategia de mantenimiento (Fig. 4).

- Definir el propósito de mantenimiento basados en valores anticipados y reales para los objetivos comerciales (por ejemplo, disponibilidad de equipos, confiabilidad, seguridad, riesgo, etc.). Determine el rendimiento o la productividad actual de su instalación de producción y compárelo con su capacidad nominal.
- Determinar los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) de la unidad.

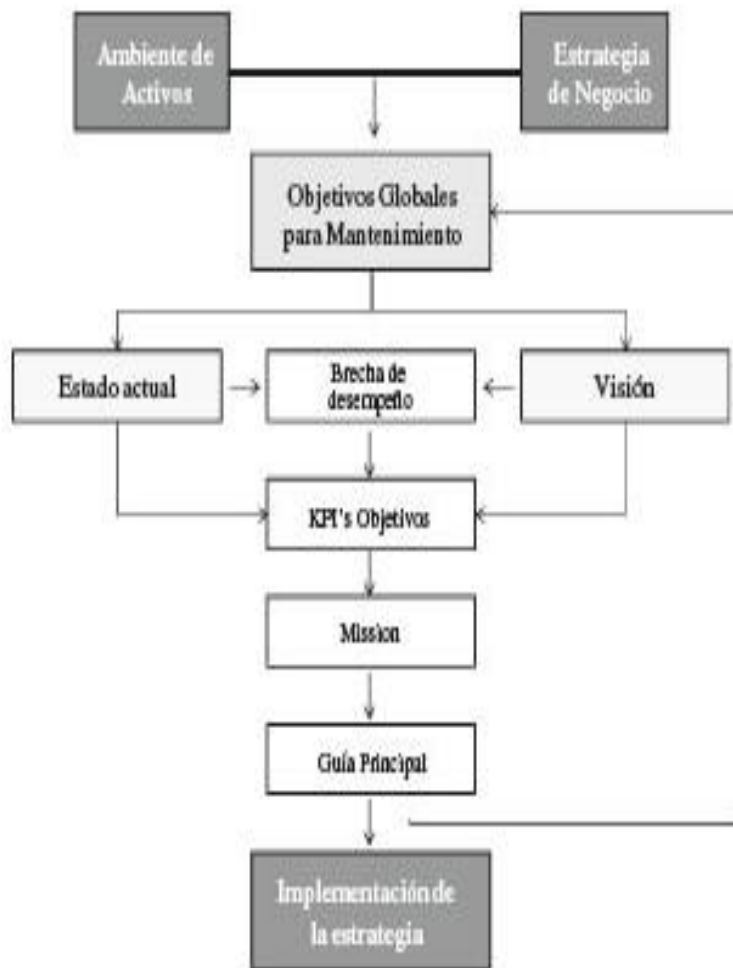


Fig. 8. Modelo para la definición de la estrategia de mantenimiento

La administración del mantenimiento debe coordinar todas las tareas de mantenimiento con una estrategia establecida en el ámbito estratégico, gerencial, táctico y operativo. Las prioridades comerciales se derivan en prioridades de mantenimiento y posteriormente se elabora una estrategia fundamentada en los objetivos establecidos. De esta forma, se elabora un plan de mantenimiento general y se enfoca en los activos identificados en la Fase 2 que son complejos y complejos dentro de la organización.

Las actividades a nivel táctico determinan la asignación adecuada de bienes (tecnología, materiales, herramientas de prueba y medición, etc.) con el fin de alcanzar el plan de mantenimiento. El resultado final será un plan de trabajo detallado con todas las tareas a realizar y los recursos asignados para completarlas.

Las actividades a nivel operativo deben garantizar que las acciones de mantenimiento sean realizadas correctamente por técnicos seleccionados de acuerdo con los procedimientos establecidos, utilizando las herramientas correctas y dentro de un período de tiempo acordado.

## **Etapa 2: Jerarquía de equipo:**

Una vez establecidos los propósitos y obligaciones y elaborado un conjunto de acciones de mantenimiento, es fundamental distinguir los activos físicos de la organización según su importancia, es decir, si tienen un mayor o menor impacto en el sistema productivo global. Seguridad del sistema (fines comerciales).

El análisis de criticidad es un conjunto de metodologías que crean una estructura precisa para determinar la jerarquía o prioridad de procesos, sistemas, equipos, etc., según un parámetro de valor llamado "importancia" relativo a su "riesgo". Facilita el análisis. Brindamos soluciones efectivas que enfocan sus esfuerzos y bienes en las áreas y eventos que tienen impacto significativo en su empresa

. Hay una serie de métodos cualitativos, cualitativos y cuantitativos que proporcionan una base sistemática para clasificar los activos como críticos (C)/semicríticos (SC)/no críticos (NC) basándose en una evaluación probabilística. Determinar el riesgo y obtener el Número/Índice Probabilístico de Riesgo de Activo (PRA/PRN) [14]. Primero se analizan los activos con los índices más altos. En la mayoría de los casos, no se dispone de datos históricos en los que se fundamentan estos índices. En estos casos, se pueden emplear métodos más óptimos para asegurar un nivel inicial adecuado de eficiencia de las tareas de mantenimiento.

Los enfoques cualitativos se fundamentan en la opinión de expertos que combinan criterios técnicos y financieros con el fin de establecer las prioridades del equipo. Se caracteriza por ser objetivo y eficaz para tareas sencillas. En ocasiones, se requieren métodos más rigurosos para examinar la información. Por ejemplo, se utilizan como criterios la coherencia (alta-media-baja) y la complejidad (compleja-media-simple), y cada criterio puede tener una escala numérica del 1-5-10. Los modelos cualitativos-cuantitativos proporcionan información objetiva para elaborar una guía cuantitativa de criticidad, que incluye la frecuencia de errores, el costo de reparación, el tiempo de reparación, el impacto en la producción (debido a errores), el costo de reparación, el tiempo de reparación, el impacto en la seguridad personal y el impacto en el bienestar ambiental. Los elementos cualitativos se reflejan en la elaboración de escalas o criterios que simbolizan los resultados de cada elemento evaluado y la definición final de la jerarquía de relevancia. La probabilidad o criticidad se define como el resultado de la frecuencia y las consecuencias de la falta de actividad. La frecuencia es el número de errores en un período de tiempo establecido. Cuantificar las consecuencias del fracaso requiere examinar diversos factores. o criterios que son importantes dependiendo de los requisitos de la organización.

Dado que se priorizan por importancia los elementos físicos de la planta (equipos críticos, semicríticos, no críticos), el siguiente paso es llevar a cabo una inspección técnico-visual detallada de todos los equipos identificados como críticos de la planta. Clasificado. Si bien los equipos

semicríticos se inspeccionan con menos detalle durante un período de tiempo más corto, la asignación de recursos de inspección a activos no críticos no es estrictamente necesaria ya que su impacto en el sistema no es crítico y, por lo tanto, los equipos no críticos aún pueden inspeccionarse. . . Funciona hasta que ocurre una falla. La supervisión preliminar de los dispositivos C y SC proporciona todos los datos importantes necesaria para establecer el estado operativo actual del equipo, las fallas operativas, el entorno operativo y los requisitos de mantenimiento específicos.

En esta fase, al igual que en la anterior, es muy importante tener en cuenta la información proporcionada por cada operador responsable del seguimiento y operación de los equipos C y SC. Antes de desarrollar las actividades que componen un plan de mantenimiento de equipos críticos, es importante analizar posibles fallas recurrentes y crónicas (basadas en el historial del equipo) cuya frecuencia de ocurrencia puede considerarse excesiva.

Identificar la causa raíz de este prototipo de falla crónica eliminará, en el mejor de los casos, el modo de falla. En algunos casos, esto no es posible, por ejemplo, porque el coste del desmantelamiento supera con creces el coste de una sola avería. El equipo puede controlar estos modos de falla. Eliminar o gestionar los modos de falla ayuda a aumentar el retorno de la inversión inicial de su programa de mantenimiento. También ayuda a las posteriores etapas de estudio y diseño de proyectos de mantenimiento, que necesitan importantes inversiones de tiempo y recursos.

Hay varias formas de efectuar análisis de **susceptibilidad** en activos críticos, una de las más usadas es el análisis de causa raíz (RCA). Es una metodología que identifica sistemáticamente la causa raíz de una falla y aplica una solución para eliminarla permanentemente. Las causas del fracaso se pueden clasificar en fallos físicos, humanos y ocultos/organizativos [19]. Una causa física es una explicación técnica de por qué falló un activo, es decir, por qué falló. Las causas humanas incluyen errores humanos (acciones u omisiones) que resultan en la causa física de la falla. Últimamente, las causas ocultas contienen todas las insuficiencias organizativas y de gestión que no se corrigen con el tiempo, dando lugar a errores humanos y perpetuando errores en los sistemas y procedimientos.

Normalmente, el árbol lógico ACR se inicia con la definición del evento fuente, p.e. Se identifican problemas crónicos de los rodillos transportadores), modos de falla (rotura del eje, pegado de los rodamientos, sellos dañados, daños en la correa, flexión de los rodillos, sobrecalentamiento de los rodamientos) y anomalías hipotéticas (endurecimiento del aceite en los rodamientos). Finalmente, determine la causa (abundancia de grasa, etc.).

#### **Etapa 4. Diseñar el plan de mantenimiento y los recursos suficientes:**

El diseño de un proyecto de mantenimiento preventivo se puede dividir en dos áreas principales:

- Información que recoge datos de los equipos analizados. Las diferentes funciones de los equipos analizados están definidas por su contexto de operación. Los posibles errores se identifican para cada función. A continuación, se reconocen las maneras de fallo, es decir, los acontecimientos que conducen al fallo. Finalmente, analice la causa raíz del fallo sólo cuando sea necesario (ACR, paso 3). Con el contenido completo de toda la información, se lleva a cabo una evaluación de las consecuencias de cada error en cada escala (operacional, de seguridad, ambiental y de coste).
- Decisiones sobre las acciones a tomar para prevenir las consecuencias del modo de falla (técnicamente factibles y económicamente eficientes). Para cada modo de falla o causa raíz se definen las tareas de mantenimiento a realizar, su frecuencia, quién las realizará y los nuevos riesgos que surjan de la aplicación del proyecto de mantenimiento.

Una de las estrategias más usadas en la industria para concebir estrategias y plan de mantenimiento es RCM4. pretende detectar formas de falla que preceden a posibles incidencias del equipo e implementar un proceso sistemático y consistente con el fin de seleccionar acciones de mantenimiento que sean eficaces y adecuadas. El resultado es una serie de tareas de mantenimiento específicas para cada dispositivo. Se determina el contenido exacto de las actividades reales a llevar a cabo y la frecuencia con la que se llevarán a cabo.

Más específicamente, la metodología de análisis RCM proporciona un procedimiento mediante la formulación de siete preguntas que pueden identificar requisitos de mantenimiento específicos en el contexto de la operación de activos (ver Tabla 2).

TABLA IX  
METODOLOGÍA RCM.

1	¿Qué función debe desempeñar el activo y cuáles son los resultados esperados en el contexto operativo actualmente definido?
2	¿Cómo puede fallar total o parcialmente el equipo?
3	¿Cuáles son las principales causas del fallo funcional?
4	¿Qué pasa si algo sale mal?
5	¿Cuáles son las consecuencias de cada fracaso?
6	¿Cómo podemos prevenir o predecir la aparición de cada disfunción?
7	¿Qué debe hacer si no puede prevenir o predecir un mal funcionamiento?

Con base en estas recomendaciones finales, se debe desarrollar un proyecto o estrategia de mantenimiento para la disposición propuesta y se deben utilizar los recursos asignados para este propósito. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo regular puede ayudarlo a eliminar problemas, eliminar las causas de los problemas e identificar problemas que no afectan la seguridad del sistema, al tiempo que reduce el impacto en la operación del sistema.

#### **Etapa 5. Optimice la planificación del mantenimiento y la adjudicación de recursos:**

En esta etapa se debe elaborar una planificación detallada de todas las tareas de mantenimiento, teniendo en cuenta los requisitos de producción y los costes posibles de la organización durante la ejecución de la tarea. La planificación del mantenimiento tiene como propósito optimizar los recursos tanto humanos como materiales y reducir el impacto en la producción. La planificación del mantenimiento debe realizarse en un plazo de 1 año, mediano plazo (1-5 años) y prolongado plazo (> 5 años).

#### **Etapa 6. Evaluación y supervisión del desempeño del mantenimiento:**

Se debe evaluar el rendimiento de las tareas de mantenimiento (diseñadas, planificadas y programadas, como se indica en la sección anterior) y se debe supervisar cualquier desviación para garantizar que la organización continúa logrando los objetivos comerciales y de mantenimiento seleccionados. El monitoreo del desempeño proporciona retroalimentación y optimización para el diseño del plan de mantenimiento, aumentando la eficiencia y la eficacia.

El diseño de sistemas de información tiene como objetivo recopilar y procesar los datos necesarios para cumplir con los requisitos de información necesarios para lograr los principales objetivos de mantenimiento, en particular para aumentar la eficiencia y reducir costos. Los datos examinados posteriormente deben ser lo más fiables posibles. Esto es, el diseño de hojas de trabajo de mantenimiento o procedimientos de mantenimiento debe asegurar que los operadores y gerentes sientan que son simples y eficaces. Dado que esa es la única forma de obtener información. Esta cuestión de diseño es fundamental para el funcionamiento del sistema. Asimismo, ocurre con los demás documentos de recolección de datos que conforman el sistema.

#### **Etapa 7. Análisis del ciclo de vida y posibles actualizaciones de equipos:**

Existen diversas variables a considerar al evaluar el valor real de un activo durante su vida útil, lo cual genera un panorama con gran incertidumbre. En ocasiones, el costo total de un sistema de producción es ignorado, especialmente los costos relacionados con la operación, el mantenimiento, las pruebas de instalación y la capacitación del personal. El costo del ciclo de

vida se establece identificando las funciones empleadas en cada etapa (diseño, fabricación y producción), calculando los costos de estas funciones y aplicando los costos apropiados a lo largo del período de vida. El valor del ciclo de vida determina el valor de un activo durante su existencia. Un análisis de activos típico puede incluir planificación de equipos, investigación y desarrollo, producción, operaciones, mantenimiento y costos operativos. Los costos del equipo (incluida la investigación, el diseño, las pruebas, la producción, la producción y la construcción) son generalmente claros, pero existen costos ocultos, como análisis, costos, tiempo de reparación, costos de componentes y T. El análisis del ciclo de vida permite todos los costos relacionados con los activos (excepto los precios de compra), por lo que es necesario optimizar nuevos equipos (reemplazo o nuevos equipos). Por lo tanto, la gerencia puede predecir.

**Hipótesis específica N° 03:**

**H1.-** Si se elabora formatos de registro y seguimiento de una propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento propuesto optimizará la operación de maquinaria liviana y pesada en el municipio.

**Ho.** - Si no se elabora formatos de registro y seguimiento de una propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento propuesto, la operación de los equipos livianos y pesados de un municipio no será óptima.

Para presentar los resultados del análisis modal de fallas y efectos (FMEA), se utiliza un diagrama de árbol para mostrar las fallas más comunes de los equipos y las acciones preventivas tomadas.

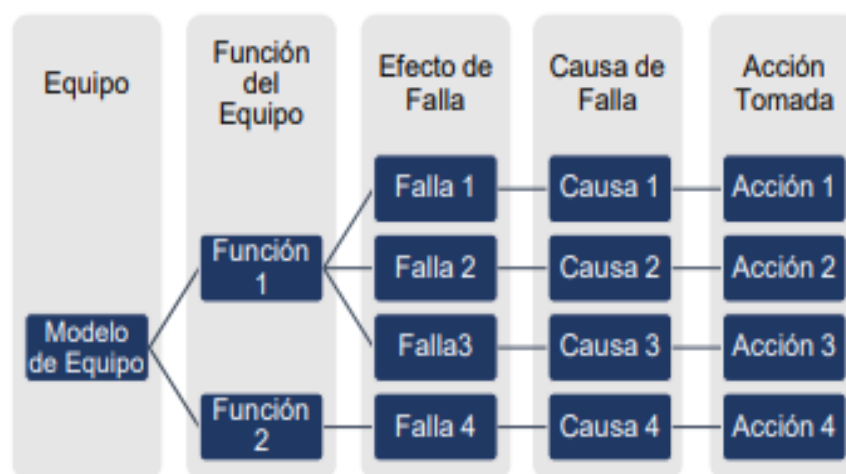


Fig. 9. Diagrama de AMEF

Fuente: Elaboración propia

## **Programa de Mantenimiento**

El concepto desarrollado por STG se puede utilizar para seleccionar equipos que deban someterse a un mantenimiento preventivo temprano. Víctor Ortiz A. lo denominó preprogramación, en la cual las operaciones de lastrado de carreteras se realizan mediante un grupo de máquinas y utilizando las matrices críticas presentadas en el desarrollo de la evaluación para cargadores frontales y excavadoras:

Impacto en las operaciones comerciales y servicios ambientales

3 puntos: Si el cargador falla, dejará de funcionar.

### **Valor económico y tecnológico**

3 puntos: Los costos de adquisición, operación y mantenimiento son mayores.

\$50,000.

efecto incorrecto

**1 punto: Reduce el rendimiento de otros elementos.**

### **Probabilidad de fallo (fiabilidad)**

2 puntos: Puede confirmar que el dispositivo está funcionando correctamente.

Cuando sea necesario.

### **La flexibilidad del equipo dentro del sistema.**

2 puntos: No hay otro dispositivo equivalente o similar para sustituir.

### **Departamento de logística**

1 punto: Algunos repuestos están disponibles localmente.

trabajador obsesivo

3 puntos: Los servicios profesionales requieren de un tercero. Fácil de reparar (mantenimiento)

1 punto: El mantenimiento puede resultar complicado.

Para resumir todo lo expuesto y aplicables a todas las máquinas existentes en el municipio de La Tinguiña, en la Tabla III se presentan las máquinas importantes (A) de cargadoras frontales con 17 puntos en la escala de apoyo y retroexcavadoras con 12 puntos. La matriz de criticidad presentada en el Anexo 5.

TABLA X.  
MATRIZ DE CRITICA

Equipo/maquinaria	PROMEDIO POR ITEM								TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
CARGADOR FRONTAL	4	3	1	2	0	1	0	0	<b>17</b>
MOTONIVELADORA	4	3	1	2	2	1	0	0	<b>13</b>
CAMION VOLQUETE Y	4	3	1	2	1	1	0	0	<b>12</b>
CAMION COMPACTADORA	4	3	1	2	0	1	3	1	<b>11</b>

### **una cosa que hacer**

El sistema o componente de la máquina a reparar debe seleccionarse en función de:

- Las recomendaciones técnicas del fabricante.
- Se basa en los datos actuales de aplicación de ortodoncia. Se fundamenta en la vivencia de nuestro personal técnico con el fin de detectar los elementos más relevantes.
- Información sobre los proveedores de servicios profesionales. En consecuencia, se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:
- Tener en cuenta el periodo anual del plan de mantenimiento presupuestario según el sistema nacional.
- Al final del período anual, realizamos una evaluación completa de todos los sistemas del vehículo seleccionado. Para ello, se recomienda realizar una evaluación in situ mientras la máquina está en funcionamiento. Incluye lecturas del contador horario. • Se requiere un informe histórico completo de todo el mantenimiento realizado durante el período anual anterior y, si es posible, durante el período operativo.
- Se elaboran informes sobre el mantenimiento del almacén con el fin de determinar la disponibilidad de equipos y bienes (repuestos) que deben ser considerados para el inventario del próximo período. Los servicios especiales completados deben ser informados para su atención en la planificación de mantenimiento.

Considerando los puntos anteriores, en la Tabla IV se muestra la demanda anual de producto para maquinaria crítica (en este caso cargadoras de ruedas). La columna de la izquierda de esta tabla muestra las descripciones de los activos y la columna de la derecha muestra las asignaciones trimestrales (250 HR-MQ) para cada componente en función del uso de mantenimiento preventivo planificado. Es decir, el propósito de esta tabla es presentar las actividades relacionadas con la programación de servicios preventivos durante el año del ciclo presupuestario de la agencia presupuestaria.

Tabla XI.

BIENES PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CARGADOR SOBRE RUEDAS DURANTE UN AÑO

ITEM DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD POR TRIMESTRE				TOTAL, ANUAL
		I	II	III	IV	
FILTRO DE ACEITE 87803260	UNID.	01	01	01	01	4
PREFILTRO DE PETRÓLEO 87435525	UNID.	01	01	01	01	4
FILTRO DE ACEITE 87803197	UNID.	01	01	01	01	4
ELEMENTO HIDRÁULICO DEL FILTRO 1128515	UNID.	01				1
FILTRO HIDRÁULICO 87308948	UNID.	01				1
FILTRO DE AIRE PRIMARIO 87430512	UNID.	01		01		2
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 87430511	UNID.	01		01		2
FILTRO DE TRANSMISIÓN 87519452	UNID.	01		01		2
JUNTA DEL CUERPO DE DIRECCIÓN 87363451	KIT		02			
MANGUERAS HIDRÁULICAS	UNID.	2	2	2	2	8
CRUZ CARDÁN 87564081	UNID.	5				5
TARJETA DE CAMBIO DE POTENCIA 87307549	UNID.		01			1
NEUMÁTICO MICHELÍN 23.5R25 XHATL	UNID.		04			4
CLAVO CENTRAL DE LAMPÓN 254813A1	UNID.		07			7
UÑA LATERAL DE LAMPÓN 8501200	UNID.		02			2
TORNILLOS Y PERNOS 1" X 4" G8	UNID.		18			10
TURBOCOMPRESOR 28551244	UNID.		01			1
FAJA DE VENTILADORA	UNID.	02				2
CAJA TRANSMISIÓN 86989648	UNID.	01				1
23 BATERIAS DE 12V	UNID.		02			2

Se ha elaborado el cuadro IV en el que se describe el cronograma de solicitudes de servicios profesionales de terceros para el cargador frontal durante el año, teniendo en cuenta las mismas consideraciones que los cuadros anteriores.

TABLA XII

MANTENIMIENTO DEL CARGADOR FRONTAL

TRANSMISIÓN	250 h	500 h	1000 h	2000 h
Comprobación del eje de la hélice (convertidor - transmisión)	X	X	X	X
Comprobación del eje de la hélice (transmisión - eje)	X	X	X	X
Verifique la presión indicada en ralentí alto.			X	X
Verifique la presión indicada en ralentí bajo.			X	X
Verifique la presión y la lubricación de la bomba.			X	X
Verifique la presión de salida del convertidor de torque.			X	X
Verifique la presión y la velocidad del embrague del engranaje.			X	X
Verifique el flujo del sistema			X	X
Comprobar el nivel de aceite (rellenar si es necesario)		X	X	X
Lubrique los cardanes del eje de transmisión (5 puntos).			X	X

Lubrique el chavetero del eje de la hélice (2 puntos centrales).		X	X	X
Lubricación de cojinetes de eje oscilante		X	X	X
Reemplazo del filtro de aceite de la transmisión			X	X
Cambio de aceite de transmisión			X	X
Muestreo de fluidos de transmisión (estudio de laboratorio)			X	X
<b>EJES</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Verifique los niveles de aceite del diferencial y del mando final (agregue si es preciso).	X	X	X	X
Muestreo de aceite (análisis de laboratorio) en diferenciales y mandos terminales.		X	X	X
reemplazar aceite diferencial y mando final				X

<b>LIBRETA DE MANTENIMIENTO DE CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 966L - 980L</b>				
<b>TAREAS</b>	<b>HORAS</b>			
<b>GENERAL</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Limpieza general de equipos.	X	X	X	X
Lubricación total de equipos.	X	X	X	X
Verifique el equipo de seguridad y otros (conos, botiquín de primeros auxilios, instrumentos, etc.).	X	X	X	X
Inspección general y ajuste de tuercas y tornillos.	X	X	X	X
Descartar derrames: aceite, grasas, combustible, etc.	X	X	X	X
Verificar y ajustar conexiones comunes	X	X	X	X
Revisión general de cables eléctricos (deterioro, holguras, conexiones)	X	X	X	X
Verifique el nivel de aceite en los sistemas.	X	X	X	X
Investigación general de mangueras	X	X	X	X
<b>MOTOR CATARPILLAR</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Reemplazar aceite de motor	X	X	X	X
Reemplazar el filtro de aceite	X	X	X	X
Cambiar el filtro de aceite (análisis de laboratorio)	X	X	X	X
Verificar ajuste y estado de pernos y jebes de los soportes			X	X
Ingrese el sellado durante la toma de aire	X	X	X	X
Echa un vistazo a la fuga de gases de escape	X	X	X	X
Reemplazar componente(s) del filtro de admisión de aire de ser preciso	X	X	X	X
Reemplazar aceite de filtro original	X	X	X	X
Reemplazar el segundo filtro de aceite	X	X	X	X
Limpiar respiradero del carter				X
Ajuste y verifique el inyector de dispositivos electrónicos				X
Ajuste, inspección inyector unitario electrónico				X
Inspeccion rotoválvulas del motor				X
Limpiar tapa y colador del tanque de combustible				X

Revisa situación del turboalimentador				X
Verifique la tensión de la banda de distribución				X
Aseo del radiador				X
Comprobar o aumentar refrigerante de ser preciso	X	X	X	X
Tomar muestra de aceite de motor (análisis de laboratorio)			X	X

<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Comprobar el nivel de aceite (Aumentar si es preciso)	X	X	X	X
Aseo del tanque hidráulico				X
Reemplazo del filtro de aceite hidráulico		X	X	X
Asear la válvula de alivio del tanque hidráulico		X	X	X
Comprobar fugas de aceite	X	X	X	X
Muestreo de aceite hidráulico (estudio de laboratorio)	X	X	X	X
Revisar el estado de mangueras de alta presión	X	X	X	X
Verifique la presión del sistema			X	X
Reemplazar el aceite hidráulico				X
<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Verifique pines y bocinas en general	X	X	X	X
Verificar presión de funcionamiento			X	X
Verificar caudal del sistema			X	X
Compruebe si hay fugas en el cilindro interior.			X	X
Compruebe juego de columna de dirección ((hasta 25 mm))			X	X
Lubricación de la ranura de la columna de dirección				
Lubrique estrías de la columna central (Cojinete superior e inferior)	X	X	X	X
Lubricación de los cojinetes del cilindro de dirección	X	X	X	X
Comprobar el ajuste de la culata del cilindro			X	X
Comprobación de cerradura de cilindro (inferior y superior)	X	X	X	X
<b>IMPLEMENTOS</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Verifique los pernos prisioneros y bocinas en general	X	X	X	X
Lubrique los cojinetes giratorios de la caja inferior.	X	X	X	X
Lubrique los cojinetes giratorios en el recipiente superior.	X	X	X	X
Lubrique los cojinetes del embrague del cucharón y del cilindro del cargador (elemento 7).	X	X	X	X
Verificar y reemplazar las placas de desgaste de la copa.	X	X	X	X
Revise sus instrumentos de corte (cuchillos, esquinas, clavos).	X	X	X	X

<b>CHASIS</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000 h</b>	<b>2000 h</b>
Compruebe si hay grietas o abolladuras	X	X	X	X
Verifique las conexiones de soldadura	X	X	X	X
Perno de soporte del eje oscilante	X	X	X	X
Verifique las conexiones centrales superior e inferior.	X	X	X	X

Compruebe soporte, el asiento del operador y cinturones de seguridad		X	X	X
Lubricación del accionamiento de inclinación del capó			X	X
Compruebe la cubierta protectora.		X	X	X
Compruebe los pasadores y rodillos habituales.	X	X	X	X
Revisa pines y polines en general		X	X	X
Revisa soportes del techo del operador	X	X	X	X
Revisa estado de los espejos de la habitación.	X	X	X	X
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>250 h</b>	<b>500 h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000 h</b>
Limpiar la batería y las conexiones.			X	X
Apriete la abrazadera de la batería			X	X
Verifique el nivel y la densidad del electrolito.			X	X
Compruebe el estado de la base y la protección de la batería.			X	X
Compruebe si la correa del alternador está desgastada y tensada.	X	X	X	X
Verificar la marcha del cuentahoras.	X	X	X	X
Verificar la marcha de los faros (conceptos básicos de protección)	X	X	X	X
Comprobar el funcionamiento de las luces traseras (conceptos básicos de protección)	X	X	X	X
Comprobar los tornillos de soporte del motor de arranque.	X	X	X	X
Compruebe el funcionamiento de tu sistema operativo.	X	X	X	X
Comprobar el estado del motor de arranque.				X
Verificar el estado del generador				X

Fuente: Elaboración propia

Para saber cuándo se requieren trabajos de mantenimiento, se debe cotejar la información proporcionada por el fabricante del equipo (Manual de Operación y Mantenimiento) con estándares derivados del diseño real de operación de la máquina y la experiencia práctica con su entorno físico. Llevar a cabo. Sale todos los días. Se consume trabajo.

### Como se debe hacer

Los procedimientos de mantenimiento de prevención se designan en este documento.

El número de modo de funcionamiento, administrador del departamento de mantenimiento. La primera firma del trabajo y la fecha de implementación relevante deben explicarse en detalle, y la primera firma del trabajo es el departamento de mantenimiento del solicitante, universidad, interno o externo y el área de usuario. Inspector emitido de trabajo.

Si necesita un pedido de embarazo, puede usar información adicional como tarjeta de mantenimiento o puede usar la información asignada por el fabricante en pautas. Por ejemplo, para asear la válvula de alivio de un tanque hidráulico, continúe este proceso:

- Se aplica el botón encima del interruptor hidráulico para eliminar la presión en el tanque hidráulico. Se retira la válvula de protección del tanque hidráulico.

Se recomienda limpiar las válvulas de seguridad hidráulicas del tanque con un solvente limpio y no inflamable. Agítelo para desintoxicarlo o inhalarlo con aire comprimido.

Se instalará una válvula de alivio en el tanque hidráulico.

### **¿Quién debería hacerlo?**

A los encargados de mantenimiento se les asignan tareas según la situación

- El operador u operario y mecánico controlan conjuntamente cada máquina.
- La identificación se realiza por el técnico mecánico de la organización.
- Reemplazo por el técnico mecánico o proveedor, de acuerdo con la complejidad.

### **¿Dónde debería estar?**

Para instituciones es conveniente realizarlo en talleres en la ciudad o en el sitio, según la situación.

### **En qué manera**

Desde una perspectiva presupuestaria, esto se logra a través de diversas transferencias a entidades de servicios como los gobiernos locales. Asimismo, se encuentra el sector de logística y abastecimiento en el que se planifican las compras en función de las solicitudes de mantenimiento conformadas con la ley de contratos públicos. Finalmente, existe un almacén que proporciona repuestos, equipos e insumos para el desarrollo del mantenimiento.

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con base en los resultados obtenidos, se reconoció la necesidad de contar con un área de mantenimiento completamente funcional, lo que podría conducir a una mayor disponibilidad y comodidad de los equipos. Estos resultados están relacionados con los de Bravo [1], quien demostró que es importante establecer un plan de mantenimiento para tener conocimiento suficiente sobre los equipos que formarán parte del mismo. Esto no se consideró en el contexto del estudio ya que representa algunas empresas que cambian y venden en un corto período de tiempo. Como se muestra en Uscátegui [5], otro aspecto a tener en cuenta es la adopción del programa de mantenimiento MP9 con el fin de establecer planes de mantenimiento de equipos y departamentos. La función de esta herramienta fue la identificación y documentación de los equipos y las localizaciones. Asimismo, para llevar a cabo la implementación de la propuesta, Escudero [7] examinó las políticas y procedimientos de mantenimiento de la organización, y posteriormente registró los equipos para determinar qué equipos podrían incluirse en la propuesta. Se identifican los equipos que se encuentran incluidos en el proyecto de aprendizaje. Durante el análisis realizado, se planteó la urgencia de disponer de planes y procedimientos de mantenimiento de equipos y maquinaria.

De manera similar, Heredia [8] realizó un análisis del desempeño del mantenimiento comparando productos antes y después de implementar procedimientos de mantenimiento preventivo para proporcionar a las empresas una herramienta para monitorear el desempeño de las máquinas. Tras disminuir el número de defectos, el número de máquinas aumentó un 1,59%. Basto [10] empleó registros de reparación de máquinas además de hojas de producción diaria de cartón como medio para evaluar indicadores derivados de observaciones directas. Se ha demostrado que el mantenimiento adecuado del producto incrementa la eficiencia de la producción.

## V. CONCLUSIONES.

- El escenario actual de organizaciones con buenos recursos muestra que la necesidad de mantenimiento ha aumentado en los últimos años. Por tanto, se cree que la evaluación de las estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y la gestión general del mantenimiento en los municipios deben decidirse de forma formal y responsable, abandonando la espontaneidad y la arbitrariedad.
- Al implementar un programa de mantenimiento de vehículos comerciales, las administraciones locales se beneficiarán de una mayor disponibilidad de vehículos para intervenir oportunamente en los trabajos que realizan directamente.
- El mantenimiento preventivo mejora los cronogramas de adquisiciones para garantizar que el mantenimiento sea óptimo, maximizando así la disponibilidad de la máquina para el año planificado.

## **VI RECOMENDACIONES.**

- Es una buena idea planificar la capacitación para los nuevos miembros que ingresan a la operación de mantenimiento y explicar el propósito del plan de mantenimiento, que es importante para el acceso a la máquina.
- No realizar el mantenimiento preventivo aumenta los costos de mantenimiento correctivo e inesperado, por lo que se recomienda monitorear las actividades de mantenimiento y su cumplimiento para garantizar la disponibilidad del cronograma.
- Una vez que se logra el tiempo de actividad, es esencial contar con controles de equipo adecuados para garantizar que los recursos y materiales necesarios estén disponibles en el sitio de mantenimiento. La planificación anticipada y la aprobación por parte de los técnicos minimizan el tiempo de inactividad del equipo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] R. Prasad, D. Anand and R. Kodali. "Development of a framework for world-class maintenance systems". Journal of Advanced Manufacturing Systems. Vol. 5, Issue 2, pp. 141-166. 2016. ISSN: 0219-6876
- [2], EN 13306:2001, 2001. Maintenance Terminology. European Standard. CEN (European Committee for Standardization), Brussels. 2017.
- [3], W. Guzmán. Supervisión Remoto de una Red de Luminarias de Alumbrado Público, para Mantenimiento Mediante un Sistema Embebido. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá D.C., Colombia. 2018
- [4], F. Lanao. diseño y desarrollo de un sistema de iluminación automatizado para el hogar usando tecnología zigbee y controlado inalámbricamente desde un servidor web. tesis Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017
- [5] P. USCÁTEGUL. Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (INC). Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2018.
- [6] C. BOTERO. Plan de mejoras de mantenimiento para una empresa del sector de materiales compuestos. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Medellín: Universidad EAFIT, 2018.
- [7] F. ESCUDERO. Propuesta para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria agrícola. Tesis (Título de Ingeniero en Ejecución en Mantenimiento Industrial) Concepción, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2018.
- [9] G. BASTO. Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad del área de fabricación de la Empresa Cartonera Huachipa S.A., Lima - 2017. Tesis (Título de Ingeniera Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.
- [10] F. BRACO. Plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las unidades en la empresa Turismo Expreso Latino Americano E.I.R.L. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2018.

- [11] R. ANTHONY and V. DOVINDARAJAN. "Management Control Systems". Irwin / McGraw-Hill Editorial. Ninth edition, pp. 768. USA. 1998. ISBN: 0073100897.
- [12] A. PARIDA and G. CHATTOPADHYAY. "Development of a multi-criteria hierarchical framework for maintenance performance measurement (MPM)". Journal of Quality in Maintenance Engineering. Vol. 13, Issue 3, pp. 241-258. 2007. ISSN: 13552511.
- [13] M. KANS. "An approach for determining the requirements of computerized maintenance management systems". Computers in Industry. Vol. 59, Issue 1, pp. 32-40. January 2008. DOI: 10.1016/j.compind.2007.06.003.
- [12] J. DE ANDRES, M. LANDAJO and P. LORCA. "Flexible quantile-based modeling of bivariate financial relationships: The case of ROA ratio". Expert Systems with Applications. Vol. 36, Issue 5, pp. 8955-8966. July 2009. DOI: 10.1016/j.eswa.2008.11.021.
- [13] L. BARBERÁ, V. GONZÁLEZ, A. CRESPO y P. MOREU. "Revisión de herramientas software para el análisis de la fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) de equipos industriales". Revista de Ingeniería y Gestión de Mantenimiento. Vol. 68. April-May-June 2010. Madrid, Spain. ISSN: 1695-3754
- [15] C. PADILLA. Plan de gestión de mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo intercultural de la ciudad de Cañar. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Automotriz). Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2018.
- [16] E. DOUNCE. La productividad en el mantenimiento industrial. México: G. E. Patria, 2016.
- [17] L. ROSAS. Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento para reducir sobrecostos en la Empresa Postes del Norte S.A. Tesis (Título de Ingeniera Industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2015.
- [18] L. MORA. Mantenimiento, Planeación, ejecución y control. México: Alfaomega G. E., 2019.
- [19] D. GRAJALES. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Lima: Scientia et Technica, 2016.

- [20] J. BRAVO. Gestión de procesos. Santiago de Chile, 2009.
- [21] M. CARRASCO y R. HUACHO. Propuesta de mejora en el proceso documentario de recepción, en la planta procesadora de mineral Colibrí S.A.C. de la provincia de Caravelí, distrito de Chaparra del departamento de Arequipa 2014. Tesis (Título Profesional de Licenciado en Administración). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2015.
- [22] R. HERNANDEZ, L. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, 2014.

**VIII ANEXOS.**

## **ANEXO N° 2: MANUAL DE INSPECCIÓN DIARIO**

- 1.- Inspeccione el estado del equipo y de los componentes hidráulicos.
- 2.-Revise el estado de los neumáticos. Ajuste la presión de inflado si es necesario.
- 3.- Compruebe los niveles de aceite, refrigerante y combustible.
- 4.- Elimine cualquier acumulación de tierra o residuos. Haga todas las reparaciones que sean necesarias antes de operar la máquina.
- 5.-Asegúrese de que todas las tapas y protectores estén bien sujetos.
- 6.-Ajuste los espejos retrovisores para asegurar una buena visibilidad hacia la parte trasera de la máquina.
- 7.-Lubrique todas las conexiones de engrase que necesiten servicio diariamente.
- 8.-Alarma de Retroceso -Probar.
- 9.-Cuchillas del cucharón -Inspeccionar/Reemplazar.
- 10.- Nivel del Sistema de enfriamiento-Comprobar
- 11.- Indicador de servicio del filtro de aire del motor -Inspeccionar.
- 12.- Nivel de aceite del motor-Comprobar.
- 13.-Filtro primario del sistema de combustible (separador de agua) -Drenar.
- 14.- Nivel de aceite del sistema hidráulico -Comprobar.
- 15.- Acoplador rápido -Comprobar.
- 16.- Cinturón de seguridad -Inspeccionar.
- 17.- Nivel de aceite de la transmisión -Revisar.
- 18.- Ventanillas -Limpiar.

<b>CARTILLA DE MANTENIMIENTO RETROEXCAVADORA CAT 420F2</b>					
	<b>TAREAS</b>		<b>HORAS</b>		
	<b>GENERAL</b>	<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Limpieza general del equipo		X	X	X	X
Engrase general del equipo		X	X	X	X
Verificar equipos de seguridad y otros (Conos, botiquin, herramientas, etc)		X	X	X	X
Inspeccionar y ajustar pernos, tuercas en general		X	X	X	X
Eliminar fugas de: aceite, grasas, combustible y otros.		X	X	X	X
Inspeccionar y ajustar conexiones en general		X	X	X	X
Examinar cables eléctricos en general (Desgaste, flojo, uniones)		X	X	X	X
Verificar niveles de aceite de todos los sistemas		X	X	X	X
Examinar mangueras en general		X	X	X	X
	<b>MOTOR CATERPILLAR</b>	<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Cambiar aceite de motor.		X	X	X	X
Cambiar filtro(s) de aceite.		X	X	X	X
Tomar muestra de aceite de motor (Análisis de laboratorio)		X	X	X	X
Revisar ajuste y estado de pernos y jebes de los soportes			X	X	X
Revisar hermeticidad en la admisión de aire				X	X
Revisar fuga de los gases de escape				X	X
Cambiar elemento(s) del filtro de admisión de aire de ser necesario		X	X	X	X
Cambiar filtro primario separador de petróleo		X	X	X	X
Cambiar filtro secundario de petróleo			X	X	X
Limpiar respiradero del carter				X	X
Calibrar ajuste de válvulas					X
Ajustar, Inspeccionar inyector unitario electrónico					X
Limpiar tapa y colador del tanque de combustible				X	X
Limpieza del tanque de petróleo					X
Revisar estado del turboalimentador					X

<b>TRANSMISIÓN</b>	<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Revisar eje cardán (Transmisión - ejes)	X	X	X	X
Verificar presiones indicadas a RPM alta en vacío			X	X
Verificar presiones indicadas a RPM baja en vacío			X	X
Verificar presiones de Bomba y lubricación			X	X
Verificar presión de enganche de los embragues de velocidad y marcha			X	X
Comprobar caudales del sistema			X	X
Inspeccionar nivel de aceite (Rellenar si es necesario)	X	X	X	X
Lubricar juntas universales del eje motriz (5 Puntos)			X	X
Lubricar estrias del eje motriz de cardan (De centro 2 Puntos)	X	X	X	X
Lubricar cojinetes de oscilación del eje	X	X	X	X
Cambiar filtro de aceite de transmisión		X	X	X
Cambiar aceite de transmisión			X	X
Lubricar cojinete del soporte del eje motriz	X	X	X	X
Tomar muestra de aceite de transmisión (Análisis de laboratorio)		X	X	X
<b>EJES</b>	<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Inspeccionar nivel de aceite diferenciales y mando finales (Rellenar si es necesario)	X	X	X	X
Tomar muestra de aceite de diferenciales y mando finales (Análisis de laboratorio)		X	X	X
Cambiar aceite de diferenciales y mandos finales				X

<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>		<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Inspeccionar nivel de aceite (Rellenar si es necesario)		X	X	X	X
Limpieza del tanque hidráulico					X
Cambio de filtro de aceite hidráulico			X	X	X
Limpia válvula de alivio del tanque hidráulico					X
Revisar fugas de aceite		X	X	X	X
Limpia rejilla de drenaje de la caja (Colador) (Bomba de dirección)					X
Tomar muestra de aceite hidráulico (Análisis de laboratorio)			X	X	X
Revisar estado de mangueras de alta presión		X	X	X	X
Verificar presiones del sistema				X	X
Cambiar aceite hidráulico					X
<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>		<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Revisar pines y bocinas en general		X	X	X	X
Comprobar presión de operación				X	X
Comprobar caudal del sistema				X	X
Revisar fuga interna en cilindros				X	X
Lubricar estrias de la columna de dirección					X
Lubricar cojinetes de articulación central (Cojinete superior e inferior)		X	X	X	X
Lubricar cojinetes del cilindro de dirección		X	X	X	X
Revisar ajuste de tapas en cilindros					X
Revisar topes de cilindros (Inferior y superior)				X	X
<b>SISTEMA DE IMPLEMENTOS</b>		<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Revisar pines y bocinas en general		X	X	X	X
Lubricar cojinetes del pivote inferior del cucharón y brazo extendible		X	X	X	X
Lubricar cojinetes del pivote inferior del cucharón y brazo extendible		X	X	X	X
Inspeccionar reemplazar planchas de desgaste del cucharón y brazo extendible		X	X	X	X
Revisar herramientas de corte ( Cuchillas, cantoneras y uñas)		X	X	X	X
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>		<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>

TAREAS	HORAS			
	250h	500h	1000h	2000h
<b>CHASIS</b>				
Revisar rajaduras y abolladuras	X	X	X	X
Revisar uniones soldadas	X	X	X	X
Perno soporte de eje oscilante			X	X
Revisar articulación central superior e inferior			X	X
Revisar soporte y asiento del operador y correa de seguridad		X	X	X
Revisar tapas protectoras		X	X	X
Revisar pines y polines en general		X	X	X
Revisar soportes del techo del operador	X	X	X	X
Revisar estado de los espejos retrovisores	X	X	X	X
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>250h</b>	<b>500h</b>	<b>1000h</b>	<b>2000h</b>
Limpieza de baterías y sus terminales			X	X
Apretar sujetador de batería			X	X
Revisar nivel y densidad del electrolito			X	X
Revisar base y guardas de batería			X	X
Revisar desgaste y tensión faja alternador			X	X
Comprobar funcionamiento del horómetro	X	X	X	X
Comprobar funcionamiento de luces delanteras (bases y protectores)	X	X	X	X
Comprobar funcionamiento de luces posteriores (bases y protectores)	X	X	X	X
Perno soporte de arrancador	X	X	X	X
Comprobar funcionamiento del sistema de arranque	X	X	X	X
Revisar estado del Arrancador				X
Revisar estado del Alternador				X
Limpieza del panel de operador (interno y externo)	X	X	X	X
Comprobar funcionamiento de medidores en el panel		X	X	X
Comprobar funcionamiento de sensor de temperatura de motor		X	X	X

**Tabla VII.**

**Diagrama Análisis de modo y efecto de fallos (AMEF) de excavadora Caterpillar 336 DL**

EQUIPO	SISTEMA DEL EQUIPO	SUBSISTEMA DEL EQUIPO	MODO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	ACCION TOMADA
Excavadora 336D CAT	Motor	Falla en el sist. Electrónico del motor	Genera potencia eléctrica	Genera energía para arranque del motor	Cambio de batería
		Falla en el sist. mecánico	Perdida de potencia del motor	Obstrucción de los filtros	Cambio de filtro de aceite de motor
		Falla en el sist. de lubricación	Alto consumo de aceite	Roturas de manguera de lubricación	Cambio de manguera
		Falla en el sist. de enfriamiento	Recalienta en cortos periodos	Filtro obstruido. Tanque refrigerante dañado	Cambio den filtro de aire, revisión de tanque
	Sistema de combustible	Falla en los inyectore	Equipo no funciona	Inyectores no suministran suficiente combustible	Revisión de inyectore
		Falla en filtro de combustible	Falla en el motor	Combustible de baja calidad ingresa a los inyectores	Cambio de filtro de combustible
	Sistema hidráulico	Falla en sist. bomba hidráulica	Incapacidad para generar movimiento	Bomba hidráulica no genera fluido a los cilindros	Cambio de filtro hidráulico
	Sistema eléctrico	Falla en el arrancador	Equipo no funciona	Relé de arranque quemado	Revisión del arrancador. Cambio de relé
		Falla en baterías	Generar potencia eléctrica al arranque	Mal estado de placas	Prueba de baterías o cambio de placas
	Tren de rodamiento	Falla en rueda	Instabilidad de la estructura	Excesivo desgaste de los rodillos, falta lubricación	Lubricación de rodillos
		Falla en faja, cadenas y rodillos	Tensión excesiva en la oruga	Excesivo desgaste por falta de lubricación	Cambio de fajas, lubricación de cadenas



Retroexcavadora



Municipalidad de la Tinguina



Fig. N° 4: Traslado de Cargador Frontal 966L  
Fuente: Elaboración propia.

	<b>INSPECCIÓN PRE-USO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>FOR-MAN-03</b>
		<b>REV</b>	<b>03</b>
	<b>CHECK LIST DE CARGADORES FRONTALES</b>	<b>FECHA</b>	<b>10.09.2017</b>

**FECHA:** CF 966  CF 980  **CÓDIGO EQUIPO:**

<b>H.I.:</b>	<b>H.F.:</b>	<b>OPERADOR 1</b>	<b>FIRMA</b>
<b>H.I.:</b>	<b>H.F.:</b>	<b>OPERADOR 2</b>	<b>FIRMA</b>
<b>H.I.:</b>	<b>H.F.:</b>	<b>OPERADOR 3</b>	<b>FIRMA</b>

<b>ITEM'S A VERIFICAR</b>	<b>REVISIÓN 1</b>			<b>REVISIÓN 2</b>			<b>REVISIÓN 3</b>			<b>OBSERVACIONES</b>
	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	

**MOTOR**

1. Verificar nivel de combustible									
2. Verificar nivel de aceite									
3. Verificar estado y tensión de correas de transmisión									
4. Verificar nivel de refrigerante									
5. Verificar estado de filtros de admisión									
6. Verificar presiones, temperaturas y RPM (alta/baja)									
7. Verificar tapas de: aceite, combustible y radiador									
8. Verificar estado de enfriador y radiador									

**TRANSMISIÓN**

1. Verificar nivel de aceite									
2. Verificar estado eje cardán (motor-transmisión)									
3. Verificar estado eje cardán (transmisión-ejes)									
4. Verificar accionamiento de marcha y velocidad									
5. Verificar estado del pedal de aceleración (válvula)									
6. Verif. funcionamiento d/embrague FNR (1º, 2º, 3º, 4º)									

FRENOS									
1. Realizar procedimiento de prueba de frenos									
2. Verificar estado del pedal de freno (válvula)									
3. Verificar operación del cáliper y embragues									
4. Verificar el freno de parqueo									
NEUMÁTICOS (INSPECCION VISUAL)									
1. Posición 1 ( Nivel de Inflado, tapa válvula y seguros)									
2. Posición 2 ( Nivel de Inflado, tapa válvula y seguros)									
3. Posición 3 ( Nivel de Inflado, tapa válvula y seguros)									
4. Posición 4 ( Nivel de Inflado, tapa válvula y seguros)									
SISTEMA HIDRÁULICO									
1. Verificar nivel de aceite									
2. Verificar fugas en cilindros hidráulicos									
3. Verificar válvulas de control y pilotaje									
4. Verificar topes de cilindros hidráulicos									
SISTEMA ELÉCTRICO									
1. Verificar funcionamiento de sensores									
2. Verificar funcionamientos de switch y botoneras									
3. Verificar funcionamiento de luces, faros, etc.									
4. Verificar estado de batería y precalentadores									
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD									
1. Extintor de fuego									
2. Alarma de Retroceso									
3. Circulina									
4. Cámara (Soporte, Cargador, Memoria, Cable GPS)									
LEYENDA: B= BUENO M= MAL F= FALLA									