

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Elaboración de programa de mantenimiento para
incremento de disponibilidad de equipos de flota
en una empresa comunal**

Yuber Edwind Romero Totocayo

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Dedicatoria

A Dios celestial, la virgen María y al niño Jesús por siempre derramarme con sus bendiciones a mí a mis seres amados.

A mi Esposa e Hija, por brindándome su amor incondicional, paciencia y comprensión durante mis años de estudio, ustedes son y serán mi motivación para mi crecimiento personal y profesional, en mi mente y corazón están siempre.

Agradecimiento

Son muchas las personas de mi estima personal que han contribuido en mi vida personal y profesional, agradecer su amistad, consejos, palabras de aliento en momentos desafortunados y el amor incondicional que me da mi familia. Gracias a mi esposa que me permito cumplir este pequeño paso que servirá para los muchos más que seguiré dando.

A mis suegros que me han brindado amor incondicional y me acogen como otro hijo más.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice.....	iv
Lista de Figuras.....	vii
Lista de tablas.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	xi
CAPÍTULO I:.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
Planteamiento del problema.....	1
Formulación del problema.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos Específicos.....	2
Justificación e importancia.....	3
Justificación metodológica.....	3
Justificación práctica.....	3
Justificación social.....	3
Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II:.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
Antecedentes del problema.....	4
Internacionales.....	4
Nacionales.....	6
Bases teóricas.....	8
Definición de mantenimiento.....	8
El Mantenimiento a través de la historia.....	8
Tipos de mantenimiento.....	10
Estrategias aplicadas al mantenimiento.....	12
Pasos para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo.....	13
Probabilidad de fallas.....	16
Disponibilidad en mantenimiento.....	17
Diagramas empleadas como herramienta.....	18
Flota de vehículos.....	19
Camión volquete.....	21
Sistemas principales del volquete FMX.....	22
Definición de términos básicos.....	32
Plan de mantenimiento.....	32
Disponibilidad.....	32
Flota de transporte.....	32
Empresa Comunal.....	32

CAPÍTULO III:.....	33
METODOLOGÍA.....	33
Método y alcance de la investigación.....	33
Diseño de la investigación.....	33
Población y muestra.....	33
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
Revisión bibliográfica.....	33
Consultas académicas.....	34
Información histórica.....	34
Técnica empírica.....	34
Procedimiento de recolección de datos.....	34
CAPÍTULO IV:.....	36
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	36
Lista de exigencias.....	36
Estructura de funciones: caja negra.....	37
Matriz morfológica.....	38
Esquema para la elección de la solución adecuada - ideal (VDI 2225).....	40
Evaluación técnica.....	42
Evaluación económica.....	43
Diagrama de evaluación - VDI 2225.....	43
CAPÍTULO V:.....	45
CONSTRUCCIÓN.....	45
Descripción del mantenimiento actual de los equipos de la empresa comunal.....	45
Identificación de equipos y componentes críticos.....	45
Determinación de los equipos.....	45
Funciones que desarrollan.....	46
Determinación de las fallas.....	46
Identificación de componentes críticos haciendo uso de la técnica de Pareto.....	46
Determinación de las causas de falla.....	48
Plan de mantenimiento preventivo para la flota de equipos (volquetes FMX).....	51
Mantenimiento de preventivo para volquetes FMX.....	53
Formulas usadas para el cálculo de indicadores de mantenimiento.....	66
Indicadores antes del plan de mantenimiento.....	66
Indicadores después del plan de mantenimiento preventivo.....	69
Costos operativos antes del mantenimiento preventivo.....	73
Costos operativos después del plan de mantenimiento preventivo.....	77
Comparación de costos de mantenimiento antes y después del plan de mantenimiento.....	81
Discusión y resultados.....	82
Documentación para el control del plan mantenimiento preventivo.....	84
Orden de trabajo.....	84
Formato para repuestos y materiales de almacén.....	86
Formato de control de neumáticos.....	86
Ficha de revisión técnica.....	87

Formato para el control diario de los equipos.....	89
Programación del mantenimiento preventivo.....	90
Conclusiones.....	91
Sugerencias.....	92
Referencias.....	93
Anexos.....	95
.....	103

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Evolución del mantenimiento, Fuente (GARCIA, 2003).	10
<i>Figura 2.</i> Ciclo de vida de los equipos, Fuente (GARCIA, 2003).	17
<i>Figura 3.</i> Disponibilidad y confiabilidad, Fuente (La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas, 2006).	18
<i>Figura 4.</i> Sistemas del volquete, Fuente (YENGLER, 2016).	24
<i>Figura 5.</i> Especificaciones del volquete FMX, Fuente manual de mantenimiento FMX.	26
<i>Figura 6.</i> Continuación de las especificaciones del volquete FMX, Fuente manual de mantenimiento FMX.	27
<i>Figura 7.</i> Imagen referencial de motor FMX, Fuente (YENGLER, 2016).	28
<i>Figura 8.</i> Imagen referencial de sistema de transmisión FMX, Fuente (YENGLER, 2016).	29
<i>Figura 9.</i> Imagen referencial de cardan volquete FMX, Fuente (YENGLER, 2016).	30
<i>Figura 10.</i> Imagen referencial de corono volquete FMX, Fuente (YENGLER, 2016).	31
<i>Figura 11.</i> Características de la corona, Fuente (YENGLER, 2016).	31
<i>Figura 12.</i> Imagen referencial caja negra, Fuente propia.	37
<i>Figura 13.</i> Grafica técnica-económica, Fuente elaboración propia.	44
<i>Figura 14.</i> Diagrama de fallas que ocasionan parada de equipos, Fuente elaboración propia.	48
<i>Figura 15.</i> Causas que ocasionan fallas en equipos, Fuente elaboración propia.	50
<i>Figura 16.</i> Plan de mantenimiento, Fuente elaboración propia.	65
<i>Figura 17.</i> Gráfico de disponibilidad de la empresa comunal antes y después del plan de mantenimiento, Fuente elaboración propia.	73
<i>Figura 18.</i> Comparación de costos antes y después del plan de mantenimiento, Fuente elaboración propia.	82
<i>Figura 19.</i> Orden de trabajo, Fuente elaboración propia.	85
<i>Figura 20.</i> Solicitud de repuestos, Fuente elaboración propia.	86
<i>Figura 21.</i> Formato para neumáticos, Fuente elaboración propia.	87
<i>Figura 22.</i> Formato de revisión técnica, Fuente elaboración propia.	88
<i>Figura 23.</i> Formato control de reporte diario, Fuente elaboración propia.	89
<i>Figura 24.</i> Fotos de evidencia, Fuente elaboración propia.	103

Lista de tablas

Tabla 1	Lista de exigencias.....	36
Tabla 2	Descripción de la caja negra.....	37
Tabla 3	Matriz morfológica.....	38
Tabla 4	Evaluación técnica de las soluciones presentadas.....	42
Tabla 5	Evaluación económica de las soluciones presentadas.....	43
Tabla 6	Cantidad de equipos.....	46
Tabla 7	Identificación de fallas.....	46
Tabla 8	Frecuencia de fallas.....	46
Tabla 9	Causas que ocasionan la falla.....	48
Tabla 10	Funciones para el personal de mantenimiento.....	51
Tabla 11	Análisis del tiempo promedio entre falla.....	66
Tabla 12	Análisis del promedio de reparaciones.....	67
Tabla 13	Disponibilidad antes del plan de mantenimiento.....	69
Tabla 14	Tiempo promedio- fallas.....	69
Tabla 15	Tiempo promedio entre reparaciones.....	70
Tabla 16	Disponibilidad posterior al plan de mantenimiento.....	71
Tabla 17	Comparativo de la disponibilidad de la empresa comunal.....	72
Tabla 18	Costos por mano de obra antes del plan de mantenimiento.....	74
Tabla 19	Costo de consumibles en taller antes del plan de mantenimiento.....	74
Tabla 20	Costo repuestos antes del plan de mantenimiento.....	75
Tabla 21	Trabajos derivados a terceros antes del plan de mantenimiento.....	76
Tabla 22	Total costos operativos antes de plan de mantenimiento.....	77
Tabla 23	Costo de mano de obra después del plan de mantenimiento.....	77
Tabla 24	Costo por consumibles en taller después de plan de mantenimiento.....	78
Tabla 25	Costo por repuestos en taller después de plan de mantenimiento.....	78
Tabla 26	Costo de trabajos derivados a terceros después del plan de mantenimiento.....	80
Tabla 27	Total costos operativos después del plan de mantenimiento.....	80
Tabla 28	Comparación de los costos de mantenimiento.....	81
Tabla 29	Matriz de consistencias.....	95
Tabla 30	Programación de mantenimiento empresa comunal.....	96

Resumen

El presente proyecto comprendió inicialmente la descripción del mantenimiento que se desarrollaba en la empresa comunal, primeramente se identificó los componentes críticos mediante el uso del diagrama de Pareto, estas fallas o paradas sorpresivas provocan un elevado costo en mantenimiento para la empresa perjudicando su imagen frente a sus clientes externos, es por ello que el presente proyecto se elaboró con el fin de elaborar un plan de mantenimiento en la empresa comunal para aumentar la disponibilidad de sus equipos de flota volquetes FMX.

La investigación se ha enfocado en una investigación descriptiva del tipo tecnológico, que busca solucionar el problema detectado mediante la formulación procedimientos para la integración del plan de mantenimiento, así mismo la incorporación de formatos de control para los equipos y al implantar esta metodología se visualizara en la disminución de costos, aumento positivo en la disponibilidad de los volquetes FMX, cumplimiento en la vida útil de cada equipo y componente de esta forma se plantea y se recomienda cumplir con el plan de mantenimiento con su respectivo control.

Palabras claves: Plan de mantenimiento, disponibilidad, volquetes FMX.

Abstract

The present project initially included the description of the maintenance that was developed in the communal enterprise, firstly the critical components were identified through the use of the Pareto diagram, these failures or surprise stops generate a high maintenance cost for the company, damaging its image in front of its external customers, that is why the present project was elaborated with the purpose of elaborating a maintenance plan in the communal company to increase the availability of its FMX dump fleet equipment.

The research has focused on a descriptive investigation of the technological type, which seeks to solve the problem detected by formulating procedures for the integration of the maintenance plan, likewise the incorporation of control formats for the equipment and by implementing this methodology will be visualized in the reduction of costs, positive increase in the availability of the FMX dump trucks, compliance in the useful life of each equipment and component of this form arises and it is recommended to comply with the maintenance plan with its respective control

Keywords: Maintenance plan, availability, FMX tippers

Introducción

Este estudio denominado “ELABORACION DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTO DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE FLOTA EN LA EMPRESA COMUNAL” partió de la formulación del problema, identificando como pregunta de conocimiento ¿Al elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la empresa comunal se incrementara su disponibilidad?; y como objetivo principal: Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la empresa comunal para incrementar su disponibilidad y la hipótesis: Al elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la empresa comunal se incrementara su disponibilidad.

La descripción del contenido es: Capítulo I Planteamiento del estudio donde se desarrolló, Planteamiento y formulación del problema, Objetivos, Justificación e importancia y la hipótesis.

Capítulo II Marco Teórico: antecedentes del problema, bases teóricas y la definición de términos básicos. Capítulo III: Metodología; método de investigación, tipo de investigación, población y muestra de estudio, técnicas e instrumentos para la obtención de datos.

Capítulo IV Análisis y diseño de la solución para el desarrollo de este capítulo se describió el estado actual de mantenimiento de la empresa comunal, identificaron los componentes críticos, desarrollo el plan de mantenimiento, elaboración de formatos de control para el plan de mantenimiento.

Capítulo V Construcción: Análisis, interpretación, aportes y explicación de resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía y Anexos.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Planteamiento del problema

En el Perú una de las principales actividades económicas que se desarrollan con mayor crecimiento y con pronósticos favorables es el sector minero, y esta actividad a su vez reconoce que para mantener e incrementar su ciclo productivo requiere de la disponibilidad de equipos ya que las fallas en los equipos son representadas en pérdidas económicas para las empresas grandes, medianas y pequeñas.

Muchas empresas de mediana y pequeña envergadura que se encuentran dentro del sector minero no cuentan con un plan de mantenimiento para sus equipos puesto que la mayoría de estas son dirigidas por los dueños, quienes asumen el cargo de gerentes a su vez. Y no reconocen en primera instancia la necesidad de contar con planes de mantenimiento y trabajan haciendo correcciones momentáneas y no descubriendo la falla principal que pueda estar sufriendo el equipo, acortando la vida útil, reduciendo la disponibilidad de sus equipos, dañando su imagen empresarial frente a sus clientes, aumentando sus costos y reduciendo su rentabilidad.

Se entiende por mantenimiento al desarrollo de técnicas dirigidas a conservar los equipos existentes en la empresa para su cumplimiento de vida útil o alargamiento de vida de los mismos, con el objetivo propio de toda empresa, que es buscar la mayor rentabilidad a través de la disponibilidad de sus equipos (GARCIA, 2003).

“Como concepto general podemos decir que la actividad de mantener es asegurar que todo elemento físico de un equipo o instalación desempeñe las funciones deseadas en forma continua. El mantenimiento por lo tanto, se propone preservar el estado original de diseño o normal de

operación. Es evidente que para que esto sea posible los equipos deben ser capaces de cumplir las funciones para las cuales fueron seleccionados y que la selección haya tenido en cuenta la condición de operación real” (HUNG, 2008).

Por otro lado podemos ver que “La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento (...) en la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente” (La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas, 2006).

Por razones ya mencionadas y debido a que la empresa comunal nunca ha elaborado un plan de mantenimiento y siempre se dedicó a realizar correcciones momentáneas, reduciendo la disponibilidad de sus equipos es que surge la pregunta la necesidad de elaborar el presente proyecto.

Formulación del problema

¿Al elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la Empresa Comunal se incrementara su disponibilidad?

Objetivos

Objetivo general.

Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la Empresa Comunal para incrementar su disponibilidad.

Objetivos Específicos.

1. Describir la situación del mantenimiento actual de las unidades que pertenecen a la Empresa Comunal.

2. Determinar que componentes tienen mayor recurrencia de fallas haciendo uso del análisis de Pareto.
3. Proponer un programa de mantenimiento que funcione como herramienta para la Empresa Comunal para aumentar su disponibilidad.
4. Diseñar formatos de control para el mantenimiento preventivo, como órdenes, fichas de trabajo diario y otros.

Justificación e importancia

Justificación metodológica.

La propuesta del plan de mantenimiento servirá de modelo para futuros investigadores que profundicen el tema de investigación.

Justificación práctica.

La elaboración del plan de mantenimiento beneficiara a la empresa incrementando su disponibilidad de sus equipos, aumentando su cartera de clientes así mismo su presencia en el mercado, generando mayores ingresos.

Justificación social.

Dar a la sociedad una empresa comunal eficiente y eficaz, capaz de poder competir directamente en el mercado. Ser considerada como una empresa comunal de éxito.

Hipótesis

Al elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la Empresa Comunal se incrementara su disponibilidad.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

Antecedentes del problema

Internacionales.

(BASABE, y otros, 2009) “Estudio del Impacto Generado sobre la Cadena de Valor a Partir del Diseño de una Propuesta para la Gestión del Mantenimiento Preventivo en la Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A”., establece como objetivo principal estudiar el impacto sobre la cadena de abastecimiento que puede generar el desarrollo de una propuesta que permita mejorar la gestión del mantenimiento actual a partir de la reducción de las actividades de mantenimiento correctivo no programado y el aumento las de mantenimiento preventivo programado, el informe se centra en los proceso de la canteras ubicadas Km. 4 Vía Mosquera en el país de Colombia, utiliza como instrumentos la encuesta y la técnica de Pareto, concluyeron en rediseñar productos, servicios y tecnologías de una empresa puede reflejarse significativamente como un daño al sistema actual de dicha organización, así también toda organización que no facilite las posibilidades a sus trabajadores de crecimiento profesional y personal supondrá una dificultades en los procesos.

A partir del problema principal surgieron otros contextos paralelos dentro de la organización donde desarrolla su proyecto de investigación, como son dificultades que impedirán el cumplimiento de objetivos de investigación como se detalla en su informe, por ello que el autor recomienda que la organización pueda facilitar el desarrollo personal y profesional de sus colaboradores, punto aparte se toma de la fuente en mención la forma de detectar los

componentes críticos mediante el uso de la técnica de Pareto, siempre integrando como parte del proceso a los colaboradores de la empresa comunal.

(PESANTES, 2007) “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en la Función de Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón”, toma como objetivo principal elaborar un plan anual de mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos de proceso productivo que presenten un mayor índice de criticidad de la empresa en mención, el autor hace uso de la herramienta: la matriz de criticidad en las instalaciones de dicha empresa. El autor concluye la operatividad del proceso productivo depende directamente de las condiciones en las que se encuentren los equipos de la organización así también que la existencia de una comunicación entre áreas como mantenimiento y producción podrán tener el compromiso de ejecutar los mantenimientos en las fechas ya programadas.

La fuente en mención reconoce la importancia de una comunicación horizontal dentro las organizaciones, como se sabe una buena comunicación permite la realización de objetivos y el área de mantenimiento no puede mantenerse alejada de la filosofía organizacional, además esto permite un cumplimiento en la ejecución de actividades y tiempos en los planes de mantenimientos, se reconoce además la importancia dentro de la elaboración del plan de mantenimiento las condiciones en las que operaran los equipos directamente.

(RODRIGUEZ, 2002) “Estudio del Mantenimiento de los Equipos Críticos de un Sistema de Deshidratación de Gas Natural en la organización PDVSA-GAS”, como objetivo general.

Establecer los requerimientos de mantenimiento de los sistemas de deshidratación de la planta de extracción de gas natural San Joaquín perteneciente a la empresa PDVSA-GAS. Hace uso de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC), este método busca eliminar o reducir las fallas, el informe se desarrolló en Anaco Venezuela, residencia de la empresa PDVSA-GAS. Como conclusión del informe señala que para obtener resultados al utilizar la confiabilidad como base de estimación de la dirección de mantenimiento mucho dependerá de la autenticidad de datos, también el incluir a los trabajadores de mayor experiencia en la elaboración, ejecución de los planes de mantenimiento ya que el tener una alta disponibilidad de equipos no garantizara que los procesos no fallen.

La fuente en referencia recomienda que se tiene que tener en primera instancia, un historial de las fallas recurrentes de cada equipo y estos datos tienen que mostrar veracidad es decir no se puede manipular la información requerida, de lo contrario no se podrá cumplir los objetivos determinados, se tomaron en cuenta los métodos y herramientas de las diferentes estrategias de mantenimiento.

Nacionales.

(VALDIVIEZO, 2017) “Incremento de la Disponibilidad de la Flota Vehicular de la Empresa Valdiviezo S.R.L Implementando un Programa de Mantenimiento”, objetivo general establecer un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa VALDIVIEZO S.R.L. para incrementar su disponibilidad, de metodología no experimental, su muestra conformada por tracto camiones flota de unidades de la empresa, utiliza como instrumentos observación directa,

encuestas y entrevistas, se concluye que para realizar una evaluación actual a las unidades de transporte se tiene que basar en el historial de mantenimiento.

La fuente en mención en la elaboración de su informe de investigación, diseño formatos que permitieron el cumplimiento de sus objetivos, además de ello sirvieron a la empresa Valdiezo como formatos de control por ello se toma como referencia la creación de fichas técnicas que se adecuen a las necesidades de la empresa y que sirvan para el cumplimiento de los objetivos.

(RAMOS, 2017) “Aumento de la Disponibilidad Mediante La Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a las Maquinarias de la Empresa Atlanta Metal Drill S.A.C.”, objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo, para incrementar la disponibilidad de los equipos de la empresa en mención, su muestra está integrada por los equipos de la misma, de diseño no experimental descriptivo, usa como instrumentos la observación y las entrevistas al personal, concluye que al realizar el plan de mantenimiento tomando como eje la criticidad de los equipos, se tiene que recolectar información del que y como se ha venido haciendo el mantenimiento de equipos.

La fuente en mención basa la elaboración e implementación de su plan de mantenimiento de acuerdo a los equipos críticos pueda encontrar previo a esto hace un análisis mediante la técnica de Pareto, se toma como referencia la evaluación pre y pos realizada a la empresa.

(ARAGON, 2016) “Diseño de un Sistema de Mantenimiento para Equipos Móviles para la Empresa Transportes Fuentes Operador Logístico S.R.L.”, objetivo general diseño de un sistema de mantenimiento para equipos móviles para la empresa transportes fuentes operador logístico,

diseño descriptivo utiliza como muestra a los equipos móviles como son los tracto camiones, sus instrumentos son la técnica empírica, análisis bibliográfico, se concluye que el análisis de criticidad de los equipos debe ser permanente aun después de implementarse el plan de mantenimiento ya que permitirá adaptar nuevos procedimientos de acuerdo a las necesidades que se requiera.

La fuente en mención hace un análisis bibliográfico esto quiere decir que reúne información relacionada directamente para la elaboración de un plan de mantenimiento como es tesis relacionadas, manuales, folletos de los proveedores para poder tomar en cuenta lo que se recomienda y lo que se hace dentro de la organización, toma como análisis la técnica de Pareto para identificar los subsistemas críticos y en relación a lo encontrado realiza su plan de mantenimiento solo para esos subsistemas, se toma como referencia las diferentes fichas utilizadas dentro del informe.

Bases teóricas

El mercado actual requiere que las organizaciones y/o empresas cuenten con programas de mantenimiento que logren la reducción de tiempo en reparaciones, que garanticen la estabilidad sus procesos de producción, operación y otros.

Definición de mantenimiento.

Se entiende como la disciplina que tiene como objetivo mantener los equipos en estado operativo, lo que a su vez va a incluir actividades relacionadas con inspecciones, ajustes, cambios, reinstalación, calibración, restauración . Principalmente se basa en mantener los equipos operativos para el cumplimiento o alargamiento de su vida útil.

El Mantenimiento a través de la historia.

La primera generación.

La primera generación llega hasta el periodo de la segunda guerra mundial. En esa época el mercado industrial no se encontraba mecanizada, de tal modo que los tiempos de parada no cobraban un grado de importancia. Esto daba como producto que la previsión de fallas en equipos no era prioritario para ninguna organización, al mismo tiempo la totalidad de los equipos eran simples por ello su reparación no era complicada.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado no había necesidad de realizar un mantenimiento programado, más allá de la limpieza, control y lubricación de rutina (MOUBRAY , 2004).

La segunda generación.

Por las presiones y necesidades que originaban a causa de la guerra es que aumenta la necesidad de provisiones, mientras que la disponibilidad de mano de obra disminuye notablemente esto conlleva a la mecanización de muchos procesos.

Para el año de 1950, los equipos y/o máquinas de diversos tipos habían aumentado en número y complejidad y el mercado comenzaba a depender de ellas. Esto trajo la necesidad de que las fallas técnicas podían y requerían ser prevenidos, lo que trajo a su vez la idea de mantenimiento preventivo para los años siguientes este mantenimiento comenzó a aumentar comparándolos con otros costos operativos así mismo llevo a una idea más estructurada, planificada de programas de control, estos fueron grandes inicios para lo que hoy actualmente se conoce como programas de mantenimiento. Finalmente los dueños de las empresas buscaban el incremento en la vida útil de sus bienes (MOUBRAY , 2004).

La tercera generación

Las nuevas expectativas esperadas en el mercado.

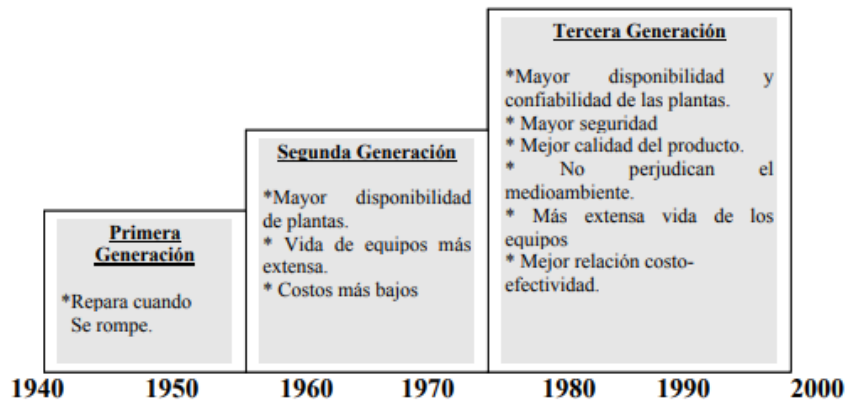


Figura 1. Evolución del mantenimiento, Fuente (GARCIA, 2003).

Tipos de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo.

También llamados mantenimientos reactivos, son actividades de reparación cuyo tiempo no se ha programado, se realiza por la presencia de una falla que interrumpe la producción del equipo. El objetivo del mantenimiento correctivo es solucionar la falla inmediatamente se presente para ello necesita contar con los insumos, repuestos, consumibles a su alcance es decir en un tiempo real solo así podrán corregir la falla después de producirse (VALDIVIEZO, 2017).

Correctivo programado y no programado.

La diferencia radica en que el correctivo no programado es la reparación inmediatamente después de presentarse la falla, mientras que el correctivo programado supone el planificarlo ya que puede no contarse en el instante con los repuestos, empleados, instalaciones específicas en el momento que se presente la falla (BUELVAS, y otros, 2014).

Mantenimiento preventivo.

Consiste en el desarrollo de actividades programadas que se ejecutan periódicamente con el objetivo que los equipos que tengan a su disposición cumplan con su ciclo de vida útil con un enfoque de eficiencia, este tipo de mantenimiento es necesario o prioritario en empresas cuyos equipos están diseñados para ser operador constantemente (VALDIVIEZO, 2017).

Ventajas.

1. Precio menor en comparación con el mantenimiento predictivo
2. Disminución importante del riesgo por fallas o fugas.
3. Disminuye la probabilidad de paros sorpresivos.
4. Posibilita llevar un adecuado control y planeación sobre el mismo mantenimiento.

Desventajas.

1. Se necesita experticia de los colaboradores de mantenimiento, así mismo se requiere las especificaciones de los proveedores para elaborar el plan de mantenimiento a los equipos.
2. No posibilita tener un control de los desgastes y disminución de vida útil de las piezas o componentes.

Mantenimiento predictivo.

Es un mantenimiento planificado que se basa en el análisis técnico, inspecciones y el monitoreo de los equipos de la organización. Este mantenimiento se basa en las características presentes es decir en tiempo real del equipo, así también cumple la función de detectar fallas latentes de un sistema en funcionamiento y se lleva a cabo cuando los resultados del diagnóstico así lo requieren, este mantenimiento generalmente lo llevan las grandes empresas que cuentan

con un presupuesto mayor pero otra opción que se está tomando actualmente en el mercado es tercerizar este servicio (VALDIVIEZO, 2017).

Ventajas.

1. Mayor confiabilidad al utilizar equipos y personal especializado, los resultados permiten tener mayor exactitud.
2. No necesita un amplio personal para realizar dichos trabajos por ende existirá una disminución en el costo de personal y en los costos de los procesos que van desde reclutamiento, contratación hasta la desvinculación.

Desventaja.

1. Siempre que se presente algún daño, se necesitara programación. Si el gerente solicita que se repara inmediatamente, es probable que se deba de programar una segunda revisión para una fecha futura, esto concluiría que las urgencias también deben darse mediante programaciones.
2. Se necesita de equipos especializados con elevado costo para una medición precisa.
3. Es necesario tener colaboradores eficientes para que ocupe el puesto de encargado de mantenimiento aunque esto puede suponer elevar el costo.
4. Tiene una costosa implementación.

Estrategias aplicadas al mantenimiento.

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

“El RCM es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, utilizado para determinar las necesidades de mantenimiento físico de cualquier activo en su contexto operativo,

garantizando el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción” (VALDIVIEZO, 2017).

Para este mantenimiento se le entiende como análisis sistemático ya que considera la organización como un sistema cuyas áreas tienen que trabajar conjuntamente y cumplir con los objetivos ya que de lo contrario podría suponer un fallo en la siguiente actividad y el producto final trasladándolo al área de mantenimiento podría verse perjudicado.

Disponibilidad.

Se entiende como la posibilidad de que un equipo se encuentre preparada para la producción en un tiempo estimado, es decir que no se encuentre parada por averías o ajustes.

Muchas empresas refieren tener una disponibilidad menor ya que su área de mantenimiento solo está enfocada en realizar mantenimiento correctivo y no se enfocan en las fallas futuras que podrán sufrir algunos de sus equipos.

Confiabilidad.

Es la posibilidad de que una máquina cumpla con las funciones para lo cual fue diseñado esto durante el tiempo y las condiciones que se requiera.

Mantenibilidad.

Es la posibilidad de que una máquina o equipo en estado de avería, pueda ser reparado en condiciones específicas en un tiempo determinado utilizando recursos determinados.

Para esto no solo es necesario contar con un área de mantenimiento bien estructurada e implementada ya que mucho tiene que ver el área de logística en entregar los repuestos en el tiempo requerido para la solución de las fallas.

Pasos para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo.

En los próximos párrafos se desarrollan aspectos directamente relacionados para la elaboración de un plan de mantenimiento, se ha escogido los que más se ajustan a la realidad de la empresa comunal, se menciona que por ser el primer plan de mantenimiento con el contarán no puede ni debe complicarse ya que de lo contrario supondrá un inconveniente para la consecución de objetivos.

Administración del plan de mantenimiento.

El primer paso consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan de mantenimiento preventivo. Se elegirá a una persona como jefe encargado quien velará el cumplimiento de los objetivos que pudiese tener el área de mantenimiento, no se debe dejar de lado el compromiso implícito y explícito del área de dirección de la organización todo en bien del cumplimiento del plan de mantenimiento. Antes de informarse el plan se tiene que buscar los medios adecuados para que este sea recibido en bien de la organización (RAMOS, 2017).

Este es un trabajo conjunto se tiene que entender a la empresa como un sistema cuyas partes son la suma de todo y por ende el cumplimiento de cada área conlleva al fin de la organización, por ello la teoría indica el involucramiento y compromiso desde el área de dirección y demás áreas.

Inventario e identificación de equipos.

(RAMOS, 2017) Entiende como el paso donde se elaborara un documento (inventario) de todos los equipos presentes en las operaciones de la empresa (infraestructura, equipos, componentes, repuestos, consumibles, etc.) .Se deberá establecer un sistema de códigos para cada equipos sistema que permitirá la identificación rápida de cada uno este código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina.

El contar con información detallada actualizada de los equipos del taller, los que se encuentran operativos y los que requieren ser reemplazados es fundamental para el cumplimiento del plan de mantenimiento, al tener un equipo inoperativo en taller representa un retraso para la eliminación de la falla.

Ordenes de trabajo.

Para (RAMOS, 2017) las ordenes de trabajo son escritos detallados que explica el procedimiento para cada labor de trabajo y su respectivo cumplimiento su objetivo es indicar o señalar los detalles de cada trabajo con sus respectivas actividades.

Estas especificaciones de trabajo deberán indicar el número de identificación de los respectivos equipos, ubicación de la misma, detalles de la tarea también, podrían considerarse los componentes que requieren ser reemplazados, herramientas y otros equipos especiales que puedan necesitarse para su reparación, así mismo tienen que considerarse los procedimientos de seguridad a seguirse durante la labor de trabajo.

Se considera oportuno que se ingrese el horometro con el que inicia el equipo cada labor esto para llevar un control de los próximos mantenimientos que se programen a los equipos, no necesariamente esto aplica a todos los equipos mucho dependerá de las especificaciones del proveedor.

Plan de mantenimiento.

“El plan de mantenimiento es una relación donde se delegan tareas de mantenimiento a equipos en períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el plan de mantenimiento debe realizarse con mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los

requerimientos de producción, es necesario un control para detectar cualquier desviación que pueda encontrarse” (BUELVAS, y otros, 2014).

Se menciona que dentro del plan de mantenimiento un aspecto que no puede pasarse por alto es elaborar el plan de acuerdo a la forma de trabajo de los equipos es decir si estos trabajan en carretera sin asfalto, que tipo de materiales transportan, número de horas que se les operan diariamente, entre otros.

Probabilidad de fallas.

Las fallas prematuras suelen aparecer poco después de la puesta en funcionamiento, por ello la importancia de contar con un plan de mantenimiento inicial y constante en toda organización que dependa su actividad en el área de transporte.

Se enumera los orígenes más comunes:

1. Deficiencias provenientes desde la fabricación.
2. Materiales carentes de calidad.
3. Desperfectos de acoplamiento.
4. Descuidos en las operaciones.

Se entiende que la eliminación o descenso de fallas en un tiempo propuesto evitando la aparición de fallas futuras, deben darse en un periodo menor al tiempo de garantía que pusiesen dar los fabricantes de los equipos (VALDIVIEZO, 2017).

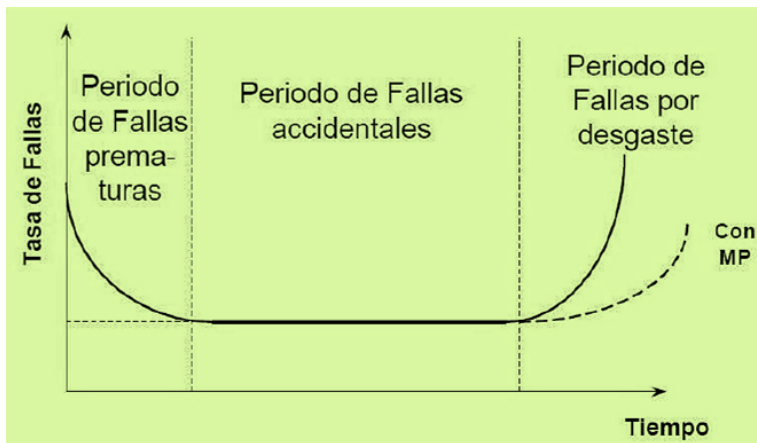


Figura 2. Ciclo de vida de los equipos, Fuente (GARCIA, 2003).

Disponibilidad en mantenimiento.

La Disponibilidad es la probabilidad de que una maquina se encuentre produciendo (trabajando) en el tiempo en el que sea necesitado, esto cuando se utiliza la maquina en condiciones estables, se le otorga un tiempo considerable para su reparación, también un tiempo inactivo, entre otros.

Se ratifica que la disponibilidad es de gran importancia y de gran utilidad ya que en algunas situaciones el dueño u otra persona tendrán que elegir un equipo entre muchas opciones.

Para llegar a decidir objetivamente con respecto a la compra de un reciente equipo o maquinaria, será necesario tener documentación que incluya todas las particularidades del equipo y entre ellas la disponibilidad.

La disponibilidad tiene como punto de eje la distribución entre fallas y el tiempo de reparación de estas. Esta además puede ser usada como un parámetro para el diseño, se podría afirmar que la disponibilidad tiene como objetivo primordial dar la confianza de que un componente o equipo en reparación, pueda en un tiempo determinado seguir cumpliendo con el trabajo deseado.

En el proceso de proyecto de máquinas o sistemas se debe encontrar la armonía entre la disponibilidad y el precio total, dependiendo de los requerimientos del mercado, el diseñador puede cambiar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de tal manera que se pueda disminuir el costo total del ciclo de vida (CASTILLO, 2017).

La disponibilidad de los equipos, independiente de sus actividades económicas es de gran importancia porque hoy toda organización de alguna manera ha mecanizado algunos de sus procesos, y una empresa de transporte cuya actividad es esa el de transportar materiales no puede relegarse de contar con un plan de mantenimiento, su imagen empresarial e ingresos económicos depende del nivel de disponibilidad de sus equipos.

En la siguiente tabla se ilustran ejemplos de situaciones que requieren tener alta confiabilidad y a la paralela se muestra alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

ITEM	REQUISITOS	EJEMPLOS
01	Alta confiabilidad Poca disponibilidad	Generación de electricidad Tratamiento de agua
02	Alta disponibilidad	Refinerías de petróleo Acerías
03	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
04	Disponibilidad basada en Buena práctica	Procesamiento por etapas
05	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataformas petroleras

Figura 3, Disponibilidad y confiabilidad, Fuente (La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas, 2006).

Diagramas empleadas como herramienta.

Se detalla las herramientas para análisis de la empresa, las que más se ajustan a las características y permiten una mayor comprensión del área de mantenimiento y como la desarrollan, además de ser las más usadas dentro del área de ingeniería.

Diagrama de Pareto.

Es un análisis gráfico sencillo que ordena elementos que van desde los más repetitivos hasta los menos presentes fundamentándose en el principio de Pareto.

Existe una mayoría de organizaciones en las muchas de las situaciones que puedan tener internamente no llegan a tener el mismo grado de importancia y no todas están directamente relacionadas con términos de calidad.

“En estos casos se da el principio de «los pocos vitales y los muchos triviales» que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un 20% para los “pocos vitales” y de un 80% para los “muchos triviales”. Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce” (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

Diagrama causa- efecto.

El diagrama de Ishikawa es un análisis que se utiliza para realizar un diagnóstico de las potenciales factores que inciden en algunos resultados, los cuales pueden ser controlados (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

1. Estudio de las relaciones entre causa y el efecto.
2. Transmitir estas relaciones de causa y efecto a fin de que en un futuro próximo puedan ser resueltas desde su origen.

Flota de vehículos.

Para tener un mejor enfoque del presente proyecto es que determinaremos como la teoría conceptualiza al término flota de transporte, se considera relevante el ampliar este concepto ya

que el proyecto está enfocado a una flota de vehículos de transporte, además de ello ubicar de acuerdo a la clasificación que se le da, por ser una empresa que cuenta con 12 equipos volquetes FMX.

Se conceptualiza “flota de transporte” a un grupo de vehículos asignados a trasladar mercancías o personas y que son dependientes de una misma organización. Se considera importante el transporte en todo país, ya que es un actividad económica que mueve grandes cifras monetarias y es esencial para el desarrollo económico-social de su población (Universidad de Sevilla).

Se pueden clasificar la “flota de transporte” según del número de vehículos que tengan:

1. Flotas pequeñas: Generalmente son de naturaleza familiar con un solo dueño. Cuentan con 5 o 6 vehículos y gran parte de sus operaciones lo realizan para un solo cliente.
2. Flotas medianas: Con un número de 6 a 30 vehículos. Suele tratarse de pequeñas empresas familiares que han crecido aprovechando una buena gestión y especializándose en nichos de mercado o mercados emergentes. Estas organizaciones cuentan con una lista de clientes a los cuales brindan sus servicios y no están limitados nacionalmente sino que también tienen presencia internacional. En medida que adquieren mayor número de vehículos suelen incorporar nuevas áreas que les permitan cumplir con sus objetivos como pueden ser talleres o almacenes especializados, otros.
3. Flotas grandes: Son empresas que cuentan con un gran número de vehículos. Los vehículos pueden ser propios o subcontratados. Pueden llegar a tener presencia en diversas áreas del país una característica resaltante es que suelen tener diversos tipos para diferentes servicios de transporte.

“Los vehículos de flota de transporte de mercancías se suelen clasificar según la forma de organizar las cargas” (Universidad de Sevilla).

Tipos:

1. Carga general, son cargas con tamaño y peso superior a otras que suelen ser paletizada o no paletizada, cargas frigoríficas, etc.
2. Cargas particulares, como góndolas y plataformas para vehículos de gran tonelaje.
3. Cargas a granel con cajas abiertas, vehículos que tienen acoplados tolvas que permiten el traslado de materiales como pueden ser agregados, desmonte, mineral u otros. .

Camión volquete.

Es preciso identificar teoría relacionada al concepto de volquete unidades de transporte usados en varios países para el traslado de material pesado como puede ser escombros, desmonte, mineral y otros. Ya que el proyecto se basa en estos equipos de transporte.

Carro usado en obras de construcción y minería, este vehículo está integrado por una tolva que le permite el traslado de materiales y otros, cuenta con un dispositivo mecánico que gira en su mismo eje de tal forma que facilita el su carga (ESPAÑOLA).

Un camión es un vehículo motorizado diseñado para el transporte de productos y mercancías y otros materiales, para hacerlos más resistentes realizan su construcción o diseño sobre una estructura denominada chasis.

La gran parte de la estructura del camión está integrada por este chasis, una cabina y una estructura para transportar la carga (tolva).

Hay camiones de diversos tipos y tamaños diseñados a diversas actividades económicas: pequeños (ordinarios), medianos (camiones todoterreno de 200 toneladas usados en minería) y extra grandes (trenes de carretera).

Los camiones se han ido especializando y cambiando adoptando muchas características de acuerdo a la demanda del mercado, esta evolución ha ido desde el cambio de estructuras propias en su diseño hasta ser específicas para el traslado de determinadas materias en diversas áreas (CASTILLO, 2017).

Sistemas principales del volquete FMX

El volquete VOLVO FMX cuenta con los siguientes sistemas principales. Donde se detalla algunos de los sub sistemas con los que cuentan, y los respectivos componentes directamente relacionados con el subsistema.

Sistema de motor: “Presenta como componentes principales al turbo, a las bombas de aceite, bomba de agua, bomba de combustible, enfriador los cuales forman parte de los subsistemas de admisión, combustión y enfriamiento de este sistema” (YENGLE, 2016).

Sistema de transmisión: “Presenta como componentes principales a la bomba de transferencia, discos de embrague, cardan principal, cardan secundario, diferenciales y mandos los cuales conforman todo el tren de fuerza” (YENGLE, 2016).

Sistema suspensión: “Presenta como componentes principales a todos los paquetes de muelles tanto en los ejes delanteros y ejes posteriores quienes acompañados de los resortes progresivos, barras en V y amortiguadores conforman dicho sistema” (YENGLE, 2016).

Sistema eléctrico: “Presenta como componentes principales a alternador, arrancador, baterías, ECM, y todas las luces tanto delanteras, posteriores y de emergencia las cuales complementan el funcionamiento de este sistema” (YENGLE, 2016).

Sistema de Llantas: “Presenta todos los neumáticos utilizados tanto en los ejes delanteros como posteriores” (YENGLE, 2016).

Sistema Neumático: “Presenta como componente principal el compresor y cada uno de sus tanque y válvulas esencial para el funcionamiento del sistema de frenos” (YENGLE, 2016).

Sistema Chasis: “Presentado principalmente por la estructura de soporte de todos los demás sistemas además de soportar a la tolva y cabina” (YENGLE, 2016).

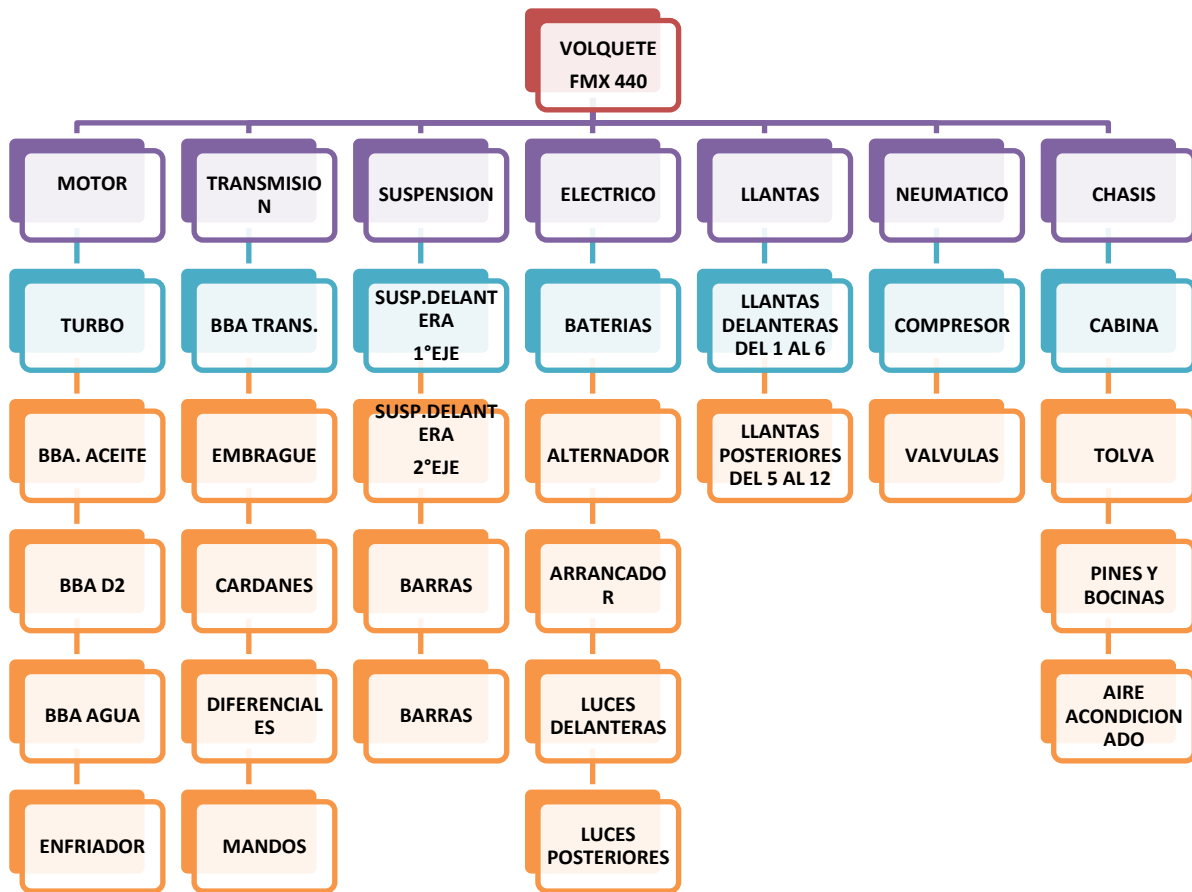
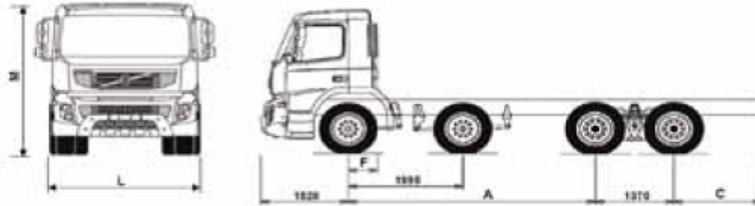


Figura 4. Sistemas del volquete, Fuente (YENGLE, 2016).

Especificaciones de volquete volvo FMX.

El volquete FMX de la marca VOLVO, presenta un parachoques delantero construido para condiciones severas, chasis reforzado, tren de fuerza robusto trabaja con un motor D13A, con una transmisión VT2214B , más adelante se muestra las especificaciones de este modelo del volquete FMX..

VOLVO FMX 13 LITROS 8X4R • Especificación Técnica



Freno Motor		
	VEB 410	VEB 500
Potencia	410 cv	500 cv

Dimensiones (mm)		
Cabina		
A - Entre-ejes***	4300	4900
B - Entre ejes teórico	3988	4588
C - Voladizo trasero	975	1925
D - Largo total	8165	9715
E - Distancia eje delantero - final de la cabina	440	440
F - Distancia eje delantero - implemento (mín.)	510	510
K - Distancia entre los ejes traseros	1370	1370
M - Altura sin climatizador**	2843	2843
N - Distancia de el 1º a el 2º eje direccional	1995	1995
Radio de giro	9900***	10900***

* Neumático 11.00R22 - Llantas de Acero - Suspensión RADD-TR2 - L1EH1 - FST PAR - RAL32 - FAL17,4 - Carga Nominal.

** Para vehículos con climatizador, agregar 148 mm en la altura.

*** Para neumáticos 12.00R24, por la limitación del ángulo de viraje de las llantas, el radio de giro es alterado para 12000mm (Entre-ejes 4300) / 13250mm (Entre-ejes 4900).

**** Consultar por mayores distancias entre ejes.

Pesos (kgf)		
Tara en el eje delantero	6750	6800
Tara en el eje trasero	3900	4000
Tara total del chasis	10650	10800

Peso para vehículos standard, en orden de marcha, sin rueda de auxilio y sin conductor. Tolerancia de 3%. (Ref NBR 6070).

Motor	D13A400	D13A440	D13A480
Tipo de inyección	Inyección directa con unidades inyectoras y gerenciamiento electrónico	Inyección directa con unidades inyectoras y gerenciamiento electrónico	Inyección directa con unidades inyectoras y gerenciamiento electrónico
Potencia	400 cv - 294 kW (1400 - 1800 rpm)	440 cv - 324 kW (1400 - 1800 rpm)	480 cv - 353 kW (1400 - 1800 rpm)
Torque	2000 Nm - 204 kgfm (1050 - 1400 rpm)	2200 Nm - 224 kgfm (1050 - 1400 rpm)	2400 Nm - 245 kgfm (1050 - 1400 rpm)
Número de cilindros	6	6	6
Cilindrada	12,8 dm³ (litros)	12,8 dm³ (litros)	12,8 dm³ (litros)
Diámetro x Carrera del pistón	131 x 158 mm	131 x 158 mm	131 x 158 mm
Emisiones	Euro III / CONAMA fase P5	Euro III / CONAMA fase P5	Euro III / CONAMA fase P5
Sistema de lubricación*	33 l - cárter plást. 37 l - cárter acero	33 l - cárter plást. 37 l - cárter acero	33 l - cárter plást. 37 l - cárter acero
Sistema de enfriamiento	38 litros	38 litros	38 litros

* Para cambio de aceite y filtros.

Caja de Cambios	VT2214B	VT2514B	AT2612D (I-Shift)
Motorización (cv)	400	440 e 480	400 a 480
Máx. torque del motor	2200 Nm	2450 Nm	2600 Nm
Tipo	Sincronizada	Sincronizada	Automatizada
Cambios de marcha	Manual / por cables	Manual / por cables	Manual y Automática / Electroneumático
Número de marchas al frente	14 (12 + 2 super-reducidas)	14 (12 + 2 super-reducidas)	12
Número de marchas en reversa	4	4	4
Capacidad de aceite (l)**	13,5	13,5	13

* Para caja con toma de fuerza agregar 0,8 litros.

Llantas y Neumáticos					
Tipo	acero	acero	acero	acero	acero
Llanta	8,25x22,5	9,00x22,5	8,00x22	8,50x20	8,50x24
Neumático	295/80R22,5	315/80R22,5	11,00R22	12,00R20	325/95R24

Embrague	
	CD40B-O
Tipo	Bidisco de fricción a seco tipo pull-type
Accionamiento	Hidroneumático (bajo esfuerzo de accionamiento)
Diámetro del disco (mm)	400
	CS43B-O (Caja I-Shift)
Tipo	Monodisco de fricción a seco tipo push-type
Accionamiento	Hidroneumático (bajo esfuerzo de accionamiento)
Diámetro del disco (mm)	430

Figura 5. Especificaciones del volquete FMX, Fuente manual de mantenimiento FMX.

Toma de fuerza						
	PTR-DM	PTR-DH	PTR-FL	PTR-F	PTR-FH	PTER-DIN
Ensamble	Trasera de la caja	Trasera de la caja	Trasera de la caja	Trasera de la caja	Trasera de la caja	Trasera del motor
Relaciones de reducción	1,06/1,32 (VT)	1,23/1,54 (VT)	0,73/0,91 (VT)	0,70/0,88 (VT)	1,23/1,54 (VT)	1,26
Tipo de acoplamiento	DIN5462 / ISO7653 (bomba)	DIN5462 / ISO7653 (bomba)	Brida SAE1300 (cardan)	Brida SAE1400 (cardan)	Brida SAE1300 (cardan)	DIN5462 / ISO7653 (bomba)
Depende del embrague	sí	sí	sí	sí	sí	no

Eje Trasero	
	RT3210HV
Tipo	Simple velocidad
Reducción en los cubos	sí
Tipo de carcasa	Fundida
CMT (t)	100
Relaciones de reducción	3,33:1/3,46:1/3,97:1/3,61 1:1/3,76:1/4,12:1 4,55:1/5,41:1/7,21:1
Capacidad de aceite (l)	26,5 + 23
Bloqueo de diferencial	sí

Eje Delantero	
	FATYPE 290
Tipo	Eje de acero forjado en perfil "I" tratado térmicamente. Cubos lubricados con grasa, libres de mantenimiento

Suspensión	
	RADD-TR2 RST-MUL RAL 32
Tipo	Semi-elíptica
Nº elementos elásticos	2 conjuntos de 11 láminas
Amortiguadores	2 de doble acción
Barra estabilizadora	sí
	FST-PAR FAL17.4
Tipo	Parabólica
Nº elementos elásticos	4 conjuntos de 3 láminas
Amortiguadores	2 de doble acción
Barra estabilizadora	sí

Capacidad de Carga (kgf)	
	FST-PAR FAL17.4 RST-MUL RAL 32 RT3210HV 8x4
Eje delantero	17400
Eje trasero	32000
PBT - Técnico	49400
PBT - Legal	29000
CMT - Técnico	100000

Chasis		Equipos Eléctricos	
	FRAME88 (con refuerzo)	Tensión normal	24V
Tipo	Largueros rectilíneos, con perfil "U", en acero estructural de alta resistencia y bajo peso.	Alternador	80A / 24V
Material	LNE60	Batería	2x170 Ah / 12V (en serie)
Sección (mm)	850	Motor de partida	Melco 5,5 kW
Altura de la alma (mm)	300	Fáros	2x70W
Longitud del perfil (mm)	90		
Espesor del larguero (mm)	8		
Espesor del refuerzo (mm)	5		

Cabina		Tanques de Combustible	
	L1EH1 (Extendida)	Material	Plástico
Tipo	Cabina fabricada en acero de alta resistencia, con planchas galvanizadas, tratamiento anticorrosivo electroforético (electrodeposición)	Capacidad (l)*	280 (RFUEL280)
Altura interna (mm)	1550		200 (RFUEL200)
Largo interno (mm)	1810		
Longitud interna (mm)	2430		
Tipo de suspensión delantera	Resorte/amortiguador		
Tipo de suspensión trasera	Resorte/amortiguador		

* Consultar guía de referencia para obtener detalles de las configuraciones posibles de tanques, que varían acuerdo al modelo, paquete de terminación, etc.

Figura 6. Continuación de las especificaciones del volquete FMX, Fuente manual de mantenimiento FMX.

Especificaciones de motor.

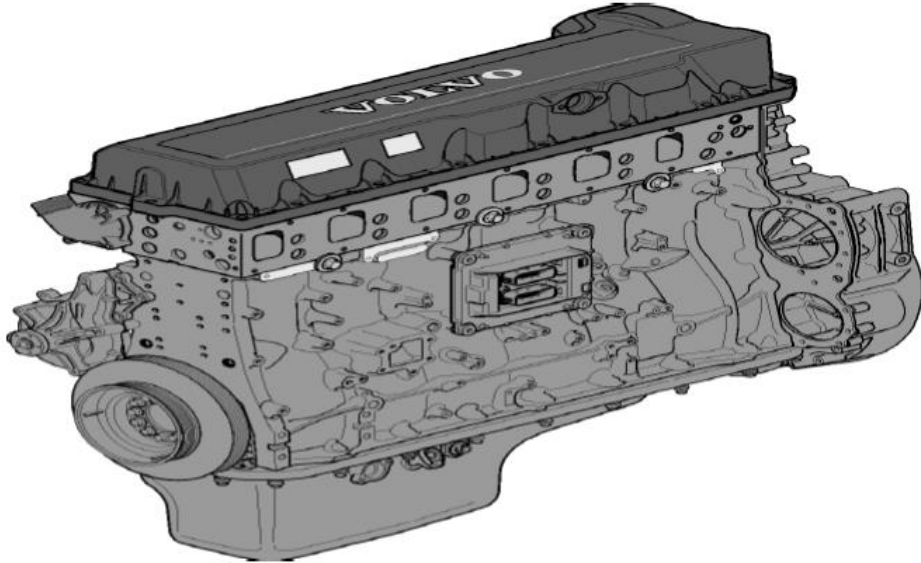


Figura 7. Imagen referencial de motor FMX, Fuente (YENGLE, 2016).

“D13A es la designación del motor de nueva construcción de 13 litros de Volvo para FM y FH, introducido en el otoño de 2005. Se trata de un motor diésel de seis cilindros en línea e inyección directa con turbocompresor, enfriamiento del aire de admisión y sistema de mando del motor (EMS — Engina Management System). El motor está disponible en cinco variantes de potencia: 360 CF, 400 CF, 440 CF, 480 CF y 520 CF” (YENGLE, 2016).

“El motor tiene ventilación del cárter opcional, abierta o cerrada. Con la ventilación del cárter cerrada se elimina totalmente el riesgo de goteo de aceite, propiedad que tiene demanda en muchos mercados para transportes en entornos sensibles” (YENGLE, 2016).

La designación completa del motor (D13A440) significa:

D = Diésel

13 = Cilindrada en litros

A = Generación

440 = Variante (potencia en caballos de fuerza)

Especificaciones transmisión.

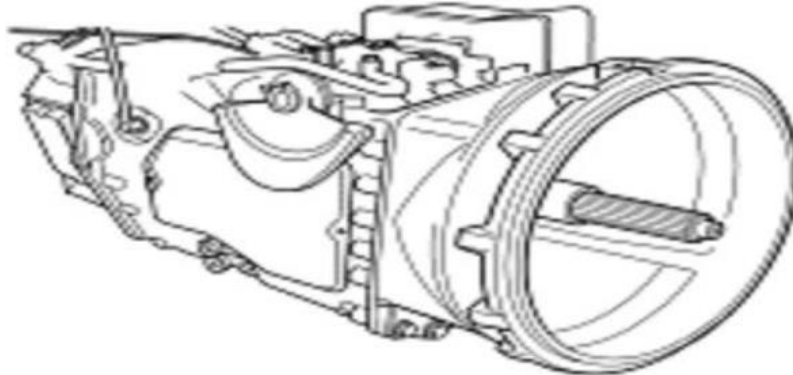


Figura 8. Imagen referencial de sistema de transmisión FMX, Fuente (YENGLE, 2016).

“Caja de transmisión utilizada en el volquete FMX440 es un componente de la marca VOLVO de tipo VT2214B las cuales consta de 14 marchas para adelante y 4 marchas hacia atrás, esta tiene como peso sin aceite 330 kg y una longitud de 1066mm. En el cuadro 12 mostraremos la relación de este tipo de transmisión y de demás tipos de cajas utilizados en este volquete FMX440” (YENGLE, 2016).

Especificaciones del cardan.

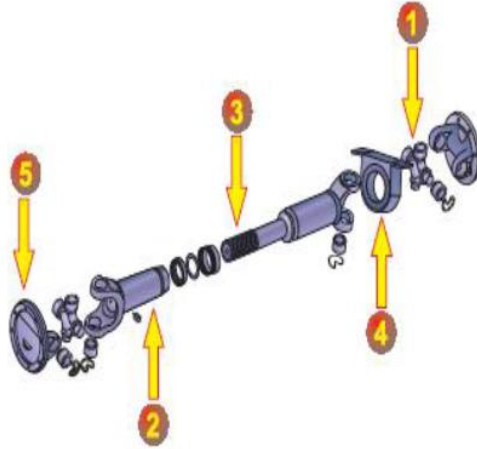


Figura 9. Imagen referencial de cardan volquete FMX, Fuente (YENGLE, 2016).

“El árbol de transmisión consta de cruceta principal, cruceta secundaria, cardan principal, cardan secundario, los cuales unidos todos y ensamblado desde la caja de transmisión hacia el puente trasero el cual transmite el par del motor.

La cruceta, el árbol o cardanes, el cojinete principal y los platos o brindas hacen posible la transmisión de movimiento a los coronas y luego a los cubos” (YENGLE, 2016).

Especificaciones diferenciales y corona.

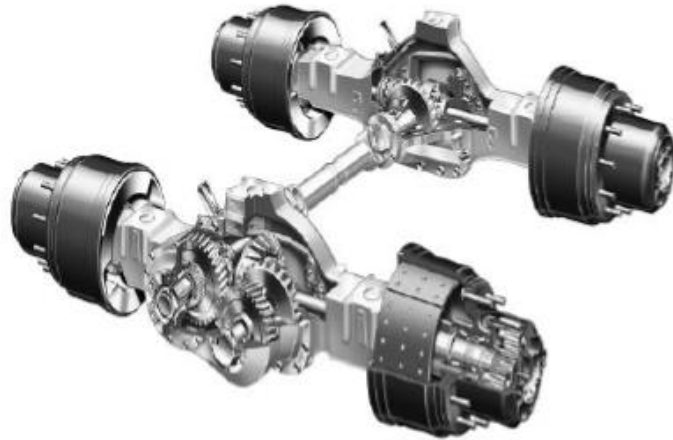


Figura 10. Imagen referencial de corono volquete FMX, Fuente (YENGLE, 2016).

“Coronas y diferenciales con designación tipo RT3210HV El cual corresponde a un eje trasero de simple reducción tipo cónico espiral con reducción en los cubos, engranaje de reenvío cilíndrico, reductores de cubo con engranaje cilíndrico y reductores de cubo de un grupo planetario cilíndrico, podemos ver más características de este componente, como peso, diámetro de los ejes y corona, relación de conversión, etc.” (YENGLE, 2016).

Eje delantero	840 kg
Eje trasero	760 kg
Corona, diámetro	295 mm
Palieres, diámetro	45 mm
Par motor máximo	2800 Nm
Carga máxima sobre bogie	32.000 kg
Peso combinado máximo	100.000 kg
Desmultiplicación :	
Desmultiplicación con reductores de cubos	3,61:1
.....	3,76:1
.....	4,12:1
.....	4,55:1
.....	5,41:1
.....	7,21:1
Engranaje de reenvío	1:1
Cantidad de aceite en los cambios:	
Eje delantero	31 l
Eje trasero	26 l

Figura 11. Características de la corona, Fuente (YENGLE, 2016).

Definición de términos básicos

Plan de mantenimiento.

Un plan de mantenimiento son programas que se desarrollan a los equipos de una determinada empresa adecuado asegura la consecución de objetivos de los equipos (actividades periódicas preventivas, predictivas y correctivas), además posibilita el cumplimiento de los objetivos, garantizando la disponibilidad de los equipos también reduciendo averías, reduciendo los costos y finalmente buscando la eficiencia de la empresa sin dejar de lado el aspecto medio ambiental y de seguridad (BALLESTER, y otros, 2002).

Disponibilidad.

La disponibilidad tiene como fin primordial el mantenimiento en tiempos programados, puede ser entendida como tener la seguridad de que un componente o equipo que requirió reparación en un tiempo determinado, posterior a este pueda y ejerza satisfactoriamente sus funciones, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir (La Confibialidad, La Disponibiliadad y la Mantenibilidad, Disciplinas Modernas Aplicadas al Mantenimiento, 2006).

Flota de transporte.

Se entiende por “flota de transporte” a un grupo de vehículos destinados a trasladar mercancías o personas y que pertenecen a una misma empresa (Universidad de Sevilla).

Empresa Comunal.

Es una asociación y organización de personas integrantes de una comunidad campesina; en la que el aporte de capital y trabajo se hace en términos iguales de la misma forma asumen por igual las responsabilidades de gestión, administración y trabajo (JAUREGUI, y otros, 2017).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Método y alcance de la investigación

La presente informe de investigación corresponde al método descriptivo que determinara las propiedades, rasgos, características de la organización, todo situación que se encuentre directamente involucrado con el plan de mantenimiento de la empresa comunal esto para mejorar la disponibilidad de los volquetes FMX de la empresa comunal.

Diseño de la investigación

El tipo de investigación es tecnológica la misma que tiene como objetivo y fin la solución de problemas de diferente índole que puedan estar presentes en la sociedad, la característica principal de una investigación tecnológica es que partirá del conocimiento científico y su correspondiente aplicación.

Población y muestra

Las unidades de flota, un total de 12 equipos volquetes FMX, de la empresa comunal, todas serán tomadas para el presente estudio.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación se desarrolla las técnicas e instrumentos de recolección usados en el presente informe de investigación:

Revisión bibliográfica.

Esta técnica permitió recolectar información vinculada con el fin de la investigación, se realizó la revisión bibliográfica a manuales, catálogos de los fabricantes y/o proveedores,

también se revisaron diferentes fuentes de información como son libros, informes de investigación, publicaciones en revistas indexadas, otros.

Consultas académicas.

Se tuvo permanente comunicación con el asesor designado, para las consultas del caso a lo largo del desarrollo de la investigación, con el fin claro de obtener guía, orientación, y se establezcan los parámetros correctos de investigación.

Información histórica.

Se revisa documentación de la empresa comunal, esto para elaborar un historial de fallas y paradas de equipos, así como para determinar el tiempo de operación de los equipos, con el objeto de determinar el nivel de disponibilidad real con el que contaban.

Técnica empírica.

Se visualizará la situación actual de los volquetes FMX.

Procedimiento de recolección de datos

Para la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la flota de volquetes, se desarrolla los siguientes pasos a utilizar para el cumplimiento de objetivos:

1. Se realizó el análisis de resultados en base a la información proporcionada por la empresa, esto durante el tiempo de enero, febrero y marzo del 2019.
2. Diagnostico la situación del mantenimiento actual de las unidades.
3. Identifico que componentes tienen mayor recurrencia de fallas utilizando la técnica de Pareto.
4. Aplicación del plan de mantenimiento preventivo.
5. Documentación para el control del plan mantenimiento preventivo.

El análisis de Pareto contribuye de manera parte significativa dentro del proceso de elaboración del plan de mantenimiento preventivo, ya que proporciona información necesaria acerca de qué componentes requiere un seguimiento permanente, por presentar mayor ocurrencia de fallas, todo esto para poder prevenir futuras consecuencias mayores, se partirá de la elección adecuada de actividades de mantenimiento.

El procesamiento de los datos obtenidos se trabajó a través de un computador, mediante programas con es el programa Word y hojas de cálculo de Excel.

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Lista de exigencias

Tabla 1

Lista de exigencias

Lista de exigencias			
Proyecto		Elaboración de plan de mantenimiento para incremento de disponibilidad de equipos de flota en la empresa comunal	Fecha:
Empresa:		Empresa comunal	Elaborado: Yuber Romero
Fecha	Exigencias	Descripción	Encargado
	Función principal	Incrementar la disponibilidad de los volquetes FMX.	Yuber Romero
	Costos	Reducir los costos de mantenimiento actuales.	Yuber Romero
	Seguridad	El desarrollo de las actividades del plan de mantenimiento tienen que desarrollarse con cumplimiento de la leyes de seguridad y esto tiene que ser con un 98% de seguridad. Las actividades del mantenimiento preventivo deben estar detallados con el fin de evitar que estos puedan dañar a los colaboradores del área de mantenimiento, evitando exposiciones riesgosas.	Yuber Romero
	Seguridad	La equipos irán acompañados de forma permanente con instrucciones de uso y mantenimiento, así como de las medidas preventivas de accidentes	Yuber Romero
	Ergonomía	En el desarrollo de las diversas actividades del plan de mantenimiento preventivo, tienen que desarrollarse respetando posturas que no dificulten los movimientos o traslados, las mesas de trabajo y otros deben estar diseñadas ergonómicamente.	Yuber Romero
	Habilidades	Ampliar las habilidades de los mecánicos para diagnosticar los volquetes FMX para sus respectivos mantenimientos.	Yuber Romero
	Medio ambiente	Ninguna de las actividades vaya en perjuicio del medio ambiente.	Yuber Romero
	Mantenimiento	Contar con un programa de mantenimiento preventivo	Yuber Romero

Fuente: *Elaboración propia*

Estructura de funciones: caja negra

Caja negra

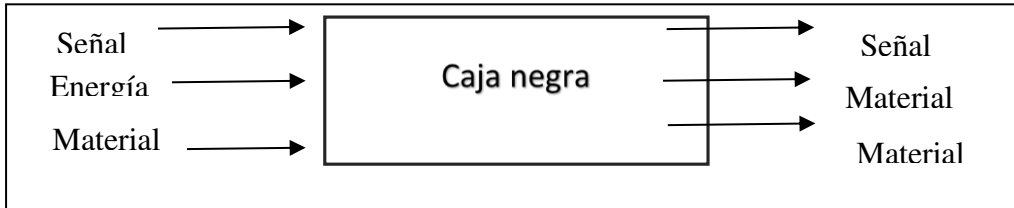


Figura 12. Imagen referencial caja negra, Fuente propia.

Caja negra: Plan de mantenimiento preventivo para incremento de disponibilidad de equipos de flota en la empresa comunal.

Tabla 2

Descripción de la caja negra







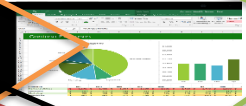













Entrada	Salida
Señal:	Señal: Mayor disponibilidad de los equipos, el número de fallas mecánicas se reducirá, así también se espera que la vida útil de los componentes y de los equipos volquetes FMX sea la correcta.
Energía:	Energía:
Material: Mantenimiento no planificado.	Material: Mantenimiento preventivo, mediante este plan se busca reducir los mantenimientos correctivos.

Fuente: *Elaboración propia*





Matriz morfológica

Tabla 3

Matriz morfológica

Funciones	Matriz morfológica para el proceso de plan de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de flota		
	Solución 1	Solución 2	Solución 1
Identificar e inspeccionar fallas			
Analizar el estado actual de los componentes			
Ingresa información			
Procesa información			
Aplica mantenimiento preventivo			
Ejecuta tareas de mantenimiento			
Almacena información			
Retroalimentación			

Fuente: *Elaboración propia*

Solución 1		Solución 3	
Solución 2		Solución 4	

Concepto de Solución:

Ya presentadas las soluciones, se pasara a detallar cada una de ellas.

Solución 1: El conductor de volquete pasara a informar las fallas que encuentre haciendo uso del reporte de trabajo que tenga esto se realizará antes y después de su trabajo, posterior a este reporte el mecánico realizara el análisis respectivo del equipo, se dará detalle del estado actual del equipo, así mismo revisara si se requiere algún cambio en repuestos, todo este procedimiento tendrá y deberá estar ingresado en los formatos respectivos, posterior a ello se programa si así se requiriera la próxima fecha de su mantenimiento o de lo contrario en las fechas determinadas por cada componente de acuerdo a su vida útil, es necesario y oportuno que toda información quede evidenciada en sus respectivos formatos ya que permite una pronta retroalimentación para poder generar un mayor eficiencia en el mantenimiento preventivo.

Solución 2: En esta propuesta se iniciara con el uso de equipos especializados, luego se ingresara la información obtenida a un programa especializado que nos indicara los tiempos para cada componente de los equipos volquetes, se ingresara y procesara esta información en una data Excel con los tiempos ya establecidos por el programa se procederá a aplicar y ejecutar el plan de mantenimiento la información será almacenada en Excel para que sirva de guía en la retroalimentación.

Solución 3: El mecánico tendrá especial responsabilidad ya que será consultado acerca de las fallas más frecuentes en un determinado tiempo, esto en el mantenimiento correctivo que pudo

hacer a cada equipo, para verificar mediante un programa especializado (manage projects) si se está cumpliendo la vida útil de cada componente es decir el tiempo de duración, posterior a esto se comparara las variaciones en cuestión de tiempo que puedan a ver en el plan de mantenimiento propuesto todo esto será trabajado en el programa Excel, posterior a esto el mecánico, los datos obtenidos e información será almacenada en Excel para finalmente hacer una retroalimentación.

Solución 4: Como última solución tenemos que antes y después de cada día de producción el operador presentara los formatos pertinentes de los trabajos desarrollados, y el formato de inspección de la unidad, estos formatos serán entregados al mecánico encargado quien evaluara si existe probabilidades de falla futura, así mismo mediante el programa Excel verificara que unidades les corresponde realizar su plan de mantenimiento preventivo de acuerdo al horometro marcado por cada unidad esto de acuerdo al manual de especificaciones proporcionado por el proveedor, se aplicara y ejecutara el plan de mantenimiento esto lo hará el mecánico, la información obtenida será procesada en Excel así mismo por cada mantenimiento tendrá que instar con evidencia física (formatos de mantenimientos, otros)

Todo historial de cada volquete FMX será almacenado, para posteriormente ser analizada por el personal competente e identificar si existen deficiencias si los controles son los correctos y si existen mejoras por añadir.

Esquema para la elección de la solución adecuada - ideal (VDI 2225)

Se elaboran tablas de propiedad técnica y económica haciendo combinaciones de funciones utilizando como base la norma VDI 2225. Con los resultados se pasa a la elaboración de un

gráfico que permitirá la visualización de la solución más adecuada la de mejor relación beneficio/costo.

Consideraciones a tener en cuenta al momento de elaborar la parte técnica y económica.

(Escala de valores según la VDI 2225)

P: puntaje de 0 a 4

0= no satisface, 1= casi aceptable, 2= suficiente, 3= bien, 4= muy bien “ideal”

g: Es el peso ponderado y se da en función del grado de importancia que pueda darse en los criterios de evaluación esto para la técnica y económica.

Evaluación técnica.

Tabla 4

Evaluación técnica de las soluciones presentadas

Variante de concepto/proyectos		Solución 1			Solución 1		Solución 1		Solución 4	
N°-	Criterio de evaluación	g	P	gp	p	gp	P	gp	p	gp
1	Buen uso de la fuerza o energía	4	3	12	3	12	3	12	4	16
2	Seguridad	4	4	16	4	16	4	16	4	16
3	Rapidez	4	3	12	3	12	3	12	3	12
4	Estabilidad	3	3	9	3	9	3	9	3	9
5	Rigidez	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Manipulación	4	3	12	4	16	3	12	4	16
7	Confiabilidad	4	3	12	4	16	3	12	4	16
8	Complejidad	2	1	2	1	2	1	2	2	4
9	Automatización	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Fabricación	2	1	2	1	2	1	2	2	4
11	Mantenimiento	4	3	12	3	12	4	16	4	16
12	Montaje	3	2	6	2	6	3	9	3	9
13	Diseño	4	4	16	3	12	3	12	4	16
14	Ergonomía	4	3	12	3	12	3	12	4	16
15	Influencia del medio ambiente	4	2	8	2	8	2	8	2	8
Puntaje máximo $\sum p$ o $\sum gp$		46	35	131	36	135	36	134	43	158
Valor técnico Xi			0.712	0.712	0.733	0.733	0.728	0.728	0.859	0.859

Fuente: *Elaboración propia*

Evaluación económica.

Tabla 5

Evaluación económica de las soluciones presentadas

Variante de concepto/proyectos			Solución 1		Solución 2		Solución 3		Solución 4	
			S1		S2		S3		S4	
Nº	Criterio de Evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Número de piezas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	De rápida adquisición	4	4	16	4	16	3	12	4	16
3	Productividad	4	3	12	3	12	4	16	4	16
4	Costos diversos	3	1	3	1	3	3	9	2	6
5	Nº- de operarios	3	2	6	2	6	2	6	3	9
6	Costos de tecnología	3	2	6	2	6	2	6	2	6
7	Fac. de montaje	4	3	12	3	12	3	12	3	12
8	Fácil mantenimiento	4	2	8	3	12	2	8	4	16
9	Costo de operación	4	4	16	3	12	3	12	4	16
10	Transporte	4	3	12	3	12	3	12	3	12
Puntaje máximo $\sum p$ o $\sum gp$		33	24	91	24	91	25	93	29	109
Valor técnico Xi			0.689	0.689	0.689	0.689	0.705	0.705	0.826	0.826

Fuente: *Elaboración propia*

Diagrama de evaluación - VDI 2225.

Se representa gráficamente la evaluación técnica – económica de acuerdo a los datos ingresados tabla arriba, la gráfica permite identificar la solución más óptima.

La solución más cercana a la línea diagonal del proyecto es la que mejor se ajusta al proyecto.

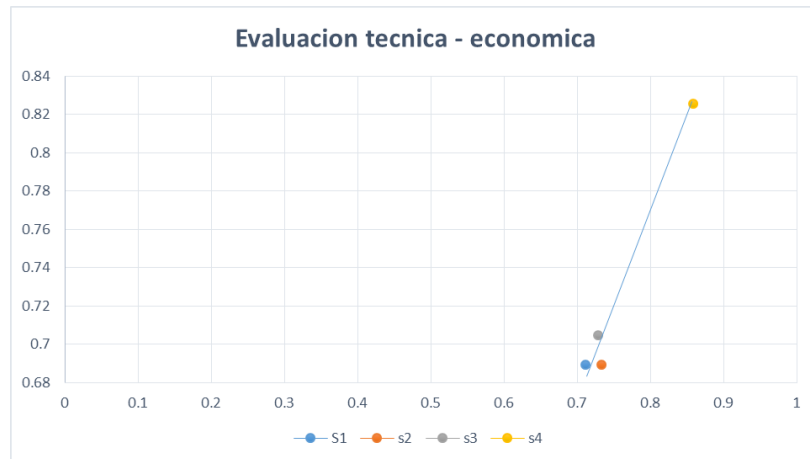


Figura 13. Grafica técnica-económica, Fuente elaboración propia.

Como se observa en el gráfico la solución 4 es la alternativa ideal para la elaboración del plan de mantenimiento para incremento de disponibilidad de equipos de flota en la empresa comunal.

CAPÍTULO V: CONSTRUCCIÓN

Descripción del mantenimiento actual de los equipos de la empresa comunal

La evaluación del mantenimiento actual en la empresa comunal se inicia revisando primero el organigrama encontrando uno básico, con funciones poco claras y a la vez mínimas para el personal de la empresa. No existe una organización del área de mantenimiento por lo tanto no existen objetivos ni metas establecidas de forma clara y fidedigna, se tiene que mencionar además que la empresa propiamente dicha carece de planeamiento general, por ello no cuentan con políticas de mantenimiento, no existe un orden claro para dar prioridad a los equipos que tengan mayor frecuencia de fallas, no se ha establecido un historial por cada reparación hecha en los equipos, puntualizándolo no documentación precisa de las fallas, tiempo de parada, tiempos de operación, etc. La empresa asegura una disponibilidad del 85%, pero no se encuentran análisis al respecto y su documentación es imprecisa.

El personal no cuenta con todos los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias, además de ello hay inexistencia de los manuales e instructivos de los equipos, los mantenimientos preventivos se desarrollan a criterio del mecánico y según sea necesidad, gran parte de los mantenimientos son correctivos el error cae en que no se documenta continuamente los trabajos, por ello no se ha establecido medidas de control que parte desde el solo hecho de ingresar información en formatos.

Identificación de equipos y componentes críticos

Determinación de los equipos.

Se contó para el proyecto con 12 equipos operativos, cuya marca vehicular es Volvo, la cual mostramos a continuación:

Tabla 6
Cantidad de equipos

N°	Descripción	Marca	Modelo
12	Camión Volquete	Volvo	FMX 440

Fuente: *Elaboración propia*

Funciones que desarrollan.

1. Traslado de agregados (desmonte, mineral, agregados, arena fina, otros).

Determinación de las fallas.

Se procede a determinar las fallas más frecuentes en las unidades operativas en los meses de enero, febrero y marzo 2019.

Tabla 7
Identificación de fallas

N°	Componentes	N° Fallas
1	Falla de rodamientos	25
2	Falla de caja de velocidades	17
3	Piñones de caja de cambio	13
4	Pines de compuerta de tolva	12
5	Fallas al arrancar	9
6	Compresor de aire	8
7	Fugas de aceite	8
8	Falla en sistema eléctrico	7
9	Falla en el cardan	5
	Total	104

Fuente: *Elaboración propia*

Identificación de componentes críticos haciendo uso de la técnica de Pareto.

Tabla 8
Frecuencia de fallas

Identificación de fallas	N° Fallas	frecuencia relativa	frecuencia acumulada
Falla de rodamientos	25	24%	24%
Falla de caja de velocidades	17	16%	40%
Piñones de caja de cambio	13	13%	53%
Pines de compuerta de tolva	12	12%	64%
Fallas al arrancar	9	9%	73%
Compresor de aire	8	8%	81%
Fugas de aceite	8	8%	88%
Falla en sistema eléctrico	7	7%	95%
Falla en el cardan	5	5%	100%
Total	104	100%	

Fuente: *Elaboración propia*

En la Tabla N° 6 se muestra el número de fallas frecuentes, la frecuencia relativa y acumulada posteriormente se presenta el diagrama de Pareto.

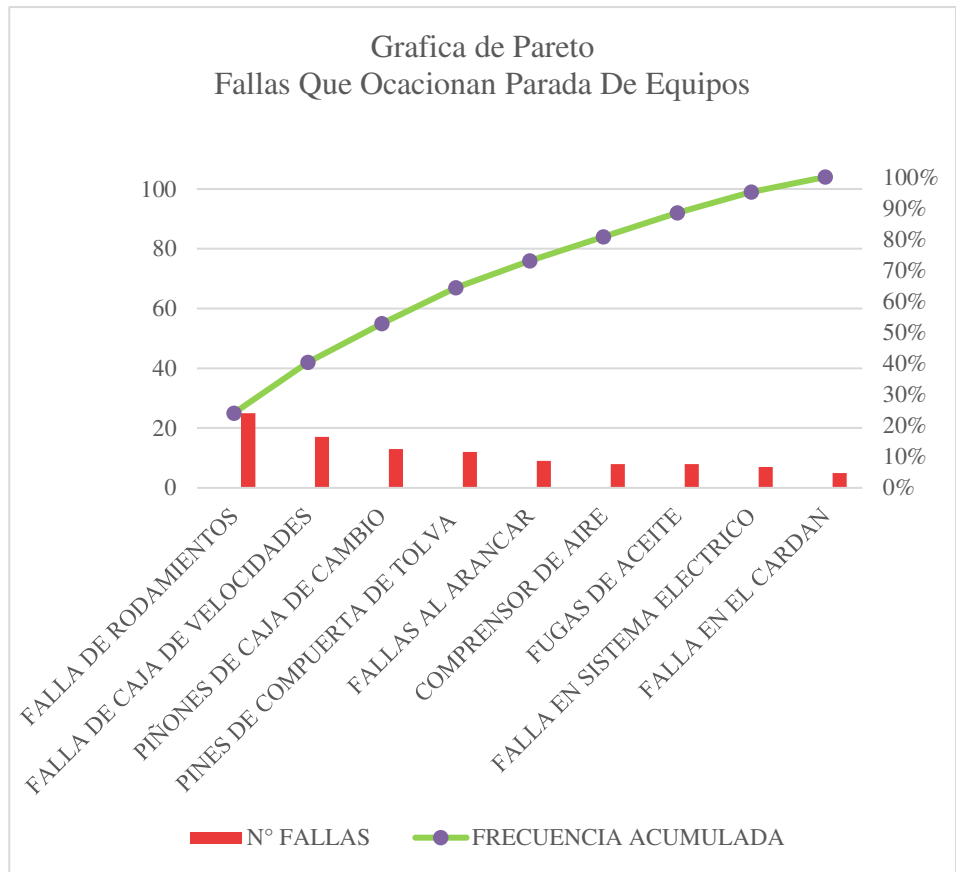


Figura 14. Diagrama de fallas que ocasionan parada de equipos, Fuente elaboración propia.

Determinación de las causas de falla.

Determinamos con el siguiente cuadro cuales son los orígenes que ocasionan desperfectos en los equipos.

Tabla 9
Causas que ocasionan la falla

Causa	Número de fallas	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Deterioro por fatiga	9	18%	18%

Falta plan de mantenimiento Mensual y anual	9	18%	35%
Problemas en el abastecimiento	9	18%	53%
Infraestructura Inadecuada	7	14%	67%
Operación deficiente por parte del operador	6	12%	78%
Deficiente calidad en repuestos	6	12%	90%
Carencia de estudio de vida útil de los repuestos	5	10%	100%
Total	51	100%	

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 7, se identifican las causas de los deterioros, esto se hizo mediante el análisis de la información proporcionada por la empresa comunal, los mayores porcentajes con 18% identifican como causa de fallas a los desgaste por fatiga, falta plan de mantenimiento mensual y anual y por ultimo a tener dificultades problemas en área de abastecimiento.

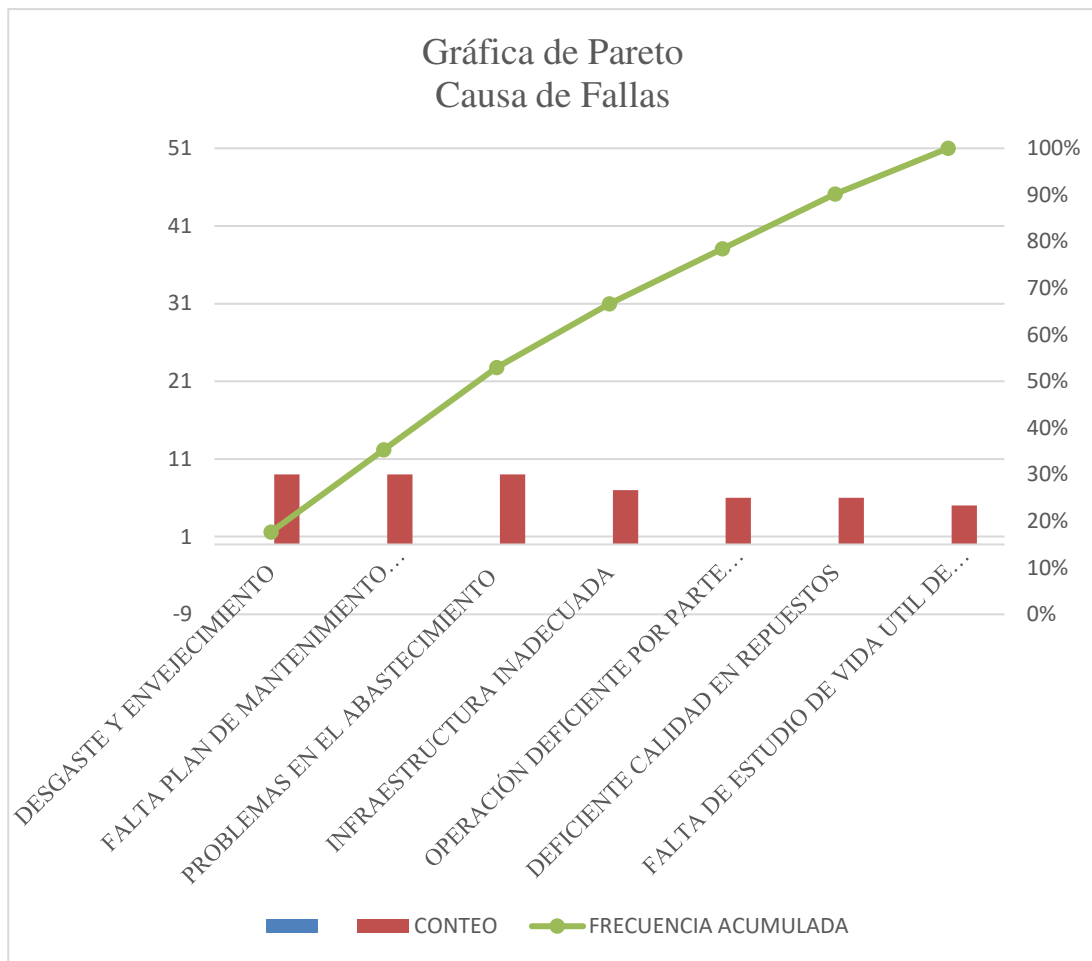


Figura 15. Causas que ocasionan fallas en equipos, Fuente elaboración propia.

Como podemos notar en el gráfico 14, mediante el uso de la técnica de Pareto nos permite identificar las causas que ocasionan fallas en la empresa comunal así mismo este análisis nos permite identificar sobre qué áreas se tendría que trabajar para minimizar el número de desperfectos en los volquetes FMX.

Plan de mantenimiento preventivo para la flota de equipos (volquetes FMX)

Se elabora para todos los sistemas del volquete, se realizara tomando en cuenta el horometro actual es decir el recorrido por cada equipo (volquete), también se basara en las especificaciones técnicas del fabricante Volvo Trucks Perú, se tomara el estado actual y las condiciones en las que se operan los equipos.

Para la elaboración y consecución de las diversas actividades de mantenimiento preventivo, la empresa viendo la necesidad de contar con un personal adecuado para el puesto es que ha considerado la pronta incorporación de un ingeniero mecánico u otro profesional que pueda encargarse del área, seguirán con la contratación del mecánico y ayudante del taller (llantero). La empresa comunal cuenta con un taller debidamente implementado para el desarrollo de trabajo, los repuestos, consumibles y otros son suministrados por la empresa comunal.

Se definirá las funciones a cada personal que este directamente relacionado en el área de mantenimiento.

Tabla 10
Funciones para el personal de mantenimiento

Cargo	Descripción de Actividades
Gerente	<ul style="list-style-type: none">• Planea, estructura, dirige y realiza el control de las funciones dentro de la empresa.• Indica al encargado o responsable para la respectiva elaboración del plan de mantenimiento preventivo.
Encargado del área de transporte	<ul style="list-style-type: none">• Ingresar la información correspondiente al inicio y fin de cada labor de mantenimiento de los volquetes FMX.• Elabora el plan de mantenimiento preventivo indicando su costo aproximado.

<p>(Ing. Mecánico y otro profesional)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta al Gerente para su aprobación y autorización. • Realiza el requerimiento de compra de repuestos, consumibles y otros. • Verifica el cumplimiento y ejecución de los procedimientos: Registro y control mediante uso de fichas correspondientes, de cada volquete FMX. • Elabora mensualmente el informe de mantenimientos correctivos, retroalimentado al área de mantenimiento. • Realiza y supervisa el mantenimiento de acuerdo a las condiciones asignadas
<p>Mecánico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe y/o elabora la solicitud de mantenimiento. • Inspecciona simultáneamente el estado de los volquetes • Informa al encargado o quienes haga de sus veces, el cumplimiento de sus funciones. • Realiza las reparaciones mecánicas, eléctricas, soldadura, acondicionamientos entre otras, a los sistemas y componentes de los volquetes, según la programación. • Realiza el requerimiento de insumos, consumibles y otros en coordinación permanente con el encargado o quienes haga de sus veces.
<p>Ayudantes de taller</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza el lavado exterior de las unidades para que los equipos ingresen a taller para sus respectivos mantenimientos. • Apoya en forma permanente al mecánico en las actividades para el cumplimiento de mantenimiento diario.
<p>Asistente de compras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recibir las solicitudes de requerimientos previamente aprobadas por el gerente con el presupuesto requerido para posteriormente hacer las compras de repuestos para el mantenimiento de los volquetes.

	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenar los requerimientos bajo un control que permita llevar un control adecuado y eficaz. • Entregar los repuestos según necesidad con el documento que sustente y las firmas respectivas de los encargados. • Realizar un informe mensual del inventario, de los repuestos, consumibles y otros relacionados con los volquetes e informar de los saldos existentes.
--	--

Fuente: *Elaboración propia.*

En la tabla 8, se desarrolló las funciones que deberían de cumplir el personal de la empresa comunal, personal directamente relacionada con el cumplimiento del área, se desarrolla esto con el fin de determinar cierta autonomía al momento de realizar sus funciones, y es que la empresa comunal no tenía definido en ningún documento cuales eran las funciones de cada colaborador del área de mantenimiento, y es que se regían solo de manera verbal.

Mantenimiento de preventivo para volquetes FMX.

Mantenimiento preventivo para los equipos volquetes obtenidos de los manuales de operación y mantenimiento de Volvo Perú. Se elaboró de acuerdo a las horas trabajadas.

4.- HIDRAULICO

- Revisar Nivel de Aceite.
- Revisar Fugas de Aceite.
- Revisar Respiradero de Tanque Hidráulico.
- Revisar Mando Neumático de Accionamiento.
- Revisar Válvula Control de Levante de Tolva.
- Revisar Telescopico de Levante de Tolva.
- Otros.....

5.- TRANSMISION

- Revisar Nivel de Liquido de Embrague.
- Revisar Nivel de Aceite.
- Revisar Respiradero de Caja de Camabios.
- Revisar Fugas de Aceite y Aire.
- Medir Desgaste de Discos de Embrague.
- Obtener Muestra de Aceite de Caja de Cambios.
- Revisar Juego en Crucetas.
- Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes.
- Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Del. Y Post.
- Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Del. Y Post.
- Revisar Nivel de Aceite en los Cubos Reductores.
- Revisar Fugas de Aceite en los Cubos Reductores.
- Obtener Muestra de Aceite de Cubos Reductores.
- Otros.....

6.- FRENOS

- Inspeccionar Carga de Compresor de Aire.
- Revisar Fugas de Aire en el Sistema de Frenos.
- Drenar Agua de Tanques de Aire.
- Inspeccionar Forros de Zapatas Delanteros y Posteriores.
- Otros.....

7.- CABINA

- Revisar Filtro de Cabina.
- Revisar Nivel de Agua de Limpiaparabrisas.
- Revisar Amortiguadores de Cabina
- Revisar Estado de los Limpiaparabrisas.
- Revisar Estado de los Parabrisas, Delantero y Laterales.
- Revisar Cinturón de Seguridad.
- Revisar Estado de los Espejos Retrovisores.
- Revisar Estado de los Controles en el Panel.
- Otros.....

8.- ELECTRICO

- Revisar Luces de Estacionamiento.
- Revisar Luces de Circulación (Luz Larga y de Cruce).
- Revisar Luz Larga y Luces Adicionales (Faros de Largo Alcance).
- Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.
- Revisar Luces de Freno.
- Revisar Luz Antiniebla.
- Revisar Luz de Faro Pirata (Retroceso).
- Revisar Circulina.
- Revisar Luces de Cabina.
- Revisar Luces de Tolva.
- Revisar Alarma de Retroceso.
- Revisar Estado y Electrolito de Baterias.
- Otros.....

9.- CHASIS Y SUSPENSION

- Inspeccionar Pines y Bocinos de Bisagra de Tolva.
- Revisar Planchas de Piso de Tolva.
- Revisar Travesaño.
- Revisar Amortiguadores.
- Revisar Barra de Reacción.
- Revisar Barra en "V".
- Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.
- Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.
- Verificar y Reajustar Guardas.

10.- LLANTAS

Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.

Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.

Revisar Fisuras en los Aros.

Medir Altura de Remanente de Neumáticos

Otros.....

11.- PRUEBA DE CALIDAD

--	--	--

TRABAJOS PENDIENTES :

.....

.....

.....

.....

MEDIDA FORROS DE FRENSOS (mm)			
		LH	RH
1er. Eje	Sup.		
	Inf.		
2do. Eje	Sup.		
	Inf.		
3er. Eje	Sup.		
	Inf.		

MEDIDA DE NEUMATICOS (mm)				
		Pos. Neum.	Interna	Externa
1		Pos. 1		
		Pos. 2		
2		Pos. 3		
		Pos. 4		
5		Pos. 5		
		Pos. 6		
8		Pos. 7		
		Pos. 8		
9		Pos. 9		
		Pos. 10		

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

Tec. Participante(s) :

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____

Firma(s):

Hr(s):

Jefe Encargado

Mecanico

10.- LLANTAS

Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.

Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.

Revisar Fisuras en los Aros.

Medir Altura de Remanente de Neumáticos.

Otros.....

11.- PRUEBA DE CALIDAD

--	--	--

TRABAJOS PENDIENTES :

.....

.....

.....

MEDIDA FORROS DE FRENOS (mm)			LH	RH
1er. Eje	Sup.			
	Inf.			
2do. Eje	Sup.			
	Inf.			
3er. Eje	Sup.			
	Inf.			

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

MEDIDA DE NEUMATICOS (mm)			Pos. Neum.	Interna	Externa
1		2	Pos. 1		
			Pos. 2		
3		4	Pos. 3		
			Pos. 4		
5		6	Pos. 5		
			Pos. 6		
7		8	Pos. 7		
			Pos. 8		
9		10	Pos. 9		
			Pos. 10		

Jefe Encargado

Mecanico

9.- CHASIS Y SUSPENSION

Inspeccionar Pines y Bocinas de Bisagra de Tolva.
 Revisar Planchas de Piso de Tolva.
 Revisar Travesaño.
 Revisar Amortiguadores.
 Revisar Barra de Reacción.
 Revisar Barra en "V".
 Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.
 Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.
 Verificar y Reajustar Guardas.
 Otros.....

10.- LLANTAS

Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.
 Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.
 Revisar Fisuras en los Aros.
 Medir Altura de Remanente de Neumáticos.
 Otros.....

11.- PRUEBA DE CALIDAD

--	--	--

TRABAJOS PENDIENTES :

.....

MEDIDA FORROS DE FRENS (mm)			LH	RH
1er. Eje	Sup.			
	Inf.			
2do. Eje	Sup.			
	Inf.			
3er. Eje	Sup.			
	Inf.			

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Parm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

MEDIDA DE NEUMATICOS (mm)			Pos. Neum.	Interna	Externa
1		2	Pos. 1		
			Pos. 2		
3		4	Pos. 3		
			Pos. 4		
5		6	Pos. 5		
			Pos. 6		
7		8	Pos. 7		
			Pos. 8		
9		10	Pos. 9		
			Pos. 10		

 Jefe Encargado

 Mecanico

3.- DIRECCIÓN

- Cambiar Aceite de Dirección.
- Cambiar Filtro de Aceite de Dirección.
- Revisar Nivel de Aceite.
- Revisar Fugas de Aceite.
- Revisar Terminales.
- Revisar Rodamientos Delanteros.
- Obtener Muestra de Aceite de Dirección.
- Otros.....

4.- HIDRAULICO

- Cambiar Aceite del Sistema de Levante de Tolva.
- Cambiar Filtro del Sistema de Levante de Tolva.
- Revisar Nivel de Aceite.
- Revisar Fugas de Aceite.
- Revisar Respiradero de Tanque Hidráulico.
- Revisar Mando Neumático de Accionamiento.
- Revisar Válvula Control de Levante de Tolva.
- Revisar Telescopico de Levante de Tolva.
- Otros.....

5.- TRANSMISION

- Cambiar Aceite de Caja de Cambios.
- Cambiar Filtro de Aceite de Caja de Cambios.
- Cambiar Aceite de los Ejes Posteriores (Diferenciales y Cubos).
- Revisar Nivel de Líquido de Embrague.
- Revisar Nivel de Aceite.
- Revisar Respiradero de Caja de Cambios.
- Revisar Fugas de Aceite y Aire.
- Medir Desgaste de Discos de Embrague.
- Obtener Muestra de Aceite de Caja de Cambios.
- Revisar Juego en Crucetas.
- Revisar Ajuste de Pernos de Cardanes.
- Revisar Nivel de Aceite de Diferencial Del. Y Post.
- Revisar Fuga de Aceite en Diferencial Del. Y Post.
- Revisar Nivel de Aceite en los Cubos Reductores.
- Revisar Fugas de Aceite en los Cubos Reductores.
- Obtener Muestra de Aceite de Cubos Reductores.

6.- FRENOS

- Cambiar Filtro Secador de Aire.
- Inspeccionar Carga de Compresor de Aire.
- Revisar Fugas de Aire en el Sistema de Frenos.
- Drenar Agua de Tanques de Aire.
- Inspeccionar Forros de Zapatas Delanteros y Posteriores.
- Otros.....

7.- CABINA

- Cambiar Filtro de Cabina.
- Revisar Nivel de Agua de Limpieparabrisas.
- Revisar Amortiguadores de Cabina
- Revisar Estado de los Limpiaparabrisas.
- Revisar Estado de los Parabrisas, Delantero y Laterales.
- Revisar Cinturón de Seguridad.
- Revisar Estado de los Espejos Retrovisores.
- Revisar Estado de los Controles en el Panel.
- Otros.....

8.- ELECTRICO

- Revisar Luces de Estacionamiento.
- Revisar Luces de Circulación (Luz Larga y de Cruce).
- Revisar Luz Larga y Luces Adicionales (Faros de Largo Alcance).
- Revisar Luces Intermitentes de Advertencia.
- Revisar Luces de Freno.
- Revisar Luz Antiniebla.
- Revisar Luz de Faro Pirata (Retroceso).
- Revisar Circulina.
- Revisar Luces de Cabina.
- Revisar Luces de Tolva.
- Revisar Alarma de Retroceso.
- Revisar Estado y Electrolito de Baterías.
- Otros.....

9.- CHASIS Y SUSPENSION

- Inspeccionar Pines y Bocinas de Bisagra de Tolva.
- Revisar Planchas de Piso de Tolva.
- Revisar Travesaño.
- Revisar Amortiguadores.
- Revisar Barra de Reacción.
- Revisar Barra en "V".
- Revisar Hojas de Muelle Delantero - Posterior.
- Revisar Soportes y Abrazaderas de Muelle.
- Verificar y Reajustar Guardas.

10.- LLANTAS

Verificar Presión de Aire en los Neumaticos.

Revisar Ajuste de Pernos de Rueda.

Revisar Fisuras en los Aros.

Medir Altura de Remanente de Neumáticos.

Otros.....

11.- PRUEBA DE CALIDAD

--	--	--

TRABAJO PENDIENTES :

.....

.....

.....

.....

MEDIDA FORROS DE FRENOS (mm)			
		LH	RH
1er. Eje	Sup.		
	Inf.		
2do. Eje	Sup.		
	Inf.		
3er. Eje	Sup.		
	Inf.		

MEDIDA DE NEUMATICOS (mm)				
		Pos. Neum.	Interna	Externa
1		Pos. 1		
		Pos. 2		
2		Pos. 3		
		Pos. 4		
3		Pos. 5		
		Pos. 6		
4		Pos. 7		
		Pos. 8		
5		Pos. 9		
		Pos. 10		
6		Pos. 11		
		Pos. 12		

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mm)			
M. Max. Perm.	Med. Est.	Medida Actual	Desgaste

Jefe Encargado

Mecanico

Figura 16. Plan de mantenimiento, Fuente elaboración propia.

Formulas usadas para el cálculo de indicadores de mantenimiento

Con revisión de documentación de la empresa comunal se realiza el análisis que abarcara los meses de enero, febrero y marzo 2019.

Indicadores antes del plan de mantenimiento.

Tiempo promedio para fallas.

Indicador que muestra la probabilidad de que un equipo cumpla satisfactoriamente sus funciones para el cual ha sido diseñado, durante un tiempo determinado y bajo ciertas condiciones. Y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{HROPN}}{\text{FALLAS}}$$

Donde:

MTBF = Tiempo promedio entre fallas.

HROP = Horas operación esto será = tiempo total de operación – tiempo de reparaciones.

Nº FALLAS = Número de fallas detectadas.

Tabla 11

Análisis del tiempo promedio entre falla

Volquete Código	Modelo	Nº Fallas	Tiempo total de operación	Tiempo total de reparaciones	Tiempo disponible de operación (HROP)	MTBF (horas)
ECO 01	FMX	53	3600	932	2668	50.3
ECO 02	FMX	51	3600	985	2615	51.3
ECO 03	FMX	58	3600	880	2720	46.9
ECO 04	FMX	47	3600	680	2920	62.1
ECO 05	FMX	49	3600	785	2815	57.4
ECO 06	FMX	37	3600	874	2726	73.7

ECO 07	FMX	38	3600	607	2993	78.8
ECO 08	FMX	39	3600	720	2880	73.8
ECO 09	FMX	37	3600	764	2836	76.6
ECO 10	FMX	38	3600	743	2857	75.2
ECO 11	FMX	35	3600	854	2746	78.5
ECO 12	FMX	34	3600	432	3168	93.2

Fuente: *Elaboración propia*

La tabla presentada se muestra el número de desperfectos de todos los volquetes FMX de la empresa comunal, se le asignó a cada equipo las iniciales de ECO seguidos de los números de acuerdo a las adquisidores hechas por las empresas, así mismo el número de fallas que pudieron tener durante las fechas de enero a marzo del 2019, notamos que el ECO03 es quien presento más número de fallas esto debido a que presentaba fallas en la caja y requirió cambio completo, el ECO12 es quien presento menor número de fallas ya que es el de más reciente adquisición.

Tiempo medio entre reparaciones.

Indicador que nos muestra la probabilidad de que un equipo en estado de falla, pueda ser reparado en un periodo de tiempo dado.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{TTF}}{\text{N}^\circ \text{FALLAS}}$$

Donde:

MTTF = Tiempo medio entre fallas.

TTF = Tiempo total de fallas.

N° Fallas = Número de fallas detectadas.

Tabla 12

Análisis del promedio de reparaciones

Volquete Código	Modelo	N° Fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR)	MTTR (Horas)
ECO 01	FMX	53	932	17.6
ECO 02	FMX	51	985	19.3
ECO 03	FMX	58	880	15.2
ECO 04	FMX	47	680	14.5
ECO 05	FMX	49	785	16.0
ECO 06	FMX	37	874	23.6
ECO 07	FMX	38	607	16.0
ECO 08	FMX	39	720	18.5
ECO 09	FMX	37	764	20.6
ECO 10	FMX	38	743	19.6
ECO 11	FMX	35	854	24.4
ECO 12	FMX	34	432	12.7

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 12 se puede ver el tiempo promedio de reparaciones de los volquetes FMX de la empresa comunal, el ECO 02 es el equipo que requirió mayor tiempo de reparación esto debido a que en dos oportunidades el equipo tuvo que bajar de la unidad de operación a la ciudad de Arequipa por presentar problemas que no pudieron ser resueltos en el taller de operación, el tiempo que se encontró en Arequipa por reparación fueron en total 10 días. El tiempo medio entre reparaciones que implica un mayor número de horas es del ECO 11 con 24.4 horas.

Disponibilidad.

Se calcula de la siguiente manera:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:

D = disponibilidad.

MTBF = tiempo promedio entre fallas.

MTTR = tiempo promedio de reparacion.

El cual nos da como resultado:

Tabla 13

Disponibilidad antes del plan de mantenimiento

Volquete Código	Modelo	MTTR (Horas)	MTBF (horas)	Disponibilidad	Disponibilidad %
ECO 01	FMX	17.6	50.3	0.741	74%
ECO 02	FMX	19.3	51.3	0.726	73%
ECO 03	FMX	15.2	46.9	0.756	76%
ECO 04	FMX	14.5	62.1	0.811	81%
ECO 05	FMX	16.0	57.4	0.782	78%
ECO 06	FMX	23.6	73.7	0.757	76%
ECO 07	FMX	16.0	78.8	0.831	83%
ECO 08	FMX	18.5	73.8	0.800	80%
ECO 09	FMX	20.6	76.6	0.788	79%
ECO 10	FMX	19.6	75.2	0.794	79%
ECO 11	FMX	24.4	78.5	0.763	76%
ECO 12	FMX	12.7	93.2	0.880	88%
Promedio					79%

Fuente: *Elaboración propia*

En la Tabla N°13, se puede observar que el porcentaje mínimo de disponibilidad por volquete FMX es el ECO 02 era de 73 %, sacando un promedio general de los 12 volquetes FMX obtenemos que la empresa comunal tiene una disponibilidad del 79% con la elaboración del plan de mantenimiento se busca aumentar dicho porcentaje.

Indicadores después del plan de mantenimiento preventivo.

El análisis comprende los meses abril, mayo y junio del año 2019.

Tiempo promedio para fallas.

Tabla 14

Tiempo promedio- fallas

Volquete Código	Modelo	N° Fallas	Tiempo total de operación	Tiempo total de reparación	Tiempo disponible en operación (TBF)	MTBF (horas)
ECO 01	FMX	41	3600	600	3000	73.17
ECO 02	FMX	38	3600	732	2868	75.47
ECO 03	FMX	39	3600	680	2920	74.87
ECO 04	FMX	37	3600	590	3010	81.35
ECO 05	FMX	49	3600	600	3000	61.22
ECO 06	FMX	30	3600	650	2950	98.33
ECO 07	FMX	38	3600	508	3092	81.37
ECO 08	FMX	33	3600	613	2987	90.52
ECO 09	FMX	29	3600	584	3016	111.03
ECO 10	FMX	28	3600	610	2990	115.00
ECO 11	FMX	27	3600	487	3113	120.74
ECO 12	FMX	20	3600	327	3273	166.15

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 14, se encuentra los datos registrados del número de fallas presentadas en los volquetes FMX de la empresa comunal, esto durante los meses posteriores de haber elaborado el plan de mantenimiento, podemos observar que el ECO 01 es la unidad que presento mayor número de fallas esto con 41 fallas, en términos de tiempo promedio entre fallas el ECO 12 se encuentra con mayor promedio de horas con 166.15, y con menor número de horas el ECO 05 este equipo con 61.22 horas, se puede observar una disminución considerable en fallas en todos los volquetes.

Tiempo promedio para reparaciones.

Tabla 15

Tiempo promedio entre reparaciones

Volquete Código	Modelo	N° Fallas	Tiempo total de reparaciones (TTR)	MTTR (Horas)
ECO 01	FMX	41	600	14.63
ECO 02	FMX	38	732	19.26
ECO 03	FMX	39	680	17.44

ECO 04	FMX	37	590	15.95
ECO 05	FMX	49	600	12.24
ECO 06	FMX	30	650	21.67
ECO 07	FMX	38	508	13.37
ECO 08	FMX	33	613	18.58
ECO 09	FMX	29	380	13.10
ECO 10	FMX	28	380	13.57
ECO 11	FMX	27	340	12.59
ECO 12	FMX	20	277	13.85

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 15 identificamos el tiempo promedio para reparaciones, el ECO 06 es el equipo con mayores horas promedio de reparación esto con 21.67, así mismo también podemos observar que el ECO 05 es el equipo con menor número de horas promedio en reparación esto con 12.24.

Disponibilidad posterior al plan de mantenimiento.

Tabla 16

Disponibilidad posterior al plan de mantenimiento

Volquete Código	Modelo	MTTR (Horas)	MTBF (horas)	Disponibilidad	Disponibilidad %
ECO 01	FMX	14.63	73.17	0.833	83%
ECO 02	FMX	19.26	75.47	0.797	80%
ECO 03	FMX	17.44	74.871	0.811	81%
ECO 04	FMX	15.95	81.35	0.836	84%
ECO 05	FMX	12.24	61.22	0.833	83%
ECO 06	FMX	21.67	98.33	0.819	82%
ECO 07	FMX	13.37	81.37	0.859	86%
ECO 08	FMX	18.58	90.52	0.830	83%
ECO 09	FMX	13.10	111.03	0.894	89%
ECO 10	FMX	13.57	115	0.894	89%
ECO 11	FMX	12.59	120.74	0.906	91%
ECO 12	FMX	13.85	166.15	0.923	92%
Promedio					85%

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 16 se observa la disponibilidad de todos los volquetes FMX de la empresa comunal, el equipo con mayor disponibilidad es el ECO 12 con un 92 %, el equipo con menor disponibilidad durante el periodo de marzo a junio es el ECO 02 esto debido a que el equipo ha presentado problemas de caja y requirió bajar a la ciudad de Arequipa por reparaciones.

Comparativo antes y después del plan de mantenimiento.

Tabla 17

Comparativo de la disponibilidad de la empresa comunal

Volquete código	Antes del plan de mantenimiento	Después del plan de mantenimiento
ECO 01	74%	83%
ECO 02	73%	80%
ECO 03	76%	81%
ECO 04	81%	84%
ECO 05	78%	83%
ECO 06	76%	82%
ECO 07	83%	86%
ECO 08	80%	83%
ECO 09	79%	89%
ECO 10	79%	89%
ECO 11	76%	91%
ECO 12	88%	92%
Promedio	79%	85%

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 17 se realiza un cuadro comparativo de un antes y un después del plan de mantenimiento, realizando un promedio entre todas las unidades de la empresa comunal se observa que ellos tenían una disponibilidad del 79 % ya que la mayoría de sus trabajos en el área de mantenimiento eran tareas correctivas y no disponían de un plan de mantenimiento, posterior al plan de mantenimiento es posible incrementar esta disponibilidad a un 85 %.

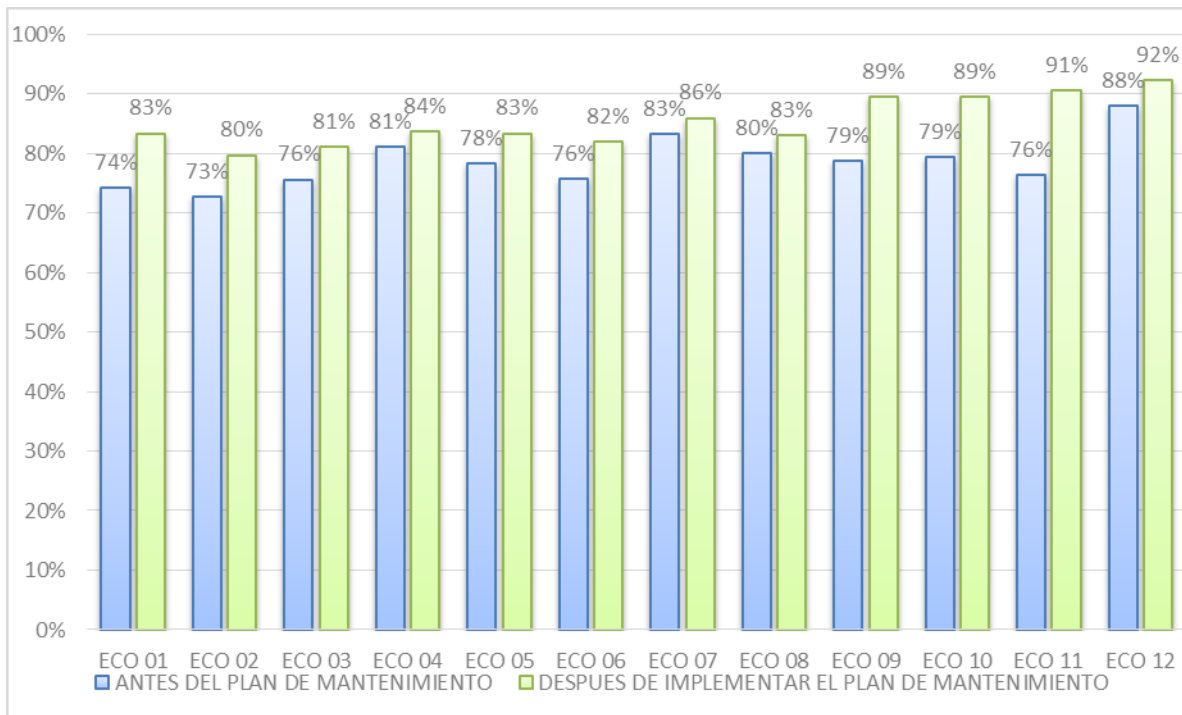


Figura 17. Gráfico de disponibilidad de la empresa comunal antes y después del plan de mantenimiento, Fuente elaboración propia.

El grafico nos ilustra el nivel de disponibilidad de cada volquete FMX de la empresa comunal nos muestra un antes y un después, en la mayoría de equipos ha habido una mejora notable, el ECO 02 presentaba la menor disponibilidad en operación debido a las fallas ocurrentes y con el plan de mantenimiento aumento su disponibilidad de manera favorable al 80 %.

Costos operativos antes del mantenimiento preventivo.

De acuerdo con la documentación encontrada en la empresa comunal presentamos la siguiente información correspondiente:

Las actividades por costos operativos se tomaran por un periodo de 3 meses enero, febrero y marzo del 2019.

Costo por mano de obra.

Tabla 18

Costos por mano de obra antes del plan de mantenimiento

Descripción	Costo mensual	Costo total
Mecánico	S/. 2,750.00	S/. 7,500.00
Ayudante mecánico	S/. 1,850.00	S/. 5,550.00
Total	S/. 4,600.00	S/. 13,050.00

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 18 se muestra los costos relacionados con los sueldos de los colaboradores de la empresa comunal, esto durante los meses de enero a marzo del año 2019.

Costo por consumibles y repuestos en taller.

Tabla 19

Costo de consumibles en taller antes del plan de mantenimiento

Consumibles en taller	Costo total (soles)
Aceite y lubricantes	S/. 9,498.94
Filtros de aire, aceite, etc.	S/. 18,467.70
Diverso material eléctrico	S/. 3,200.00
Diverso material de ferretería	S/. 4,820.00
consumibles taller	S/. 3,320.00
otros materiales	S/. 2,500.00
Total	S/. 41,806.60

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 19 encontramos los materiales consumibles es decir lo que diariamente se utiliza y que deben estar presente en el taller de la empresa, se encuentra que los filtros y otros son los de mayor costo económico con un s/. 18,467.7 esto debido a que son 12 volquetes FMX y al

momento de adquirir estos materiales lo hacen directamente con su proveedor principal VOLVO, esto para poder cumplir con la vida útil de cada equipo.

Tabla 20

Costo repuestos antes del plan de mantenimiento

Subsistemas	Repuestos	Costo total (soles)
Motor	Reten de cigüeñal	S/. 1,880.48
	Cigüeñal	S/. 11,361.02
	Inyector	S/. 10,527.60
	Válvula de control	S/. 526,526.00
	Abrazadera	S/. 689.52
	Otros	S/. 11,342.56
Suspensión de ruedas y Dirección	Bomba de dirección	S/. 8,810.00
	Cartucho de filtro aceite de dirección	S/. 392.00
	Otros	S/. 10,879.76
Transmisión	Caja de cambios	S/. 66,599.00
	Embrague	S/. 15,278.64
	Cruceta	S/. 4,584.78
	Válvula bloqueo	S/. 5,314.40
	Otros	S/. 7,554.76
Frenos	Kit cabezal de pistón	S/. 644.88
	Válvula freno de mano	S/. 1,892.40
	Sensor ABS	S/. 1,903.98
	Otros	S/. 9,380.00
Carrocería, Cabina e interior	Resorte de neumático	S/. 2,853.60
	Amortiguador	S/. 3,600.00
	Tope de pluma	S/. 530.00
	Otros	S/. 8,000.00
Eléctrico	Anillo reten	S/. 771.40
	Baterías	S/. 1,991.34
	Alternador	S/. 9,051.69
	Sensor nivel de combustible	S/. 3,139.29
	Otros	S/. 8,450.00
Chasis y suspensión	Varilla de articulación	S/. 5,100.00
	Manguera	S/. 1,500.00
	Resorte de presión	S/. 1,589.00

	Pestillo	S/.	5,292.09
	Amortiguadores	S/.	3,373.10
Llantas	Llantas nuevas	S/.	34,000.00
	Rencauche de llantas	S/.	23,000.00
Bastidor, amortiguador y ruedas	Ballesta	S/.	8,716.15
	Resorte neumático	S/.	5,617.12
	Amortiguadores	S/.	6,448.10
	Buje de goma	S/.	903.04
	Otros	S/.	6,750.00
Total		S/.	836,237.70

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 20 encontramos la lista de repuestos necesarios para el mantenimiento de los equipos, los costos presentados con elevados esto debido a que la mayoría de actividades eran correctivas y no se detecta en forma oportuna las fallas futuras, se encuentra que en el subsistemas motor: válvula de control son los repuestos de mayor costo, y esto directamente relacionado con el cambio de caja en uno de los volquetes FMX.

Costos por trabajo derivados a terceros.

Tabla 21

Trabajos derivados a terceros antes del plan de mantenimiento

Descripción	Costo Total
ECO 1	S/. 2,500.00
ECO 2	S/. 2,500.00
ECO 4	S/. 2,500.00
ECO 6	S/. 2,500.00
Total	S/. 10,000.00

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 21 se muestra los costos por trabajos directamente relacionados a personal que no labora en la empresa comunal, esto es debido a que los volquetes FMX han requerido de cambios de caja y por ser un trabajo complejo el mecánico de la empresa no contaba con los

conocimientos y habilidades necesarios para desarrollar este trabajo, se optó por un mecánico empírico externo para estos trabajos.

Total Costos operativos

Tabla 22

Total costos operativos antes de plan de mantenimiento

Descripción	Total
Mano de obra	S/. 13,050.00
Consumibles	S/. 41,806.60
Repuestos	S/. 836,237.70
Trabajos derivados a terceros	S/. 10,000.00
Total	S/. 901,094.32

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22, es una tabla resumen de todos los costos del mantenimiento que se desarrollaba en la empresa comunal, como se ilustra los repuestos y consumibles son los que representan mayores montos ambos con un total de s/. 87,8044.30.

Costos operativos después del plan de mantenimiento preventivo.

Para poder realizar los cálculos de los costos operativos se tomaron los 3 meses abril, mayo y junio del 2019, obteniendo como resultado:

Costo por mano de obra.

Tabla 23

Costo de mano de obra después del plan de mantenimiento

Descripción	Costo mensual	Costo total
Mecánico	S/. 2,750.00	S/. 7,500.00
Ayudante mecánico	S/. 1,850.00	S/. 5,550.00
Total	S/. 4,600.00	S/. 13,050.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se visualiza los costos de mano de obra como se ve, son costos fijos que se mantienen y no pueden variar ya que son los sueldos de los colaboradores que laboran en el área de mantenimiento, sería desmotivador y en perjuicio de los mismos si se llegaran a disminuir.

Costo por consumibles y repuestos en taller.

Tabla 24

Costo por consumibles en taller después de plan de mantenimiento

Consumibles en taller	Costo total (soles)
Aceite y lubricantes	S/. 6,500.94
Filtros de aire, aceite, etc.	S/. 16,327.7
Diverso material eléctrico	S/. 2,200.0
Diverso material de ferretería	S/. 4,820.0
consumibles taller	S/. 1,220.0
otros materiales	S/. 1,500.0
Total	S/. 32,568.6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se encuentra los costos en lo que respecta a consumibles en el taller, después del plan de mantenimiento se muestra cierta reducción en todos los consumibles, sigue manteniéndose los filtros y otros como consumibles de alto costo y esto debido a que todos los volquetes FMX requieren de estos cambios y no son opcionales.

Tabla 25

Costo por repuestos en taller después de plan de mantenimiento

Subsistemas	Repuestos	Costo total (soles)
Motor	reten de cigüeñal	S/. 1,880.48
	Cigüeñal	S/. 9,231.02
	Inyector	S/. 9,000.00
	Válvula de control	S/. 31,650.00
	Abrazadera	S/. 320.52
	otros	S/. 5,532.16

Suspensión de ruedas y Dirección	Bomba de dirección	S/.	6,310.00
	cartucho de filtro aceite de dirección	S/.	150.00
	otros	S/.	7,600.00
Transmisión	caja de cambios	S/.	-
	embrague	S/.	10,638.12
	cruceta	S/.	3,700.78
	válvula bloqueo	S/.	5,012.20
	otros	S/.	4,890.54
Frenos	kit cabezal de pistón	S/.	350.00
	válvula freno de mano	S/.	1,311.50
	Sensor ABS	S/.	900.32
	Otros	S/.	6,300.00
Carrocería, Cabina e interior	resorte de neumático	S/.	2,300.00
	amortiguador	S/.	3,600.00
	tope de pluma	S/.	130.00
	otros	S/.	7,000.00
Eléctrico	anillo reten	S/.	900.00
	baterías	S/.	1,991.34
	alternador	S/.	8,420.21
	sensor nivel de combustible	S/.	1,632.79
	otros	S/.	6,432.00
Chasis y suspensión	Varilla de articulación	S/.	4,300.00
	manguera	S/.	1,200.00
	resorte de presión	S/.	1,800.00
	Pestillo	S/.	4,900.00
	Amortiguadores	S/.	4,000.80
Llantas	llantas nuevas	S/.	-
	rencauche de llantas	S/.	18,800.00
Bastidor, amortiguador y ruedas	Ballesta	S/.	7,890.15
	resorte neumático	S/.	5,617.12
	Amortiguadores	S/.	6,000.00
	buje de goma	S/.	800.00
	Otros	S/.	8,200.00
Total		S/.	200,692.05

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 25 muestra los costos de repuestos requeridos para diferentes volquetes FMX, se ve que en ciertos subsistemas ya no hay montos, esto debido a que ya no se ha requerido de esos

repuestos en ninguno de los volquetes. En el subsistema motor: válvula de control es el repuesto de mayor valor dentro del periodo evaluado esto con s/. 31,650.00 seguido de rencauche de llantas el ultimo mención pues los equipos laboran en áreas que cortan las llantas.

Costos por trabajo derivados a terceros.

Tabla 26

Costo de trabajos derivados a terceros después del plan de mantenimiento

Descripción	Costo Total
ECO 1	S/. 2,500.00
ECO 2	S/. 2,500.00
Total	S/. 5,000.00

Fuente: *Elaboración propia*

En lo que representa a la tabla 26 hay una reducción considerable en los trabajos derivados a tercero, como se ve solo dos volquetes han requerido la intervención de un mecánico externo se espera que se siga reduciendo en los futuros análisis.

Total Costos operativos.

Tabla 27

Total costos operativos después del plan de mantenimiento

Descripción	Total
Mano de obra	S/. 13,050.00
Consumibles	S/. 32,568.6
Repuestos	S/. 200,692.05
Trabajos derivados a terceros	S/. 5,000.00
Total	S/. 251,310.67

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 27, cuadro resumen los costos que se han requerido después del plan de mantenimiento para los volquetes FMX, esto corresponde a los meses de marzo a junio.

Comparación de costos de mantenimiento antes y después del plan de mantenimiento.

Tabla 28

Comparación de los costos de mantenimiento

Descripción	Antes	Después
Mano de obra	S/. 13,050.00	S/. 13,050.00
Consumibles	S/. 41,806.6	S/. 32,568.6
Repuestos	S/. 836,237.70	S/. 200,692.05
Trabajos derivados a terceros	S/. 10,000.00	S/. 5,000.00
Total	S/. 901,094.32	S/. 251,310.67

Fuente: *Elaboración propia*

Como observamos la tabla N° 28, con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, se redujeron los costos por trabajos derivados a terceros. Además se demuestra que los costos de mantenimiento se reducen de S/. 901,094.32 a S/. 251,310.67 reduciendo los costos de manera significativa.

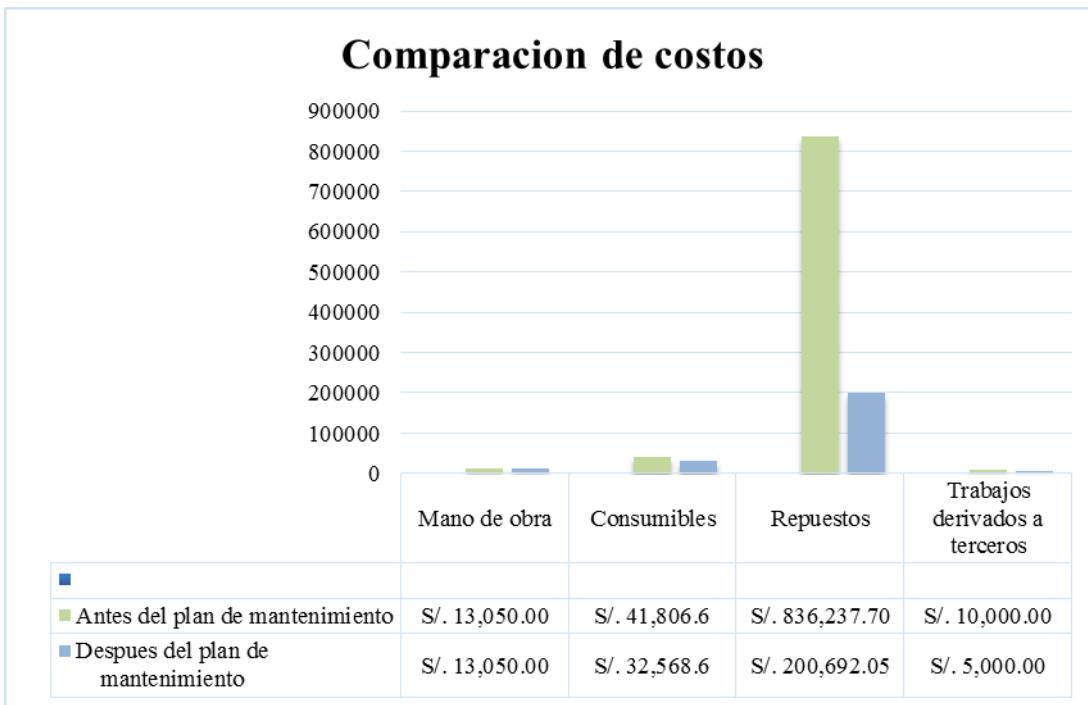


Figura 18 Comparación de costos antes y después del plan de mantenimiento, Fuente elaboración propia

En el gráfico anterior se ilustra el comparativo de costos de mantenimiento, como se ve gráficamente hay una reducción positiva en lo que representa a repuestos, con el plan de mantenimiento al realizar periódicamente los mantenimientos se prevén futuras fallas.

Discusión y resultados

La disponibilidad depende directamente en la operatividad de cada volquete, para ello se tiene que tener la eficiencia y eficacia en los procesos de mantenimiento en la empresa comunal buscando siempre la mejora continua a lo largo de sus procesos esto permitiéndole estar vigente en el mercado, mostrando calidad en sus servicios prestados. La disponibilidad de los equipos en la empresa comunal es el tiempo que un volquete está disponible esto desde el tiempo de operación, mantenimiento, labores administrativas y logística.

Se puede hacer el cálculo, si se llega a tener un plan de mantenimiento previamente instalado, pero al momento de realizar el presente proyecto la empresa no contaba con documentos que respalden la afirmación de tener una confiabilidad de 85 % ya que la mayoría de sus mantenimientos son correctivos realizados con documentación poco constante e irregular.

Mediante la identificación de los componentes críticos, se puede lograr el objetivo propuesto pues permite tener una especial atención en esos componentes (elementos individuales).

El mantenimiento que se desarrolla en la empresa comunal suma altos costos en sus estados financieros, situación puso en alerta al actual gerente, esto ponía en desventaja a la empresa frente a su competencia directa, ya que también se sumaba a esto la disminución en la disponibilidad de sus equipos. El mantenimiento moderno por decirlo así, está dirigido a encontrar la mejora continua a través de sus procesos es aquí donde encuentra a sus unidades de transporte, seguridad social y medioambiental, adecuado control de costos, etc.

La inexistencia de un plan de mantenimiento en estas empresas de reciente iniciación indica una baja disponibilidad de sus equipos por más que recientemente se hayan renovado sus equipos.

Se pueden mejorar los porcentajes de disponibilidad, cuando en primera instancia los gerentes o quienes hagan de sus veces hayan tomado en cuenta que contar con un profesional calificado, que pueda asegurar un compromiso con la organización, a través del cumplimiento de los objetivos del área de mantenimiento es necesario.

Para la empresa comunal, se elaboró el plan de mantenimiento cubriendo las exigencias demandadas para aumentar la disponibilidad de sus equipos, la empresa indicaba verbalmente tener una disponibilidad del 85 %, pero luego de realizar el cálculo de la disponibilidad real se

encontró que en promedio contaba con 79 % esto fue realizado en base a la documentación que la empresa tenía.

El proyecto permitió aumentar la disponibilidad de sus equipos de flota volquetes FMX en 85% y a la vez reducir los altos costos de mantenimiento, que se veían en repuestos e insumos de consumo, esto permite mejorar la imagen empresarial de la empresa comunal frente al mercado donde se encuentra actualmente.

Documentación para el control del plan mantenimiento preventivo

La documentación que se presenta, permite registrar la información correspondiente de los trabajos realizados en los equipos volquetes FMX.

Orden de trabajo.

El formato de orden de trabajo es un documento que permite ingresar información de trabajos realizados en mantenimiento preventivo o correctivo no programado, tiene que llenarse en la fecha que se realiza los trabajos, esto para tener un mayor control.

ORDEN DE TRABAJO					
PLACA DE UNIDAD:		Marca/Modelo		N° de Orden	
Fecha de realización	Hora de Inicio		KM/HRAS Actual		
	Hora de Terminó				
Tipo de Mantenimiento		Motor		Neumáticos	
		Eléctrico		Aire Acondicionado	
		Lubricación		Transmisión	
		Suspensión		Dirección	
		Ventilación		Otros	
Materiales y repuestos utilizados					
Descripción del trabajador a realizar					
Observaciones					
Jefe de Mantenimiento				Mecánico	
		Operador			

Figura 19. Orden de trabajo, Fuente elaboración propia.

Formato para repuestos y materiales de almacén.

Se elabora la ficha para solicitar los materiales y repuestos que se requieran para el cumplimiento de los mantenimientos de los equipos además servirá para tener un control permanente de los inventarios del almacén, este formato va acompañado de la orden de trabajo.

SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES DE ALMACEN			
Fecha			
N° de Ficha			
ITEM	Placa	Repuestos Solicitados	Cantidad
Observaciones:			
Firma de Solicitante			Firma del Encargado de Almacén

Figura 20. Solicitud de repuestos, Fuente elaboración propia.

Formato de control de neumáticos.

Este formato permite llevar un control oportuno con lo que respecta a los neumáticos, se tiene que ingresar la altura de cocada, la rotación de neumáticos, esto para cada vehículo, para determinar si se está cumpliendo la vida útil de los neumáticos, este formato puede ser trabajado de manera semanal.

CONTROL DE NEUMATICOS										
Area de Trabajo										
CARACTERISTICAS TECNICAS				Fecha de toma de Lectura	Neumatico Delantera Derecha	Neumatico Delantera Izquierda	Posterior Derecha	Posterior Izquierda	Rotacion	Rencauche
Marca		Hora								
Placa		km/Hm								
Modelo		Otro								
Año										
Chasis										
Naumatico										
Casa de Venta	Fecha	Marca	Modelo							
OBSERVACIONES										
Jefe de Mantenimiento				Mecanico			Operador			

Figura 21. Formato para neumáticos, Fuente elaboración propia.

Ficha de revisión técnica.

Es un formato que permitirá registrar la evaluación actual de los equipos, es más detallado permite inspeccionar cada sistema con el que cuente los volquetes FMX, este formato puede ser llenado después de la rutina diaria, se podría concluir que es un reconocimiento objetivo de las condiciones físicas actuales de los volquetes.

FICHA DE REVISION TECNICA					
PLACA		FECHA	Indicadores		N° de Ficha
MARCA		HORA	Bueno	no tiene X	
KI/hr			Mantenimiento/cambio		
ESTADO GENERAL DE LOS EQUIPOS - VOLQUETES					
SISTEMA	Indicador	CARROCERIA Y CHASIS			Indicador
SISTEMA DE DIRECCION		Parabrisas delanteras			
Brazos de Direccion		Limpia parabrisas			
Topes de Giro		Parabrisas posterior			
Rotulas		Acople de las puertas en sus alojamiento			
Terminales		Cerraduras de las puertas y el capot			
SISTEMA DE SUSPENSION		Uniformidad de pintura			
Trapedos		Apariencia libre de golpes			
Resortes		Estado de las uniones o ensamblajes			
Amortiguadores		PARTE BAJA DEL VEHICULO			
Estabilizadores		Fuga de fluidos			
SISTEMA DE FRENOS		Estado del sistema de escape			
Liquido de frenos		Golpes			
Bomba Principal		Motor			
Uniones y/o Conexiones		Fuga de fluidos o combustible			
Precision al frenar		Analisis visual del aceite			
SISTEMA DE REFRIGERACION		Estabilidad en ralenti			
Radiador		Temperatura del motor			
Liquido refrigerante		Coloracion de los gases de escape			
magueras y/o uniones		Funcionamiento de sus sistemas auxiliares			
otro		SISTEMAS DE TRANSMISION			
SISTEMA DE ARRANQUE Y CARGA		Dureza de cambios en marcha			
Bateria		Sonidos en el cambio de marcha			
Liquido para bateria		Sonido en la corona			
Bornes para bateria		Estado de los rodillos de las ruedas			
Terminales de conexión		SISTEMA DE LUBRICACION			
Motor de arranque		Aceite			
Alternador		Filtro para aceite			
SISTEMA DE LUCES		Filtro para aire			
Luces delanteras		Filtro para combustible			
Luces direccionales		Uniones y/o conexiones			
Luces de frenos		SISTEMA DE EMBRAGUE			
Luces de retroceso		Acople de embrague			
Faros		Liquido para embrague			
AIRE ACONDICIONADO		Bomba principal			
Fusible		Uniones y/o conexiones			
Temperatura de sensor		SISTEMA HIDRAULICO			
Mangueras y/o uniones		Control de mando			
		Uniones mecanicas			
		Bomba de toma de fuerza			
		Articulaciones y brazos			
OBSERVACIONES:					
Jefe de Mantenimiento		Mecanico			Operador

Figura 22. Formato de revisión técnica, Fuente elaboración propia.

Programación del mantenimiento preventivo.

La programación se desarrollara de acuerdo al número de volquetes, tomando referencia su horometro. Las fechas en que se debe realizar el mantenimiento preventivo están detallados en la tabla 28 de los anexos.

Conclusiones

1. Se realizó a la descripción del mantenimiento de la empresa comunal., conociendo el tipo y cantidad de equipos que poseen, para así poder determinar cómo era el plan de mantenimiento que realizaban.
2. Se logró realizar el análisis de los componentes que presentan mayor frecuencia de fallas se utilizó el diagrama de Pareto, encontrando con mayor índice de fallas a los neumáticos, pines de tolva, problemas al arrancar entre otros, así mismo se determinó las causas que ocasionarían las fallas encontrando a la mala operación, no se cuenta con un plan de mantenimiento, la infraestructura inadecuada, desgaste prematuro entre otros.
3. Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para todos los volquetes FMX de la empresa comunal.
4. Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo, es posible aumentar la disponibilidad de los volquetes FMX en un 85%.
5. Se elaboraron formularios como son: orden de trabajo, control de neumáticos, formato para pedido de almacén, reporte diario entre otros, para la empresa comunal.

Sugerencias

1. Se debe realizar un historial de cada equipo o componente periódicamente, de tal forma que se pueda tener los repuestos necesarios en el momento requerido para el mantenimiento de los volquetes.
2. Se debe verificar los resultados del plan de mantenimiento preventivo en un periodo trimestral, para poder cumplir con las políticas de mantenimiento que pueda tener la empresa, en todo proceso de mejora se añaden o quitan procesos y el plan de mantenimiento actual no está alejado ni exento de esto.
3. Realizar todas las actividades descritas de acuerdo al horometro de cada equipo, para obtener un mejor funcionamiento en los equipos de acuerdo al proveedor Volvo Perú.
4. Que se haga un control permanente en los formatos diseñados para que cumplan con el fin para el cual fueron diseñados.
5. Proporcionar capacitaciones permanentes a los operadores para incrementar sus habilidades y competencias personales y profesionales esto con el fin del correcto operamiento de los equipos.
6. Para tener indicadores de mantenimiento, se debe tomar en cuenta el resultado de la valoración numérica realizada durante el año, además de ciertos aspectos como: horas paradas de los equipos, numero de fallas, respuesta de los almacenes al momento de requerir algún repuesto, otros.

Referencias

- ARAGON, Victor. 2016.** *Diseño de un Sistema de Mantenimiento para equipos móviles para la Empresa Transporte Fuentes Operador Logístico S.R.L.* Facultad de Ciencias e Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica, Universidad Católica de Santa María. Arequipa : s.n., 2016. Para optar el Título de Ingeniero Mecánico.
- BALLESTER, Santiago, y otros. 2002.** *El Mantenimiento de las Flotas de Transporte.* 2002. pág. 42.
- BASABE, Fabian y BEJARANO, Manuela. 2009.** *Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A.* Departamento de Procesos Productivos , Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá : s.n., 2009. Trabajo de grado para optar el Título de Ingeniero Industrial .
- BUELVAS, Camilo y MARTINEZ, Kevin. 2014.** *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo.* Programa de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla : s.n., 2014. Tesis para optar el título de ingeniero mecánico.
- CASTILLO, Alberto. 2017.** *MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DEL CAMIÓN VOLQUETE VOLVO FMX-440 EN EL PROYECTO TORO.* Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2017. Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico .
- ESPAÑOLA, REAL ACADEMIA. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.** [En línea] [Citado el: 27 de Junio de 2019.] <https://dle.rae.es/?id=c1p6bPu>.
- GARCIA, Santiago. 2003.** *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Albansanz : Diaz de Santos S.A., 2003. pág. 1. 978-84-7978-548-2.
- HUNG, Alberto. 2008.** *Mantenimiento centrado en c Mantenimiento centrado en c entrado en confiabilidad onfiabilidad.* [En línea] 2008. [Citado el: 04 de 06 de 2019.] <http://rie.cujae.edu.cu/index.php/RIE/article/viewFile/35/34>.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. 2009.** *Herramientas para la Mejorar la Calidad.* Montevideo : s.n., 2009. pág. 28.
- JAUREGUI, Kety, y otros. 2017.** *Empresa minera, comunidades y empresas comunales: El caso de consorcio minero horizonte.* [ed.] Rosa DIAZ. Lima : Ada Ampuero, 2017.
- La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas.* **ORTIZ, Yesid, PINZON, Manuel y MESA, Dairo. 2006.** 30, Mayo de 2006, Scientia et Technica Año XII.
- La Confiabilidad, La Disponibilidad y la Mantenibilidad, Disciplinas Modernas Aplicadas al Mantenimiento.* **ORTIZ, Yesid; PINZON, Manuel; MESA, Dairo. 2006.** Colombia : s.n., 2006, Scientia et Technica Año XII.
- Los Steam Wagon de Beyer, Peacock & Company. 2013.** ENCAMION.COM. [En línea] 28 de enero de 2013. [Citado el: 27 de Junio de 2019.] <https://www.encamion.com/vapor/caldera/carbon/fogonero/inglaterra/manchester/beyer/peacock/camion/encamion/steam>.
- MOUBRAY , John. 2004.** *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.* Gran Bretaña : Industrial Press Inc., 2004.

PESANTES, Alvaro. 2007. *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón.* 2007.

RAMOS, Julio. 2017. *Aumento de la Disponibilidad Mediante la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a las Maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C.* . Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2017. Optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico.

RODRIGUEZ, Miguel. 2002. *Estudio del mantenimiento de los equipos críticos.* Escuela de Mecánica, Universidad Central de Venezuela . Caracas : s.n., 2002. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico .

RUANO, Aura. 2017. sertrans servicio de transporte. [En línea] 20 de Abril de 2017. [Citado el: 27 de Junio de 2019.] <https://www.sertrans.es/transporte-terrestre/historia-y-evolucion-del-camion-de-mercancias/>.

Universidad de Sevilla. Método para la gestión eficiente del combustible en flotas de vehículos con rutas fijas. Aplicación a una empresa de construcción. [En línea] Universidad de Sevilla. [Citado el: 05 de Julio de 2019.] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4824/fichero/CAPITULO+2.pdf>.

VALDIVIEZO, Gilmer. 2017. *Incremento de la Disponibilidad de la flota vehicular de la empresa Valdiviezo S.R.L Implementando un Programa de Mantenimiento.* Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2017. tesis para optar el título de Ingeniero .

YENGLE, Edwind. 2016. *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA OPERACIÓN CERRO CORONA DE LA EMPRESA SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A.* Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2016. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial .

Anexos

Tabla 29

Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOS Y TECNICAS DE INVESTIGACION	MUESTRA
ELABORACION DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO O PARA INCREMENTO DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS DE FLOTA EN LA EMPRESA COMUNAL	¿Al elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la Empresa Comunal se incrementara su disponibilidad?	<p>Objetivo General. Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la Empresa Comunal para incrementar su disponibilidad.</p> <p>Objetivos Específicos. Describir la situación del mantenimiento actual de las unidades que pertenecen a la Empresa Comunal. Determinar que componentes tienen mayor recurrencia de fallas haciendo uso del análisis de Pareto. Proponer un plan de mantenimiento que funcione como herramienta para la Empresa Comunal para aumentar su disponibilidad. Diseñar formatos de control para el mantenimiento preventivo, como órdenes y fichas, otros.</p>	Al elaborar un plan de mantenimiento para los equipos de flota en la Empresa Comunal se incrementara su disponibilidad	<p>Variable independiente</p> <p>Plan de mantenimiento</p> <p>Variables dependiente</p> <p>Disponibilidad</p>	<p>METODOS -Diseño: no experimental</p> <p>Tipo de investigación: tecnológica</p> <p>TECNICAS Técnica documental Técnica empírica Material Bibliográfico</p>	<p>MUESTRA</p> <p>12 Volquetes FMX de la empresa comunal</p>

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 30

Programación de mantenimiento empresa comunal

PROGRAMACION DE MATENIMIENTO PREVENTIVO

Código	Equipo	Actividad	Frecuencia	Abril				Mayo				Junio			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ECO 01	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D												
		Lavado de equipo	D												
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400												
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200												
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400												
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas	4800												
ECO 02	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D												
		Lavado de equipo	D												
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400												

		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		
ECO 03	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																		
		Lavado de equipo	D																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		
ECO 04	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																		
		Lavado de equipo	D																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																		

		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		
ECO 05	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																		
		Lavado de equipo	D																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		
ECO 06	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																		
		Lavado de equipo	D																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		

		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																			
ECO 07	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																			
		Lavado de equipo	D																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas	1200																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas de 2400 horas.	2400																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas de 4800 horas.	4800																			
ECO 08	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																			
		Lavado de equipo	D																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas de 400 horas.	400																			
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas de 1200 horas.	1200																			

		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		
ECO 09	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																		
		Lavado de equipo	D																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		
ECO 10	VOLQUETE FMX	Inspección diaria de equipo	D																		
		Lavado de equipo	D																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 400 horas.	400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 1200 horas.	1200																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 2400 horas.	2400																		
		Mantenimiento preventivo (Dirección, motor, hidráulico, transmisión, frenos, cabina, eléctrico, chasis y suspensión y llantas) de 4800 horas.	4800																		



Figura 24. Fotos de evidencia, Fuente elaboración propia.



Figura 25. Fotos de evidencia, Fuente elaboración propia.