



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento para
aumentar la disponibilidad mecánica de volquetes volvo
fmx500 en una mina de Ayacucho

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Pari Quispe, Henry David (orcid.org/0000-0003-0382-645X)

ASESOR:

Mg. Diaz Rubio, Deciderio Enrique (orcid.org/0000-0002-8925-4079)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de haberme permitido lograr mis metas, y por su infinita bondad y amor, hacia mi familia y persona.

A mis Padres y hermanos, y todos los que me acompañaron en este proceso.

Henry David Pari Quispe.

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi universidad por permitir formarme en esta casa de estudios, y a todas las personas cercanas que colaboraron con este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGIA	14
3.1. Tipo y diseño de Investigación	14
3.2. Variables y Operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.4.1. Observación de investigación dentro del contexto de Mantenimiento existente.	15
3.5. Procedimiento Observación de investigación dentro del contexto de Mantenimiento existente	16
3.6. Método para el análisis de datos.	18
3.7. Aspectos Éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES	70
VII. RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°. 1. Tabla de Criticidad de Equipos	8
Tabla N°. 2. Niveles de Ocurrencia según criterio	9
Tabla N°. 3. Niveles de Gravedad según criterio	10
Tabla N°. 4. Niveles de Detección según criterio	10
Tabla N°. 5. Registro de cantidad en PARADAS y duración de fallas – periodo año 2021 - Mantenimiento Reactivo y Correctivo	21
Tabla N°. 6. Registro de cantidad en PARADAS y duración de intervenciones - Periodo año 2021 - Mantenimiento Preventivo.....	21
Tabla N°. 7. Registro de porcentajes ante fallas en sistemas.....	22
Tabla N°. 8. Tabla de preguntas para evaluación de Pareto en el mantenimiento desarrollado en el los volquetes FMX500.....	27
Tabla N°. 9. Análisis de diagrama Pareto.....	28
Tabla N°. 10. Registro de volquetes modelo FMX500 y FMX480 en actividades de mantenimiento reiterados en un marco No programado, bajo estudios de confiabilidad aplicado a inicios del año 2021	31
Tabla N°. 11. Fallas ocurridas en el periodo del año 2022 en Unidad Q54	36
Tabla N°. 12. Tabla de resultados del análisis de criticidad	38
Tabla N°. 13. NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q54.....	39
Tabla N°. 14. NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q55	40
Tabla N°. 15. NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q57	41
Tabla N°. 16. NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q59	42
Tabla N°. 17. Hoja de informacion del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R	44
Tabla N°. 18. Hoja de decisiones para Volquete marca Volvo FMX480-8X4R	47
Tabla N°. 19. Paradas y Horas relacionadas al mantenimiento realizado a los Volquetes modelo FMX500 durante el mes de Enero del 2022.....	50

Tabla N°. 20. Recorrido de unidades en el periodo 2021.....	52
Tabla N°. 21. TPPR de VOLQUETE FMX480 – 1er Semestre 2022	
Tabla N°. 22. Comparación de indicadores 2021 y 2022.....	55
Tabla N°. 23. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento por dólares/hora en los años 2021 y 2022	58
Tabla N°. 24. Comparación de costo de mantenimiento	65
Tabla N°. 25. Fallas ocurridas en la unidad Q55 – Año 2021	94
Tabla N°. 26. Fallas ocurridas en la unidad Q57 – Año 2021	95
Tabla N°. 27. Fallas ocurridas en la unidad Q58 – Año 2021	96
Tabla N°. 28. Fallas ocurridas en la unidad Q59 – Año 2021	97
Tabla N°. 29. Fallas ocurridas en la unidad Q60 – Año 2021	98
Tabla N°. 30. Fallas ocurridas en la unidad Q61 – Año 2021	99
Tabla N°. 31. Tiene un área de mantenimiento la empresa	105
Tabla N°. 32. Se realiza el mantenimiento al volquete	105
Tabla N°. 33. Se realiza el mantenimiento al volquete	106
Tabla N°. 34. Nivel educativo del personal de mantenimiento en la empresa	107
Tabla N°. 35. Existe registro de ocurrencia del volquete	107
Tabla N°. 36. Se cuenta con recursos físicos y tecnológicos para el mantenimientos del volquete.....	108
Tabla N°. 37. Los recursos físicos (herramientas, equipos) se encuentran ubicados de manera ordenada.....	109
Tabla N°. 38. La paralización de los mantenimiento se realiza previa planificación.....	109
Tabla N°. 39. Existe un programa de adquisición de repuestos para el volquete	110

Tabla N°. 40. Cuentan con información inmediata para realizar el mantenimiento del volquete	111
Tabla N°. 41. Existen políticas para el uso correcto del volquete.....	111
Tabla N°. 42. Existen procedimientos para el tratamiento de lubricantes y otros para el cuidado del medio ambiente.....	112
Tabla N°. 43. Valorización promedio diaria de Volquetes.....	145
Tabla N°. 44. Valorización promedio mensual de Volquetes.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°. 2. Flujograma General del despiece de subsistemas de mantenimiento operativo del sistema mecánico, propuesto Año 2022	23
Figura N°. 3. Flujograma General del despiece de subsistemas de mantenimiento operativo del sistema eléctrico y Neumático, propuesto para el Año 2022	24
Figura N°. 4. Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto) de la Baja Confiabilidad de Volquetes FMX	25
Figura N°. 5. Diagrama de Pareto de las causas en su baja disponibilidad del volquete FMX500	29
Figura N°. 6. Flujograma General de Mantenimiento Correctivo	34
Figura N°. 7. Diagrama de decisión RCM II	46
Figura N°. 8. Evolución Filosófica del Mantenimiento	84
Figura N°. 9. Tiene área de mantenimiento la empresa.....	105
Figura N°. 10. Tiene área de mantenimiento la empresa	106
Figura N°. 11. La empresa cuenta con un plan de mantenimiento de volquetes.....	107
Figura N°. 12. Nivel educativo del personal de mantenimiento en la empresa.....	107
Figura N°. 13. Existe registro de ocurrencia del volquete	108
Figura N°. 14. Se cuenta con recursos físicos y tecnológicos para el mantenimiento del volquete	108
Figura N°. 15. Los recursos físicos (herramientas, equipos) se encuentran ubicados de manera ordenada	109
Figura N°. 16. La paralización de los mantenimiento se realiza previa planificación	110
Figura N°. 17. Existe un programa de adquisición de repuestos para el volquete	110

Figura N°. 18. Cuentan con información inmediata para realizar el mantenimiento del volquete	111
Figura N°. 19. Existen políticas para el uso correcto del volquete	112
Figura N°. 20. Existen procedimientos para el tratamiento de lubricantes y otros para el cuidado del medio ambiente	113
Figura N°. 21. Vista de perfil de Camión FMX 500	114
Figura N°. 22. Actividades para el servicio de mantenimiento	114
Figura N°. 23. Ubicación geográfica del Punto “A” con coordenadas 700843.00 m E; 8378620.00 m S	115
Figura N°. 24. Ubicación geográfica del Punto “B” con coordenadas 695958.00 m E; 8369589.00 m S	115
Figura N°. 25. Recorrido geográfico de 20 Km del punto “A” a “B” a 4500 msnm	116
Figura N°. 26. Supervisión de la disponibilidad de la maquinaria	117
Figura N°. 27. Flota de Volquetes Volvo FMX550	117
Figura N°. 28. Volquetes FMX550 en actividades de Mantenimiento	118
Figura N°. 29. Actividad de cambio de Cardan Principal	118
Figura N°. 30. Procedimiento de Cambio de Aceite en Volquetes FMX550.....	119
Figura N°. 31. Trabajos de soldadura	119
Figura N°. 32. Cartillas de implementación para trabajos pendientes	120
Figura N°. 33. Cartillas de mejora en el mantenimiento preventivo	122

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa minera en Ayacucho, en el área de mantenimiento de los cuales asiste a 22 volquetes VOLVO entre los modelos FMX500 y FMX480, en una unidad minera, cumpliendo actividades diarias programada por operaciones. Donde el área de mantenimiento vela por las actividades de la flota, las cuales cumplen las necesidades de transporte de mineral, relleno cementado y desmonte, con rutas de transporte desde la planta Selene hasta la mina Ranichico.

Por lo tanto, para lograr un crecimiento incesante de la productividad en el mantenimiento ante la gran competitividad entre las empresas de servicio, es necesario que las empresas cuenten con un buen desempeño y mayor disponibilidad de sus camiones Volvo, la investigación tiene como objetivo aumentar la disponibilidad y confiabilidad en un rango adecuado con la ayuda de un plan de mantenimiento más óptimo, para realizar un adecuado seguimiento a los equipos bajo indicadores y métodos aplicados por empresas mineras.

Palabras clave: Planificación, control del mantenimiento, disponibilidad mecánica.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the mining company in Ayacucho, in the maintenance area of which assists 22 VOLVO dump trucks between the FMX500 and FMX480 models, in a mining unit, fulfilling daily activities scheduled by operations. Where the maintenance area oversees the activities of the fleet, which meet the needs of mineral transportation, cemented backfill, and waste rock, with transportation routes from the Selene plant to the Ranichico mine.

Therefore, to achieve unceasing growth in maintenance productivity in the face of great competition between service companies, it is necessary for companies to have a good performance and greater availability of their Volvo trucks, the research aims to increase in a appropriate range with the help of a more optimal maintenance plan, to carry out adequate monitoring of the equipment under indicators and methods applied by mining companies.

Keywords: Planning, maintenance control, mechanical availability.

I. INTRODUCCIÓN

Al tener desarrollado un mantenimiento de maquinaria convencional, es necesario que sus procesos estén optimizados y los equipos estén en perfectas condiciones de operación, es decir, manteniendo un alto nivel de disponibilidad y confiabilidad. En este breve contexto, tenemos los servicios de mantenimiento que tuvieron una operación para cumplir con los procesos operativos, buscando crear métodos para reducir los costos. el mantenimiento que se debe “garantizar la confiabilidad y disponibilidad en los equipos e instalaciones y así obtener un proceso productivo o de servicio, con seguridad, preservación del medio ambiente y costos adecuados”.

Por lo tanto, la principal forma de aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos utilizados para entregar productos y/o servicios con calidad y precio competitivo es el mantenimiento. La disponibilidad sigue siendo una de las medidas de desempeño más importantes, junto con la confiabilidad, que es un factor en la búsqueda del mantenimiento. En ese sentido, esta investigación es un estudio realizado sobre los volquetes Volvo FMX500, desarrollando y estandarizando un nuevo método de mantenimiento para mantener el sistema mecánico en óptimas condiciones por la carga que desarrolla en las labores diarias.

Entendiendo las necesidades de dar un nuevo mantenimiento, planteamos y formulamos si,¿ De qué manera se puede mejorar la planificación y control de Mantenimiento incorporado a los Camiones Volvo FMX500 para lograr aumentar la disponibilidad mecánica?, y así atender esta problemática.

Se encontró como una justificación operativa, a la investigación, donde se planteó la solución de un problema que viene preocupando a muchos empresarios por la disminución del tiempo de disponibilidad de equipos dentro del proceso productivo. Esta se da por el aumento de la producción para atender la demanda, lo que genera la necesidad de una mayor cantidad de paradas de mantenimiento para mantenerlos en operación por más tiempo. En cuanto a los tipos de mantenimiento, podemos mencionar

el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo es la forma más primitiva de mantenimiento, donde simplemente se basa en la corrección de una falla o rendimiento inferior al esperado, es decir, es un mantenimiento de emergencia. En cuanto al mantenimiento preventivo, evita la ocurrencia de fallas o caídas de rendimiento, mediante mantenimiento en intervalos de tiempo predefinidos, siguiendo un plan previamente elaborado.

Conforme se fue elaborando la investigación también, se justificó en lo económico, debido a que la propuesta de gestión de mantenimiento, beneficiará económicamente a la empresa, reduciendo de esta manera los costos de mano de obras y alquiler de maquinaria a falta de disponibilidad en la flota de equipos

Por otro lado establece buscar la forma de realizar un estudio o investigación donde se planteen estrategias en reducir el costo unitario de los mantenimientos y repuestos, con la finalidad de tener una buena rentabilidad, donde al implementar nuevos planes o sistemas estos logren mejorar la operatividad del equipo, donde se podrá evitar que tengan horas inoperativas, ya que esto enriquece considerablemente a la rentabilidad de la empresa.

En lo ambiental, se logró justificar que al ver el incremento de la disponibilidad mecánica de volquetes, incrementando su vida útil y de esta manera reduciendo del CO₂ (dióxido de carbono) evacuado por los volquetes. En lo técnico, porque dicha propuesta de mejora está realizada con criterios técnicos científicos para mejorar la gestión de mantenimiento y mejorarla disponibilidad realizando buenas prácticas de mantenimiento utilizando tecnología actualizada mejorar la supervisión del área de mantenimiento.

Se transmitió un enfoque donde se justifica la enseñanza académica como herramienta en identificar nuevos conceptos a raíz de nuevas experiencias en el desarrollo profesional abarcando escenarios de mantenimiento en equipos que realizan grandes actividades diarias ,y a su vez usando

bibliografía sustentada en términos mantenimiento, este estudio nos permitió aplicar los conocimientos adquiridos en métodos de investigación científica, mejores análisis y estadística basada en indicadores de gestión, también nos permitirá fundamentar los conocimientos adquiridos durante nuestro paso por la carrera profesional.

Alcances, Se estableció una estrategia del Mantenimiento reduciendo el grado de riesgo por lo general en las fallas de las instalaciones internas mecánicas y eléctricas; son identificando las zonas de indicadores de riesgo muy alto, alto y por estos están medio y bajo, donde se establece un grupo de sugerencias sobre estas labores de mantenimiento preventivo (incluido ya sea el tipo, y la forma de medios en base al tiempo) que serán programadas a realizar.

- 1.1. Como parte de la investigación se tuvo como objetivo general, el de implementar en base a indicadores de mantenimiento, una adecuada gestión, con el fin de mejorar la disponibilidad de los camiones Volvo FMX500. y para el logro de este se sostuvo objetivos específicos que ayudaron en esta investigación a i) Evaluar condiciones iniciales del mantenimiento de la empresa e indicadores de disponibilidad y confiabilidad de la flota de camiones Volvo FMX500 , ii) Diseñar la propuesta de mejorar la gestión de un mantenimiento tradicional a uno que brinde el aumento a la disponibilidad mecánica de la familia de camiones VOLVO FMX500 en la organización, iii) Determinar la disponibilidad y confiabilidad mecánica de la familia de la flota Volvo FMX500 luego de implementar la propuesta para dar mejora en la Planificación y control del Mantenimiento tradicional y, iv) Realizar la evaluación económica para la implementación de la propuesta de mejora de gestión de mantenimiento.

Teniendo como hipótesis, la aplicación de la propuesta de mejora de gestión del mantenimiento, sí aumentará la disponibilidad de la flota de volquetes Volvo FMX500 en mina de Ayacucho.

Una vez analizada la base a los indicadores del año 2021, se brinda una mejora en el proceso del mantenimiento para el resultado a nuevos

indicadores en los camiones Volvo FMX500 , donde las actividades de mantenimiento son similares a los camiones Volvo FMX480, siendo este último el modelo más antiguo y abarcando el 77 % de la flota; donde tiene periodos de tiempo en reparación elevados, llegando a definir una nueva dirección en el trayecto del mantenimiento tradicional en condiciones de baja disponibilidad, y proponiendo el mantenimiento basado en confiabilidad, por lo que se tiene buenos resultados en referencias a investigaciones ya comprobadas con otro tipo de maquinarias.

II. MARCO TEÓRICO

Se aborda en un contexto de proponer una apropiada gestión de mantenimiento , que ayude a mejorar la disponibilidad de la flota de maquinaria en los camiones Volvo FMX500, donde se logra atender este interés en la investigación que se desarrolló , en el aporte por (Montenegro Leyva, 2017) de la Universidad Nacional de Trujillo, donde desarrollo un sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo logra incrementar la confiabilidad por medio del RCM, donde antes de su implantación halló una disponibilidad menor del 80%, y al implementar el RCM con una adecuada gestión en mantenimiento llevo a la conclusión en la mejora de los KPI de la maquinaria a brindar una disponibilidad del 92%.

De igual manera (Virgilio, 2020) de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, de la Empresa Stracon S.A. Dedicada al transporte de material con camión volquete en la Unidad Shahuindo, menciona que el problema inicia en una limitada disponibilidad mecánica del camión volquete Mercedes Benz Actros 3344k. El cual produce un aumento en la hora de paradas no programadas, como consecuencia se tiene tiempos inoperativos los cuales afectan la programación establecida de movilización de material, lo cual implica aumento en los costos de mantenimiento, concluyendo que un mantenimiento basado en confiabilidad es el mejor recurso para la mejora en la disponibilidad al 95%

Siendo de gran utilidad el aporte de la investigación de (Chavez, 2019), de la Universidad Tecnológica del Perú, donde la Metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) elaboró un Plan de Mantenimiento Preventivo con la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para la máquina pesada tractor oruga D7G Caterpillar con lo que se logró incrementar la disponibilidad mecánica de 74 a 92%, donde su propuesta es rentable para la empresa con bajo análisis.

Como también en la tesis “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad operativa de la empresa Distribuidora Bajopontina S. A. Lima, 2021” se trazó como objetivo Establecer como meta adoptar un enfoque de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar el rendimiento del camión, utilizando la metodología de tipo aplicable. Entre sus resultados los fallos obtenidos al implementar la metodología según el 80% anterior mostró que el 80% de la aplicación del método CMR en la prueba con un incremento promedio del 94%, así como las medidas de tiempo de retención significan mejora de fallos de 291 horas. Concluyeron que al adoptar un enfoque de mantenimiento basado en la confiabilidad, se logró un aumento en la operatividad promedio del 77,8 % al 94,7 %, lo que tuvo un impacto positivo en la productividad diaria de los camiones.

Y finalmente el autor , (Coro & Cotrina, 2021), de la Universidad Privada del Norte, en su tesis “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo en la empresa W&J Minería y Construcción S. A. C.” se trazó como objetivo fue diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga y transporte dentro de la empresa, utilizando una metodología aplicada. Entre sus consecuencias que afecta a los equipos está la baja disponibilidad que se debe a la falta de un sistema de mantenimiento preventivo, las averías se producen con frecuencia y es aquí donde más se necesitan medidas de mejora. , donde la disponibilidad de retroexcavadora JCB es 44.38%, excavadora JCB es 47.37%, camión de 18 baldes 60.26%, camión Hilux 59.94%, Bobcat JCB

30.86%, concluyeron que el sistema de mantenimiento de equipos incluye la elaboración de registros de mantenimiento preventivo, la coordinación de inspección diaria, la coordinación de solicitud de mantenimiento, la coordinación de registro de mantenimiento preventivo y el tiempo estimado de mantenimiento. Dentro de los principales indicadores , se tomaron para esta investigación son.

La disponibilidad, en brindar el soporte de un activo de tener un estado óptimo y adecuado para realizar una actividad requerida, bajo las requisitos durante un rango de tiempo brindado, señalando que se han proporcionado las bases externas necesarias.

Formula:

$$D (\%) = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \dots \dots (1)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Donde:

- TPEF: Tiempo promedio entre fallas

$$TPEF = \frac{\sum TEF}{N} \dots \dots (2)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

- TPPR: Tiempo promedio para reparar

$$TPPR = \frac{\sum TPR}{N} \dots \dots (3)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

- TEF: Tiempo entre fallas
- TPR: Tiempo para reparar
- N: Numero de Fallas.

Confiabilidad, se define como la "confianza" de una pieza, sea un equipo o sistema para realizar su función fundamental, durante un rango de tiempo

predeterminado, en condiciones estándar de operación durante un período de tiempo determinado.

Formula:

$$C = e^{\frac{-\lambda \times t}{100}} \dots \dots (4)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Donde:

➤ λ : Tasa entre fallas

$$\lambda = \frac{1}{TPEF} \dots \dots (5)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

➤ t: Tiempo

La criticidad de equipos, es una relación de métodos que establece una la jerarquía de equipos, para crear una jerarquía que facilite la toma de decisiones, dirija esfuerzos y recursos en las áreas donde las mejoras son más importantes y necesarias, en base a la realidad actual de la empresa. Los dispositivos cumplen diferentes funciones, por lo que tienen diferentes significados en las definiciones de un proceso industrializado; Asimismo, algunos dispositivos más contundentes en comparación con otros, menos sensibles y susceptibles a interferencias; Con base a lo mencionado, cada dispositivo brinda un nivel de criticidad que se basa en su potencial de falla y su importancia, al igual que los costos de reemplazo y los costos de apagado del dispositivo al evaluar el nivel de falla. ver tabla N°1

Formula:

$$CRITICIDAD = CONSECUENCIA \times FRECUENCIA DE FALLOS \dots \dots (8)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

$$CONSECUENCIA = IO * FO * CM * SAH \dots \dots (9)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Donde:

- IO: Impacto operacional
- FO: Flexibilidad operacional
- SAH: Seguridad Ambiental y Humana
- CM: Costo de mantenimiento

La Tabla N° 1 corresponde para la evaluación y calificación de riesgo conforme al a la matriz ubicada en el anexo N° 6.

Tabla N°. 1. Tabla de Criticidad de Equipos

Frecuencia de falla	CALIFICACION
Mayor a 40 fallas/año	4
20-40 fallas/año	3
10-20 fallas/año	2
Mínimo de 10 falla/año	1
Impacto Operacional	CALIFICACION
Parada inmediata de toda empresa	10
Parada de una línea de producción de la empresa	6
Impacto a niveles de producción o calidad	4
Repercute a costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	2
No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1
Flexibilidad Operacional	CALIFICACION
No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	4
Hay opción de equipo compartido	2
Función de repuesto disponible	1
Costo del mantenimiento	CALIFICACION
Mayor o igual a S./ 80 240.00	2
Menor o inferior a S./ 80 240.00	1
Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana	CALIFICACION
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	5
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	4
Afecta las instalaciones causando daños severos	3

Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas	1

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

El número de prioridad de riesgo o indicador de riesgo, donde las funciones deseadas y los parámetros de desempeño de cualquier activo físico, determinamos las metas de mantenimiento de ese activo. Además, al definir fallas funcionales, podemos definir exactamente lo que entendemos por "falla". Estas dos preguntas son consideradas por las dos primeras preguntas del proceso.

Las siguientes dos preguntas tienen como objetivo identificar los modos de falla como la causa probable por falla, y mencionar los efectos asociados en su modo de falla .

Desarrollado por medio un análisis de modos de fallas y efectos (AMFE), por falla, de tal forma un modo de falla es cualquier resultado de su causa, considerando la presente. Ver tabla N°3 y 4

Formula:

$$NPR=O*D*G.....(15)$$

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Donde:

- *G: Gravedad*
- *D: Detección*
- *O: Ocurrencia*

Tabla N°. 2. Niveles de Ocurrencia según criterio

OCURRENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 a 3

Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4 a 6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7 a 8
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	9 a 10

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Tabla N°. 3. Niveles de Gravedad según criterio

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes, Apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2 a 3
Moderada, Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4 a 6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado	7 a 8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9 a 10

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Tabla N°. 4. Niveles de Detección según criterio

DETECCION	CRITERIO	VALOR
Muy baja Improbable	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Baja	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 a 3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4 a 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento	7 a 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9 a 10

Fuente: (Montenegro Leyva, 2017)

Las características de análisis del NPR (Número de Prioridad de Riesgo):

NPR > 200 Fallas Intolerables (I).

125 < NPR ≤ 200 Fallas reducibles deseables (R).

NPR ≤ 125 Fallas Aceptables (A).

- a. Mantenimiento basado en riesgos del mantenimiento sostenido en el año 2021.

El mantenimiento basado en el riesgos de equipos es una manera de descubrir cómo utilizar el tiempo, el dinero y los recursos humanos de forma más económica. Esto significa que se deben optimizar o deja de lado algunas tareas de mantenimiento. Sin embargo, se minimizara los riesgos protegiendo los intereses de la empresa.

Se estable el siguiente flujograma en cumplimiento de los riesgos encontrados.

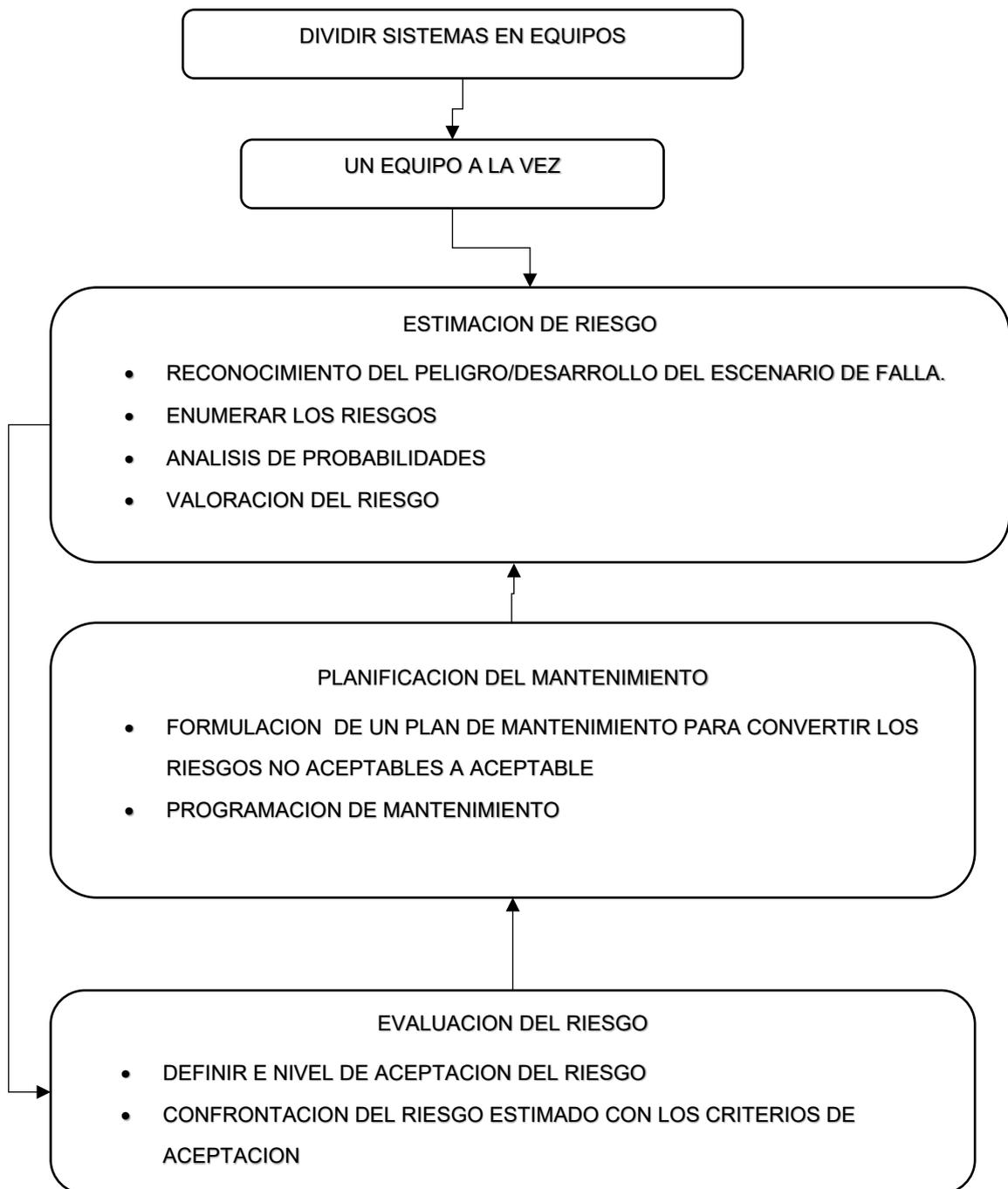


Figura N°. 1. Flujograma General aplicado como Mantenimiento por riesgos

Fuente: (OLIVARES & MACHACA, 2019)

- i) En el 1er paso es calcular los indicadores que son:
 - Disponibilidad y Confiabilidad
- ii) En el 2do paso se evalúa y calcula la criticidad, que es el producto de la frecuencia de falla, consecuencia,(Impacto Operacional), Flexibilidad

Operacional, Costos del Mantenimiento e Impacto que repercute en la Seguridad Ambiental y Humana.

- iii) El 3er paso, se evaluará las partes críticas a través de hojas de información.
- iv) El 4to paso se calculará el número de prioridad de riesgos que es el producto de 03 factores no dimensionales: Gravedad, Ocurrencia y Detección.
- v) El 5to paso en base a las horas de corta duración por paradas de las fallas no tolerables, como resultado de los indicadores del mantenimiento y su confrontación con los nuevos.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, usando conocimientos preexistentes, en referencia a los eventos de fallas historias reportadas , del sistema de gestión de operación y de mantenimiento del volquete volvo marca FMX.

3.1.2. Diseño de Investigación

Se desarrolló un diseño pre - experimental, del tipo transversal debido a que esta investigación establece un diseño del plan de mantenimiento con registros en hojas de datos pasadas y la manipulación de información de mantenimiento de los volquetes volvo marca FMX.

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable independiente: Propuesta de mejora de un plan de mantenimiento

Variable Dependiente: Aumentar Disponibilidad Mecánica

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Está constituido por Maquinaria de flota: 22 volquetes marca Volvo FMX500.

Criterio de Inclusión: Flota de volquetes Volvo FMX500 de la empresa minera de Ayacucho.

Criterio de Exclusión: Equipos en taller de mantenimiento.

3.3.2. Muestra

Se toma en consideración una estadística simple del 30% de la población, teniendo un total de 07 Volquetes a evaluar.

3.3.3. Muestreo

- Tipo de muestro aleatorio (Estadística simple 30%)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Dentro del desarrollo de la investigación, se usaron:

- Observación y entrevistas
- Base de Datos

Instrumentos de recolección de datos

- a. Manuales y Guías de observación en campo**, donde detallan un conjunto de operaciones encontrados y desarrollados por personal técnico experimentado, bajo experiencias vividas y nuevas prácticas para de identificar cualquier desperfecto. Teniendo formatos de control con el fin de registrar actividades, llevando el control de una serie de requisitos de forma apropiada.
- b. Hojas de verificación (Check List)**, donde se registra la base de datos relevantes al desarrollo del mantenimiento.
- c. Tablas dinámicas de información**, donde se trabaja la información en base de datos extraídas de las hojas de verificación.
- d. Cuestionarios**, donde se realiza una relación de preguntas acorde a los antecedentes y condiciones de las actividades de mantenimiento.

4.4.1. Observación de investigación dentro del contexto de Mantenimiento existente.

Diseño pre - experimental : se plantea realizar un estudio, suele tratar de desarrollar algún tipo de comparación., con el fin de presentar mejoras para aumentar la confiabilidad de los equipos. Para ello, fue necesario describir las actividades y procedimientos de mantenimiento mecánico del taller y mantenimiento correctivo, que se realiza en campo, lo que caracteriza este estudio como descriptivo con propósito explicativo.

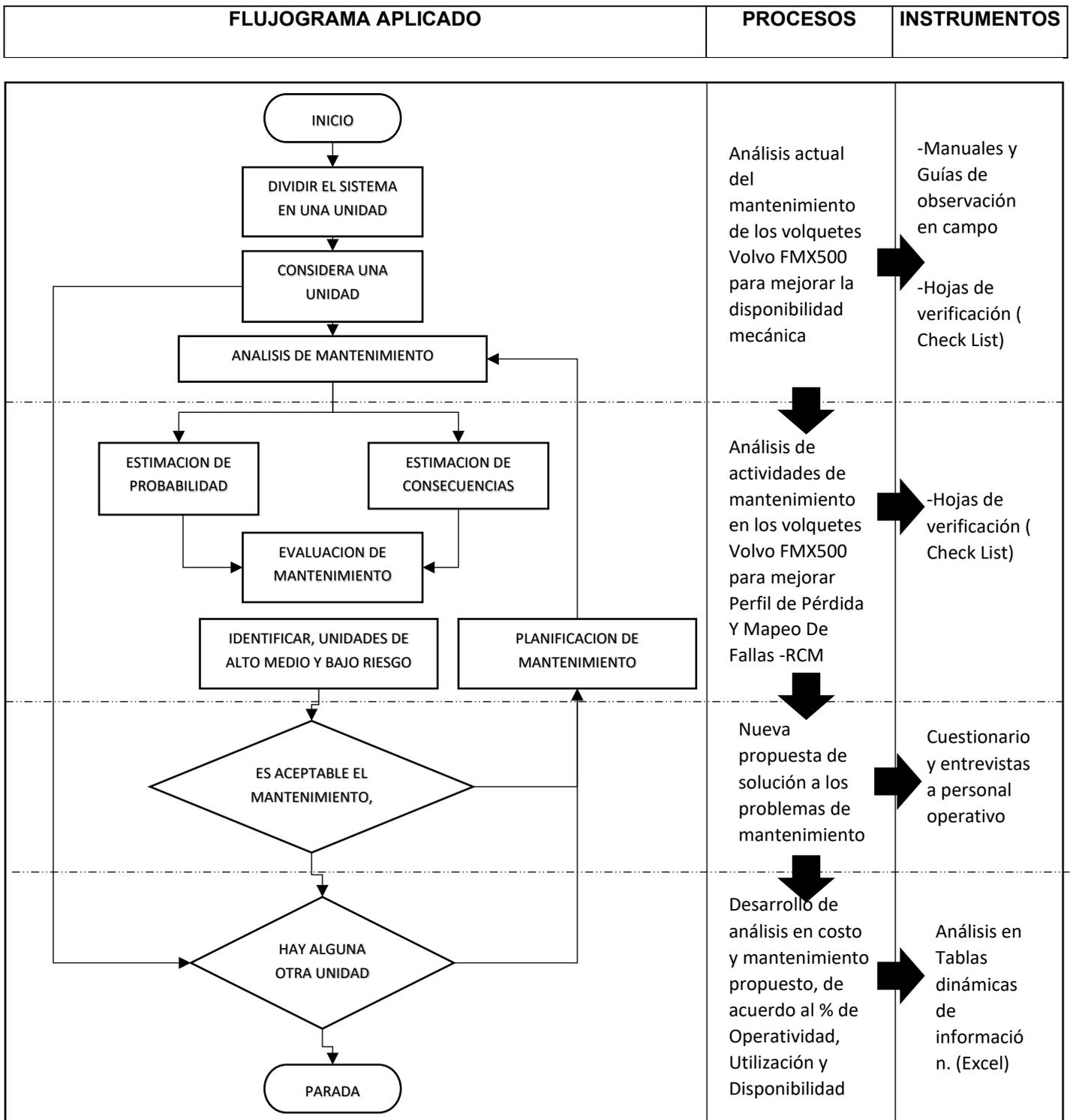
Para llevar a cabo este trabajo, se analizó el historial de fallas en el dirección de los Volquetes Volvo FMX500, comparando los resultados de 2021 y 2022.

Este trabajo se caracterizó como una investigación cuantitativa, y los datos se presentaron a través de gráficos y hojas de cálculo. Los datos se refieren

al número de paradas, tiempo de reparación, número de fallas y confiabilidad en una flota de Volquetes. Los datos recolectados en este caso de estudio fueron tomados del Sistema Integrado de Monitoreo, en el cual son monitoreados por el equipo de planificación, el cual se encarga de atender las irregularidades en las ocurrencias y generar reportes diarios para difusión interna entre los sectores de mantenimiento, infraestructura y operación de la mina. Estos datos permiten que la investigación sea también cualitativa, ya que es posible, a través de la observación del comportamiento de mantenimiento, obtener información para poder analizarla mejor y desarrollar medidas de acción y obtener mejores resultados

3.5. Procedimiento Observación de investigación dentro del contexto de Mantenimiento existente

El desarrollo del procedimiento a seguir en la investigación, son de evaluar esta disponibilidad de la flota de volquetes Volvo FMX500, posterior se diseña la propuesta de mejora de gestión e incrementar la disponibilidad mecánica, seguido se determina la disponibilidad mecánica de la flota de volquetes Volvo FMX500 posterior de la nueva puesta en marcha en comparación a la anterior gestión de mantenimiento y finalmente se realizó una evaluación económica referente al mantenimiento convencional.



Definición de Procesos .

- a. situación actual del mantenimiento en los volquetes Volvo FMX500 para su mejora.

La recolección de datos de la investigación se desarrolló a través de la técnica de análisis cuantitativo de los datos obtenidos de la ficha de recolección de datos.

- b. Análisis de actividades de mantenimiento en los volquetes Volvo FMX500 para mejorar perfil de pérdida y mapeo de fallas.

Se elaboro un perfil de pérdida es necesario definir la naturaleza de la pérdida a tratar, que en este trabajo son la cantidad y tiempo total de paradas por fallas en el sistema de mantenimiento, la falta de confiabilidad e indisponibilidad física de las volquetes Volvo FMX500. Estas naturalezas permiten identificar el perfil de las paradas de mantenimiento correctivo ocurridas para identificar los tipos de paradas que más se repiten, como las responsables de la mayor parte del tiempo de parada.

- c. Nueva propuesta de solución a los problemas de mantenimiento

Se desarrollo nuevos indicadores para explicar las razones al implementar un plan de mantenimiento RCM, reduciendo de manera volumétrica las paradas en el mantenimiento no programado evitando el deterioro de repuestos en la maquinaria y acondicionamiento de riesgo.

- d. Desarrollo de análisis en costo y mantenimiento propuesto, de acuerdo a los nuevos indicadores

Proponer el mantenimiento basado en riesgo con los nuevos indicadores una vez mejorado el perfil de perdida y mapeo de fallas.

3.6. Método para el análisis de datos.

Se realizó una investigación de campo, por lo que se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos:

En cuanto a los datos cuantitativos, se recogieron lo siguiente:

- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Operatividad
- Mantenibilidad
- Paradas de mantenimiento
- Número de fallas
- Origen de Falla
- Mantenimientos críticos

3.7. Aspectos Éticos

Esta investigación se realizó en la empresa minera Ayacucho, más específicamente en el ámbito del mantenimiento, y cabe señalar que los tesisistas mantienen su compromiso de brindar y mantener la confidencialidad de la información brindada a lo largo del crecimiento de la empresa.

V. RESULTADOS

5.1. Evaluar condiciones iniciales del mantenimiento de la empresa e indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

4.1.1. Condiciones iniciales de paradas, duración de fallas e intervenciones.

La empresa minera de Ayacucho, no cuenta con un sistema de indicadores de mantenimiento para los volquetes marca Volvo FMX480 y 500, lo cual solo realiza un mantenimiento preventivo rutinario y tradicional, acorde a las recomendaciones que brinda el fabricante que está establecido en el Anexo N°8, por horas de trabajo, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 horas de operación, en las cuales se realiza la recolección de informes de mantenimiento, teniendo un panorama del mantenimiento en el 2021, donde el análisis fueron los siguientes, conforme al resumen de disponibilidades de los volquetes del año 2021, conforme al anexo N°4.

Comenzaremos en analizar las fallas recurrentes en los volquetes marca Volvo FMX480, los cuales se verificó de todos los reportes de mantenimiento de la empresa, que presenta fallas más recurrentes en cada sistema, acorde a la información brindada de gran importancia para ubicar la raíz de estas fallas.

Como podemos observar en la tabla N°5, las fallas mecánicas son las más altas. Según los reportes y el diagnóstico mostrado con 7804.7 horas en la atención de mantenimiento mecánico reactivo y correctivo, teniendo 1194 paradas (PARADAS) a la flota de 22 volquetes modelo FMX500.

Tabla N°. 5. Registro de cantidad en PARADAS y duración de fallas – periodo año 2021 - Mantenimiento Reactivo y Correctivo

SEMESTRES	MESES	PARADAS	MECANICA (horas)	PARADAS	ELECTRICA (horas)	PARADAS	NEUMATICA (horas)	PARADAS	ACCIDENTE (horas)
1ER SEMESTRE	ENERO	124	1047.45	10	33.25	32.5	62.5	2	17.75
	FEBRERO	96	453	11	50.5	57	107.75	1	23
	MARZO	123	913	10	23	63	115.25	19	432.5
	ABRIL	98	488	18	28.75	36	114.25	0	0
	MAYO	86	531.75	17	29.75	43	79.75	0	0
	JUNIO	91	461.5	16	27.5	46	73.5	1	3
	JULIO	103	980	13	33.25	45	62.5	0	0
2DO SEMESTRE	AGOSTO	111	1003	15	50.5	48	79.75	0	0
	SETIEMBRE	95	450	14	23	50	73.5	2	18
	OCTUBRE	92	512	10	28.75	52	77	0	0
	NOVIEMBRE	88	533	12	29.75	51	72	1	3
	DICIEMBRE	87	432	11	27.5	44	60.5	0	0
TOTAL		1194	7804.7	157	385.5	567.5	978.25	26	497.25

Fuente: Empresa minera de Ayacucho estado de volquete FMX 500

De igual manera en la tabla N°6, podemos visualizar las actividades de mantenimiento preventivo son las más altas en el cambio periódico de aceite. Según los reportes y el diagnostico mostrado con 791 horas en la atención de al cambio de aceite, teniendo 179 paradas (PARADAS) a la flota de 22 volquetes modelo FMX500.

Tabla N°. 6. Registro de cantidad en PARADAS y duración de intervenciones - Periodo año 2021 - Mantenimiento Preventivo.

SEMESTRES	MESES	PARADAS	LUBRICACION(h)	PARADAS	FALLAS EN		
					LA SUSPENSION (h)	PARADAS	REVISION(h)
1ER SEMESTRE	ENERO	56	66.5	12	57.5	0	0
	FEBRERO	41	55	15	64	0	0
	MARZO	46	63	21	95.5	0	0
	ABRIL	49	61	14	67	0	0
	MAYO	49	64	19	61	2	0.9
	JUNIO	48	60	13	55	10	268.2
	JULIO	48	61	16	59	0	0
2DO SEMESTRE	AGOSTO	47	64	15	62	0	0
	SETIEMBRE	48	60	13	65	2	1
	OCTUBRE	49	66	14	70	2	1
	NOVIEMBRE	47	68	14	68	0	0
	DICIEMBRE	46	64	13	67	0	0
TOTAL		574	752.5	179	791	16	271.1

Fuente: Empresa minera de Ayacucho

4.1.2. Evaluar disponibilidad y confiabilidad del mantenimiento en el sistema mecánico de la flota de camiones Volvo FMX480.

Se realizó la evaluación de porcentaje de fallas en cada sistema, como se aprecia en la tabla N°7 a raíz de la evaluación de los indicadores de los reportes del año 2021.

Tabla N°. 7. Registro de porcentajes ante fallas en sistemas.

SISTEMAS	HORAS	PORCENTAJE
SISTEMA NEUMATICO	978.25	11%
SISTEMA ELECTRICO	352.25	4%
SISTEMA MECANICO	7804.7	85%
ACCIDENTES	497.25	5%
TOTAL	9362.45	100%

Fuente: Empresa minera de Ayacucho

Desarrollo de mantenimiento Preventivo

Se desarrolló a intervalos específicos, generalmente cada 3 meses, trabajando en equipo, el proceso comienza cuando el área de planificación programa el mantenimiento semanal de los equipos, seguido de las áreas correspondientes. Una vez que el equipo ingresa a área del taller, el mantenimiento se realizó de acuerdo con la prioridad de disponibilidad asignada por cada persona utilizada, siguiendo el orden en el que se han tomado las precauciones, se ubica el equipo en el taller, luego se firman los formularios establecidos, se delimitan y configuran las áreas de trabajo. Una vez realizado lo anterior, se realiza un procedimiento preventivo según el libro de servicio asignado a cada equipo, en base a un folleto emitido por el fabricante del volquete, se estableció un flujograma de aplicación para la mejora en el mantenimiento de los volquetes Volvo FMX500 para el año 2022, con la finalidad de mejorar el reconocimiento e incidencia de fallas, por cada grupo y sistema, ver figura N°2 y 3.

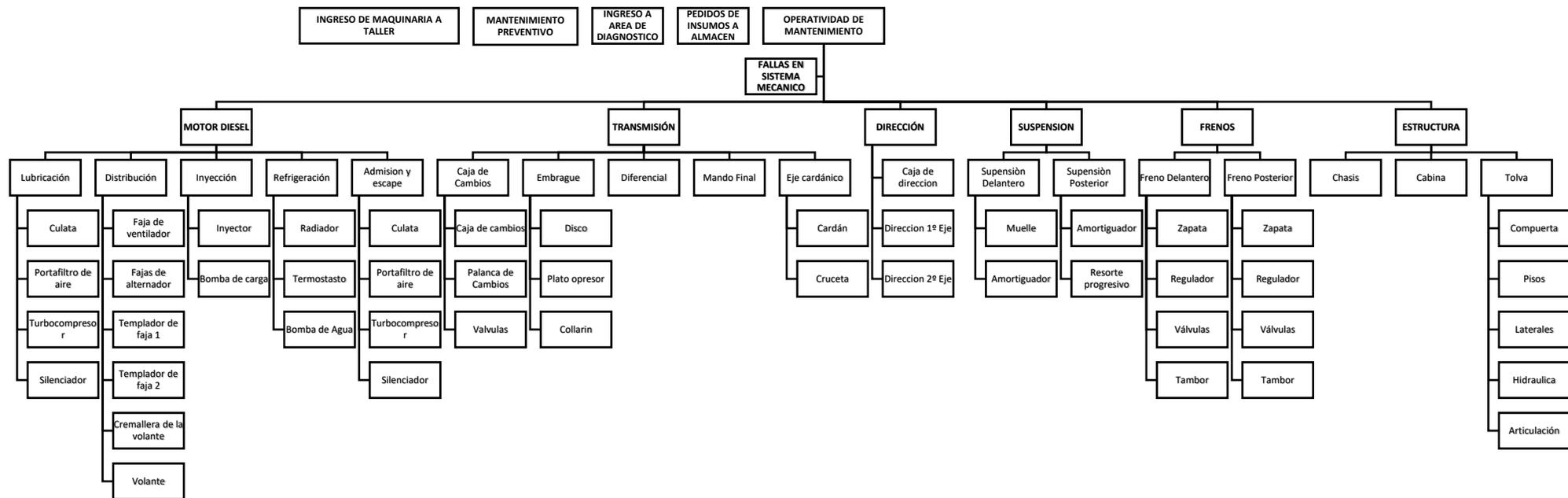


Figura N°. 2. Flujoograma General del despiece de subsistemas de mantenimiento operativo del sistema mecánico, propuesto Año 2022

Fuente: Propio

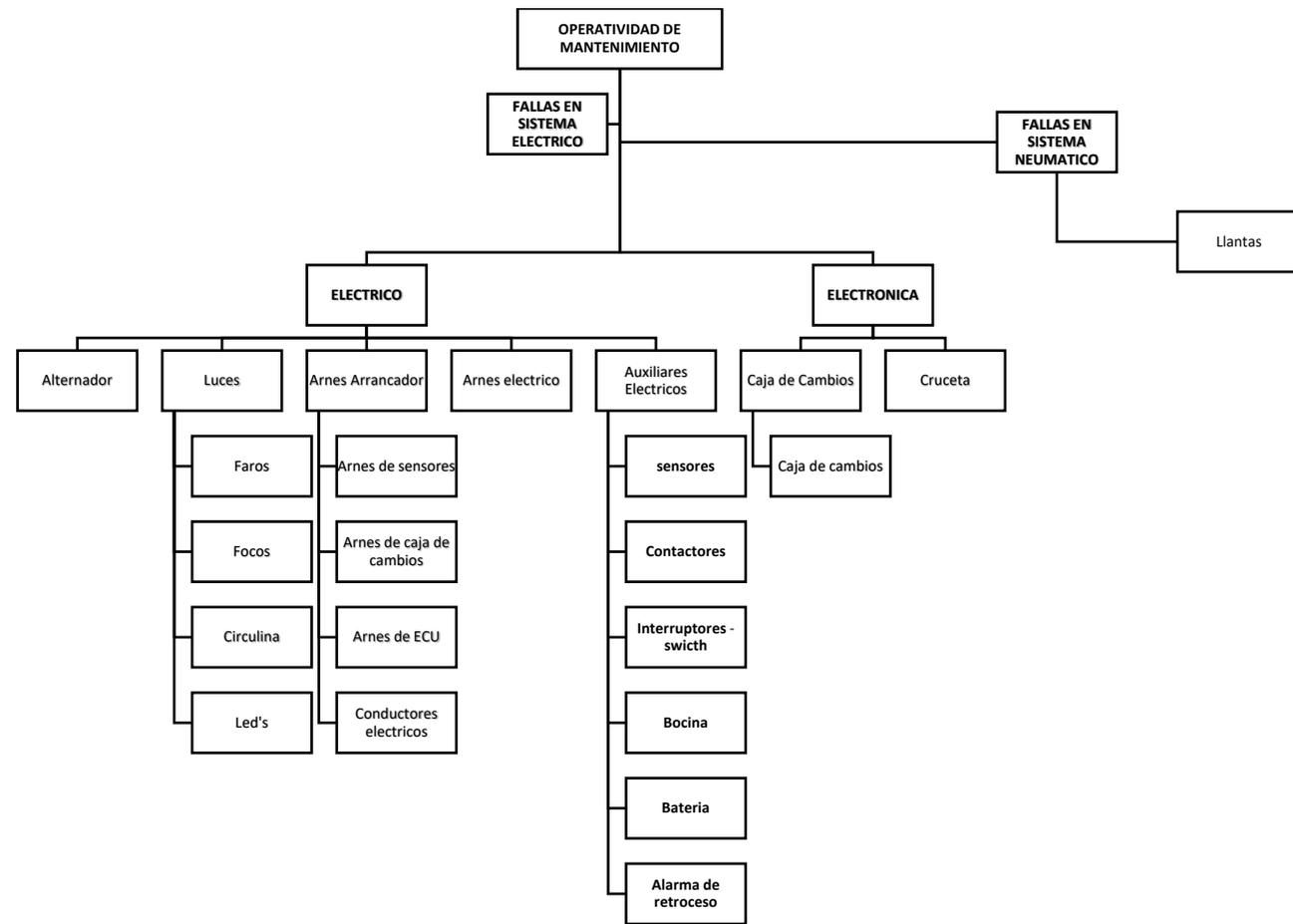


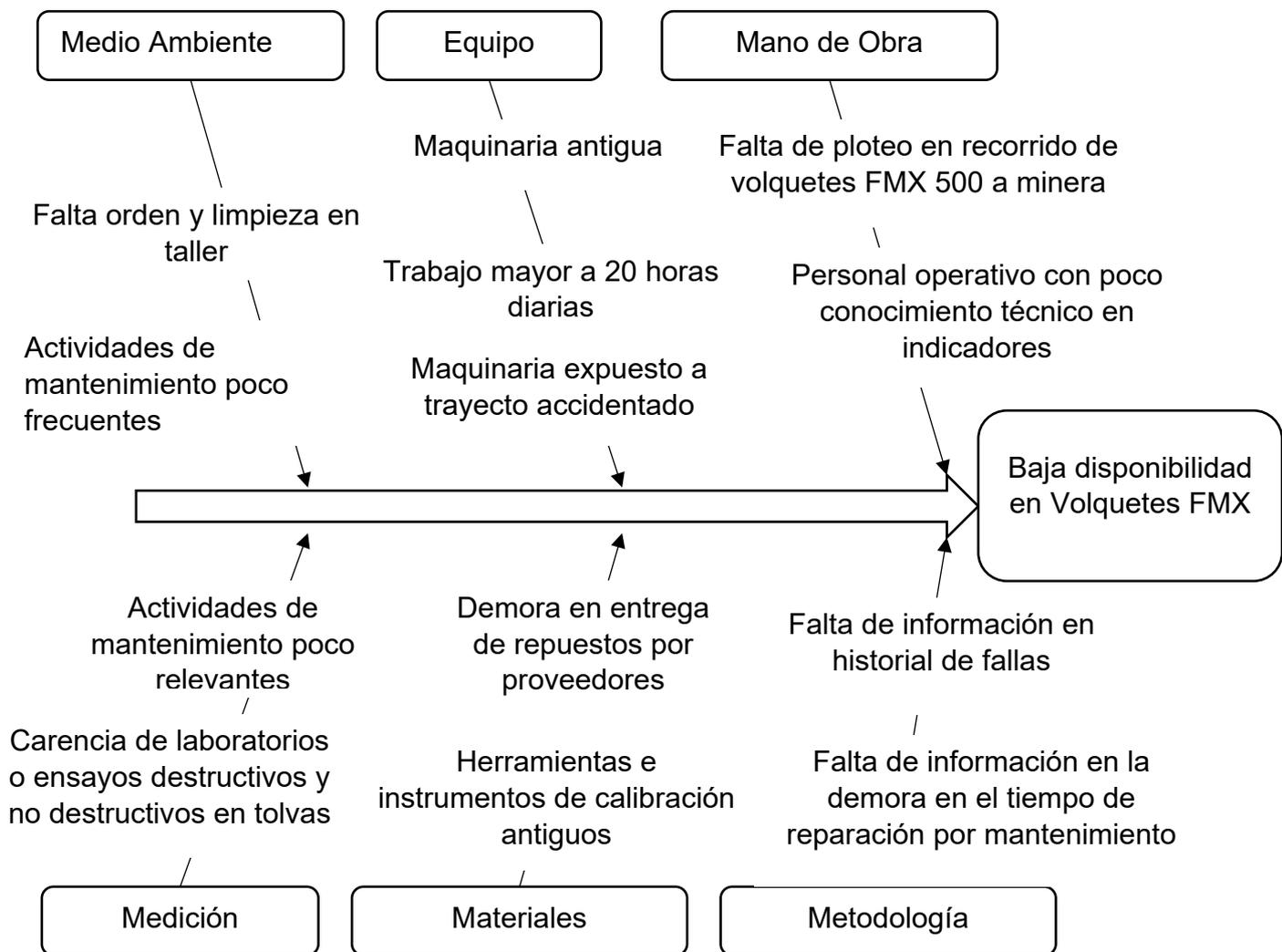
Figura N°. 3. Flujograma General del despiece de subsistemas de mantenimiento operativo del sistema eléctrico y Neumático, propuesto para el Año 2022

Fuente: Propio

Sin embargo se detectó la falta organización por el personal administrativo lo cual se establece un desarrollo de diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto) para identificar la mala administración hacia el departamento del mantenimiento, desarrollado en el año 2021, como se aprecia en la fig. N°4.

Figura N°. 4. Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto) de la Baja Confiabilidad de Volquetes FMX

Fuente: Propio



En base a las siguientes preguntas se determina un análisis Pareto con personal operativo de taller e involucrado en los mantenimientos realizados

Pregunta	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
Preguntas acerca del Mantenimiento desarrollado					
• ¿Existe gestión de mantenimiento programado en la empresa?	1	2	3	4	5
• ¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se cumple satisfactoriamente?	1	2	3	4	5
• ¿Está satisfecho con el modo en que se llevan a cabo los procesos de mantenimiento programado?	1	2	3	4	5
• ¿Cuentan con stock de repuestos para analizar los mantenimientos programados?	1	2	3	4	5
• ¿La empresa tiene técnicos capacitados para realizar el mantenimiento preventivo?	1	2	3	4	5
• ¿El área de mantenimiento cuenta con una persona encargada de la planificación de los mantenimientos?	1	2	3	4	5
• ¿Usted tiene conocimiento de algún formato o registro de mantenimiento del volquete?	1	2	3	4	5
• ¿Las fallas se detectan anticipadamente mediante inspecciones del equipo?	1	2	3	4	5
• ¿Conoce las frecuencias del mantenimiento que se debe de realizar a un volquete FMX500?	1	2	3	4	5

Pregunta	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
• ¿Califique sobre la gestión de mantenimiento que actualmente se viene llevando en el volquete FMX500?	1	2	3	4	5
• ¿Sabe usted que es una orden de trabajo?	1	2	3	4	5
Preguntas acerca de órdenes de trabajo para Mantenimiento					
• ¿Existe ordenes de trabajo de gestión de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad?	1	2	3	4	5
• ¿Cree usted que las ordenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoria?	1	2	3	4	5
• ¿Existe una persona encargada de crear las ordenes de trabajo?	1	2	3	4	5
• ¿Las ordenes de trabajo se aprueban de inmediato?	1	2	3	4	5
• ¿Existe direccionamiento de flujo para la ejecución de trabajos en base a ordenes de trabajo?	1	2	3	4	5
• ¿Todas las ordenes de trabajo generadas son ejecutadas?	1	2	3	4	5
• ¿Las ordenes de trabajo son registradas y archivadas por el área de mantenimiento?	1	2	3	4	5

Tabla N°. 8. Tabla de preguntas para evaluación de Pareto en el mantenimiento desarrollado en el los volquetes FMX500.

De las preguntas desarrolladas por la tabla N° 8 , desarrollada por el personal operativo del taller, se obtiene un promedio que establece la tabla N° , donde nos brinda un análisis para el desarrollo de Pareto.

En la tabla N° 09, presenta un 15,43 % , donde el personal operativo tiene con poco conocimiento técnico en indicadores mantenimiento, careciendo de un buen historial en el reporte de las fallas presentadas por los volquetes FMX 500, por otro lado tenemos un 14.81% en la falta de información en historial de fallas, y un 14.20% en la falta de información en la demora en el tiempo de reparación por mantenimiento.

Tabla N°. 9.
Análisis de diagrama Pareto.

N.º	Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	total.	%	Acumulado
1	Personal operativo con poco conocimiento técnico en indicadores	5	5	5	5	5	25	15.43%	15.43%
2	Falta de información en historial de fallas	5	5	5	5	4	24	14.81%	30.25%
3	Falta de información en la demora en el tiempo de reparación por mantenimiento	5	5	5	4	4	23	14.20%	44.44%
4	Actividades de mantenimiento poco relevantes	5	5	5	4	4	23	14.20%	58.64%
5	Carencia de laboratorios o ensayos destructivos y no destructivos en tolvas	5	4	5	0	1	19	11.73%	70.37%
6	Demora en entrega de repuestos por proveedores	5	4	2	4	1	16	9.88%	80.25%
7	Herramientas e instrumentos de calibración antiguos	4	3	2	3	1	13	8.02%	88.27%
8	Falta de ploteo en recorrido de volquetes FMX 500 a minera	1	1	1	1	1	5	3.09%	91.36%

9	Falta orden y limpieza en taller	1	1	1	2	0	5	3.09%	94.44%
10	Maquinaria expuesto a trayecto accidentado	1	0	1	0	1	3	1.85%	96.30%
11	Trabajo mayor a 20 horas diarias	1	0	1	1	0	3	1.85%	98.15%
12	Maquinaria antigua	1	0	1	1	0	3	1.85%	100.00%
Total							162	100 %	

Fuente: Elaboración propia

En el pre, muestra un diagrama Pareto , donde transmite las causas de su baja disponibilidad.

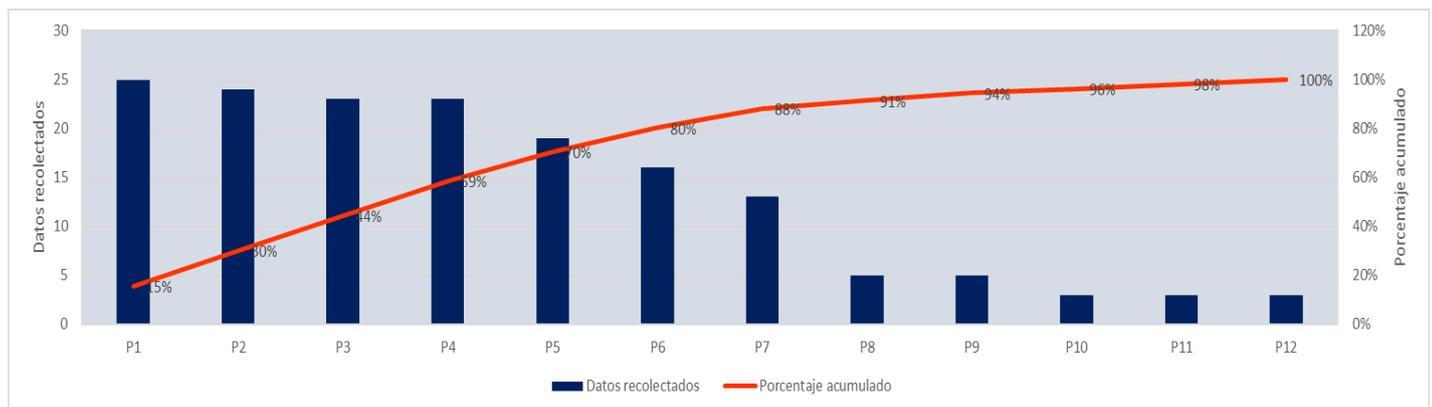
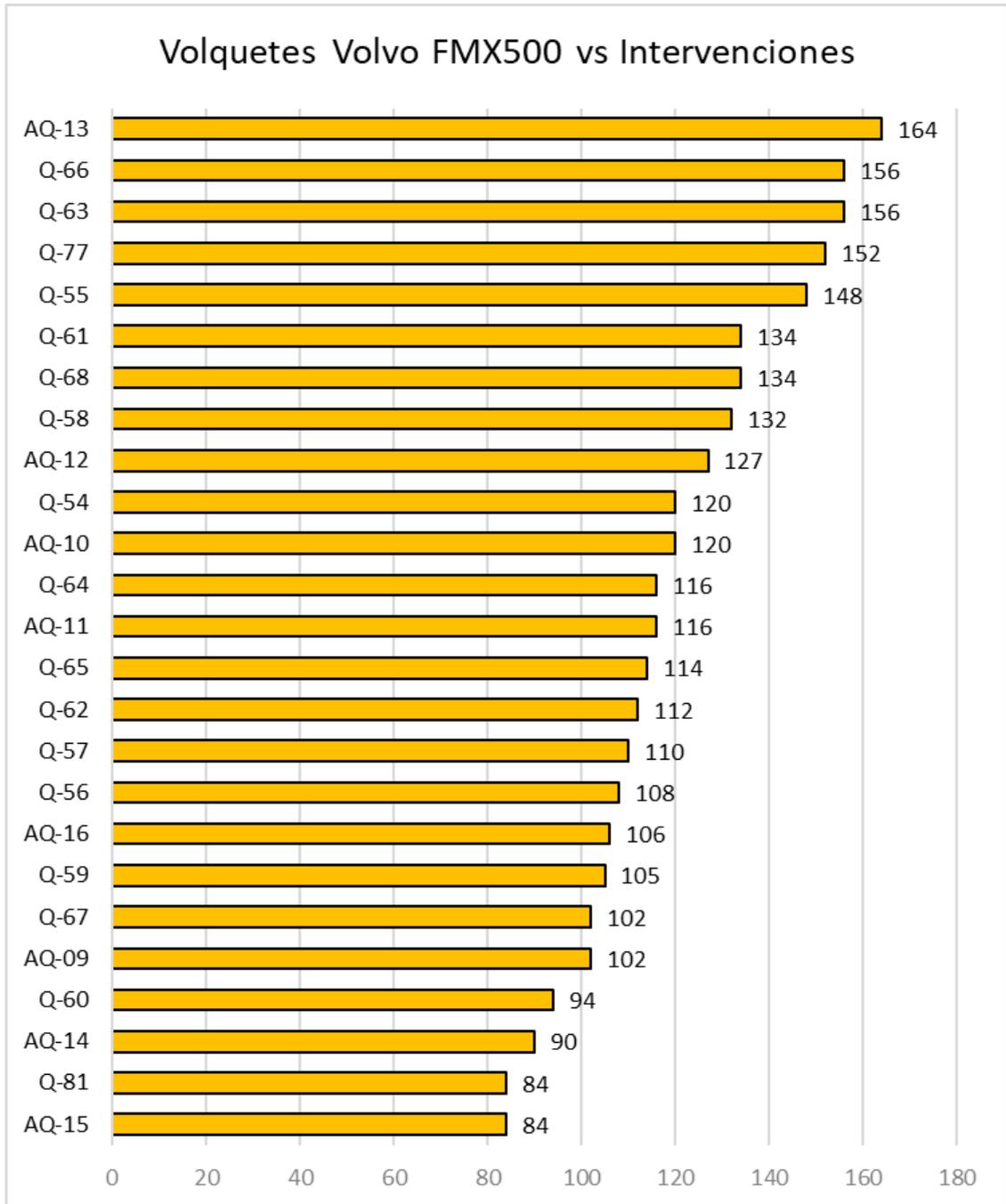


Figura N°. 5. Diagrama de Pareto de las causas en su baja disponibilidad del volquete FMX500

Fuente: Propio

Ahora bien, de acuerdo a lo analizado se ha tomado en consideración la data gráfica de la empresa, concerniente al número de intervenciones de mantenimiento en los volquetes modelo FMX500 según códigos específicos, para una referencia semestral, a fin de determinar luego los tiempos de operación y paralización indicativos para obtener los indicadores MTBF y MTRR correspondientes como inicio de nuestra evaluación de disponibilidad y confiabilidad iniciales:



Grafica 1. Intervenciones de Mantenimiento en Volquetes modelo FMX500 según códigos. 1er semestre

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10:
Indicadores iniciales de equipos

ITEM	VOLQUETE	Horas	Horas	Número de	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
		Funcionam.	paralización	paradas				
1	AQ-09	3205	1175	102	31.42	11.52	73.17	98.63
2	AQ-10	3156	1224	120	26.30	10.20	72.05	98.62
3	AQ-11	3155	1225	116	27.20	10.56	72.03	98.62
4	AQ-12	3770	610	127	29.69	4.80	86.07	98.84
5	AQ-13	3769	611	164	22.98	3.73	86.05	98.84
6	Q-59	3767	613	105	35.88	5.84	86.00	98.84
7	Q-55	3770	610	148	25.47	4.12	86.07	98.84
8	Q-56	3110	1270	108	28.80	11.76	71.00	98.60
9	Q-57	3767	613	110	34.25	5.57	86.00	98.84
10	Q-58	3680	700	132	27.88	5.30	84.02	98.81
11	Q-54	1187	3193	120	9.89	26.61	27.10	96.38
12	Q-60	3767	613	94	40.07	6.52	86.00	98.84
13	Q-61	3597	783	134	26.84	5.84	82.12	98.79
14	Q-62	1360	3020	112	12.14	26.96	31.05	96.83
15	Q-63	2496	1884	156	16.00	12.08	56.99	98.26
16	Q-64	2497	1883	116	21.53	16.23	57.01	98.26
17	Q-65	2497	1883	114	21.90	16.52	57.01	98.26
18	Q-66	3110	1270	156	19.94	8.14	71.00	98.60
19	Q-67	3767	613	102	36.93	6.01	86.00	98.84
20	Q-68	3767	613	134	28.11	4.57	86.00	98.84
21	Q-77	3110	1270	152	20.46	8.36	71.00	98.6
22	Q-81	2497	1883	84	29.73	22.42	57.01	98.26
TOTAL		68801	27559	2706	25.43	10.18	71.40	98.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°. 10. Registro de volquetes modelo FMX500 y FMX480 en actividades de mantenimiento reiterados en un marco No programado, bajo estudios de confiabilidad aplicado a inicios del año 2021

ITEM	COD SAP	MODELO	Operativo. (%)	Disponib. (%)	Utilización (%)	Descripción de Mantenimiento	Horas de actividad promedio	Paradas (SB)	Horas Promedio Hombre	Observación
1	Q-09	FMX - 500	54%	73%	43%	Revisión juego de crucetas de cardan principal y cardan BB	4	1194	4776	MC
2	Q-10	FMX - 480	62%	72%	62%	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	3	1194	3582	MC
3	Q-11	FMX - 480	50%	72%	40%	Revisiones del sistema de luces en general , pruebas de funcionamiento /	3	385	1155	MC
4	Q-12	FMX - 500	62%	86%	27%	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	3	1194	3582	MC
5	Q-13	FMX - 500	58%	86%	23%	Revisiones del sistema de luces en general , pruebas de funcionamiento /	3	385	1155	MC
6	Q-14	FMX - 500	69%	86%	37%	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	3	1194	3582	MC
7	Q54	FMX - 480	83%	86%	83%	Revisiones del estado de forros de freno delantero y posterior	4	1194	4776	MC
8	Q55	FMX - 480	62%	71%	64%	Revisiones del estado de forros de freno delantero y posterior	4	1194	4776	MC
9	Q57	FMX - 480	78%	86%	58%	Revisión juego de crucetas de cardan principal y cardan BB	4	1194	4776	MC
10	Q58	FMX - 480	84%	84%	98%	Está pendiente cambio de filtro A/C y APM ,mantto 20000 hr por contrato	5	1194	5970	MC
11	Q59	FMX - 480	17%	27%	195.59	Cambio de las 8 llantas de tracción / límite de horas de trabajo y cocadas	5	1194	5970	MC
12	Q60	FMX - 480	58%	86%	23%	Está pendiente cambio de filtro A/C y APM ,mantto 20000 hr por contrato	5	1194	5970	MC
13	Q61	FMX - 480	82%	82%	100%	Cambio de las 8 llantas de tracción / límite de horas de trabajo y cocadas	5	1194	5970	MC
14	Q62	FMX - 480	13%	31%	223.00	Revisión de niveles de aceite motor, caja cambios,direccion,refrigerante	4	1194	4776	MC
15	Q63	FMX - 480	21%	57%	20%	Radiador presenta humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	3	1194	3582	MC

Tabla N°. 10. Registro de volquetes modelo FMX500 y FMX480 en actividades de mantenimiento reiterados en un marco No programado, bajo estudios de confiabilidad aplicado a inicios del año 2021

ITEM	COD SAP	MODELO	Operativo. (%)	Disponib. (%)	Utilización (%)	Descripción de Mantenimiento	Horas de actividad promedio	Paradas (SB)	Horas Promedio Hombre	Observación
16	Q64	FMX - 480	25%	57%	25%	Radiador presenta humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	3	1194	3582	MC
17	Q65	FMX - 480	33%	57%	38%	Radiador presenta humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	3	1194	3582	MC
18	Q66	FMX - 480	41%	71%	28%	Evaluar tanque hidráulico de levante de tolva , se selló con soldamos en rajadura	1	1194	1194	MC
19	Q67	FMX - 480	58%	86%	23%	Barra en V primera corona juego leve, monitorear	1	1194	1194	MC
20	Q68	FMX - 480	80%	86%	65%	Evaluar tanque hidráulico de levante de tolva , se selló con soldamos en rajadura	1	1194	1194	MC
21	Q77	FMX - 500	41%	71%	28%	Barra en V primera corona juego leve, monitorear	1	1194	1194	MC
22	Q81	FMX - 500	21%	57%	20%	Evaluar tanque hidráulico de levante de tolva , se selló con soldamos en rajadura	4	1194	1194	MC
			71.40%						3414	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11, se han detallado las actividades de mantenimiento expresadas en horas utilizadas conforme a las paradas (PARADAS de mantenimiento) intervenidas conforme a la operatividad, utilización y disponibilidad de cada Volquete, tomados como registro en el año 2021. Asimismo se muestra los índices de disponibilidad que se encuentran entre 57 a 85%, teniendo un promedio del 71.40%, 3414 horas de paradas en el año 2021.

5.2. Diseñar la propuesta de mejorar la gestión de un mantenimiento tradicional a uno que brinde el aumento a la disponibilidad mecánica de la familia de camiones VOLVO FMX500 en la organización.

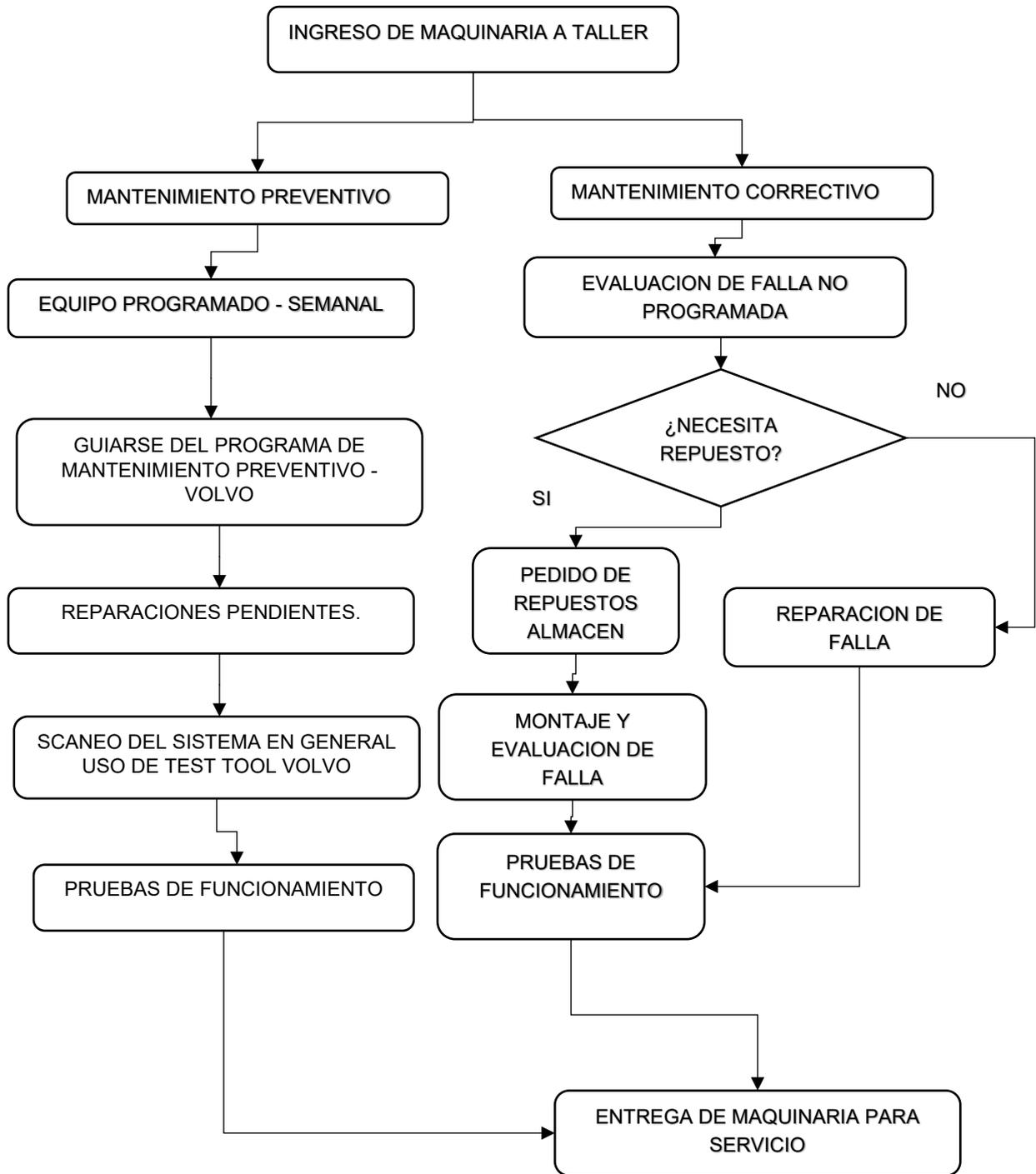


Figura N°. 6. Flujograma General de Mantenimiento Correctivo

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Desarrollo de Actividades de Mantenimiento Año 2022.

Una vez ingresado el Volquete , se procede a guiar por proceso de mantenimiento del fabricante VOLVO , ver anexo N°8, donde información de los informes, teniendo en cuenta los plazos de realización sirve para tomar las medidas preventivas y correctivas oportunas. Como se indicó, los informes son la forma en que se prueba el equipo para determinar su condición real, Es primordial para desarrollar y verificar las métricas de mantenimiento del equipo; los órdenes de trabajo según anexo N°16 se presentan como un ejemplo. Los reportes muestran las tareas realizadas de acuerdo al horario establecido cada semana, de la misma manera que se controlan las actividades y las horas realizadas en cada orden realizada.

Como resultado del análisis de Ishikawa, el departamento de mantenimiento mejoro funciones en base a capacitaciones en el personal administrativo y técnico mecánico, en la mejorar del análisis y detección de fallas de los volquetes modelo, y por otro lado el área administrativa, mostro una adecuada rotación de repuestos conforme a los pedidos según los mantenimientos mencionados.

Para ello se realizó un diagnóstico para verificar el proceso que desarrolló, luego de lo cual se detalló.

Esta área se menciona en diagnósticos porque es muy importante en la disponibilidad de equipos, que nos brinda de insumos, consumibles, repuestos, todo lo indispensable para poder realizar eficazmente el trabajo del grupo. Asimismo, en el diagnóstico y estado de esta área, se observa que en muchos pedidos de repuestos tienen un retraso de varios meses, lo que afecta significativamente la disponibilidad de materias primas, El Mantenimiento aplicado a los riesgos , tiene una evaluación de maquinaria critica conforme a la muestra analizada.

Se analizó el índice de riesgo (NPR) del sistema mecánica, de la muestra los 07 Volquetes Volvo FMX480, teniendo la comparación para la evaluación del nuevo mantenimiento, en base al análisis de criticidad.

4.2.2. Análisis de Criticidad

Ejemplificando el análisis del Volquete marca Volvo **FMX480-8X4R con código Q54** dentro del sistema mecánico, se desarrolló la conforme a la tabla N°11

Tabla N°. 11. Fallas ocurridas en el periodo del año 2022 en Unidad Q54

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	42
Dirección	110121	4
Caja de dirección	13742	1
Dirección 1° Eje	26555	1
Dirección 2° Eje	69824	2
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	2
Estructura	92728	5
cabina	38210	1
chasis	13988	1
TOLVA	40530	3
Frenos	70170	5
Freno Delantero	27718	2
Freno Posterior	28815	2
Suspensión Posterior	13637	1
Motor diésel	110189	14
Admisión y escape	41422	3
Distribución	13774	1
Freno Delantero	14170	3
Lubricación	13198	1
Refrigeración	13637	4
Suspensión Posterior	13988	2
Suspensión	173151	6
cabina	13637	1
Suspensión Delantero	93343	4
Suspensión Posterior	66171	4
Transmisión	69743	3
Caja de Cambios	26653	1
Diferencial	14774	1
Eje cardánico	28316	1
Total general	667026	42

Fuente: Empresa Minera Ayacucho

- Determinación de la frecuencia de fallas.

Intervenciones: 42 fallas/año → $F_f = 4$ (ver Tabla N°1)

- Determinación de Impacto Operacional.

Parada de una línea de producción de la empresa → I.O = 6 (ver Tabla N°1)

- Determinación de la flexibilidad Operacional.

La empresa cuenta 10 volquetes con FMX500 → F.O = 2 (ver Tabla N°1)

- Determinación de costos de Mantenimiento.

El costo de mantenimiento del Volquete FMX480 en el periodo del año 2021 fue de 92000 soles

teniendo una clasificación → C.M = 2 (ver Tabla N°1)

- Determinación de seguridad Humana.

Daños menores → SAH = 2 (ver Tabla N°1)

Aplicamos la Ec. 09 de Consecuencia

$$\text{CONSECUENCIA} = \text{IO} * \text{FO} * \text{CM} * \text{SAH} \dots \dots (9)$$

$$\text{CONSECUENCIA} = 6 * 2 * 2 * 2$$

$$C = 48$$

Valor Critico de la Ec. 08

$$\text{CRITICIDAD} = \text{CONSECUENCIA} * \text{FRECUENCIA DE FALLOS} \dots \dots (8)$$

$$\text{CRITICIDAD} = 48 * 4 = 192$$

Determinación del nivel de criticidad.

FRECUENCIA	4	SC	C	C	C	C
	3	SC	SC	C	C	C
	2	NC	NC	SC	C	C
	1	NC	NC	NC	SC	C
		0-30	30-60	60-90	90-120	120-150
		CONSECUENCIAS				

En la Tabla N° 12 , se muestra los resultados del análisis de criticidad de los demás volquetes FMX 480, conforme al anexo N° 7, de las fallas mecánicas sostenidas de la unidad Q54.

Tabla N°. 12.
Tabla de resultados del análisis de criticidad

Item	Volquetes de muestra	Frecuencia de Fallas	Criterio						Cr	Nivel de Criticidad
			I.O	F.O	C.M	SAH	C			
1	Volquete Código Q54 - FMX 480-8X4R.	4	6	2	2	2	48	192	CRITICO	
2	Volquete Código Q55 - FMX 480-8X4R.	3	6	2	2	2	48	144	SEMI CRITICO	
3	Volquete Código Q57 - FMX 480-8X4R.	3	6	2	2	2	48	144	SEMI CRITICO	
4	Volquete Código Q58 - FMX 480-8X4R.	3	6	2	1	2	24	72	NO CRITICO	
5	Volquete Código Q59 - FMX 480-8X4R.	3	6	2	2	2	48	144	SEMI CRITICO	
6	Volquete Código Q60 - FMX 480-8X4R.	3	6	2	1	2	24	72	NO CRITICO	
7	Volquete Código Q62 - FMX 480-8X4R.	4	6	2	2	2	48	192	CRITICO	

4.2.3. Determinación del índice de riesgo para la maquinas criticas

Conforme a sus a las tablas N° 2, 3 y 4, se evalúa las características de análisis del NPR (Número de Prioridad de Riesgo), conforme a la Ecuación N° 15. Donde el NPR es el producto de la Gravedad, ocurrencia y detección y según su limites se establecen del siguiente modo

$NPR > 200$ Fallas Intolerables (I).

$125 < NPR \leq 200$ Fallas reducibles deseables (R).

$NPR \leq 125$ Fallas Aceptables (A).

A continuación, se evalúa el Volquete marca Volvo **FMX480-8X4R con código Q54 y Q62**

Tabla N°. 13.

NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q54

Item	Falla	Índices de Riesgo			Resultados	
		G	O	D	NPR= GxOxD	Falla
1	Revisiones del estado de forros de freno delantero y posterior	10	5	5	250	Falla Inaceptable
2	Revisión juego de crucetas de cardan principal y cardan BB	10	5	5	250	Falla Inaceptable
3	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	6	5	3	90	Falla Aceptable
4	Bomba de agua refrigeración	8	5	4	160	Falla Reducible a Deseable
5	Mantenimiento de radiador	8	5	4	160	Falla Reducible a Deseable
6	Cambio y Ajuste de manguetas	10	5	5	250	Falla Inaceptable
7	Cambio en del sistema de luces en general , pruebas de funcionamiento	6	5	3	90	Falla Aceptable
8	cambio de filtro A/C y APM ,mantto 20000 hr por contrato	10	5	5	250	Falla Inaceptable
9	Cambio de las 8 llantas de tracción / límite de	10	5	5	250	Falla Inaceptable

Item	Falla	Índices de Riesgo			Resultados	
		G	O	D	NPR= GxOxD	Falla
10	horas de trabajo y cocadas Revisión de niveles de aceite motor, caja cambios,direccion,refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable
11	Radiador presenta humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable
12	Rotura de Muelle Posterior 1	10	5	5	250	Falla Inaceptable
13	Rotura de Muelle Posterior 2	10	5	5	250	Falla Inaceptable

Fuente: Propia

4.2.3. Determinación del índice de riesgo para la maquinas semi criticas

Tabla N°. 14.

NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q55

Item	Falla	Índices de Riesgo			Resultados	
		G	O	D	NPR	Falla
1	Revisiones del estado de forros de freno delantero y posterior	10	5	5	250	Falla Inaceptable
2	Revisión juego de crucetas de cardan principal y cardan BB	10	5	5	250	Falla Inaceptable

Item	Falla	Índices de Riesgo			Resultados	
		G	O	D	NPR	Falla
3	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	6	5	3	90	Falla Aceptable
4	bomba de agua refrigeración	6	5	3	90	Falla Aceptable
5	Mantenimiento de radiador	6	5	3	90	Falla Aceptable
6	Cambio en del sistema de luces en general , pruebas de funcionamiento	6	5	3	90	Falla Aceptable
7	Revisión de niveles de aceite motor, caja cambios,direccion,refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable
8	Radiador presenta humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable
9	Rotura de Muelle Posterior 1	10	5	5	250	Falla Inaceptable
10	Rotura de Muelle Posterior 2	10	5	5	250	Falla Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°. 15.

NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q57

Item	Falla	Índices de Riesgo			Resultados	
		G	O	D	NPR	Falla
1	Revisión juego de crucetas de cardan principal y cardan BB	10	5	5	250	Falla Inaceptable
2	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	6	5	3	90	Falla Aceptable
3	bomba de agua refrigeración	6	5	3	90	Falla Aceptable
4	Mantenimiento de radiador	6	5	3	90	Falla Aceptable

5	Cambio en del sistema de luces en general , pruebas de funcionamiento	6	5	3	90	Falla Aceptable
6	Revisión de niveles de aceite motor, caja cambios,direccion,refrigerante Radiador presenta	6	5	3	90	Falla Aceptable
7	humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable
8	Rotura de Muelle Posterior 1	10	5	5	250	Falla Inaceptable
9	Rotura de Muelle Posterior 2	10	5	5	250	Falla Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°. 16.

NPR del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R con código Q59

Item	Falla	Índices de Riesgo			NPR	Resultados
		G	O	D		Falla
1	Evaluar ,revisión de juego de manguetas	6	5	3	90	Falla Aceptable
2	bomba de agua refrigeración	6	5	3	90	Falla Aceptable
3	Mantenimiento de radiador	6	5	3	90	Falla Aceptable
4	Cambio en del sistema de luces en general , pruebas de funcionamiento	6	5	3	90	Falla Aceptable
5	Revisión de niveles de aceite motor, caja cambios,direccion,refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable

Radiador presenta						
6	humedecimiento de refrigerante por tina inferior LH y RH / ver si hay consumo de refrigerante	6	5	3	90	Falla Aceptable
7	Rotura de Muelle Posterior 1	10	5	5	250	Falla Inaceptable
8	Rotura de Muelle Posterior 2	10	5	5	250	Falla Inaceptable

Fuente: Propia

Para la proyección de las actividades de la propuesta de mejora en el mantenimiento, se evaluó la maquinaria crítica con respecto a sus fallas inaceptables, donde los otros volquetes semi críticos también muestran similar efecto en sus fallas, a lo que nos enfocaremos en el Q54.

Se ha podido determinar entonces, que 7 de las 13 fallas son indeseables, lo que corresponde al 53.85% del total; 2 fallas son reducibles a deseables; y, 4 fallas son aceptables, ambas teniendo un valor de 46.15% del total.

De acuerdo al análisis de los 04 volquetes Volvo FMX480, críticos y semi críticos, se estable una proyección de un programa de actividades de gestión de mantenimiento basado en el riesgo a través del desarrollo de hojas de información y hojas de decisiones, ayudando a mejorar el trayecto del mantenimiento en la nueva flota de Volquetes FMX500, por lo tanto, es menester clarificar este análisis mediante el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF), para cuyo efecto se ha realizado el desarrollo de la correspondiente hoja de información y hojas de decisiones:

4.2.4. Desarrollo de hoja información y hoja de decisiones.

Tabla N°17.

Hoja de información del Volquete marca Volvo FMX480-8X4R

Función (F)	Falla Funcional (FF)	Modo de Falla (MF)	Efecto Inicial de la Falla (Que ocurre cuando Falla)	Efecto Final de la Falla o Consecuencia (Que ocurre cuando Falla)
<p>1 Sistema de Suspensión: es el sistema que conecta el chasis del vehículo con las ruedas. Este sistema es el responsable de brindar estabilidad, pues se encarga de absorber (lo más posible) las irregularidades del camino.</p>	<p>Rotura de Muelle delantero y posterior.</p>	1 Desequilibrio de suspensión (falta de estabilidad)	1 Desgaste de bujes de muelle	1 Rotura de eje principal.
		2 Rodamientos de ejes	2 Desgaste de rodamientos	2 Soltura de rueda y desgaste crítico de boca masa.
		3 Amortiguador reventado	3 Ruptura de amortiguador	3 Descompensación de la suspensión
		4 Rajadura de resorte progresivo	4 Ruptura de perno central	4 Desnivelación de ejes posteriores y rozamiento de llanta
		5 Desequilibrio de barra de reacción, desgaste de gomas.	5 Ruptura de barra de reacción	5 Desnivelación de ejes posteriores
		6 Desgaste de goma central bugui	6 Desequilibrio en muelles posteriores	6 Desnivelación de ejes posteriores
<p>2 Sistema de Trasmisión: es el sistema que brinda el torque para la movilidad del volquete</p>	<p>Revisión juego de crucetas de cardan principal y cardan BB</p>	1 Vibración al momento del movimiento de equipo.	1 Sonidos constantes	1 Ruptura de Cardan BB

3 Sistema de Frenos: es el sistema que brinda, el frenado del equipo en modo servicio.	Revisiones del estado de forros de freno delantero y posterior	2	Vibración cardan principal	2	Sonidos constantes	2	Ruptura de Principal
		3	Vibración en brida de eje	3	Sonidos constantes	3	Ruptura de Brida (Volquete Inoperativo)
		4	Vibración en brida de eje	4	Sonidos constantes	4	Ruptura de Brida (Volquete Inoperativo)
		1	Deficiencia de frenado	1	Mal funcionamiento de freno	1	Impacto por falta de freno
		2	Deficiencia de servicio neumático	2	Fuga de aire	2	Paralización del equipo por falta de aire
		3	Deficiencia de forros de freno	3	Sonido de rozamiento entre piezas.	3	Fundición de piezas

Fuente: Propia

Para posteriormente se elabora las hojas de decisiones , respondiendo las siguientes preguntas de la fig. N°7..

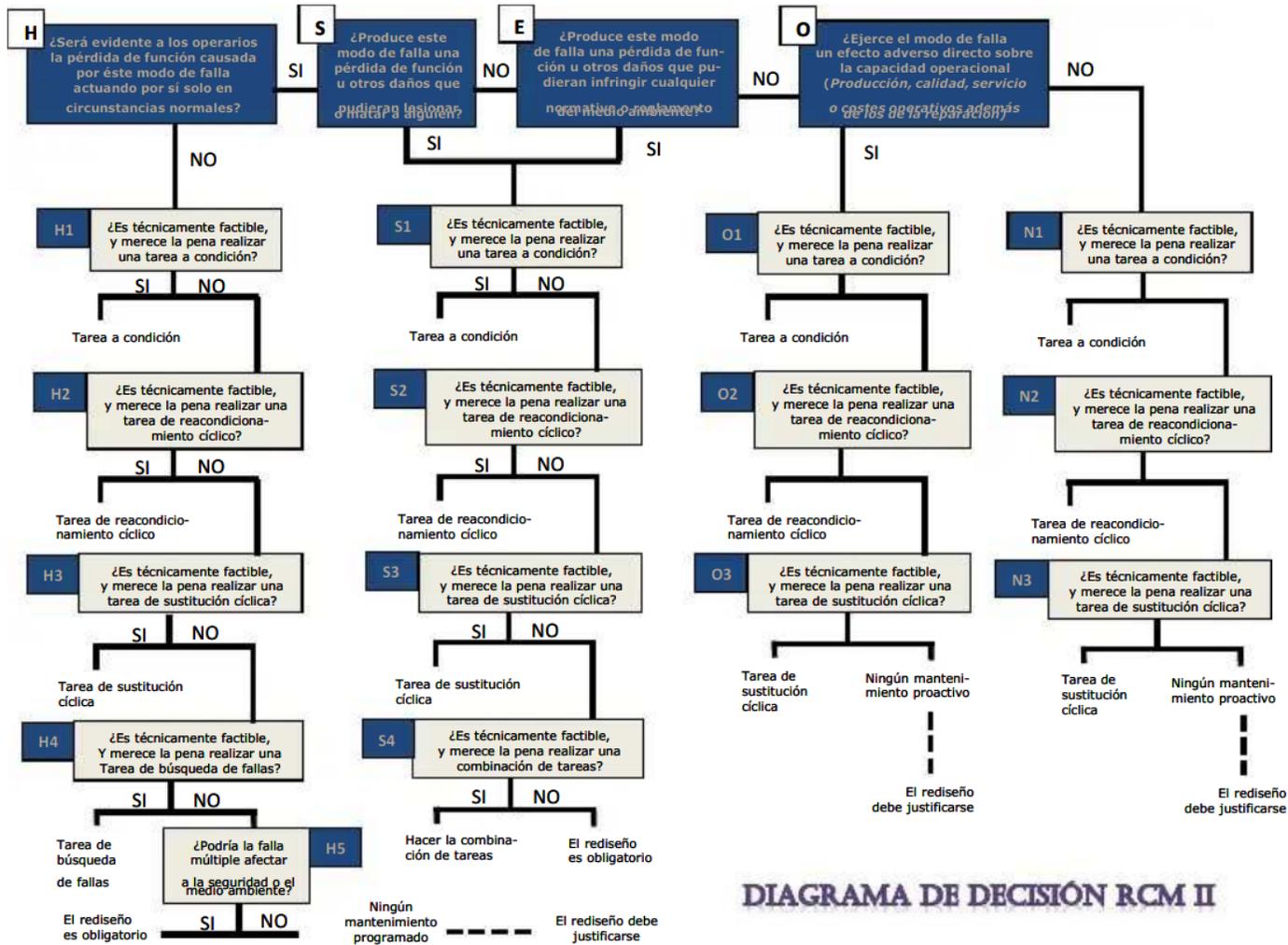


DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM II

Figura N°. 7. Diagrama de decisión RCM II

Fuente: Mantenimiento RCM

Elaboración de hoja de decisiones.

Tabla N°. 18. Hoja de decisiones para Volquete marca Volvo FMX480-8X4R

Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	"Tareas a Falta de"			Descripción de las Tareas Propuestas	Frecuencia	Ejecutor
F	FF	MF	H	S	E	O	S1 O1 N1	S2 O2 N2	S3 O3 N3	H4	H	S4			
1	A	1	N				S						<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Muelle, lo cual necesitamos: <ul style="list-style-type: none"> - Pistola neumática - Llave N°32 - Llaves mixtas - Palancas - Gata de 32 TON - Caballetes - Gata hidroneumática de 32 TON - Paquete de muelles, según número de parte Volvo. - Bujes de Muelle 	7D	Técnico Mecánico
2	A	1	N				S						<ul style="list-style-type: none"> • Desmontaje de Cruceta Cardan BB. <ul style="list-style-type: none"> - Máquina de Soldar - Llave N°21, 22 - Comba de 4Lb - Prensa de 100TON 	30-60D	Técnico Soldador

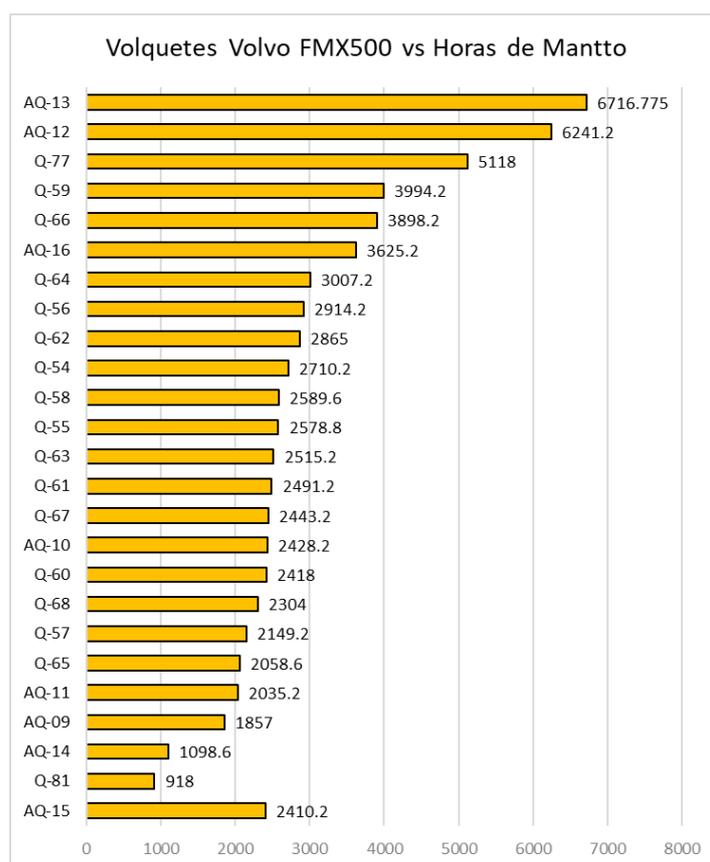
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	"Tareas a Falta de"			Descripción de las Tareas Propuestas	Frecuencia	Ejecutor
F	FF	MF	H	S	E	O				H4	H	S4			
3	A	1	N				S					<ul style="list-style-type: none"> • Suspender Ejes • Sacar Ruedas • Desmontaje de tambor, de balatas. • Desmontaje de forros de freno • Mantenimiento de reguladores de Freno • Montaje de forros nuevo <ul style="list-style-type: none"> - Gata de 32 TON - Caballetes - Gata hidroneumática de 32 TON - Pistola neumática - Remachadora neumática de Forros de freno. 	25D	Técnico Soldador	

Fuente: Propia

4.2.5. Elementos para la elaboración del programa de mantenimiento

En la tabla N° 19, se detallan las intervenciones más incidentes es el sistema mecánico, del cual se debe atender en tareas de mantenimiento de rutina innecesarias o excesivamente intrusivas, las mismas que son la causa en muchos casos de mortalidad inicial en un equipo. Se debe evitar realizar trabajos innecesarios y elegir mantenimientos que tengan el menor impacto en el funcionamiento del dispositivo. El mantenimiento de rutina debe mantenerse al mínimo estricto, es decir, intervenciones menos desestabilizadoras que no causan problemas que podrían haberse previsto o evitado. La premisa de "mantener lo menos posible" toma contundencia a realizar un Programa de mantenimiento.

a) Tiempo de mantenimiento para lograr reparar la maquinaria en el periodo del año 2022, las cuales están expresadas en la gráfica N°2



Gráfica 2. Tiempo de mantenimiento desarrollados por las diferentes volquetes FMX500

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°. 19. Paradas y Horas relacionadas al mantenimiento realizado a los Volquetes modelo FMX500 durante el mes de Enero del 2022

EQUIPO DE TRABAJO																							TOTAL HORAS	
REPORTE DE MANTENIMIENTO																							MMTO	
MANTENIMIENTO REACTIVO (Correctivo no programado)											MMTOS CORRECTIVOS PROGRAMADOS.						MANTENIMIENTO PREVENTIVOS						TOTAL PARADAS	TOTAL HORAS
ITEM	VOLQUETE	PLACA	PAR	MEC	PAR	ELEC.	PAR	LLANTAS	PAR	ACCIDENTE	PAR	MEC.	PAR	ELECTRICO	PAR	LLANTAS	PAR	ENGRASE	PAR	CAMBIO DE ACEITE	PAR	REVISION	REVISION	TOTAL HORAS
1	AQ-10	ANE-715	1	0.5	1	1	1	1	0	0	3	4	0	0	0	1	3	2	1	4	0	0	10.0	13.5
2	AQ-11	AUP-728	2	48	0	0	2	1	0	0	1	4	1	1	1	2.5	2	3	1	3.5	0	0	10.0	63.0
3	AQ-12	AYB-899	0	0	0	0	0	0	1	1.25	3	4.25	0	0.25	0	1	3	3	0	0	0	0	7.0	9.8
4	AQ-13	V9G-778	3	4.5	0	0	2	1	0	0	2	10.5	0	0	1	4.5	3	3	0	0	0	0	11.0	23.5
5	AQ-14	BEH-929	1	1	1	3	0	0	0	0	2	5.75	0	0.25	0	0	2	3	0	5	0	0	6.0	18.0
6	Q-54	ANE-921	1	0.5	0	0	0	0	0	0	2	10.5	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	5.0	14.0
7	Q-55	ANF-844	1	2	0	0.25	2	1.5	0	0	3	13.5	0	0.5	1	3	4	4	0	0	0	0	11.0	24.8
8	Q-56	ANF-825	3	5	0	0	1	1	0	0.5	2	12.5	0	0.5	1	3	2	3.5	1	6	0	0	10.0	32.0
9	Q-57	AST- 830	2	5	0	0	3	2	0	0	2	13	0	0	1	4	2	3	1	5	0	0	11.0	32.0
10	Q-58	AST- 793	2	3.5	0	0	1	0.5	0	0	4	10.5	1	8.5	0	1	3	4	1	5	0	0	12.0	33.0
11	Q-59	ASU-932	21	418.7	0	0.25	1	0.5	0	0	1	0.5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	24.0	422.0
12	Q-60	AST-768	2	4.25	1	0.5	2	1	1	6	3	14	0	2	0	0	3	3	0	0	0	0	12.0	30.8
13	Q-61	ASU-820	1	1	0	1	0.5	0	0	0	4	28.5	0	0	0	3	3	3	1	1.5	0	0	9.5	38.0
14	Q-62	ASU-854	12	288	0	0	0	0	0	10	2	12.5	0	3	0	2	1	2	1	5	0	0	16.0	322.5
15	Q-63	AST-808	3	22.75	0	0	1	0.25	0	0	4	22	0	3	0	1	4	4	0	0	0	0	12.0	53.0
16	Q-64	AST-856	1	0.75	0	0	2	2	0	0	4	14	0	0.5	1	2	4	5	1	5	0	0	13.0	29.3
17	Q-65	ASU-824	3	4.25	1	0.5	0	0	0	0	2	4	0	3.5	0	0	2	3	1	4	0	0	9.0	19.3

Tabla N°. 19. Paradas y Horas relacionadas al mantenimiento realizado a los Volquetes modelo FMX500 durante el mes de Enero del 2022

EQUIPO DE TRABAJO																							TOTAL HORAS	
REPORTE DE MANTENIMIENTO																							MMTO	
MANTENIMIENTO REACTIVO (Correctivo no programado)											MMTOS CORRECTIVOS PROGRAMADOS.						MANTENIMIENTO PREVENTIVOS						TOTAL PARADAS	TOTAL HORAS
ITEM	VOLQUETE	PLACA	PAR	MEC	PAR	ELEC.	PAR	LLANTAS	PAR	ACCIDENTE	PAR	MEC.	PAR	ELECTRICO	PAR	LLANTAS	PAR	ENGRASE	PAR	CAMBIO DE ACEITE	PAR	REVISION	PARADAS	HORAS
18	Q-66	ASU-834	1	1	2	1.5	2	1.5	0	0	3	13	0	0	0	0	2	3	1	5	0	0	11.0	25.0
19	Q-67	ASY-875	1	2.5	0	0	0	0	0	0	2	11.5	1	1	0	0	3	3	0	0	0	0	7.0	18.0
20	Q-68	ASZ-770	2	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0	1.5
21	Q-77	AXK-843	3	1.25	0	0	1	1	0	0	3	10.75	0	0	1	6	3	4	1	5	0	0	12.0	28.0
22	Q-81	AYQ-881	3	1.25	0	0	1	1	0	0	3	10.75	0	0	1	6	3	4	1	5	0	0	12.0	28.0
TOTAL			66.00	815.95	7.00	8.25	22.50	16.00	2.00	17.75	54.00	222.25	3.00	25.00	8.00	42.00	55.00	64.50	11.00	54.00	-	-	228.50	1,265.70

Fuente: Elaboración propia

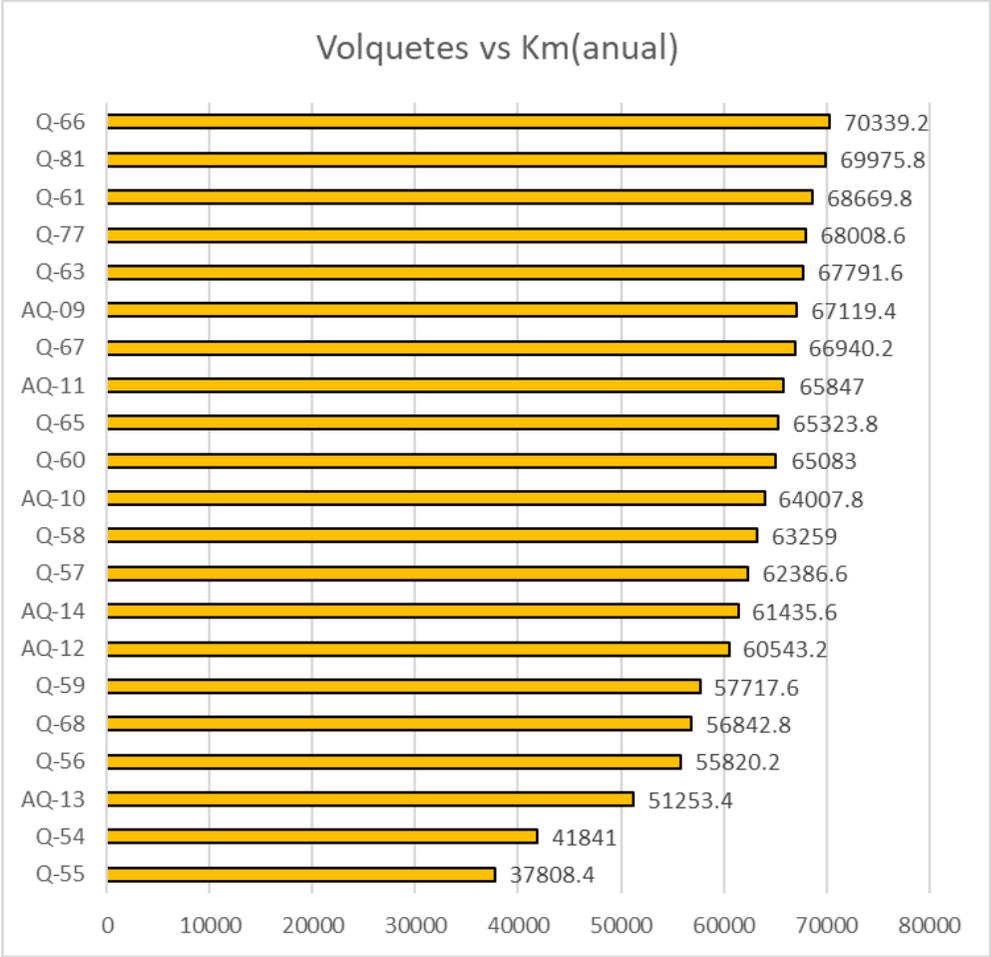
b) Evaluación de vida operativa o útil de la maquinaria respecto a la disponibilidad:

En la tabla N° 20, se aprecia el análisis de kilometraje y tiempos promedios para reparar de los equipos.

Tabla N°. 20.

Recorrido de unidades

Código de Volquete	Enero (km)	Febrero (km)	Marzo (km)	Abril (km)	Mayo (km)	Junio(km)	Julio (km)	Agosto (km)	Setiembre (km)	Octubre (km)	Noviembre (km)	Diciembre (km)	TOTAL
Q-55	5070	1546.5	3112.8	3363.2	3603.8	2207.9	1546.5	3112.8	5070	2207.9	3363.2	3603.8	37808.4
Q-54	4351	4676.2	3832.3	3639.2	3028.6	1393.2	4676.2	3832.3	4351	1393.2	3639.2	3028.6	41841
AQ-13	5341	4700.9	3262.1	4780	4749.9	2792.8	4700.9	3262.1	5341	2792.8	4780	4749.9	51253.4
Q-56	6147.9	4169.8	3655.8	5186	5136.8	3613.8	4169.8	3655.8	6147.9	3613.8	5186	5136.8	55820.2
Q-68	1603.2	4950.1	5392.8	5788.4	5803.5	4883.4	4950.1	5392.8	1603.2	4883.4	5788.4	5803.5	56842.8
Q-59	2878	5362.4	5255.5	5447.3	5314.2	4601.4	5362.4	5255.5	2878	4601.4	5447.3	5314.2	57717.6
AQ-12	5767.6	5430	4084.8	5063.5	4728.1	5197.6	5430	4084.8	5767.6	5197.6	5063.5	4728.1	60543.2
AQ-14	5246.3	5345.8	4665.7	5149.2	5070.2	5240.6	5345.8	4665.7	5246.3	5240.6	5149.2	5070.2	61435.6
Q-57	6081.3	4577.1	4580.3	5436.2	5592.2	4926.2	4577.1	4580.3	6081.3	4926.2	5436.2	5592.2	62386.6
Q-58	5999.5	5909.1	5181.4	4270.8	5706.7	4562	5909.1	5181.4	5999.5	4562	4270.8	5706.7	63259
AQ-10	6358.7	4341.9	5224.3	5516.8	5829.5	4732.7	4341.9	5224.3	6358.7	4732.7	5516.8	5829.5	64007.8
Q-60	5841.2	5265.8	5213.5	5552.2	5631.8	5037	5265.8	5213.5	5841.2	5037	5552.2	5631.8	65083
Q-65	6262.2	5052.4	5177.7	5213.3	5853.2	5103.1	5052.4	5177.7	6262.2	5103.1	5213.3	5853.2	65323.8
AQ-11	5679.4	5458.2	5467.1	5459.5	5605	5254.3	5458.2	5467.1	5679.4	5254.3	5459.5	5605	65847
Q-67	5685.5	5832.4	5419.7	5439.8	5628.3	5464.4	5832.4	5419.7	5685.5	5464.4	5439.8	5628.3	66940.2
AQ-09	6743.5	5669.8	5366.5	5175	5670.9	4934	5669.8	5366.5	6743.5	4934	5175	5670.9	67119.4
Q-63	5950.6	5722.7	6107.2	5468.3	5782.8	4864.2	5722.7	6107.2	5950.6	4864.2	5468.3	5782.8	67791.6
Q-77	5792.9	5501.7	5786.1	5949.9	5823.9	5149.8	5501.7	5786.1	5792.9	5149.8	5949.9	5823.9	68008.6
Q-61	6104.4	4954.6	4987.9	6156.8	6328.6	5802.6	4954.6	4987.9	6104.4	5802.6	6156.8	6328.6	68669.8
Q-81	6865.6	5303.6	5036.9	5816.3	6307.7	5657.8	5303.6	5036.9	6865.6	5657.8	5816.3	6307.7	69975.8
Q-66	7093.3	5555.1	6069.7	5664.6	6056.6	4730.3	5555.1	6069.7	7093.3	4730.3	5664.6	6056.6	70339.2
Q-62	6122.11	5686.5	5752	5828.9	5655.8	6283	5686.5	5752	6122.11	6283	5828.9	5655.8	70656.62
Q-64	6846.2	5949.89	5941.3	5940.4	6357.6	5757.4	5949.89	5941.3	6846.2	5757.4	5940.4	6357.6	73585.58



Grafica 3. Consumo total de kilómetros por volquetes modelo FMX500

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Determinación de los nuevos indicadores con la mejora de la gestión de mantenimiento en Volquetes modelo FMX

De acuerdo a lo obtenido en el NPR se proyecta que, se resolverán el 53.85% de todas las fallas; existiendo aún el 46.15% entre reducibles a deseables y aceptables:

Tabla N° 21:

Determinación de nuevos indicadores de mantenimiento

ITEM	VOLQUETE	Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	Tiempo promedio para reparar (MTTR)	Disponibilidad	Confiabilidad
1	AQ-09	37.62	5.32	87.62	98.86
2	AQ-10	31.79	4.71	87.10	98.85
3	AQ-11	32.89	4.87	87.09	98.86
4	AQ-12	32.27	2.22	93.57	98.94
5	AQ-13	24.99	1.72	93.56	98.94
6	Q-59	39.02	2.69	93.54	98.94
7	Q-55	27.69	1.90	93.57	98.94
8	Q-56	35.13	5.43	86.62	98.85
9	Q-57	37.25	2.57	93.54	98.94
10	Q-58	30.73	2.45	92.62	98.92
11	Q-54	24.22	12.28	66.36	98.51
12	Q-60	43.59	3.01	93.54	98.94
13	Q-61	29.99	2.70	91.75	98.92
14	Q-62	26.66	12.44	68.18	98.54
15	Q-63	22.50	5.57	80.15	98.76
16	Q-64	30.27	7.49	80.16	98.76
17	Q-65	30.80	7.62	80.16	98.76
18	Q-66	24.32	3.76	86.62	98.85
19	Q-67	40.17	2.77	93.54	98.94
20	Q-68	30.58	2.11	93.54	98.94
21	Q-77	24.96	3.86	86.62	98.85
22	Q-81	41.80	10.35	80.16	98.76
TOTAL		699.23	107.84	86.64	98.85

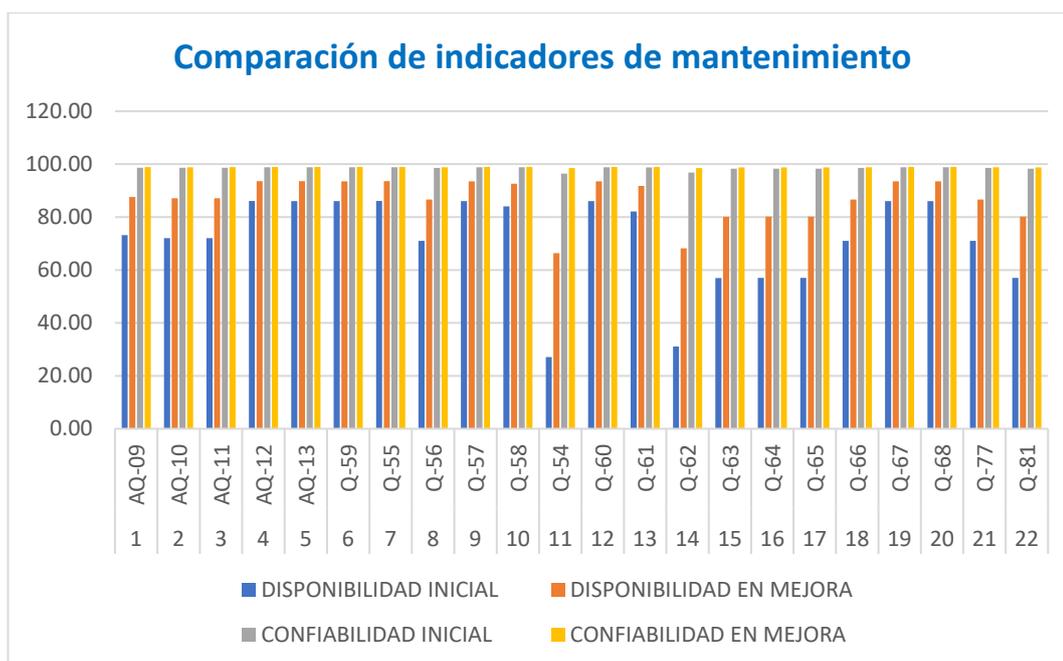
Fuente: Elaboración propia

Comentario: Para obtener el primer resultado: $MTTR = 11.52 * 0.4615 = 5.32$ horas/año; $MTBF = (11.52 - 5.32) + 31.42 = 37.62$ horas/año; $C(t) = e^{(-\gamma * \frac{ttp}{100})} * 100$
Utilizando el mismo criterio se pudo calcular MTTR, MTBF y C(t) de cada máquina.

Tabla N°. 21.

Comparación de indicadores antes y después de la propuesta de mejora de gestión de mantenimiento.

ITEM	VOLQUETE	DISPONIBILIDAD INICIAL	DISPONIBILIDAD EN MEJORA	CONFIABILIDAD INICIAL	CONFIABILIDAD EN MEJORA
1	AQ-09	73.17	87.62	98.63	98.86
2	AQ-10	72.05	87.10	98.62	98.85
3	AQ-11	72.03	87.09	98.62	98.86
4	AQ-12	86.07	93.57	98.84	98.94
5	AQ-13	86.05	93.56	98.84	98.94
6	Q-59	86.00	93.54	98.84	98.94
7	Q-55	86.07	93.57	98.84	98.94
8	Q-56	71.00	86.62	98.6	98.85
9	Q-57	86.00	93.54	98.84	98.94
10	Q-58	84.02	92.62	98.81	98.92
11	Q-54	27.10	66.36	96.38	98.51
12	Q-60	86.00	93.54	98.84	98.94
13	Q-61	82.12	91.75	98.79	98.92
14	Q-62	31.05	68.18	96.83	98.54
15	Q-63	56.99	80.15	98.26	98.76
16	Q-64	57.01	80.16	98.26	98.76
17	Q-65	57.01	80.16	98.26	98.76
18	Q-66	71.00	86.62	98.6	98.85
19	Q-67	86.00	93.54	98.84	98.94
20	Q-68	86.00	93.54	98.84	98.94
21	Q-77	71.00	86.62	98.6	98.85
22	Q-81	57.01	80.16	98.26	98.76
	TOTAL	71.40	86.64	98.46	98.85



4.4. Realizar la evaluación económica para la implementación de la propuesta de mejora de gestión de mantenimiento.

4.4.1. Beneficios económicos por reducción de horas perdidas:

Tabla 23:
Beneficio debido a la reducción de horas perdidas

ITEM	VOLQUETE	MTTR inicial (hrs/año)	MTTR mejora (hrs/año)	Ahorro en hrs. perdidas (hrs/año)	Costo de operación (US\$/año)	Ahorro (US\$/año)
1	AQ-09	11.52	5.32	12.41	120.00	1488.79
2	AQ-10	10.20	4.71	10.99	120.00	1318.25
3	AQ-11	10.56	4.87	11.37	120.00	1364.82
4	AQ-12	4.80	2.22	5.17	120.00	620.76
5	AQ-13	3.73	1.72	4.01	120.00	481.50
6	Q-59	5.84	2.69	6.29	120.00	754.52
7	Q-55	4.12	1.90	4.44	120.00	532.68
8	Q-56	11.76	5.43	12.66	120.00	1519.77
9	Q-57	5.57	2.57	6.00	120.00	720.22
10	Q-58	5.30	2.45	5.71	120.00	685.36
11	Q-54	26.61	12.28	28.66	120.00	3438.86
12	Q-60	6.52	3.01	7.02	120.00	842.81
13	Q-61	5.84	2.70	6.29	120.00	755.19
14	Q-62	26.96	12.44	29.04	120.00	3484.86
15	Q-63	12.08	5.57	13.01	120.00	1560.82
16	Q-64	16.23	7.49	17.48	120.00	2097.92
17	Q-65	16.52	7.62	17.79	120.00	2134.73
18	Q-66	8.14	3.76	8.77	120.00	1052.15
19	Q-67	6.01	2.77	6.47	120.00	776.71
20	Q-68	4.57	2.11	4.93	120.00	591.22
21	Q-77	8.36	3.86	9.00	120.00	1079.83
22	Q-81	22.42	10.35	24.14	120.00	2897.13
TOTAL		233.67	107.84	251.67	120.00	30200.04

Fuente: Elaboración propia

Se concluye en que el beneficio económico y ahorro por disminución de fallas es:

$$Beneficio_{ahorro} = 30200.00 \text{ US$/año}$$

fallos

4.4.2. Costos para la implementación del mantenimiento preventivo

a) Costo en \$/hora de mantenimiento en los equipos Volvo FMX500 relacionado al periodo 2021



Grafica 4. Desarrollo de costos en \$/hora en respecto a las Horas de operación en el mes de Marzo-2021.

Fuente: Propia.

Podemos mencionar que en el periodo del año 2021, obtuvimos en el Volquete FMX500 un máximo de 12,61 dólares por hora en 16000 horas de operación al no tener un adecuado control y planificación de mantenimiento.

Donde se evaluó todas las actividades de servicio y mantenimiento que no están bien desarrollados como control en las actividades dentro del taller, aplicando la criticidad de actividades , obteniendo un cuadro comparativo por costo unitario, como se aprecia en la tabla N° 23

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
Motor									\$0.92
Motor	Mantenimiento de Turbo compresor	1	10000	1	10000	242.42	101.01	0.02	0.01
	bomba de agua refrigeración	1	10000	1	10000	481.24	200.52	0.05	0.02
	Bomba de aceite	1	10000	1	10000	501.93	209.14	0.05	0.02
	Termóstato	1	5000	1	5000	69.70	58.09	0.01	0.01
	Mantenimiento de radiador	1	2400	1	2400	110.42	99.38	0.05	0.04
	Mantenimiento de intercooler	1	2400	1	2400	74.47	67.03	0.03	0.03
	vaso de expansión	1	10000	1	10000	197.72	82.38	0.02	0.01
	caja de filtro de aceite	1	12000	1	12000	586.93	293.46	0.05	0.02
	taza	1	8000	1	8000	138.68	92.45	0.02	0.01
	cuerpo de filtro de combustible	1	10000	1	10000	274.42	114.34	0.03	0.01
	Mantenimiento de Cubo de ventilador	1	10000	1	10000	71.19	29.66	0.01	0.00
	Correa en V (ventilador)	1	5000	1	5000	53.55	44.63	0.01	0.01
	Mantenimiento de Inyector Bomba	1	5000	1	5000	121.21	101.01	0.02	0.02
	Kit de anillos de inyector	6	5000	1	5000	3.86	3.22	0.00	0.00
	Bocinas de Inyector	6	5000	1	5000	19.48	16.23	0.02	0.02
	Afinamiento de motor	1	10000	1	10000	617.69	257.37	0.06	0.03
	Volante	1	8000	1	8000	1978.42	1318.95	0.25	0.16
	Sistema de escape	1	5000	1	5000	2478.70	2065.59	0.50	0.41
cojín de goma (soporte)	2	4800	1	4800	218.79	175.03	0.09	0.07	
									\$1.83

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
Transmisión									
Transmisión	Cardan grande	1	16000	1	16000	4626.25	3084.17	0.29	0.19
	Cardan bb	1	12000	1	12000	1251.3168	625.66	0.10	0.05
	Crucetas Card. Grande	2	4800	1	4800	414.59	331.67	0.17	0.14
	Cruceta de cardan bb	2	4800	1	4800	414.59	331.67	0.17	0.14
	Rodaje de rueda posterior	4	6000	1	6000	617.04	462.78	0.41	0.31
	Rodaje de rueda delantera	4	6000	1	6000	617.04	462.78	0.41	0.31
	Cambio de kit de embrague	1	4800	1	4800	185.45	148.36	0.04	0.03
	Embrague	1	4800	1	4800	929.96	743.97	0.19	0.15
	Disco de embrague	1	4800	1	4800	657.83	526.27	0.14	0.11
	Mantenimiento de Caja de Transmisión	1	8000	1	8000	378.79	252.53	0.05	0.03
	Repuestos para reparación de caja de cambios	1	8000	1	8000	2800.00	1866.67	0.35	0.23
	Mantenimiento de Corona de 1er eje	1	10000	1	10000	75.76	31.57	0.01	0.00
	Repuestos para reparación de corona 1er eje	1	10000	1	10000	545.00	227.08	0.05	0.02
	Mantenimiento de Corona de 2do eje	1	10000	1	10000	75.76	31.57	0.01	0.00
	Repuestos para reparación de corona 2do eje	1	10000	1	10000	1232.45	513.52	0.12	0.05
Selector de velocidad	1	10000	1	10000	1015.72	423.22	0.10	0.04	
Mantenimiento de toma de fuerza	1	6000	1	6000	81.44	61.08	0.01	0.01	
Hidráulico									\$0.07
Hidráulico	Mantenimiento de Piston hidráulico de levante de tolva	1	5000	1	5000	423.73	353.11	0.08	0.07
Eléctrico									\$0.70
Electrico	Mantenimiento de Arrancador	1	5000	1	5000	218.04	181.70	0.04	0.04
	Mantenimiento de Alternador	1	5000	1	5000	259.47	216.23	0.05	0.04

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
	Correa en v (Alternador)	1	5000	1	5000	44.76	37.30	0.01	0.01
	Tensor de correa (Alternador)	1	5000	1	5000	81.34	67.79	0.02	0.01
	Faro Delantero Izquierdo	1	8000	1	8000	542.10	361.40	0.07	0.05
	Faro Delantero Derecho	1	8000	1	8000	542.10	361.40	0.07	0.05
	Faros Posterior Derecho	1	8000	1	8000	459.59	306.39	0.06	0.04
	Faros Posterior Izquierdo	1	8000	1	8000	459.59	306.39	0.06	0.04
	Potenciómetro	1	5000	1	5000	346.50	288.75	0.07	0.06
	Batería	2	5000	1	5000	647.63	539.69	0.26	0.22
	Faro pirata LED Duralux	5	8000	1	8000	332.78	221.85	0.21	0.14
	Circulina	1	5000	1	5000	54.88	45.74	0.01	0.01
	Alarma de retroceso	1	5000	1	5000	21.63	18.03	0.00	
	Faro neblinero redondo	2	2500	1	2500	14.68	12.23	0.01	
Frenos									\$1.91
Frenos	Compresora de aire	1	10000	1	10000	1211.51	504.80	0.12	0.05
	Mantenimiento de Frenos (delanteros y posteriores)	1	1200	1	1200	193.94	193.94	0.16	0.16
	Cambio de zapatas y dispositivos (delanteros y posteriores)	1	2400	1	2400	387.88	349.09	0.16	0.15
	Forro de freno delantero	4	2400	1	2400	108.09	97.28	0.18	0.16
	Forro de freno posterior	4	2400	1	2400	117.62	105.85	0.20	0.18
	Dispositivos de freno	1	2400	1	2400	855.02	769.52	0.36	0.32
	Tambora de freno delantero	4	10000	1	10000	315.32	131.38	0.13	0.05
	Tambora de freno posterior	4	10000	1	10000	340.84	142.02	0.14	0.06
	Válvula sensible	1	5000	1	5000	512.87	427.39	0.10	0.09
	Válvula relé de freno	1	5000	1	5000	149.88	124.90	0.03	0.02
	Pulmón freno delantero	2	6000	1	6000	605.47	454.10	0.20	0.15

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
	Pulmón freno post parte delante	2	6000	1	6000	616.23	462.17	0.21	0.15
	Pulmón freno post parte atrás	2	6000	1	6000	610.45	457.84	0.20	0.15
	Mantenimiento de ralentizador	1	6000	1	6000	700.00	525.00	0.12	0.09
	cambiador de calor	1	6000	1	6000	120.00	90.00	0.02	0.02
	válvula de freno	2	5000	1	5000	128.99	107.49	0.05	0.04
	válvula descarga rápida	2	5000	1	5000	61.53	51.27	0.02	0.02
	válvula de freno pie	1	5000	1	5000	302.00	251.67	0.06	0.05
Implementos									\$0.30
Implementos	Reparación Tolva	1	10000	1	10000	4150.00	1729.17	0.42	0.17
	Cambio de Bisagra pivoteo de compuerta tolva	1	5000	1	5000	322.36	268.64	0.06	0.05
	Cambio de Bisagra de tolva	1	5000	1	5000	339.75	283.13	0.07	0.06
	Mantenimiento de Acc. Compuerta	1	5000	1	5000	100.00	83.33	0.02	0.02
Ruedas									\$0.0
	Alineamiento	1	2400	1	2400	257.00	0.00	0.11	-
Suspensión									\$3.62
Suspensión	Muelle Posterior 1	2	4000	1	4000	578.13	481.77	0.29	0.24
	Muelle Posterior 2	2	4000	1	4000	504.90	420.75	0.25	0.21
	Muelle Posterior 3	2	4000	1	4000	483.83	403.19	0.24	0.20
	Muelle Posterior 4	2	4000	1	4000	483.83	403.19	0.24	0.20
	Muelle Posterior 5	2	4000	1	4000	377.34	314.45	0.19	0.16
	Muelle Posterior 6	2	4000	1	4000	283.93	236.61	0.14	0.12
	abrazadera-u	4	4800	1	4800	109.78	87.83	0.09	0.07
	chapa	4	4800	1	4800	175.42	140.34	0.15	0.12
	ballesta delantera	4	4800	1	4800	1031.97	825.57	0.86	0.69

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

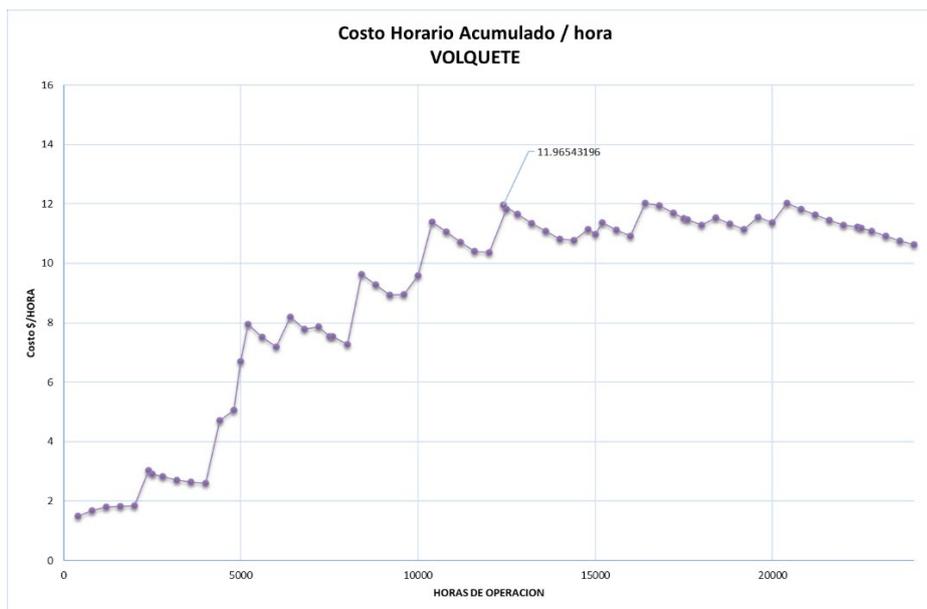
SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
	abrazadera-u (24.5 mm)	2	4800	1	4800	83.37	66.69	0.03	0.03
	abrazadera-u (25.5 mm)	2	4800	1	4800	85.26	68.20	0.04	0.03
	tuerca embrizada	8	4800	1	4800	3.77	3.01	0.01	0.01
	casquillo	8	4800	1	4800	116.38	93.11	0.19	0.16
	grillete A	2	4800	1	4800	28.92	23.14	0.01	0.01
	grillete B	2	4800	1	4800	24.22	19.38	0.01	0.01
	anclaje de ballesta delantera LH	1	4800	1	4800	556.14	444.92	0.12	0.09
	anclaje de ballesta delantera RH	1	4800	1	4800	556.14	444.92	0.12	0.09
	Barra de reacción	4	8000	1	8000	836.10	557.40	0.42	0.28
	juego de casquillo	2	4800	1	4800	287.59	230.07	0.12	0.10
	Barra V	2	12000	1	12000	1044.168	522.08	0.17	0.09
	kit de reparación; cojinete centrador	1	4800	1	4800	549.06	439.25	0.11	0.09
	kit de reparación; buje externo	2	4800	1	4800	362.20	289.76	0.15	0.12
	Resorte progresivo	4	4800	1	4800	191.41	153.13	0.16	0.13
	Bocinas de Boogui	4	4800	1	4800	153.52	122.82	0.13	0.10
	amortiguador (chasis delantero)	4	10000	1	10000	241.25	100.52	0.10	0.04
	amortiguador (chasis posterior)	2	4800	1	4800	253.22	202.57	0.11	0.08
	amortiguador (cabina parte delante)	2	6000	1	6000	142.78	107.08	0.05	0.04
	amortiguador (cabina parte atrás horizontal)	2	10000	1	10000	123.42	51.42	0.02	0.01
	amortiguador (cabina parte atrás vertical)	2	10000	1	10000	189.34	78.89	0.04	0.02
	estabilizador (cabina)	1	15000	1	15000	704.12	440.08	0.05	0.03
	casquillo (estabilizador de cabina)	2	5000	1	5000	198.84	165.70	0.08	0.07
	circlip	2	5000	1	5000	5.37	4.47	0.00	0.00
Dirección									\$0.27

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
Dirección	Mantenimiento de Caja de Dirección	1	8000	1	8000	175.34	116.90	0.02	0.01
	Bomba servo de dirección	1	8000	1	8000	995.89	663.93	0.12	0.08
	cilindro de dirección (kit reparación)	1	12000	1	12000	107.91	53.96	0.01	0.00
	varilla articulación (posterior)	1	12000	1	12000	396.68	198.34	0.03	0.02
	varilla articulación (delante)	1	12000	1	12000	662.61	331.30	0.06	0.03
	Manguetas (juego de perno man)	4	10000	1	10000	388.32	161.80	0.16	0.06
	Mantenimiento de Manguetas (juego de perno man)	1	4800	1	4800	339.39	271.52	0.07	0.06
Mantenimiento Preventivo									\$1.36
Mantenimiento Preventivo	Aceite de Motor	37	400	1	400	4.74	4.74	0.44	0.44
	Aceite de Caja	18	1200	1	1200	4.00	4.00	0.06	0.06
	Aceite Puente posterior	54	2400	1	2400	3.53	3.18	0.08	0.07
	Aceite Dirección	6	2400	1	2400	7.10	6.39	0.02	0.02
	Refrigerante	42	2400	1	2400	4.76	4.28	0.08	0.07
	Liquido de embrague	1	2400	1	2400	8.26	7.43	0.00	0.00
	Aceite Hidráulico	25	9600	1	9600	5.38	4.31	0.01	0.01
	Filtro Aceite LonG Life	2	400	1	400	19.51	19.51	0.10	0.10
	Filtro By pass	1	400	1	400	22.40	22.40	0.06	0.06
	Filtro Combustible	1	400	1	400	40.83	40.83	0.10	0.10
	Filtro Sep Agua	1	400	1	400	38.21	38.21	0.10	0.10
	Filtro Aire 1ro	1	800	1	800	134.47	134.47	0.17	0.17
	Filtro Aire Combust	1	2000	1	2000	23.62	23.62	0.01	0.01
	Filtro Aire 2do	1	2400	1	2400	148.34	133.51	0.06	0.06
	Filtro aceite de Caja Cam	1	1200	1	1200	19.22	19.22	0.02	0.02
Filtro Secador	1	2000	1	2000	134.42	134.42	0.07	0.07	

Tabla N°. 22. Cuadro comparativo de costos en mantenimiento preventivo dólares/hora 2022

SISTEMA	Componente	Cantidad	Frecuencia (Horas)	Factor	Frecuencia (Horas)	Precio unitario \$	Precio unitario \$	Costo/hora	Total Costo/Hora 2022-MARZO
	Filtro Aceite Hidráulico	1	2400	1	2400	13.35	12.02	0.01	0.01
	Filtro Cabina	1	2000	1	2000	18.22	18.22	0.01	0.01
Misceláneos									\$0.00
	Misceláneos	1	400	1	400	0.71	0.71	0.00	0.00
									\$11.95



Grafica 5. Desarrollo de costos en \$/hora en respecto a las Horas de operación en el mes de Marzo-2022.

Fuente: Elaboración propia.

Vemos que, en el periodo del año 2022, obtuvimos en el Volquete FMX500 un máximo de 11,96 dólares por hora al implementar el mantenimiento preventivo.

Tomando como referencia este monto, proyectamos de la siguiente manera:

Costo Preventivo por hora * Horas de mantenimiento/año (MTTR):

- $11.96 * 107.84 * 2 = 2579.53 \text{ US\$/año}$

4.4.2. Costos para la implementación del mantenimiento predictivo.

Tabla N° 24:
Costos en mantenimiento predictivo

Acción	Frecuencia (veces/año)	Costo Unitario (US\$)	Costo total (US\$/año)
Alineamiento de dirección y balanceo de ruedas.	22	30.00	660.00
Análisis vibracional a los rodamientos	22	35.00	770.00
Análisis termográfico	22	30.00	660.00
TOTAL			2090.00

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Beneficio útil

Tabla N° 25:
Resumen de los costos en mantenimiento

Beneficio útil:	
Ahorro en horas perdidas	+ 30200.00
Costos predictivos	- 2090.00
Costos preventivos	- 2579.00
Beneficio útil	25531.00 US\$/año

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Inversión en activos fijos y tecnología para la implementación de la propuesta de mantenimiento:

Tabla N° 26:
Inversión en activos

Activo	Cantidad	Precio unitario (US\$)	Precio total (US\$)
Vibrómetro	1	5000.00	5000.00
Cámara Termográfica	1	3500.00	3500.00
Equipo de alineamiento y balanceo.	1	3000.00	3000.00
Instrucciones al personal	5	150.00	750.00
Costo total			12250.00

Fuente: Elaboración propia

4.4.5. Retorno Operacional de la inversión

$$R.O.I. = \frac{INVERSIÓN INICIAL}{BENEFICIO ÚTIL}$$

$$R.O.I. = \frac{12250.00 \text{ US\$}}{25531.00 \text{ US\$/año}}$$

$$R.O.I. = 0.4798 \text{ años} = 5.75 \text{ meses} \approx \mathbf{6 \text{ MESES}}$$

VI. DISCUSIONES

- Una vez implementado el adecuado mantenimiento en volquetes modelo FMX500 se redujo de una disponibilidad promedio en la familia de volquetes de un 86.74% y se confronta con lo señalado con el autor (Chavez, 2019) donde menciona que la Metodología del Mantenimiento basado en la Confiabilidad (MBC) se elabora en base un Plan de Mantenimiento Preventivo con una nueva metodología y formulada en el MBC, dándole la mejora en su disponibilidad.
- Tomado los datos en el periodo inicial, por su bajo índice de disponibilidad y el mantenimiento por las fallas en el sistema mecánico, incrementado la disponibilidad realizando un nuevo plan de mantenimiento aplicado, en lo que concuerda con el autor (Coro & Cotrina, 2021) en su tesis, utilizando una metodología aplicada. Entre sus consecuencias que afecta a la maquinaria. equipos está la baja disponibilidad que se debe a la falta de un sistema de mantenimiento preventivo, las averías se producen con frecuencia y es aquí donde más se necesitan medidas de mejora, el sistema de mantenimiento de equipos incluye la elaboración de registros de mantenimiento preventivo, la coordinación de inspección diaria, la coordinación de solicitud de mantenimiento, la coordinación de registro de mantenimiento preventivo y el tiempo estimado de mantenimiento.
- Dados los resultados logrados en optimizar los indicadores de disponibilidad, operatividad y utilización son los adecuados y en lo mencionado con el autor (Nuñez & Puchoc, 2021) en su tesis logro los resultados los fallos obtenidos al implementar la metodología, concluyendo que al adoptar un enfoque de mantenimiento basado en la confiabilidad, se logró un aumento en la disponibilidad promedio del 71.40% al 86.64%, lo que tuvo un impacto positivo en la productividad diaria de la maquinaria analizada.
- Se logro confrontar el tiempo de los mantenimientos excesivos y las paradas a causa de los operadores de volquetes modelo FMX500, como lo menciona el autor (Moises, 2019), en los equipos de carga se evalúa conforme a la carga y descarga en cada volquete

- En su tesis de (Montenegro Leyva, 2017) "Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa chancadora del norte S.A.C.", que al trabajar con flotas de diferentes maquinarias pesadas destinadas a la construcción, la evaluación para el análisis crítico, como son: Frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, seguridad ambiental y humana; se obtuvo como resultado un índice de riesgo para las 7 máquinas críticas por las diferentes actividades desempeñadas en la construcción, a diferencia de esta investigación, muestra una criticidad alta y media por tener una evaluación de un solo proceso y actividades rutinarias dentro del transporte de mineral
- En lo desarrollado por (Montenegro Leyva, 2017) recomienda aplicar periódicamente indicadores de gestión del mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad; y lograr cumplir del programa de mantenimiento, para el desarrollo de la gestión de mantenimiento. De lo representado en los flujogramas se actualiza cada 06 meses buscando la forma de prevenir los daños que repercuten en el sistema, sean nuevos repuestos de con mejores estándares de calidad y recomendaciones del proveedor.
- En la referencia de (Leite, 2022), nos menciona como una alternativa la renovación de las piezas mecánicas, ésta depende de una serie de factores desconocidos, tales como: integridad, durabilidad de las partes móviles se aconseja principalmente una estrategia de paro intermitentes, porque se implantarían las nuevas estrategias indicando que dos paradas anuales para que no hubiera impacto productivo, a lo que se suma la dificultad de llevar a cabo la renovación por el alcance de los equipos. A lo mencionado, se podrá determinar las paradas para establecer actividades de diagnósticos acorde a la producción del transporte de mineral, y evaluando el costo del volquete en parada de diagnóstico, para el estudio de fallas no críticas con la finalidad de no terminar en fallas críticas.

Esto se puede llevar a la práctica conforme reduzcamos el costo de mantenimiento en diversos escenarios de las actividades realizadas por estos volquetes modelo FMX500, invirtiendo en centros de control en el

desplazamiento y el recorrido del traslado de mineral, llevando a otro nivel las causas de las fallas típicas y atípicas.

- En la investigación (Chavez, 2019) recomienda al Gerente de Mantenimiento y Operaciones de la Municipalidad Provincial de Pomabamba, manejar una buena información de datos en formatos de mantenimiento para la máquina pesada tractor oruga D7G Caterpillar, en forma ordenada, al ser una herramienta para lograr el mantenimiento predictivo o mantenimiento basada en condiciones que fortalecerá al mantenimiento preventivo. Donde menciona el uso de un software CMMS (sistema de gestión de mantenimiento computarizado) , donde se comparte la opinión cuando se determine un adecuada planificación ya que este programa tiene un gran avance tecnológico y logístico mejorando los reportes vinculados con el SAP y otras herramientas, que logren mantener un mejor control de procesos y llegar a acortar los tiempos.
- Como fortalezas en el estudio que ha motivado la tesis, se pueden rescatar:
 - Se realizó el estudio inicial de indicadores, los mismos que permitieron verificar el estado de las unidades.
 - Teniendo como premisa el análisis de modo y efecto de las fallas principales se realizó un NPR, clave en la proyección de nuevos indicadores.
 - Se realizó un estudio de costos en base al beneficio de lo proyectado y los gastos de mantenimiento generales, llegándose a determinar el período de retorno de la inversión en 5 meses.

VII. CONCLUSIONES

1. En base a la información del mantenimiento inicial evaluado en el de la empresa minera de Ayacucho, nos llevó a implementar indicadores de gestión, enfocado a teorías del mantenimiento basado en confiabilidad y de riesgo, en lo que una vez mejorando la planificación y control , se logró obtener resultados, con una nueva gestión para el mantenimiento de lo Volquetes Volvo FMX500, teniendo una disponibilidad de hasta 86.64%, como se aprecia en el capítulo 4 de los resultados operativos
2. La disponibilidad se encontró con un promedio, del 71.40% en el periodo inicial, donde también se ha evaluado la confiabilidad del mantenimiento realizado en el sistema de la flota de camiones Volvo FMX500, del 98.46%; se logró que se cuenta personal operativo con poco conocimiento técnico en indicadores de gestión, afectando a su trayecto en el enfoque de un mantenimiento basado en confiabilidad y de riesgo.
3. Se logro identificar el diseño de método de análisis de riesgos con las tecnologías y técnicas de mantenimiento, revisando los datos obtenidos y resolver problemáticas de probabilidad de falla, siendo así el método de mantenimiento basado en riesgos usado en empresas que identifica y agrupan reportes de fallas, según las fallas y aplicaciones en sus sistemas, datos de entrada. y datos de salida.
4. Una revisión de estas metodologías identificadas del mantenimiento, mostró que no existe una única forma de realizar mejoras, sino que es posible simular la proyección mediante el uso del NPR, obteniendo la disponibilidad aumentada hasta el 86.64% y la confiabilidad del 98.85%. Además, la experiencia analítica y la voluntad de utilizar estos métodos también es un factor importante, para mejorar un mantenimiento tradicional y no sostenible a través de periodos prolongados de tiempo.
5. Se ha realizado la evaluación de la inversión necesaria para la implementación de la propuesta de mantenimiento y así proyectar el beneficio económico y retorno operacional de la inversión en el costo de mantenimiento durante la operación de los volquetes FMX500, teniendo como ahorro económico por horas perdidas de US\$ 30200.00,

costo por mantenimiento preventivo de US\$ 2579.00 y costo por mantenimiento predictivo de US\$ 2090.00, lo cual arroja un beneficio útil de 25531.00 US\$/año; asimismo se ha establecido una simulación de inversión en activos fijos ascendente a US\$ 12250.00, por lo tanto se estableció que el Retorno Operacional de la Inversión (R.O.I.) será posible en 0.4798 años o aproximadamente 5 meses.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se tiene como experiencia considerar la modificación y actualización de las cartillas del tipo de máquina que se viene trabajando para encontrar mejores resultados y acortar los tiempos de operación y mantenimiento, según las intervenciones sostenidas en el periodo de cada año, viendo la magnitud del proyecto ante varios cambios en el área de operaciones y la disponibilidad de esta maquinaria.
- Es de suma importancia y necesario que todo el personal operativo de mantenimiento en talleres de maquinaria reciba una capacitación para el personal técnico, acerca de operación y mantenimiento de la maquinaria existente y sea el soporte de los programas de control, utilizados, lo que se lograra una efectividad apropiada en los resultados planificados.
- Teniendo el análisis de riesgo se evalúa en manera planificada para así poder detener la complejidad de mantenimiento, reduciendo costos en áreas de menos riesgo y ser más contundentes en áreas de importancia. Para ejemplo, la creciente diversidad de productos y complejidad de la fabricación en las industrias de procesos químicos ha llegado a manipular sustancias peligrosas a temperaturas y presiones elevadas seguro
- Se debe llevar un registro de los mantenimientos realizados dentro de un plan de mantenimiento Preventivo y Correctivo adecuado a las cargas de operación y así pueda garantizar el uso seguro durante las operaciones de izaje y montaje de estructura metálica.
- El uso en la implementación de un Scanner para el correcto diagnóstico de fallas así evitar periodos largos en encontrar las fallas.
- Se recomienda realizar seguimiento de los parámetros proyectados en la investigación y realizar una simulación acorde al mejoramiento idóneo para llegar como meta a la superación de disponibilidad mayor al 90%.

REFERENCIAS

- Achancaray Chavez, D. M. (2020). *Plan de negocios de una empresa de servicios de mantenimiento de maquinaria pesada*. Piura - Peru: UDEP.
- Agreda Espinoza, H. (2021). *Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para la mejor disponibilidad de los equipos en el sector industrial de manufactura entre los años 2011-2019: una revisión sistemática de la literatura científica*. UPN.
- Alarcón, M., Martínez, F., Gómez, F., & León, F. (2021). *Energy and maintenance management systems in the context of industry 4.0. Implementation in a real case. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110841>
- Alcántara De la Cruz, M. Á. (2021). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar los índices de confiabilidad en la Empresa Kusimayu S. A. C.* 2022: Universidad Continental.
- C. A. Murad, A. H. (2021). *Maintenance Management Optimization to Improve System Availability Based on Stochastic Block Diagram*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9605739>
- Campos, O., & Tolentino, G. (2018). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Científica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>
- Campos-López, O. T.-E.-V.-E. (2019). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Científica.
- Castillo Campoverde, T. O. (2019). *EFFECTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE 5S EN TALLERES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA*. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Chavez, J. G. (2019). *Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Incrementar la Disponibilidad Mecánica de la Maquinaria Pesada de la Municipalidad Provincial de Pomabamba*. Lima: UTP.
- Cornejo Mora, C. B. (2021). *Modelo de confiabilidad humana para mejorar la calidad del mantenimiento minero utilizando BN-SLIM (Bayesian Network-Success Likelihood Index Method)*. CHILE: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE.
- Coro, P., & Cotrina, S. (2021). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carguío y acarreo en la empresa W&J Minería y Construcción S. A. C.. Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29859/Coro%20Cercu%c3%adn%20Percy%20Elvis%20>

%20Cotrina%20Cieza%20Segundo%20Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Dzulkifli, N., Sarbini, N., Syahrizal, I., Mat, F., & Nik, A. (2021). *Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. Journal of Building Engineering*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102985>
- Espinoza Gamarra, C. F. (2018). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Curahuasi*. LIMA-PERU: UTP.
- Ezhilarasu, C. M., Skaf, Z., & Jennions, I. K. (2019). Comprender el papel de un gemelo digital en la gestión integrada del estado del vehículo (IVHM). *IEEE*, 8.
- Fala León, J. P. (2022). *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo programado para la Empresa de Lácteos Campo Fino de la ciudad de Salcedo utilizando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Grijalva Atencio, J. Y. (2019). *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad mecánica de la flota Jumbo DD421 - Nexa El Porvenir - 2019*. PERU: UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS.
- Hari, B., & Bhardwaj, M. (2020). *An Integrated Maintenance Management: A Practical Approach. Recent Advances in Mechanical Engineering*. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-8704-7_17
- Herrera, G., Morán, L., Gallardo, J., & Silva, A. (2020). *Gestión del mantenimiento y la industria 4.0. Revista de Ingeniería Innovativa*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Innovativa/vol4num15/Revista_de_Ingenieria_Innovativa_V4_N15_2.pdf
- Jahuir, L. (2021). *Método de gestión de mantenimiento para evaluar la disponibilidad en la flota de volquetes Volvo FMX. Caso: Gobierno Regional de Puno. Universidad José Carlos Mariátegui*. Obtenido de http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/1313/Luis_tesis_grad-acad_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Leite, L. J. (2022). *Gestión de Mantenimiento Industrial y Minería*. Belo Horizonte: Editora Poison.
- Lizcano Guerrero, J. A. (2019). *Elaboración de una propuesta de mantenimiento mediante la metodología RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad) para los cargadores frontales de bajo perfil Sandvik LHD410 en la sociedad minera de Santander SAS*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

- López, J., & Ochoa, J. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en la criticidad para la flota de vehículos categoría N del GAD Municipal del cantón La Troncal. Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21925/1/UPS-CT009584.pdf>
- Manay, F., & Tello, J. (2020). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de volquetes Mercedes Benz modelo Actros 3344k en la empresa Divemotor Cajamarca. Universidad Privada del Norte*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24841>
- Miranda Altamirano, L. Á. (2021). *Sistema de Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Críticos en la Planta de Agregados de la Ciudad de Trujillo – Perú*. trujillo.
- Moises, C. L. (2019). *Análisis de flota para incrementar la productividad en la cantera 7 de Noviembre Nueva Arica – Chiclayo*. Chiclayo: UCV.
- Montenegro Leyva, G. W. (2017). *SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL RIESGO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA CHANCADORA DEL NORTE S.A.C*. Trujillo: UNT.
- Nascif, A. K. (2019). *Mantenimiento y Funcion estrategica 3ed*. Brasil.
- NS Arunraj, J. M. (2006). *Mantenimiento basado en riesgos: técnicas y aplicaciones*. Bengala Occidental: Revista de materiales peligrosos.
- Núñez, D., & Puchoc, J. (2021). *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad operativa de la empresa Distribuidora Bajopontina S. A. Lima, 2021. Universidad César Vallejo*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/76374/Nu%c3%b1ez_MDC%20-%20Puchoc_TJW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota.
- OLIVARES, S. C., & MACHACA, A. O. (2019). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE CAMIONES GRÚA Y GRÚAS TELESCÓPICAS DE UNA EMPRESA MINERA EN AREQUIPA*. Lima: UAMR.
- Paredes Nateros, J. G. (2019). *Incremento de la producción de cuadernos a partir de la implementación del RCM en la Gestión de Mantenimiento*. Lima - Peru: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Portal, M., Vera, R., Quiroz, J., Marcelo, G., & Alvarez, J. (2021). *Integrated Model of Maintenance Management and Inventory System in a Fleet of Trucks*.

- Obtenido de
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9459262/authors#authors>
- Rodríguez Ruíz, K. R. (2022). *Evaluación de costo unitario de volquetes volvo FMX 500 para determinar la rentabilidad de la contrata minera TRA S.A.C. – Huamachuco, 2021*. Trujillo: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.
- Solórzano, A., & Herrera, M. (2021). *Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM*. *Journal Ingeniar*.
Obtenido de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/31/44>
- Solórzano, E., & Espinosa, L. (2021). *Modelo logístico de gestión de mantenimiento como estrategia de mejora a la disponibilidad. Caso de estudio: Unidad de Mantenimiento del GADMEC*. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. Obtenido de <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespsp.0028>
- Tao, X., Martensson, J., & Pernestal, H. W. (2022). *Planificación de mantenimiento a corto plazo de camiones autónomos para minimizar el riesgo económico*. Estocolmo: ELSEIR.
- Trujillo Amaya, A. F. (2018). *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para la planta de tratamiento de aguas en Termosuria-Meta*. Mexico: UNIVERSIDAD LIBRE.
- Viana. (2006). *Planificación y Control del Mantenimiento*. *Qualitimark*.
- Virgilio, P. R. (2020). *“Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica del camión volquete Mercedes Benz Actros 3344K en el proyecto Shahuindo”*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- VOLVO. (2019). *Especificaciones a medida de su Volvo FMX*. Obtenido de <https://www.volvotrucks.es/content/dam/volvo/volvo-trucks/masters/euro-6/pdf/trucks/volvo-fmx/specifications/Volvo%20FMX-Especificaciones-ES.pdf>

ANEXOS

ANEXO N°1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

ANEXO N°2: VALIDACION DE INSTRUMENTOS

ANEXO N°3: AUTORIZACION DE DATOS PARA PROYECTO DE INVESTIGACION

ANEXO N°4: RESUMEN DE DISPONIBILIDADES DE LOS VOLQUETES AÑO 2021

ANEXO N°5: DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN MAQUINARIAS

ANEXO N°6: MATRIZ DE RIESGO

ANEXO N°7: FALLAS EN EL SISTEMA MECÁNICO DE LA MUESTRA DE 07 VOLQUETES

ANEXO N°8: GUIA DE MANTENIMIENTO EN VOLQUETES VOLVO FMX500

ANEXO N°9: CUESTIONARIO PARA PERSONAL OPERATIVO

ANEXO N°10: ENCUESTA OPERATIVA ACERCA DEL MANTENIMIENTO

ANEXO N°11: IMÁGENES DE CAMPO

ANEXO N°12: FORMATOS DE IMPLEMENTACION ACTUALIZADOS

ANEXO N°13: MEJORAMIENTO DE CARTILLAS EN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

ANEXO N°14: PRECIOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO FMX500

ANEXO N°15: PRECIOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO FMX480

ANEXO N°16: ORDENES DE TRABAJO MAS REPRESENTATIVAS

ANEXO N°17: FORMATOS DE INSPECCIONES SEMANALES APLICADOS EN LA MEJORA DE MANTENIMIENTO

ANEXO N°18: FORMATO DE REGISTRO DE PARADAS

ANEXO N°19: CUADROS DE VALORIZACION POR TMH

ANEXO N°20: BACKLOG PERIODO 2021.

ANEXO N°1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“PROPUESTA DE MEJORA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE VOLQUETES VOLVO FMX500 EN LA EMPRESA EN AYACUCHO”						
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICION	
Planificación y Control de Mantenimiento	<p>(Nascif, 2019) explican que para convertirse en una función estratégica, el mantenimiento debe estar enfocado en los resultados del negocio. Sobre todo, es necesario dejar de ser sólo eficiente para volverse efectivo; o sea; no basta con reparar el equipo o instalación lo más rápido posible, también es necesario mantener la función del equipo disponible para la operación, reduciendo la probabilidad de una parada de producción no planificada.</p> <p>La planificación y el control del mantenimiento tiene un papel muy importante, ya que tiene como objetivo que el proceso de mantenimiento funcione de la mejor manera posible, con el fin de traer los resultados más deseables para alcanzar los indicadores programados, realizando el mantenimiento desde de principio a fin, visualizando una gestión estratégica de todos los procesos y recursos.</p>	<p>La planificación y control de mantenimiento, será evaluada por la situación actual, inventario, programa de gestión de mantenimiento, organización del mantenimiento, fallas, tiempos de funcionamiento y recursos</p>	<p>Perfil De Pérdida Y Mapeo De Fallas</p>	Disponibilidad operativa	Ordinal	
				Costo de mantenimiento por facturación		
				Costo de mantenimiento por valor de reposición:		
				Backlog		
				Tasa de reelaboración		
				Índice de correctivos		
				Índice preventivo:		
				Tasa de frecuencia de accidentes		
				Mantenimiento de Maquinaria		Ordinal

“PROPUESTA DE MEJORA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE VOLQUETES VOLVO FMX500 EN LA EMPRESA EN AYACUCHO”

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICION
Mejora de Indicadores de Mantenimiento	(Leite, 2022) dentro del enfoque de (Viana, 2006) los indicadores de mantenimiento, además de monitorear tus desafíos, acompañan tu rutina diaria. El autor también enfatiza que se deben retratar aspectos importantes en el proceso de la planta, y la planificación y control del mantenimiento (PCM) debe evaluar la mejor manera de administrar el proceso, dando seguimiento a lo que agrega valor.	Disponibilidad operativa: es la efectividad de un elemento para poder realizar una determinada función en un instante determinado o durante un intervalo de tiempo determinado.	Operatividad	%de tiempo trabajado entre la adición de tiempo trabajado y de reparaciones	Ordinal
		Matemáticamente se puede decir que es la relación entre las horas trabajadas y el total de horas en el período.	Disponibilidad	%de tiempo programado menos el de reparaciones entre el tiempo programado	Ordinal
			Utilización	%de tiempo trabajado entre adición de tiempo trabajado y PARADAS	Ordinal

ANEXO N°2: VALIDACION DE INSTRUMENTOS

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

El Ing. Javier Solis Mansilla con DNI: 46243081, Especialista Planificación y Mantenimiento electromecánico , da conformidad a los instrumentos : Guía de observación , lista de verificación y cuestionarios, que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación, con la finalidad de que sean aplicados por el tesista responsable: Henry David Pari Quispe, en la investigación titulada: “ **Propuesta de Mejora de Gestión de Mantenimiento para Aumentar la Disponibilidad Mecánica De Volquetes VOLVO FMX500 en mina de Ayacucho**”

Dejamos , evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Calificación:

Malo	
Regular	
Bueno	X

Ayacucho, 30 de Agosto de 2022

Atentamente.



ING CIP JAVIER SOLIS MANSILLA
MECANICO ELECTRICISTA
Registro 181152

Javier Solis Mansilla

DNI:46243081

ANEXO N°3: AUTORIZACION DE DATOS PARA PROYECTO DE INVESTIGACION



Universidad
César Vallejo

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

Chiclayo, 15 de Julio de 2022

Señor(a)
MARIO GASPAR ROJAS
QUICK RENT A CAR S.A.

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Mecánica Eléctrica

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) **BACH. PARI QUISPE HENRY DAVID, con DNI:44619188**, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pueda ejecutar su investigación titulada: **"PROPUESTA DE MEJORA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE VOLQUETES VOLVO FMX500 EN UNA MINA DE AYACUCHO"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

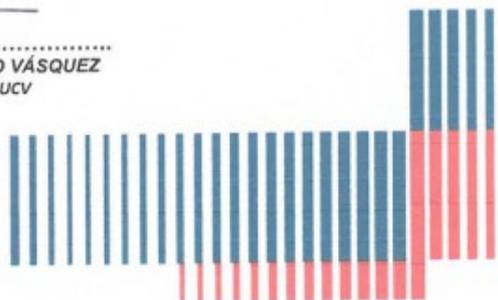
Atentamente,

 **QUICK RENT A CAR S.A.**

RESIDENTE DE OBRA
U.O. PALLANQATA


.....
Dr. JORGE ANTONIO INCISO VÁSQUEZ
COORDINADOR PT.IME UCV

cc: Archivo PTUN



ANEXO N°4: RESUMEN DE DISPONIBILIDADES DE LOS VOLQUETES AÑO 2021

ITEM	CODIGO	MODELO	EQUIPO	TIPO DE CAJA AUTOMATICO MECANICA	AÑO DE FAB	Operatividad (%)	Disponibilidad*	Utilización (%)
1	Q-09	FMX - 500	VOLQ.	AUTOMATICO	2019	54%	73%	43%
2	Q-10	FMX - 480	VOLQ.	MECANICO	2017	62%	72%	62%
3	Q-11	FMX - 480	VOLQ.	MECANICO	2017	50%	72%	40%
4	Q-12	FMX - 500	VOLQ.	AUTOMATICO	2018	62%	86%	27%
5	Q-13	FMX - 500	VOLQ.	MECANICO	2021	58%	86%	23%
6	Q-14	FMX - 500	VOLQ.	AUTOMATICO	2020	69%	86%	37%
7	Q54	FMX - 480	VOLQ.	MECANICO	2016	83%	86%	83%
8	Q55	FMX - 480	VOLQ.	MECANICO	2016	62%	71%	64%
9	Q57	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	78%	86%	58%
10	Q58	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	84%	84%	98%
11	Q59	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	76%	81%	75%
12	Q60	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	58%	86%	23%
13	Q61	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	82%	82%	100%
14	Q62	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	33%	71%	20%
15	Q63	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	21%	57%	20%
16	Q64	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	25%	57%	25%
17	Q65	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	33%	57%	38%
18	Q66	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	41%	71%	28%
19	Q67	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	58%	86%	23%
20	Q68	FMX - 480	VOLQ.	AUTOMATICO	2017	80%	86%	65%
21	Q77	FMX - 500	VOLQ.	AUTOMATICO	2018	41%	71%	28%
22	Q81	FMX - 500	VOLQ.	AUTOMATICO	2018	21%	57%	20%

*La disponibilidad experimentan problemas imprevistos que afectan su desempeño en su trabajo diario y muchas veces conducen a la paralización de estos Volquetes.

ANEXO N°5: DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN MAQUINARIAS

DESARROLLO FILOSOFICO DEL MANTENIMIENTO

Las gestión del mantenimiento ha sufrido un importante proceso de cambio en las últimas décadas. Hoy el progreso del mantenimiento debe al cambio del medio ambiente y la seguridad del personal, la renta del negocio y calidad del producto terminado. El desarrollo de filosofías de mantenimiento se muestra en la fig.N°8

evolucionando con el tiempo y se pueden clasificar como primeras, segunda, tercera y generaciones recientes teniendo este último diferentes enfoques conforme a las condiciones y estrategias.

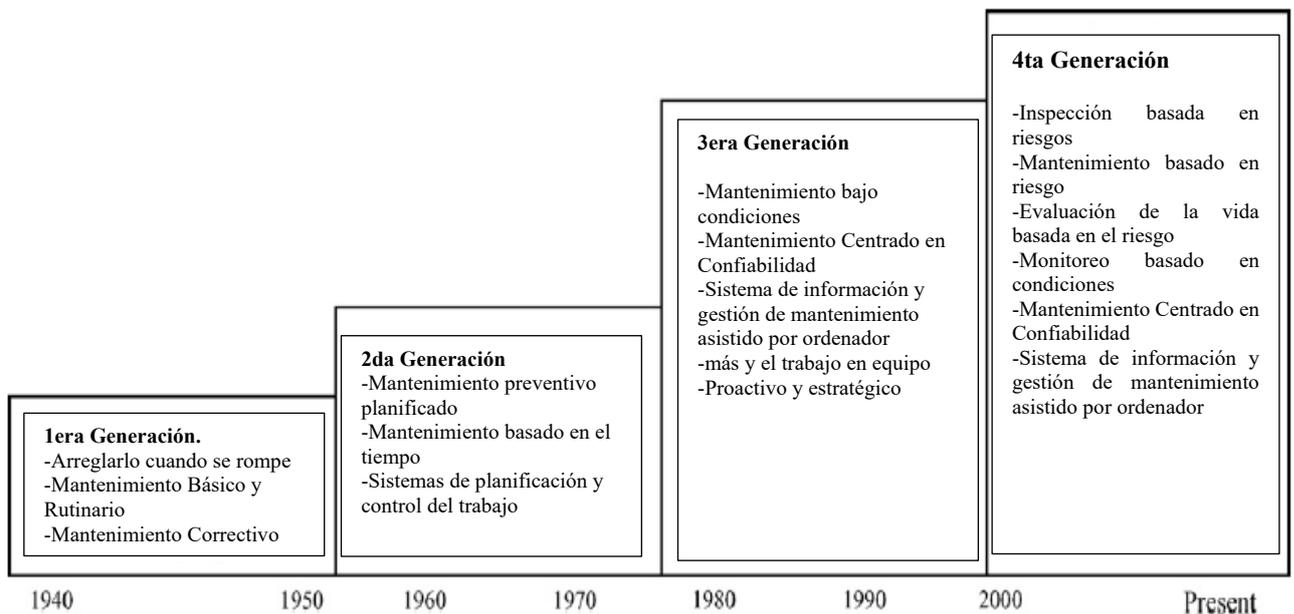


Figura N°. 8. Evolución Filosófica del Mantenimiento

Fuente: (NS Arunraj, 2006)

MANTENIMIENTO MECANICO

El Mantenimiento Mecánico es cualquier actividad que se lleve a cabo en cualquier máquina o Equipos para restaurar o conservar la máquina en buen estado y condiciones de trabajo aceptables. El mantenimiento implica todos los aspectos técnicos y de otro tipo. Procedimientos realizados para mantener las condiciones de trabajo satisfactorias. de una máquina o pieza

o restaurarla a una condición de trabajo aceptable para que las tareas establecidas se pueden realizar a la hora programada y bajo condiciones. A menudo no se le da al mantenimiento la prioridad que merece en la estrategia operativa general de una máquina. Los programas de mantenimiento son gestionada y financiada por personas, y la naturaleza humana parece acatar el antiguo principio, "Si no está roto, no lo arregles". En comparación con otros departamentos, Los departamentos de mantenimiento no tienen un "producto" real y, como tal, no producen ingreso real. Muchos gerentes ven el dinero gastado en mantenimiento como dinero arrojado por un agujero negro. A pesar de las "pruebas" del ciclo de vida que indiquen lo contrario, Los gerentes buscan formas de recortar los presupuestos de mantenimiento primero cuando cualquier otro surge la necesidad, pero una función de mantenimiento es el papel de apoyo de mantener el equipo es bueno para su uso y también lo siguiente.

- Poder operar con eficacia
- Mantener el estándar de calidad en todo momento
- Mantener los estándares cuantitativos y de costos de producción

Los objetivos del mantenimiento de la máquina incluyen lo siguiente:

- Para lograr una avería mínima y mantener la máquina en buen estado. condiciones de trabajo al menor costo posible
- Mantener las máquinas y otras instalaciones a nivel operativo, y Actuar utilizada capacidad óptima (obtención de beneficios).
- Asegurar la disponibilidad de las máquinas; requerido por otra sección, de la fábrica o trabajo para un rendimiento eficiente.

La responsabilidad de la ingeniería de máquinas es la de mantener el instalaciones y equipos de la máquina. Es solo cuando el equipo está adecuadamente mantenido que se puede esperar que funcione y funcionar correctamente y, por lo tanto, producir un producto de alta calidad a costo razonable. Necesidad de mantenimiento de la máquina Uno de los factores que puede asegurar la disponibilidad de las instalaciones instaladas para el uso eficiente es un sistema de ingeniería

de mantenimiento eficaz y eficiente. Atrás quedaron los días en que no se prestaba la debida atención al mantenimiento. Para cualquier empresa con sistemas mecanizados y automatizados, más atención ahora se le da a la función de mantenimiento. Por tanto, la necesidad de mantenimiento aumenta con el avance tecnológico en las instalaciones de producción. Otros factores que parecen enfatizar la necesidad de un sistema de mantenimiento efectivo. están:

- fuerte competencia
- programas de producción ajustados
- **mayor utilización de la máquina**
- aumento del nivel de producción

Especialmente inadecuado o falta de un sistema de mantenimiento eficaz y eficiente en una empresa manufacturera da lugar a varios indeseables Consecuencias. Estas consecuencias incluyen:

- Desglose excesivo de la máquina
- Trabajos frecuentes de mantenimiento de emergencia
- ón de la vida útil de la máquina y la instalación
- Mal uso del personal de mantenimiento
- Pérdida de producción • Incapacidad para cumplir con las fechas de entrega
- Horas extraordinarias excesivas
- Pérdida de vidas Estos factores pueden contribuir a los altos costos de producción y, en consecuencia, pérdida de rentabilidad. Funciones de mantenimiento de la máquina La función de mantenimiento de la máquina se puede dividir en primaria y secundario:

Las principales funciones del mantenimiento de la máquina son:

- Mantenimiento de máquinas y equipos existentes
- Mantenimiento de instalaciones existentes
- Inspección y lubricación de máquinas y equipos.
- Generación y distribución de servicios públicos, por ejemplo, agua, electricidad, etc.

- Instalación de nuevas máquinas y equipos
- Modificaciones de máquinas, equipos y edificios existentes.

Las funciones secundarias incluyen las siguientes:

- Saneamiento
- Eliminación de artículos usados
- Almacén
- Protección contra incendios
- Servicio de Limpieza

MANTENIMIENTO DE AVERIAS

El mantenimiento de averías recibe muchos nombres diferentes: reactivo mantenimiento, reparación, reparación cuando falla y mantenimiento de ejecución hasta fallar. Al aplicar esta estrategia de mantenimiento, un equipo recibe mantenimiento (por ejemplo, reparación o reemplazo) sólo cuando el deterioro de la condición del equipo provoca una falla funcional. La estrategia de El mantenimiento de averías asume que es igualmente probable que ocurra una avería en cualquier parte, componente o sistema. Por tanto, esta suposición impide identificar un grupo específico de piezas de reparación como más necesario o deseable que otros. La principal desventaja del mantenimiento de averías es inesperada y tiempo de inactividad no programado del equipo. Si un equipo falla y repare las piezas no están disponibles, se producen retrasos mientras se ordenan las piezas y entregado. Si estas piezas se requieren con urgencia, se aplicará una prima por la entrega debe ser pagada. Si la pieza defectuosa ya no se fabrica o se requieren acciones más drásticas y costosas para restaurar función del equipo. Canibalización de equipos similares o creación rápida de prototipos la tecnología puede satisfacer una necesidad temporal, pero a un costo sustancial. También ahí no hay capacidad para influir cuando ocurren fallas porque no hay (o es mínima) acción se toma para controlarlos o prevenirlos. Cuando este es el único tipo de Si se practica el mantenimiento, tanto la mano de obra como los materiales se utilizan de forma ineficaz. Los recursos laborales se destinan a cualquier avería que sea más urgente. En el caso de que ocurran varias averías simultáneamente, es necesario practicar una

especie de mantenimiento en un intento de traer todas las averías bajo control. La mano de obra de mantenimiento se utiliza para "estabilizar" (pero no necesariamente arreglar) la situación de reparación más urgente, luego se pasa a la siguiente más situación urgente, etc. Las piezas de repuesto deben almacenarse constantemente en niveles, ya que no se puede anticipar su uso. Esto incurre en una alta carga de costos y no es una forma eficiente de administrar un almacén. Puramente reactivo El programa de mantenimiento ignora las muchas oportunidades para influir en la supervivencia del equipo.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las reparaciones de mantenimiento se realizan en un programa regular para minimizar la degradación de los componentes y prolongar la vida útil del equipo. El mantenimiento Preventivo se realiza después de una cantidad determinada de tiempo calendario transcurrido o tiempo de funcionamiento de la máquina, independientemente de si es necesaria la reparación. Mientras más rentable que el mantenimiento reactivo, el mantenimiento preventivo aún requiere recursos humanos sustanciales e inventarios de piezas de repuesto. Puede ser un mantenimiento diario (limpieza, inspección, engrase y reacondicionamiento). apriete), diseñado para mantener el estado saludable de los equipos y prevenir fallas a través de la prevención del deterioro, inspección periódica o diagnóstico del estado del equipo, para medir el deterioro. Implica comprender y mantener todos los elementos físicos de la fabricación componentes, equipos y sistemas de la máquina, de modo que desempeñarse en todos los niveles requeridos de ellos. Dicho mantenimiento suele ser programado proporcionando inspecciones de seguimiento y operaciones especiales procedimientos. La intención de PM es "prevenir" problemas de mantenimiento o fallas antes se llevan a cabo siguiendo un mantenimiento de rutina y completos procedimientos. El objetivo es lograr menos, más cortos y más predecibles cortes. Además, se divide en mantenimiento periódico y predictivo. mantenimiento. Al igual que la medicina preventiva prolonga la vida humana, La vida útil del equipo se puede prolongar realizando un mantenimiento preventivo.

a. Mantenimiento periódico (mantenimiento basado en el tiempo - MBT): El mantenimiento basado en el tiempo consiste en inspeccionar, dar servicio y equipo de limpieza y reemplazo de piezas para evitar fallas repentinas y problemas de proceso.

b. Mantenimiento Predictivo, Este es un método en el que se predice la vida útil de una parte importante, basado en inspección o diagnóstico, con el fin de utilizar las piezas hasta el límite de su vida útil. Comparado con el mantenimiento periódico, predictivo El mantenimiento es un mantenimiento basado en la condición. Mantenimiento predictivo Los programas miden el equipo de forma regular, realizan un seguimiento de las mediciones. a lo largo del tiempo, y tomar medidas correctivas cuando las mediciones estén a punto de realizarse. fuera de los límites de funcionamiento del equipo. Reparación de equipos según sea necesario requiere menos horas de trabajo y piezas que el mantenimiento preventivo. Sin embargo, el seguimiento de las mediciones requiere nuevas herramientas, capacitación y software para recopilar y analizar los datos y predecir los ciclos de reparación. Eso gestiona los valores de tendencia, midiendo y analizando datos sobre el deterioro y emplea un sistema de vigilancia, diseñado para monitorear las condiciones a través de un sistema en línea.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Mejora los equipos y sus componentes para que el mantenimiento preventivo se puede realizar de forma fiable. Los equipos con debilidades de diseño deben rediseñar para mejorar la confiabilidad o mejorar la capacidad de mantenimiento. mantenimiento bajo condiciones El estado del equipo o algunas partes críticas del equipo son monitoreado continuamente utilizando sofisticados instrumentos de monitoreo para que la falla se puede predecir mucho antes de que ocurra y se toman las medidas correctivas. para evitar fallas.

MANTENIMIENTO DE DISEÑO

Un diseño de mantenimiento es un medio curativo orientado al diseño dirigido a rectificar un defecto de diseño originado por un método de instalación inadecuado o mala elección de materiales, etc. Requiere un diseño y un mantenimiento sólidos interfaz. El diseño del mantenimiento tiene como objetivo eliminar la causa de mantenimiento.

MANTENIMIENTO DE OPORTUNIDAD

Cuando se desmonta el equipo para el mantenimiento de uno de los pocos partes, la oportunidad se puede utilizar para cambiar o mantener otras partes que se están desgastando a pesar de que aún no han fallado. Esta estrategia de mantenimiento es para componentes no monitoreados.

MANTENIMIENTO PROACTIVO

A diferencia de los mantenimientos vistos que se han discutido antes, este mantenimiento se puede considerar como un nuevo enfoque de la estrategia de mantenimiento. Distinto al mantenimiento preventivo que se basa en intervalos de tiempo o mantenimiento predictivo que se basa en monitoreo de condición, mantenimiento proactivo concentrado en el monitoreo y corrección de las causas fundamentales de las fallas de los equipos. El proactivo La estrategia de mantenimiento también está diseñada para extender la edad útil del equipo para alcanzar la etapa de desgaste mediante la adaptación un alto nivel de dominio de precisión operativa.

MANTENIMIENTO EN BASE A RIESGOS

El marco de mantenimiento basado en riesgos se compone de dos etapas:

- a) Evaluación de riesgos.
- b) Planificación del mantenimiento en función del riesgo.

El principal objetivo de esta metodología es reducir el riesgo que puede resultar como consecuencia de fallas inesperadas e instalaciones operativas. Las actividades de inspección y mantenimiento. Las prioridades se priorizan sobre la base del riesgo cuantificado causado por falla de los

componentes, de modo que el riesgo total pueda reducirse al mínimo, utilizando mantenimiento basado en riesgos. Los componentes de alto riesgo se inspeccionan y mantienen normalmente con mayor frecuencia y minuciosidad, se mantienen de una manera mayor, para lograr criterios de riesgo tolerable . La metodología de mantenimiento basada en riesgos consta de seis módulos como se muestra en la Fig.N°2.

- **El análisis de peligros**, se realiza para identificar la falla, donde los escenarios de falla se desarrollan en base a las características operativas del sistema, condiciones físicas bajo el cual ocurren las operaciones, geometría del sistema y seguridad preparativos.
- **La valuación de probabilidad**, tiene el objeto de calcular la ocurrencia del evento no deseado. La frecuencia de falla o La probabilidad de falla para un período de tiempo definido se calcula en este paso.
- **Evaluación de consecuencias**, el objetivo aquí es cuantificar las posibles consecuencias del escenario de fracaso, las consecuencias son la pérdida de producción, la pérdida de activos, la pérdida ambiental, y pérdida de salud y seguridad. La pérdida de carga se especifica como pérdida de rendimiento y pérdida operativa.
- **Estimación de riesgos**, Basado en el resultado del análisis de consecuencias y análisis probabilístico de fallas, el riesgo se estima para cada unidad.
- **Aceptación de riesgos**, El riesgo calculado se compara con los criterios de aceptación del riesgo. Si alguno de los riesgos de la unidad / componente excede los criterios de aceptación, se requiere mantenimiento para reducir el riesgo.
- **Planificación de mantenimiento**, la planificación de mantenimiento se adopta para reducir el riesgo.
- Matriz de criticidad:

ANEXO N°6: MATRIZ DE RIESGO

FRECUENCIA	4	SC	C	C	C	C
	3	SC	SC	C	C	C
	2	NC	NC	SC	C	C
	1	NC	NC	NC	SC	C
		0-30	30-60	60-90	90-120	120-150
		CONSECUENCIAS				

- Donde, las áreas según su criticidad son:
- C: CRITICO
- SC: SEMICRITICO
- NC: NO CRITICO

ANEXO N°7: FALLAS EN EL SISTEMA MECÁNICO DE LA MUESTRA DE 07
VOLQUETES

Volquete Código Q54 - FMX 480-8X4R

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	39
Dirección	110121	4
Caja de dirección	13742	1
Dirección 1° Eje	26555	1
Dirección 2° Eje	69824	2
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	2
Estructura	92728	5
cabina	38210	1
chasis	13988	1
TOLVA	40530	3
Frenos	70170	5
Freno Delantero	27718	2
Freno Posterior	28815	2
Suspensión Posterior	13637	1
Motor diésel	110189	14
Admisión y escape	41422	3
Distribución	13774	1
Freno Delantero	14170	3
Lubricación	13198	1
Refrigeración	13637	4
Suspensión Posterior	13988	2
Suspensión	173151	6
cabina	13637	1
Suspensión Delantero	93343	1
Suspensión Posterior	66171	4
Transmisión	69743	3
Caja de Cambios	26653	1
Diferencial	14774	1
Eje cardánico	28316	1
Total general	667026	39

Volquete Código Q55 - FMX 480-8X4R

Tabla N°. 23. Fallas ocurridas en la unidad Q55 – Año 2021

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	36
Dirección	110121	3
Caja de dirección	13742	1
Dirección 1° Eje	26555	1
Dirección 2° Eje	69824	1
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	1
Estructura	92728	3
cabina	38210	1
chasis	13988	1
TOLVA	40530	1
Frenos	70170	3
Freno Delantero	27718	1
Freno Posterior	28815	1
Suspensión Posterior	13637	1
Motor diésel	110189	4
Refrigeración	13637	2
Suspensión Posterior	13988	2
Suspensión	173151	18
cabina	13637	4
Suspensión Delantero	93343	8
Suspensión Posterior	66171	6
Transmisión	69743	3
Caja de Cambios	26653	1
Diferencial	14774	1
Eje cardánico	28316	1
Total general	667026	36

Volquete Código Q57 - FMX 480-8X4R

Tabla N°. 24. Fallas ocurridas en la unidad Q57 – Año 2021

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	32
Dirección	110121	4
Caja de dirección	13742	2
Dirección 1° Eje	26555	2
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	1
Estructura	92728	4
cabina	38210	1
TOLVA	40530	3
Frenos	70170	2
Freno Delantero	27718	2
Motor diésel	110189	3
Admisión y escape	41422	1
Distribución	13774	1
Freno Delantero	14170	1
Suspensión	173151	14
cabina	13637	2
Suspensión Delantero	93343	10
Suspensión Posterior	66171	2
Transmisión	69743	3
Caja de Cambios	26653	1
Diferencial	14774	1
Eje cardánico	28316	1
Total general	667026	32

Volquete Código Q58 - FMX 480-8X4R

Tabla N°. 25. Fallas ocurridas en la unidad Q58 – Año 2021

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	33
Dirección	110121	2
Dirección 2º Eje	69824	2
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	1
Estructura	92728	1
cabina	38210	1
Frenos	70170	2
Freno Posterior	28815	1
Suspensión Posterior	13637	1
Motor diésel	110189	5
Admisión y escape	41422	3
Freno Delantero	14170	2
Suspensión	173151	18
Suspensión Delantero	93343	10
Suspensión Posterior	66171	8
Transmisión	69743	3
Caja de Cambios	26653	1
Diferencial	14774	1
Eje cardánico	28316	1
Total general	667026	33

Volquete Código Q59 - FMX 480-8X4R.

Tabla N°. 26. Fallas ocurridas en la unidad Q59 – Año 2021

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	37
Dirección	110121	2
Dirección 2º Eje	69824	2
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	2
Estructura	92728	1
cabinas	38210	1
Motor diésel	110189	12
Admisión y escape	41422	2
Distribución	13774	2
Freno Delantero	14170	1
Lubricación	13198	3
Refrigeración	13637	4
Suspensión	173151	19
cabinas	13637	3
Suspensión Delantero	93343	8
Suspensión Posterior	66171	8
Transmisión	69743	1
Eje cardánico	28316	1
Total general	667026	37

Volquete Código Q60 - FMX 480-8X4R.

Tabla N°. 27. Fallas ocurridas en la unidad Q60 – Año 2021

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	30
Dirección	110121	4
Caja de dirección	13742	1
Dirección 1° Eje	26555	2
Dirección 2° Eje	69824	1
Electrónico	13774	2
Caja de Cambios	13774	2
Motor diésel	110189	4
Admisión y escape	41422	1
Freno Delantero	14170	2
Lubricación	13198	1
Suspensión	173151	14
cabina	13637	2
Suspensión Delantero	93343	6
Suspensión Posterior	66171	6
Transmisión	69743	6
Caja de Cambios	26653	2
Eje cardánico	28316	4
Total general	667026	30

Volquete Código Q61 - FMX 480-8X4R

Tabla N°. 28. Fallas ocurridas en la unidad Q61 – Año 2021

Etiquetas de fila	Suma de HR.	N° de intervenciones
Mecánica	639876	29
Dirección	110121	3
Caja de dirección	13742	1
Dirección 1° Eje	26555	1
Dirección 2° Eje	69824	1
Frenos	70170	4
Freno Delantero	27718	2
Freno Posterior	28815	1
Suspensión Posterior	13637	1
Motor diésel	110189	8
Admisión y escape	41422	3
Freno Delantero	14170	1
Refrigeración	13637	2
Suspensión Posterior	13988	2
Suspensión	173151	12
Suspensión Delantero	93343	6
Suspensión Posterior	66171	6
Transmisión	69743	2
Caja de Cambios	26653	1
Diferencial	14774	1
Total general	667026	29



Programa de mantenimiento Preventivo

Código	Descripción	Cantidad	Periodo Horas	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
				5000	5,500	6000	6,500	7000	7,500	8000	8,500	9000	9,500
23068345	Aceite de motor VDS4.5	37 lt	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20001971	kit de servicio	1	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20579690	Junta	1	1500			☉			☉			☉	
1161962	Lubricación de cabina	3	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
21337557	Filtro de aire primario	1	500	☉	☉		☉	☉		☉	☉		☉
21693755	Filtro de aire (combinado)	1	1500			☉			☉			☉	
21743197	Filtro de ventilación del depósito combust.	1	2500	☉					☉				
1161280	Aceite caja de cambios	14 litros (VT) 18 litros (AT)	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
20779040	Filtro de aceite de caja de cambios	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
1161279	Aceite de eje trasero	49 lt	1500			☉			☉			☉	
23260134	Filtro secador de aire(APM)	1	2500	☉					☉				
21392404	Filtro de dirección	1	3000			☉						☉	
1161996	Aceite Dirección Hidráulica (ATF)	6 lt	3000			☉						☉	
85112076	Líquido de embrague	2	4000							☉			
23381562	Filtro Adblue	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
21954674	Colador Ad blue	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
21758906	Filtro de A/C	1	2500	☉					☉				
85108914	Refrigerante	42 lt	4000							☉			



Programa de mantenimiento Preventivo

				20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Código	Descripción	Cantidad	Periodo Horas	10000	10,500	11000	11,500	12000	12,500	13000	13,500	14000	14,500
23068345	Aceite de motor VDS4.5	37 lt	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20001971	kit de servicio	1	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20579690	junta	1	1500		☉			☉			☉		
1161962	Lubricación de cabina	3	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
21337557	Filtro de aire primario	1	500	☉		☉	☉		☉	☉		☉	☉
21693755	Filtro de aire (combinado)	1	1500		☉			☉			☉		
21743197	Filtro de ventilación del depósito combust.	1	2500	☉					☉				
1161280	Aceite caja de cambios	14 litros (VT) 18 litros (AT)	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
20779040	Filtro de aceite de caja de cambios	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
1161279	Aceite de eje trasero	49 lt	1500		☉			☉			☉		
23260134	Filtro secador de aire(APM)	1	2500	☉					☉				
21392404	Filtro de dirección	1	3000					☉					
1161996	Aceite Dirección Hidráulica (ATF)	6 lt	3000					☉					
85112076	Líquido de embrague	2	4000					☉					
23381562	Filtro Adblue	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
21954674	Colador Ad blue	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
21758906	Filtro de A/C	1	2500	☉					☉				
85108914	Refrigerante	42 lt	4000					☉					



Programa de mantenimiento Preventivo

30 31 32 33 34 35 36 37 38 39

Código	Descripción	Cantidad	Periodo Horas	15000	15,500	16000	16,500	17000	17,500	18000	18,500	19000	19,500
23068345	Aceite de motor VDS4.5	37 lt	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20001971	kit de servicio	1	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20579690	junta	1	1500	☉			☉			☉			☉
1161962	Lubricación de cabina	3	500	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
21337557	Filtro de aire primario	1	500		☉	☉		☉	☉		☉	☉	
21693755	Filtro de aire (combinado)	1	1500	☉			☉			☉			☉
21743197	Filtro de ventilación del depósito combust.	1	2500	☉					☉				
1161280	Aceite caja de cambios	14 litros (VT) 18 litros (AT)	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
20779040	Filtro de aceite de caja de cambios	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
1161279	Aceite de eje trasero	49 lt	1500	☉			☉			☉			☉
23260134	Filtro secador de aire(APM)	1	2500	☉					☉				
21392404	Filtro de dirección	1	3000	☉						☉			
1161996	Aceite Dirección Hidráulica (ATF)	6 lt	3000	☉						☉			
85112076	Líquido de embrague	2	4000			☉							
23381562	Filtro Adblue	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
21954674	Colador Ad blue	1	1000	☉		☉		☉		☉		☉	
21758906	Filtro de A/C	1	2500	☉					☉				
85108914	Refrigerante	42 lt	4000			☉							

Elegir lo que primero ocurra entre las horas o la edad en meses

* La capacidad del sistema de refrigeración es de 42 litros.

En caso de contaminación se debe reemplazar

** En caso de reparación se debe cambiar el aceite y filtro

***En caso de reparación o si el aceite está contaminado

**** Dea cuerdo a condiciones de trabajo (Fuera de contrato)

Indica el servicio a realizar.

Horas recorridas al mes	450
Periodo estimado de servicio en hr.	500
Periodo de mantenimiento	1 año



Primer servicio de garantía a las 600 horas

NOTA IMPORTANTE :

El programa puede variar de acuerdo a las condiciones de operación (topografía, rutas, condiciones de terreno, clima, forma de conducción, etc.), contenido de agua en el combustible y consumo de combustible.

ANEXO N°9: CUESTIONARIO PARA PERSONAL OPERATIVO

CUESTIONARIO TÉCNICOS MECANICOS, ELECTRICOS Y OPERADORES

La relación de preguntas es realizada como objetivo de proporcionar información en mina de Ayacucho para tomar parámetros de mejoramiento en el mantenimiento tradicional no actualizado desde 2017

Apellidos y Nombre: Alex Felix Basso

Profesión: Técnico Mecánico

Empresa: Minera Ayacucho

Experiencia Profesional: Más de 5 años

1. ¿Hace cuánto tiempo no se tiene una actualización de mantenimiento en la empresa?

En este 2022, se cumple 05 años, por el periodo de pandemia y la falta de producción se puso por alto.

2. ¿Cuál es el equipo más antiguo y moderno en la familia de volquetes Volvo?

El volquete Volvo FMX480-8x4R con código Q54 es del 2016, y el más moderno el Volvo FMX500-6x4R con código Q59

3. ¿Cómo técnico mecánico con 5 años de experiencia, que sistema falla en este tipo de volquetes?

El sistema mecánico, siempre tenemos fallas en el juego de crucetas del cardan BB y cardan principal, las máquinas siempre están a la espera de su cambio y nuevo repuesto

4. ¿Las cartillas de mantenimiento están actualizadas a nuevas fallas encontradas?

No están actualizadas, se tiene que escribir el subsistema que afecta esta falla y otras, se pierde la información reportada

5. ¿Cuál es el costo de mantenimiento y el tiempo que lleva en realizar un diagnóstico de un volquete Volvo FMX500?

Depende mucho las actividades programadas y la criticidad de las fallas posibles a aplezer, esparzando a la maquina tener paradas criticas, tiene un costo diario de 12 o 14 dolares por hora segun lo rajurado por administracion, tambien depende mucho tipo de volquete operado

6. ¿Qué actividades realizan cuando no se tiene un volquete en el taller para mantenimiento?

Realizamos limpieza y ordenado el área, revisamos stock list y vemos las entregas de repuestos pendientes para nuevos cambios acorde el horometro de los volqueto

7. ¿Se cumple las guías de mantenimiento preventivo indicadas por los proveedores?

No debido a la alta utilización de los volvos y la producción de la minera, estas están obsoletadas y lo hacen terceros antes del retorno

8. ¿Escuchaste del mantenimiento basado en riesgos para maquinaria pesada?

No, pero suena interesante.

ANEXO N°10: ENCUESTA OPERATIVA ACERCA DEL MANTENIMIENTO

Tabla N°. 29. Tiene un área de mantenimiento la empresa

Respuesta	n	%
Si	7	70%
NO	3	30%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

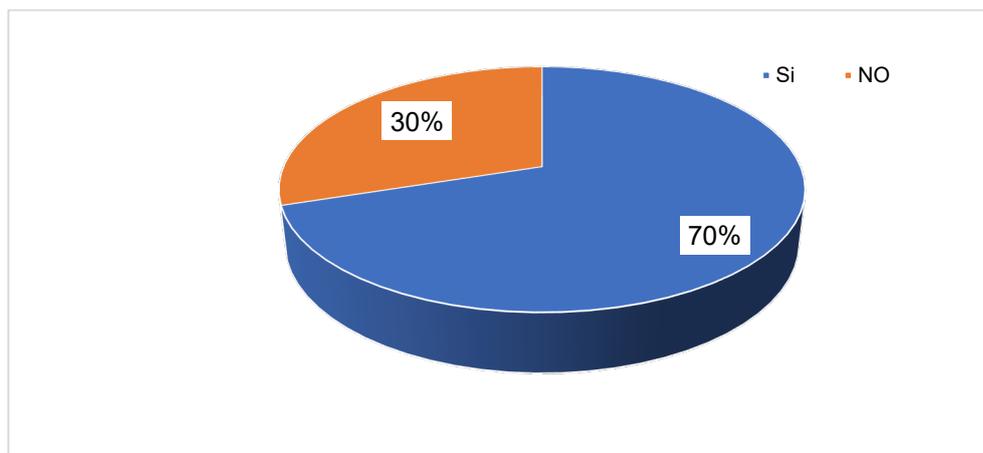


Figura N°. 9. Tiene área de mantenimiento la empresa

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 70% de los trabajadores mencionaron que la empresa si tiene un área para realizar el mantenimiento de los volquetes, mientras que el 30% indicaron que no.

Tabla N°. 30. Se realiza el mantenimiento al volquete

Repuesta	n	%
Planificado	2	20%
No planificado	8	80%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

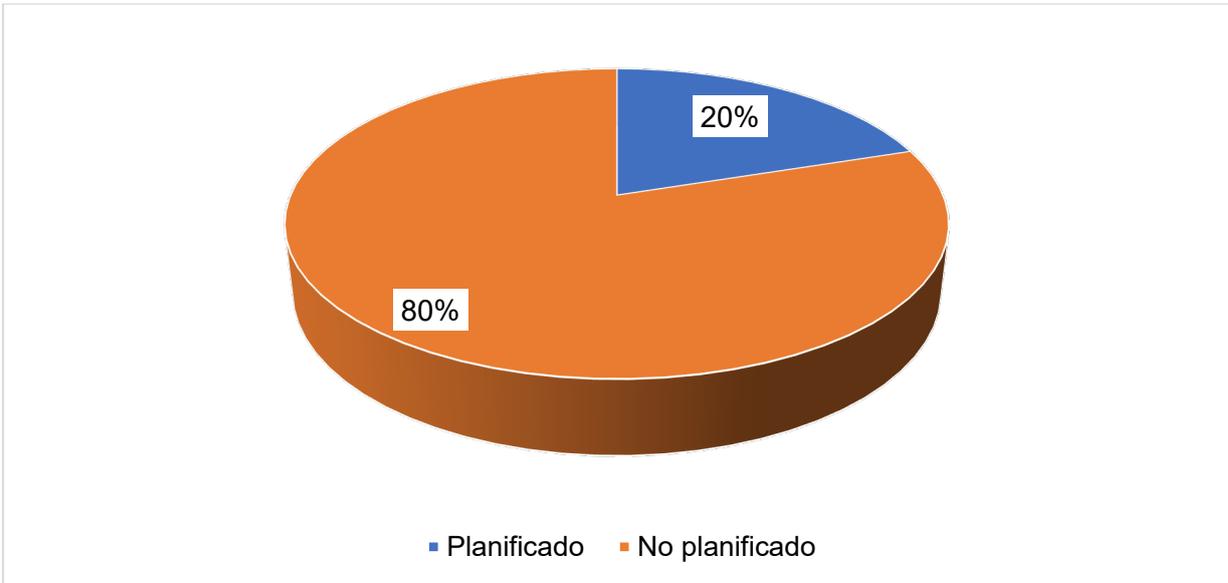


Figura N°. 10. Tiene área de mantenimiento la empresa

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 80% de los trabajadores mencionaron que se realizan un mantenimiento no planificación al volquete, mientras que el 20% cumple el mantenimiento planificado.

Tabla N°. 31. Se realiza el mantenimiento al volquete

Respuesta	n	%
Si	4	40%
No	6	60%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

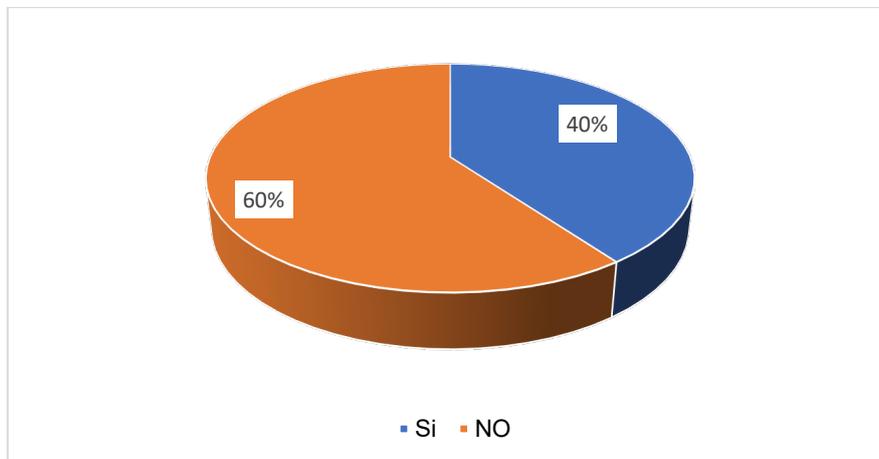


Figura N°. 11. La empresa cuenta con un plan de mantenimiento de volquetes

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 60% de los trabajadores indicaron que la organización no posee un plan de mantenimiento para el volquete y el 40% sí, ante ello se da entender que la gran mayoría desconoce de los procesos establecidos en la empresa.

Tabla N°. 32. Nivel educativo del personal de mantenimiento en la empresa

Respuesta	n	%
Técnica	5	50%
Universitaria	2	20%
Otros	3	30%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

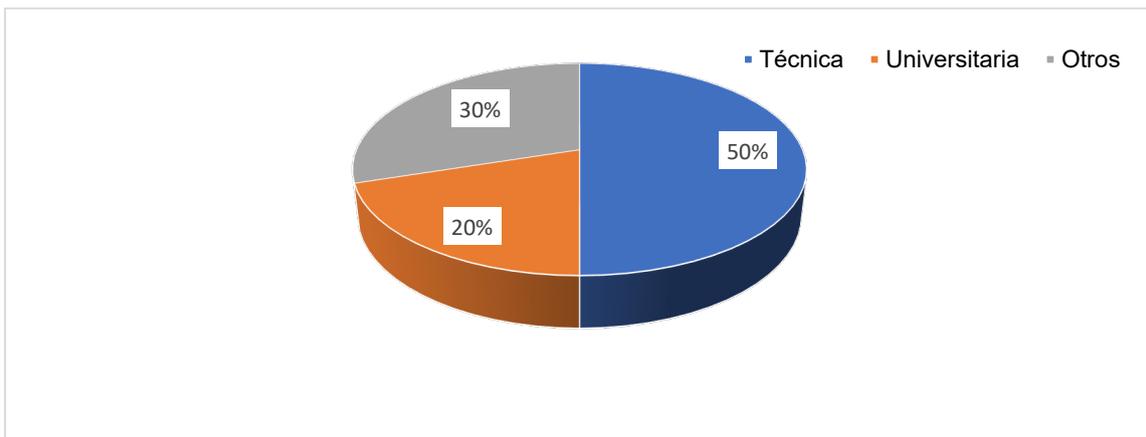


Figura N°. 12. Nivel educativo del personal de mantenimiento en la empresa

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 50% de los trabajadores de mantenimiento en la empresa son técnicos; el 20% son universitarios y el 30% otros, destacando que todas los procedimientos de mantenimiento son elaborados por personal técnico.

Tabla N°. 33. Existe registro de ocurrencia del volquete

Respuesta	n	%
Si	4	40%
No	6	60%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

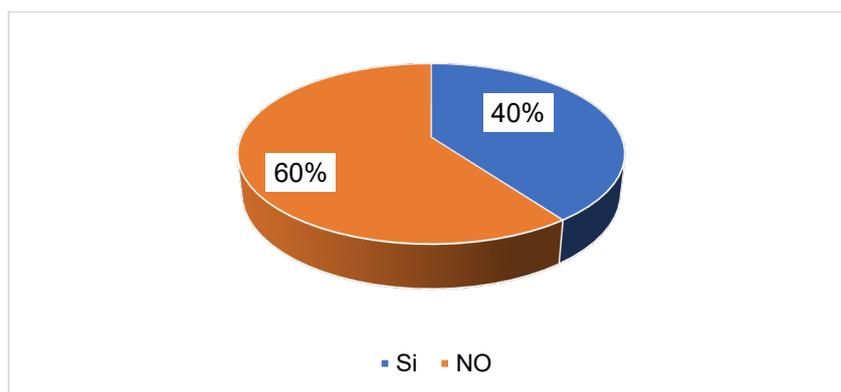


Figura N°. 13. Existe registro de ocurrencia del volquete

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 60% de los trabajadores indicaron que el volquete no cuenta con un registro de ocurrencia y el 40% que sí, siendo gran dificultad para el desarrollo de las operaciones del mantenimiento.

Tabla N°. 34. Se cuenta con recursos físicos y tecnológicos para el mantenimientos del volquete

Respuesta	n	%
Si	7	70%
No	3	30%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

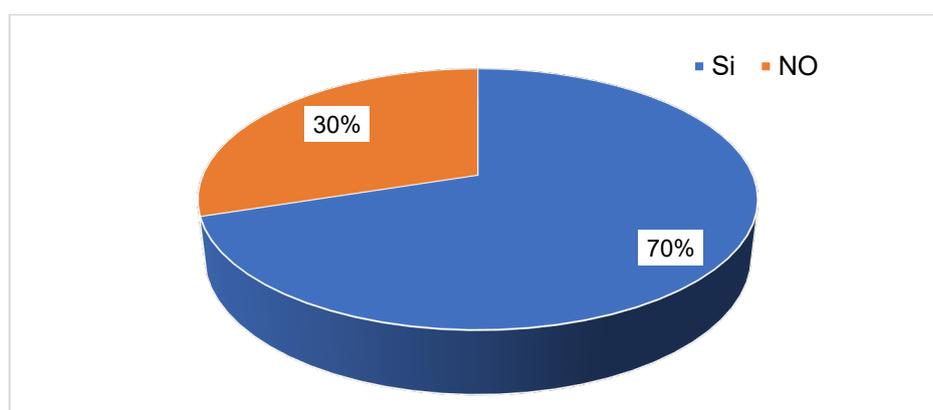


Figura N°. 14. Se cuenta con recursos físicos y tecnológicos para el mantenimiento del volquete

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 70% de los empleados manifestaron la empresa si cuenta con los recursos materiales y tecnológicos suficientes para el mantenimiento del volquete y el 30% señalaron que no. A pesar de contar con los recursos necesarios, no se logra planificar las operaciones de mantenimiento para el volquete.

Tabla N°. 35. Los recursos físicos (herramientas, equipos) se encuentran ubicados de manera ordenada

Respuesta	n	%
Si	2	20%
No	8	80%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

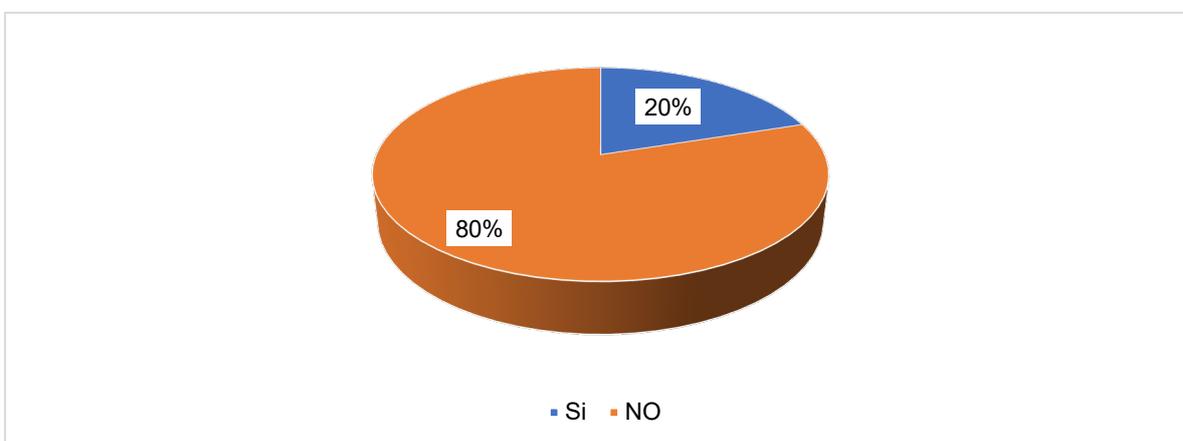


Figura N°. 15. Los recursos físicos (herramientas, equipos) se encuentran ubicados de manera ordenada

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 80% de los trabajadores cree que los recursos materiales como herramientas y equipos son inexistentes y el 20% menciona que si existen herramientas y equipos.

Tabla N°. 36. La paralización de los mantenimiento se realiza previa planificación

Respuesta	n	%
Si	1	10%
No	9	90%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

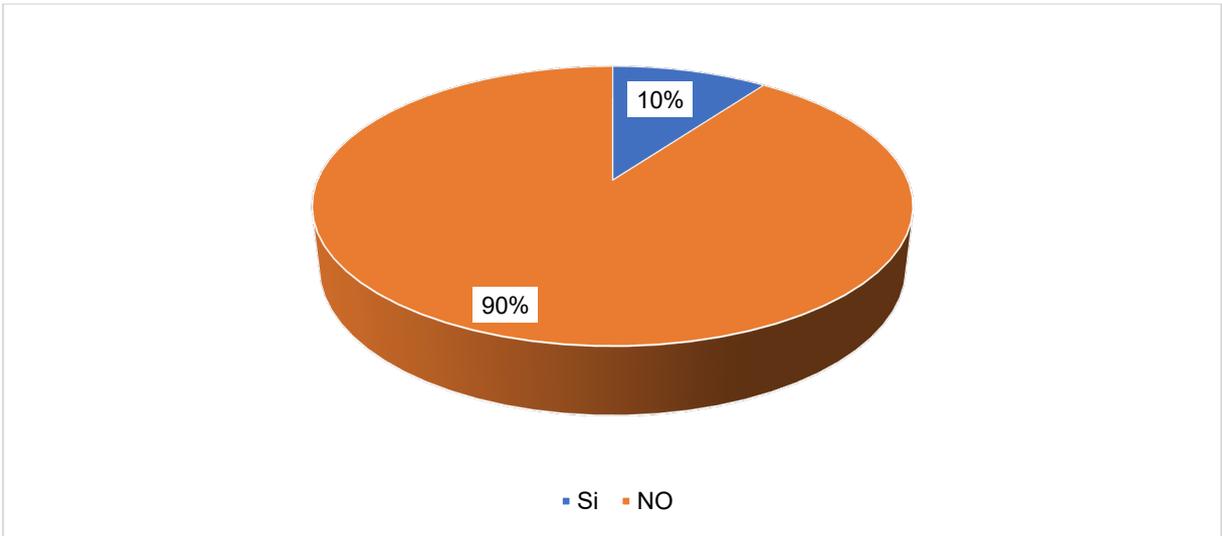


Figura N°. 16. La paralización de los mantenimientos se realiza previa planificación

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 90% de los trabajadores mencionaron que la paralización de los mantenimientos no se realiza previa planificación y el 10% indicaron que sí.

Tabla N°. 37. Existe un programa de adquisición de repuestos para el volquete

Respuesta	n	%
Si	4	40%
No	6	60%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

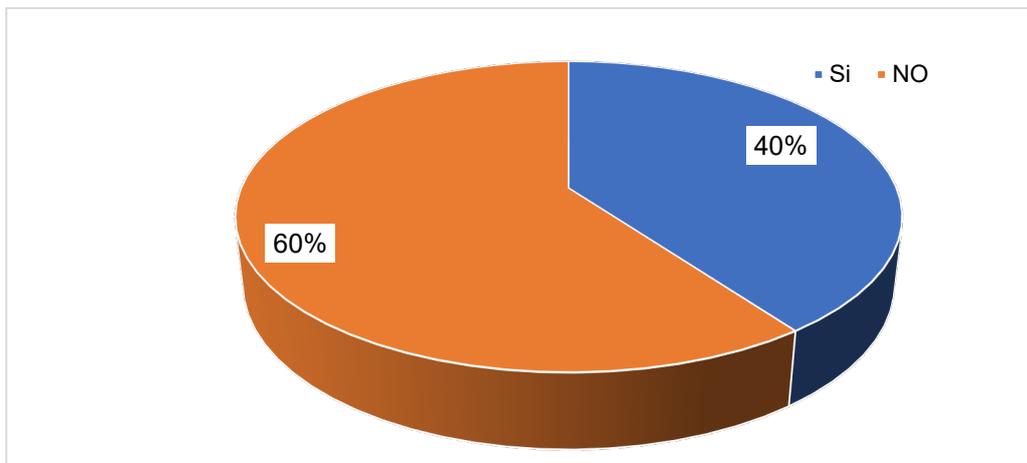


Figura N°. 17. Existe un programa de adquisición de repuestos para el volquete

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

En cuanto a los resultados, el 60% de los trabajadores dijo que no existe un programa de compra de repuestos para volquetes y el 40% dijo que sí, lo que refleja el desinterés del funcionario de mantenimiento por gestionar la demanda. Compra de repuestos.

Tabla N°. 38. Cuentan con información inmediata para realizar el mantenimiento del volquete

Respuesta	n	%
Si	1	10%
No	9	90%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

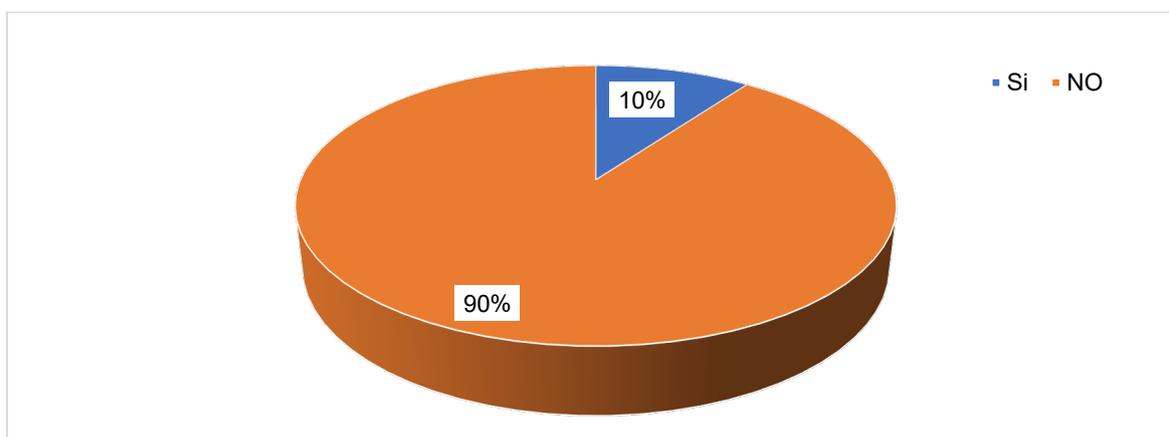


Figura N°. 18. Cuentan con información inmediata para realizar el mantenimiento del volquete

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 90% de los trabajadores mencionaron que la empresa no tenía la información inmediata para realizar el mantenimiento de los volquetes y el 10% dijo que sí.

Tabla N°. 39. Existen políticas para el uso correcto del volquete

Respuesta	n	%
Si	2	20%
No	8	80%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

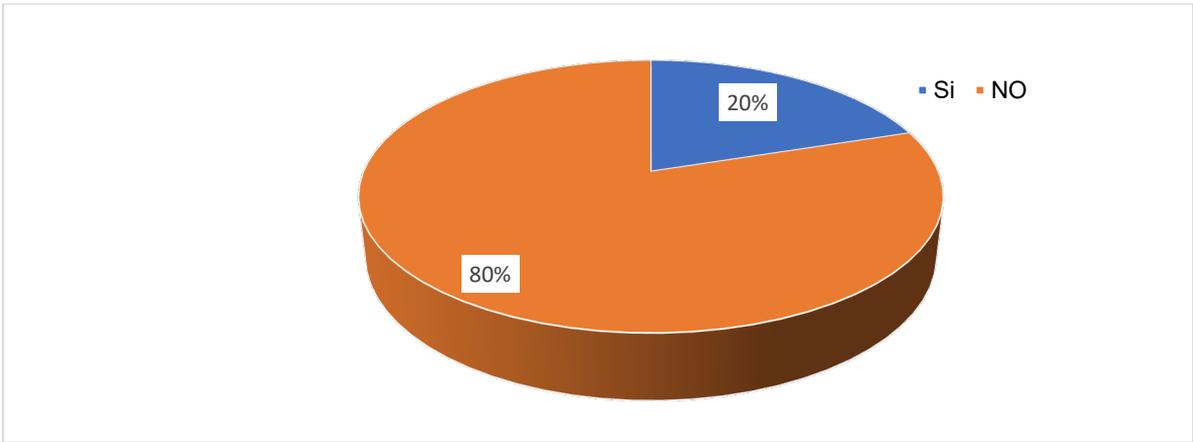


Figura N°. 19. Existen políticas para el uso correcto del volquete

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 80% de los trabajadores manifestaron que la empresa no cuenta con políticas para el uso adecuado del volquete y el 20% mencionaron que sí.

Tabla N°. 40. Existen procedimientos para el tratamiento de lubricantes y otros para el cuidado del medio ambiente

Respuesta	n	%
Si	6	60%
No	4	40%
Total	10	100%

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

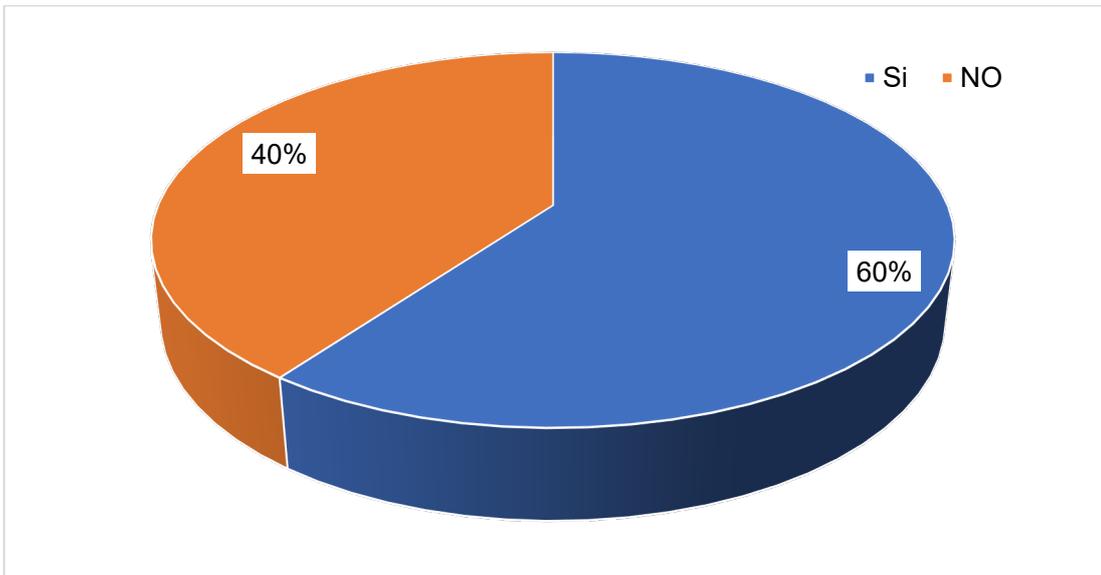


Figura N°. 20. Existen procedimientos para el tratamiento de lubricantes y otros para el cuidado del medio ambiente

Fuente. Encuesta aplicada a los trabajadores de la empresa

Con respecto a los resultados, el 60% de los trabajadores que la empresa si cuentan con un proceso de tratamiento de lubricantes para el cuidado del medio ambiente y el 40% que no.

Con respecto a los resultados, el 80% de los trabajadores indicaron que la empresa no cuenta con políticas para el uso correcto del volquete y el 20% mencionaron que sí.

ANEXO N°11: IMÁGENES DE CAMION FMX500 Y ACTIVIDADES DE CAMPO

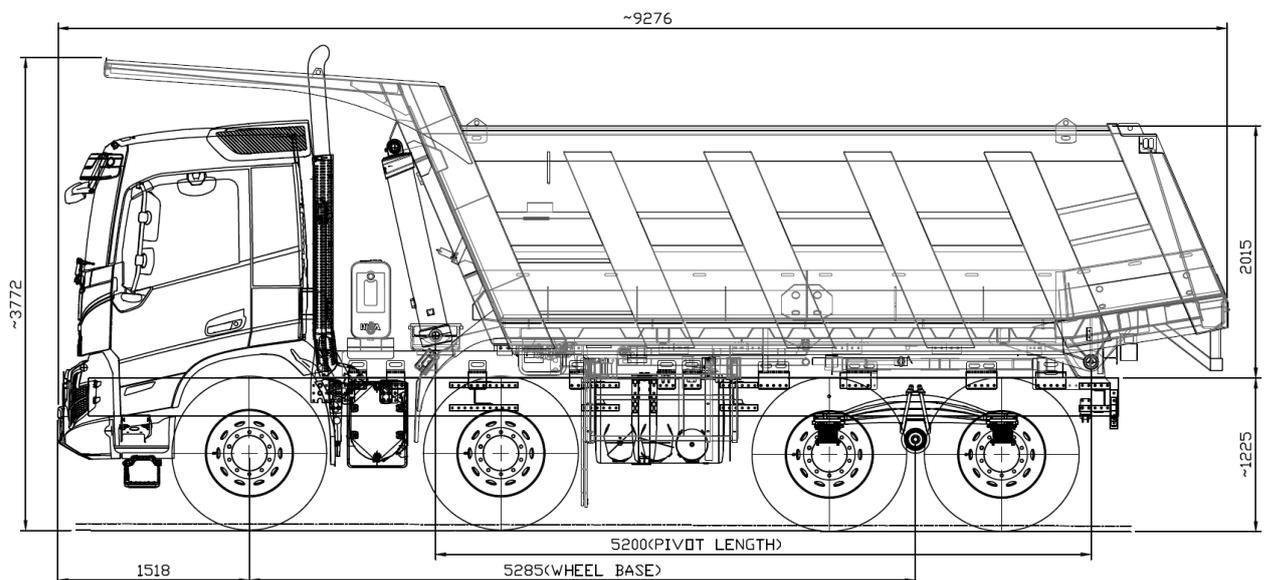


Figura N°. 21. Vista de perfil de Camión FMX 500

Fuente. Empresa minera Ayacucho



Actividades	1. INSPECCIÓN	2. LIMPIEZA Y LAVADO	3. LUBRICACIÓN Y ENGRASE	4. REGULACIÓN	5. REPARACIÓN	6. SUSTITUCIÓN
Tareas	1.1. Revisar 1.2. Verificar 1.3. Supervisar 1.4. Chequear	2.1. Limpiar 2.2. Remover 2.3. Lavar parcialmente 2.4. Lavar totalmente	3.1. Llenar 3.2. Drenar 3.3. Adicionar 3.4. Agregar 3.5. Vaciar	4.1. Ajustar 4.2. Apretar 4.3. Aflojar 4.4. Calibrar 4.5. Configurar 4.6. Codificar	5.1. Acondicionar 5.2. Levantar 5.3. Izar 5.4. Retirar 5.5. Colocar 5.6. Incrementar 5.7. Reconstruir 5.8. Extraer 5.9. Soldar	6.1. Cambiar 6.2. Reemplazar 6.3. Fabricar

Figura N°. 22. Actividades para el servicio de mantenimiento

Fuente: Propio

Ubicación de la investigación

En el departamento de Ayacucho, analizando el desplazamiento de 20 km desde el Punto "A" hasta el punto "B"

Como se aprecian en las siguientes imágenes:



Figura N°. 23. Ubicación geográfica del Punto "A" con coordenadas 700843.00 m E; 8378620.00 m S

Fuente: Google Earth



Figura N°. 24. Ubicación geográfica del Punto "B" con coordenadas 695958.00 m E; 8369589.00 m S

Fuente: Google Earth



Figura N°. 25. Recorrido geográfico de 20 Km del punto "A" a "B" a 4500 msnm

Fuente: Google Earth



Figura N°. 26. Supervisión de la disponibilidad de la maquinaria

Fuente. Empresa minera Ayacucho



Figura N°. 27. Flota de Volquetes Volvo FMX550

Fuente. Empresa minera Ayacucho



Figura N°. 28. Volquetes FMX550 en actividades de Mantenimiento

Fuente. Empresa minera Ayacucho

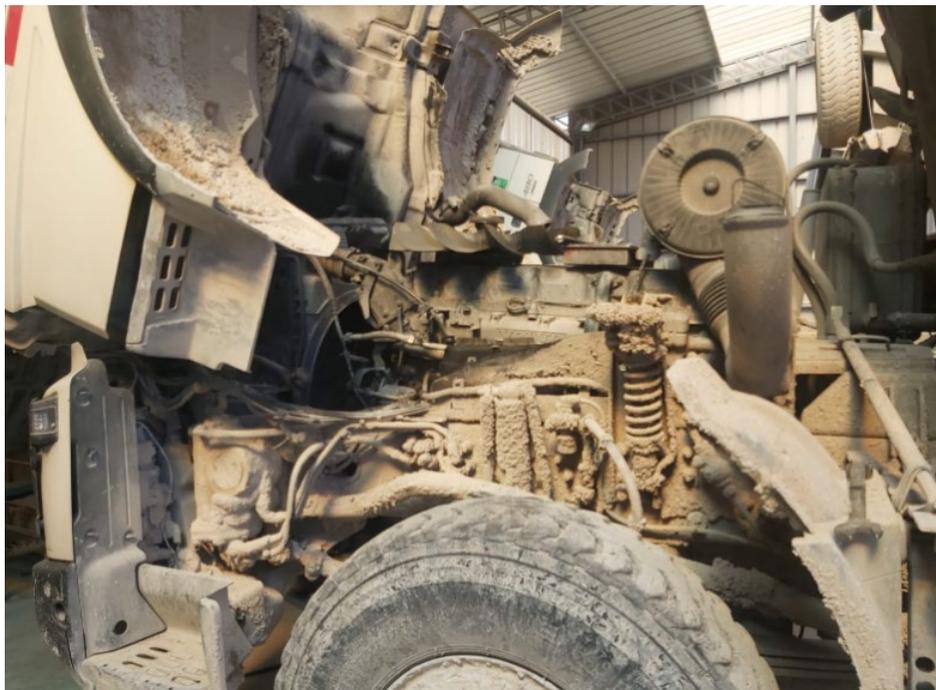


Figura N°. 29. Actividad de cambio de Cardan Principal

Fuente. Empresa minera Ayacucho



Figura N°. 30. Procedimiento de Cambio de Aceite en Volquetes FMX550

Fuente. Empresa minera Ayacucho



Figura N°. 31. Trabajos de soldadura

Fuente. Empresa minera Ayacucho

ANEXO N°12: FORMATOS DE IMPLEMENTACION PARA NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO

TRABAJOS PENDIENTES			

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

MEDIDA DE NEUMÁTICOS			
Pos. Neum.	Interna	Externa	
Pos. 1			
Pos. 2			
Pos.3			
Pos. 4			
Pos. 5			
Pos. 6			
Pos. 7			
Pos. 8			
Pos. 9			
Pos. 10			

MEDIDA DISCO DE EMBRAGUE (mml)			
M.Máx. Perm.	Med. Est.	Medición actual	Desgaste

Técnicos participantes:	
1	
2	
3	
4	

Firmas:	Horas - Hombre

Supervisor mecánico

Figura N°. 32. Cartillas de implementación para trabajos pendientes

Fuente. Elaborado por el investigador

ANEXO N°13: MEJORAMIENTO DE CARTILLAS EN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Familia	Volquete FMX 440		N° OT	
Código de equipo				
Horómetro programado				
Fecha				

Materiales a reemplazar:

Cantidad	U/M	Descripción	N/P Original	Estado

EJECUTADO

	Horómetro		Hrs.	Téc. Responsable	
Tiempo dedicado al PM			H-H	Lugar de trabajo	

Descripción	Cantidad	Horas	400 horas	800 horas	1200 horas	1600 horas	2000 horas	2400 horas	2800 horas	3200 horas	3600 horas	4000 horas	4400 horas
Aceite de motor VDS 3	37 Lts	400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Filtro de aceite de motor	2	400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Filtro de aceite de motor BY – PASS	1	400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Filtro de combustible	1	400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Filtro separador de agua	1	400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lubricación de chasis	1	400	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Filtro de aire	1	800		x		x		x		x		x	
Aceite de caja de cambio	14.3 Lts	1200			x			x			x		
Filtro de aceite de caja de cambio	1	1200			x			x			x		
Aceite de eje trasero	48.5 Lts	1600				x					x		
Filtro secador de aire	1	2800							x				
Filtro de dirección	1	2800							x				
Filtro de aire para climatizador	1	2800							x				
Aceite de dirección hidráulica	6 Lts	2800							x				
Líquido de embrague	1	2800							x				
Filtro de cabina	1	2800							x				
Aceite de cabina	2 Lts	3600									x		
Refrigerante	26 Lts	3600									x		

Figura N°. 33. Cartillas de mejora en el mantenimiento preventivo.

Fuente. Elaboración propia

ANEXO N°14: PRECIOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO FMX500

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
1.00	Aceites						0.69
	Aceite de Motor	Litros	37.00	4.74	400.00	0.44	
	Aceite de Caja	Litros	18.00	4.00	1200.00	0.06	
	Aceite Puente posterior	Litros	54.00	3.53	2400.00	0.08	
	Aceite Dirección	Litros	6.00	7.10	2400.00	0.02	
	Refrigerante	Litros	42.00	4.76	2400.00	0.08	
	Líquido de embrague	Litros	1.00	8.26	2400.00	0.00	
	Aceite Hidráulico	Galones	25.00	5.38	14400.00	0.01	
2.00	Filtros						0.69
	Filtro Aceite LonG Life	Piezas	2.00	19.51	400.00	0.10	
	Filtro By pass	Piezas	1.00	22.40	400.00	0.06	
	Filtro Combustible	Piezas	1.00	40.83	400.00	0.10	
	Filtro Sep Agua	Piezas	1.00	38.21	400.00	0.10	
	Filtro Aire 1ro	Piezas	1.00	134.47	800.00	0.17	
	Filtro Aire Combust	Piezas	1.00	23.62	2057.14	0.01	
	Filtro Aire 2do	Piezas	1.00	148.34	2400.00	0.06	
	Filtro aceite de Caja Cam	Piezas	1.00	19.22	1200.00	0.02	
	Filtro Secador	Piezas	1.00	134.42	2057.14	0.07	
	Filtro Aceite Hidráulico	Piezas	1.00	13.35	2400.00	0.01	
	Filtro Cabina	Piezas	1.00	18.22	2057.14	0.01	
3.00	Batería	Piezas	2.00	200.00	7200.00	0.06	0.06
4.00	Alarma, circulina y faros						0.19
	Faro Delantero Izquierdo	Piezas	1.00	542.10	14400.00	0.04	
	Faro Delantero Derecho	Piezas	1.00	542.10	14400.00	0.04	
	Faros Posterior Derecho	Piezas	1.00	459.59	14400.00	0.03	
	Faros Posterior Izquierdo	Piezas	1.00	459.59	14400.00	0.03	
	Faro pirata LED Duralux	Piezas	5.00	83.19	14400.00	0.03	
	Circulina	Piezas	1.00	54.88	7200.00	0.01	
	Alarma de retroceso	Piezas	1.00	21.63	7200.00	0.00	
	Faro neblinero redondo	Piezas	2.00	14.68	2880.00	0.01	
5.00	Amortiguadores						0.26
	Correa en V (ventilador)	Piezas	1.00	53.55	7200.00	0.01	
	Correa en v (Alternador)	Piezas	1.00	44.76	7200.00	0.01	
	amortiguador (chasis delantero)	Piezas	2.00	241.25	14400.00	0.03	
	amortiguador (chasis posterior)	Piezas	2.00	253.22	7200.00	0.07	
	amortiguador (cabina parte delante)	Piezas	2.00	142.78	7200.00	0.04	
	amortiguador (cabina parte atrás horizontal)	Piezas	2.00	123.42	14400.00	0.02	
	amortiguador (cabina parte atrás vertical)	Piezas	2.00	189.34	14400.00	0.03	
casquillo (estabilizador de cabina)	Piezas	2.00	198.84	7200.00	0.06		
6.00	Suspensión						3.41
	Muelle Posterior 1	Piezas	2.00	578.13	4800.00	0.24	
	Muelle Posterior 2	Piezas	2.00	504.90	4800.00	0.21	

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
	Muelle Posterior 3	Piezas	2.00	483.83	4800.00	0.20	
	Muelle Posterior 4	Piezas	2.00	483.83	4800.00	0.20	
	Muelle Posterior 5	Piezas	2.00	377.34	4800.00	0.16	
	Muelle Posterior 6	Piezas	2.00	283.93	4800.00	0.12	
	abrazadera-u	Piezas	4.00	109.78	7200.00	0.06	
	chapa	Piezas	4.00	175.42	7200.00	0.10	
	ballesta delantera	Piezas	4.00	1031.97	4800.00	0.86	
	abrazadera-u (24.5 mm)	Piezas	4.00	83.37	7200.00	0.05	
	abrazadera-u (25.5 mm)	Piezas	4.00	85.26	7200.00	0.05	
	tuerca embreada	Piezas	8.00	3.77	7200.00	0.00	
	casquillo	Piezas	8.00	116.38	7200.00	0.13	
	grillete A	Piezas	4.00	28.92	7200.00	0.02	
	grillete B	Piezas	4.00	24.22	7200.00	0.01	
	anclaje de ballesta delantera LH	Piezas	2.00	556.14	7200.00	0.15	
	anclaje de ballesta delantera RH	Piezas	2.00	556.14	7200.00	0.15	
	Barra de reacción	Piezas	4.00	836.10	14400.00	0.23	
	juego de casquillo	Piezas	8.00	287.59	7200.00	0.32	
	Barra V	Piezas	2.00	1044.17	14400.00	0.15	
	circlip	Piezas	2.00	5.37	7200.00	0.00	
	Gomas de Barra						
7.00	kit de reparación; cojinete centrador	Piezas	2.00	549.06	14400.00	0.08	0.37
	kit de reparación; buje externo	Piezas	4.00	362.20	14400.00	0.10	
	Resorte progresivo	Piezas	4.00	191.41	7200.00	0.11	
	Bocinas de Boogui	Piezas	4.00	153.52	7200.00	0.09	
	Frenos						
8.00	Compresora de aire	Piezas	1.00	1211.51	14400.00	0.08	2.07
	Mantenimiento de Frenos (delanteros y posteriores)	Servicio	1.00	193.94	2400.00	0.08	
	Cambio de zapatas y dispositivos (delanteros y posteriores)	Servicio	1.00	387.88	2880.00	0.13	
	Forro de freno delantero	Piezas	4.00	108.09	2880.00	0.15	
	Forro de freno posterior	Piezas	4.00	117.62	2880.00	0.16	
	Dispositivos de freno	Piezas	1.00	855.02	2880.00	0.30	
	Tambora de freno delantero	Piezas	4.00	315.32	14400.00	0.09	
	Tambora de freno posterior	Piezas	4.00	340.84	14400.00	0.09	
	Válvula sensible	Piezas	1.00	512.87	7200.00	0.07	
	Válvula relé de freno	Piezas	1.00	149.88	7200.00	0.02	
	Pulmón freno delantero	Piezas	4.00	605.47	7200.00	0.34	
	Pulmón freno post parte delante	Piezas	2.00	616.23	7200.00	0.17	
	Pulmón freno post parte atrás	Piezas	2.00	610.45	7200.00	0.17	
	Mantenimiento de ralentizador	Servicio	1.00	700.00	7200.00	0.10	
	cambiador de calor	Piezas	1.00	120.00	7200.00	0.02	
	válvula de freno	Piezas	2.00	128.99	7200.00	0.04	
válvula descarga rápida	Piezas	2.00	61.53	7200.00	0.02		
válvula de freno pie	Piezas	1.00	302.00	7200.00	0.04		

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
9.00	Transmisión						
	Cardan bb	Piezas	1.00	1251.32	14400.00	0.09	1.83
	Crucetas Card. Grande	Piezas	2.00	414.59	4800.00	0.17	
	Cruceta de cardan bb	Piezas	2.00	414.59	7200.00	0.12	
	Rodaje de rueda posterior	Piezas	4.00	617.04	7200.00	0.34	
	Rodaje de rueda delantera	Piezas	4.00	617.04	7200.00	0.34	
	Cambio de kit de embrague	Servicio	1.00	185.45	7200.00	0.03	
	Embrague	Piezas	1.00	929.96	7200.00	0.13	
	Disco de embrague	Piezas	1.00	657.83	7200.00	0.09	
	Mantenimiento de Caja de Transmisión	Servicio	1.00	378.79	14400.00	0.03	
	Repuestos para reparación de caja de cambios	Piezas	1.00	2800.00	14400.00	0.19	
	Mantenimiento de Corona de 1er eje	Servicio	1.00	75.76	14400.00	0.01	
	Repuestos para reparación de corona 1er eje	Piezas	1.00	545.00	14400.00	0.04	
	Mantenimiento de Corona de 2do eje	Servicio	1.00	75.76	14400.00	0.01	
	Repuestos para reparación de corona 2do eje	Piezas	1.00	1232.45	14400.00	0.09	
	Selector de velocidad	Piezas	1.00	1015.72	14400.00	0.07	
	Mantenimiento de toma de fuerza	Servicio	1.00	81.44	7200.00	0.01	
Alineamiento	Servicio	1.00	257.00	2880.00	0.09		
10.00	Motor						0.61
	Mantenimiento de Turbo compresor	Servicio	1.00	242.42	14400.00	0.02	
	bomba de agua refrigeración	Piezas	1.00	481.24	14400.00	0.03	
	Bomba de aceite	Piezas	1.00	501.93	14400.00	0.03	
	Termóstato	Piezas	1.00	69.70	7200.00	0.01	
	Mantenimiento de radiador	Servicio	1.00	110.42	2880.00	0.04	
	Mantenimiento de intercooler	Servicio	1.00	74.47	2880.00	0.03	
	vaso de expansión	Piezas	1.00	197.72	14400.00	0.01	
	caja de filtro de aceite	Piezas	1.00	586.93	14400.00	0.04	
	Taza	Piezas	1.00	138.68	14400.00	0.01	
	cuerpo de filtro de combustible	Piezas	1.00	274.42	14400.00	0.02	
	Mantenimiento de Cubo de ventilador	Servicio	1.00	71.19	14400.00	0.00	
	Mantenimiento de Inyector Bomba	Servicio	1.00	121.21	7200.00	0.02	
	Kit de anillos de inyector	Piezas	6.00	3.86	7200.00	0.00	
	Bocinas de Inyector	Piezas	6.00	19.48	7200.00	0.02	
	Afinamiento de motor	Servicio	1.00	617.69	14400.00	0.04	
	Volante	Piezas	1.00	1978.42	14400.00	0.14	
Sistema de escape	Piezas	1.00	530.00	7200.00	0.07		
cojín de goma (soporte)	Piezas	2.00	218.79	7200.00	0.06		
Tensor de correa (Alternador)	Piezas	1.00	81.34	7200.00	0.01		
11.00	Eléctrico						0.11
	Mantenimiento de Arrancador	Servicio	1.00	218.04	7200.00	0.03	
	Mantenimiento de Alternador	Servicio	1.00	259.47	7200.00	0.04	
	Potenciómetro	Piezas	1.00	346.50	7200.00	0.05	
12.00	Tolva						0.34

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario	
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)	
	Reparación Tolva	Servicio	1.00	4150.00	14400.00	0.29		
	Cambio de Bisagra pivoteo de compuerta tolva	Servicio	1.00	322.36	14400.00	0.02		
	Cambio de Bisagra de tolva	Servicio	1.00	339.75	14400.00	0.02		
	Mantenimiento de Acc. Compuerta	Servicio	1.00	100.00	14400.00	0.01		
	Dirección							
	Mantenimiento de Caja de Dirección	Servicio	1.00	175.34	14400.00	0.01		
	Bomba servo de dirección	Piezas	1.00	995.89	14400.00	0.07		
13.00	cilindro de dirección (kit reparación)	Piezas	1.00	107.91	14400.00	0.01	0.24	
	varilla articulación (posterior)	Piezas	1.00	396.68	14400.00	0.03		
	varilla articulación (delante)	Piezas	1.00	662.61	14400.00	0.05		
	Manguetas (juego de perno man)	Piezas	2.00	388.32	14400.00	0.05		
	Mantenimiento de Manguetas (juego de perno man)	Servicio	1.00	169.70	7200.00	0.02		
14.00	Mantenimiento de Pistón hidráulico de levante de tolva	Servicio	1.00	423.73	7200.00	0.06		0.06
10.00	Misceláneos	Piezas	1.00	356.62	411.43	0.87		0.87
	MO mantenimiento		1.00	1.89	1.00	1.89	1.89	
Costo Total Unitario (US\$/hr)							13.68	

Fuente. Elaboración propia

ANEXO N°15: PRECIOS UNITARIOS DE MANTENIMIENTO FMX480

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
1.00	Aceites						0.69
	Aceite de Motor	Litros	37.00	4.74	400.00	0.44	
	Aceite de Caja	Litros	18.00	4.00	1200.00	0.06	
	Aceite Puente posterior	Litros	54.00	3.53	2400.00	0.08	
	Aceite Dirección	Litros	6.00	7.10	2400.00	0.02	
	Refrigerante	Litros	42.00	4.76	2400.00	0.08	
	Líquido de embrague	Litros	1.00	8.26	2400.00	0.00	
	Aceite Hidráulico	Galones	25.00	5.38	14400.00	0.01	
2.00	Filtros						0.69
	Filtro Aceite LonG Life	Piezas	2.00	19.51	400.00	0.10	
	Filtro By pass	Piezas	1.00	22.40	400.00	0.06	
	Filtro Combustible	Piezas	1.00	40.83	400.00	0.10	
	Filtro Sep Agua	Piezas	1.00	38.21	400.00	0.10	
	Filtro Aire 1ro	Piezas	1.00	134.47	800.00	0.17	
	Filtro Aire Combust	Piezas	1.00	23.62	2057.14	0.01	
	Filtro Aire 2do	Piezas	1.00	148.34	2400.00	0.06	
	Filtro aceite de Caja Cam	Piezas	1.00	19.22	1200.00	0.02	
	Filtro Secador	Piezas	1.00	134.42	2057.14	0.07	
	Filtro Aceite Hidráulico	Piezas	1.00	13.35	2400.00	0.01	
	Filtro Cabina	Piezas	1.00	18.22	2057.14	0.01	
3.00	Batería	Piezas	2.00	200.00	7200.00	0.06	0.06
4.00	Alarma, circulina y faros						0.19
	Faro Delantero Izquierdo	Piezas	1.00	542.10	14400.00	0.04	
	Faro Delantero Derecho	Piezas	1.00	542.10	14400.00	0.04	
	Faros Posterior Derecho	Piezas	1.00	459.59	14400.00	0.03	
	Faros Posterior Izquierdo	Piezas	1.00	459.59	14400.00	0.03	
	Faro pirata LED Duralux	Piezas	5.00	83.19	14400.00	0.03	
	Circulina	Piezas	1.00	54.88	7200.00	0.01	
	Alarma de retroceso	Piezas	1.00	21.63	7200.00	0.00	
	Faro neblinero redondo	Piezas	2.00	14.68	2880.00	0.01	
5.00	Amortiguadores						0.26
	Correa en V (ventilador)	Piezas	1.00	53.55	7200.00	0.01	
	Correa en v (Alternador)	Piezas	1.00	44.76	7200.00	0.01	
	amortiguador (chasis delantero)	Piezas	2.00	241.25	14400.00	0.03	
	amortiguador (chasis posterior)	Piezas	2.00	253.22	7200.00	0.07	

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
	Cambio de zapatas y dispositivos (delanteros y posteriores)	Servicio	1.00	290.91	2880.00	0.10	
	Forro de freno delantero	Piezas	2.00	108.09	2880.00	0.08	
	Forro de freno posterior	Piezas	4.00	117.62	2880.00	0.16	
	Dispositivos de freno	Piezas	1.00	855.02	2880.00	0.30	
	Tambora de freno delantero	Piezas	2.00	315.32	14400.00	0.04	
	Tambora de freno posterior	Piezas	4.00	340.84	14400.00	0.09	
	Válvula sensible	Piezas	1.00	512.87	7200.00	0.07	
	Válvula relé de freno	Piezas	1.00	149.88	7200.00	0.02	
	Pulmón freno delantero	Piezas	2.00	605.47	7200.00	0.17	
	Pulmón freno post parte delante	Piezas	2.00	616.23	7200.00	0.17	
	Pulmón freno post parte atrás	Piezas	2.00	610.45	7200.00	0.17	
	Mantenimiento de ralentizador	Servicio	1.00	700.00	7200.00	0.10	
	cambiador de calor	Piezas	1.00	120.00	7200.00	0.02	
	válvula de freno	Piezas	2.00	128.99	7200.00	0.04	
	válvula descarga rápida	Piezas	2.00	61.53	7200.00	0.02	
	válvula de freno pie	Piezas	1.00	302.00	7200.00	0.04	
	Transmisión						
	Cardan bb	Piezas	1.00	1251.32	14400.00	0.09	
	Crucetas Card. Grande	Piezas	2.00	414.59	4800.00	0.17	
	Cruceta de cardan bb	Piezas	2.00	414.59	7200.00	0.12	
	Rodaje de rueda posterior	Piezas	4.00	617.04	7200.00	0.34	
	Rodaje de rueda delantera	Piezas	2.00	617.04	7200.00	0.17	
	Cambio de kit de embrague	Servicio	1.00	185.45	7200.00	0.03	
	Embrague	Piezas	1.00	929.96	7200.00	0.13	
	Disco de embrague	Piezas	1.00	657.83	7200.00	0.09	
9.00	Mantenimiento de Caja de Transmisión	Servicio	1.00	378.79	14400.00	0.03	1.66
	Repuestos para reparación de caja de cambios	Piezas	1.00	2800.00	14400.00	0.19	
	Mantenimiento de Corona de 1er eje	Servicio	1.00	75.76	14400.00	0.01	
	Repuestos para reparación de corona 1er eje	Piezas	1.00	545.00	14400.00	0.04	
	Mantenimiento de Corona de 2do eje	Servicio	1.00	75.76	14400.00	0.01	
	Repuestos para reparación de corona 2do eje	Piezas	1.00	1232.45	14400.00	0.09	
	Selector de velocidad	Piezas	1.00	1015.72	14400.00	0.07	
	Mantenimiento de toma de fuerza	Servicio	1.00	81.44	7200.00	0.01	
	Alineamiento	Servicio	1.00	257.00	2880.00	0.09	

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
10.00	Motor						
	Mantenimiento de Turbo compresor	Servicio	1.00	242.42	14400.00	0.02	0.61
	bomba de agua refrigeración	Piezas	1.00	481.24	14400.00	0.03	
	Bomba de aceite	Piezas	1.00	501.93	14400.00	0.03	
	Termóstato	Piezas	1.00	69.70	7200.00	0.01	
	Mantenimiento de radiador	Servicio	1.00	110.42	2880.00	0.04	
	Mantenimiento de intercooler	Servicio	1.00	74.47	2880.00	0.03	
	vaso de expansión	Piezas	1.00	197.72	14400.00	0.01	
	caja de filtro de aceite	Piezas	1.00	586.93	14400.00	0.04	
	taza	Piezas	1.00	138.68	14400.00	0.01	
	cuerpo de filtro de combustible	Piezas	1.00	274.42	14400.00	0.02	
	Mantenimiento de Cubo de ventilador	Servicio	1.00	71.19	14400.00	0.00	
	Mantenimiento de Inyector Bomba	Servicio	1.00	121.21	7200.00	0.02	
	Kit de anillos de inyector	Piezas	6.00	3.86	7200.00	0.00	
	Bocinas de Inyector	Piezas	6.00	19.48	7200.00	0.02	
	Afinamiento de motor	Servicio	1.00	617.69	14400.00	0.04	
	Volante	Piezas	1.00	1978.42	14400.00	0.14	
	Sistema de escape	Piezas	1.00	530.00	7200.00	0.07	
	cojín de goma (soporte)	Piezas	2.00	218.79	7200.00	0.06	
Tensor de correa (Alternador)	Piezas	1.00	81.34	7200.00	0.01		
11.00	Eléctrico						0.11
	Mantenimiento de Arrancador	Servicio	1.00	218.04	7200.00	0.03	
	Mantenimiento de Alternador	Servicio	1.00	259.47	7200.00	0.04	
	Potenciómetro	Piezas	1.00	346.50	7200.00	0.05	
12.00	Tolva						0.39
	Reparación Tolva	Servicio	1.00	4150.00	14400.00	0.29	
	Cambio de Bisagra pivoteo de compuerta tolva	Servicio	1.00	322.36	7200.00	0.04	
	Cambio de Bisagra de tolva	Servicio	1.00	339.75	7200.00	0.05	
	Mantenimiento de Acc. Compuerta	Servicio	1.00	100.00	7200.00	0.01	
13.00	Dirección						0.23
	Mantenimiento de Caja de Dirección	Servicio	1.00	175.34	14400.00	0.01	
	Bomba servo de dirección	Piezas	1.00	995.89	14400.00	0.07	
	varilla articulación (posterior)	Piezas	1.00	396.68	14400.00	0.03	
	varilla articulación (delante)	Piezas	1.00	662.61	14400.00	0.05	
	Manguetas (juego de perno man)	Piezas	2.00	388.32	14400.00	0.05	

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Vida Útil	Costo Parcial	Costo Unitario
				(US\$)	(Horas)	(US\$/hr)	(US\$/hr)
	Mantenimiento de Manguetas (juego de perno man)	Servicio	1.00	169.70	7200.00	0.02	
14.00	Mantenimiento de Pistón hidráulico de levante de tolva	Servicio	1.00	423.73	7200.00	0.06	0.06
10.00	Misceláneos	Piezas	1.00	356.62	411.43	0.87	0.87
	MO mantenimiento		1.00	1.89	1.00	1.89	1.89
	Costo Total Unitario (US\$/hr)						12.57

Fuente. Elaboración propia

6NEXO N°16: ORDENES DE TRABAJO MAS RESPRESENTATIVAS

PH

		ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO N°: 459		CÓDIGO: PAL-MTT-046 VERSIÓN: 1.01 FECHA APRO: 01/05/2021			
I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD				M. PROGRAMADO			
EQUIPO		Q-81		TIPO DE OT	Importante		
HOROMETRO		14000.0		PRIORIDAD	Importante		
KILOMETRAJE		203260.5		SISTEMA DEL EQUIPO			
UNIDAD MINERA		PALLANCATA		MOTOR	ELECTRICO		
NOMBRE W.		MANTENIMIENTO PREVENTIVO / MANTENIMIENTO PROGRAMADO		TRANSMISION	HIDRAULICO		
PLANNER:		Vladimir Mojoneiro Tito		SUSPENSION	BASTIDOR		
				FRENOS	TORVA		
					NEUMATICO		
				FECHA DE EMISION	16/02/2022		
				HORA INICIAL:	8-00		
				HORA TERMINO:	15-00		
				TIEMPO TOTAL:	7-00		
II. FECHAS Y TIEMPOS							
FECHA DE INICIO PROYECTADO:		18/08/2022		F. INICIO REALIZADA	18/08/22		
FECHA DE TERMINO PROY.		18/08/2022		F. TERMINO REALIZADA	18/08/22		
III. DESCRIPCION DEL TRABAJO							
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	REPUESTO O INSUMO	TIEMPO REAL	M. PREV.	M. PROG.	% DE CUMPLIMIENTO
1	Mantenimiento PM2 (17000 H) Cambio de aceite de motor, cambio de aceite de caja de cambios, Cambio de filtros de AD BLUE		VER CARTILLA PM2	4.0	X		100%
2	Inspeccion y engrase		Ver cartilla Engrase	1.0		X	100%
3	Soldadura de Base de Freno Pivote LH-lateral	04	Tramillas Coltecord.	1.0			100%
4	Copias de Basea estabilizador delantero gas fuelas	02	Comm. N°-20428167	1.0			100%
5							
6							
7							
8							
9							
10							
VI. PERSONAL REQUERIDO.							
NOMBRE		TRABAJO REALIZADOS		OBSERVACION PARRA RQ.			
German Araya C							
Edgar Lince							
VII. OBSERVACIONES Y BACKLOG							
CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO							
LOGISTICO		MANO DE OBRA		OPERACION OTROS:			
III. RESPONSABLES / CONFORMIDAD DE TRABAJOS							
 TECNICO RESPONSABLE		 V°B° JEFE DE TALLER		V°B° OPERADOR DE EQUIPO			
LEYENDA: M.PREV. (Manto. Preventivo) - M.PROG. (Manto Programado)							

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO N°: 485

CÓDIGO: PAL-MTT-046
 VERSIÓN: 1.01
 FECHA APRO: 01/05/2021

I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD		TIPO DE OT	M. PROGRAMADO
EQUIPO		PRIORIDAD	Importante
HOROMETRO		SISTEMA DEL EQUIPO	
KILOMETRAJE		MOTOR	ELECTRICO
UNIDAD MINERA		SUSPENSION	BASTIDOR
NOMBRE W.		FRENOS	TOLEVA
PLANNER:		FECHA DE EMISION	
II. FECHAS Y TIEMPOS		16/02/2022	
FECHA DE INICIO PROYECTADO	31/08/2022	F. INICIO REALIZADA	31/08/22
FECHA DE TERMINO PROY.	31/08/2022	F. TERMINO REALIZADA	31/08/22
		HORA INICIAL:	10:00
		HORA TERMINO:	16:00
		TIEMPO TOTAL:	6:00

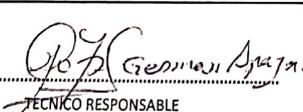
III. DESCRIPCION DEL TRABAJO		REPUESTO O INSUMO	TIEMPO REAL	M.PREV.	M.PROG.	% DE CUMPLIMIENTO
1	Evaluar el desgaste de buje de muelle delantero P1 y P2, buje lado hoja de muelle delantero ; no ingresa grasa	Se empuja bujes, con ayuda de una gata. INGRESO A TODOS LOS PUNTOS	0.5			100%
2	Inspeccion y engrase	Ver cartilla Engrase	1.0		X	100%
3	Pines y bujes de bisagra compuerta tolva con juego excesivo el lado LH	Programar cambio			X	OK
4	Revision de sistema de luces / pruebas de funcionamiento	Encienden normal	0.5		X	OK
5	Requiere cambio de letrero mantenga distancia por rotura / evaluar soldado	Ya se reparo OT anterior			X	OK
6	Presenta juego leve en maguta P4 / se regulo dia 07-07-22 monitorear.	Se realiza Regulación Mangueta P4 - AJUSTE	2.0		X	100%
7	Evaluar y monitorear trabajo de ventilador de motor / hay falla por momentos / escanear	Regimere escaneo			X	OK
8	Realizar el mantenimiento del seguro de correa de seguridad lado piloto esta sonando la alarma /revison sistema electrico	Se realiza reacondicionamiento - Funciona OK.	1.0		X	100%
9	Soltador de terminal de dirección de Barra larga del DP-P2.	Se realiza Pruebas	1.0			OK
10						
11						

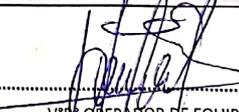
VI. PERSONAL REQUERIDO.		
NOMBRE	TRABAJO REALIZADOS	OBSERVACION PARRA RQ.
Geovani S. S. S.		
Herny P. P.		
Edgardo L. L.		

VII. OBSERVACIONES Y BACKLOG
 Trabayes muelle P1, P2 con holgura de Barra, ✓

CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO	LOGISTICO	MANO DE OBRA	OPERACION	OTROS:
--------------------------	-----------	--------------	-----------	--------

III. RESPONSABLES / CONFORMIDAD DE TRABAJOS





TECNICO RESPONSABLE Vº Bº JEFE DE TALLER Vº Bº OPERADOR DE EQUIPO

Escribo = Valido.

LEYENDA: M.PREV. (Mantto. Preventivo) - M.PROG. (Mantto Programado)

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO N°: 508

CÓDIGO: PAL-MTT-046
 VERSIÓN: 1.01
 FECHA APRO: 01/05/2021

I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD		TIPO DE OT	M. PROGRAMADO	
EQUIPO	Q-77	PRIORIDAD	Importante	
HOROMETRO	17305,0 hr	SISTEMA DEL EQUIPO		
KILOMETRAJE	246729,0 Km	MOTOR	ELECTRICO	TRANSMISION
UNIDAD MINERA	PALLANCATÁ	SUSPENSION	BASTIDOR	HIDRAULICO
NOMBRE W.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO / MANTENIMIENTO PROGRAMADO	FRENOS	TOLVA	NEUMATICO
PLANNER:	Vladimir Mojoneiro Tito	FECHA DE EMISION	16/02/2022	

II. FECHAS Y TIEMPOS		F. INICIO REALIZADA	HORA INICIAL:	11:00 am
FECHA DE INICIO PROYECTADO:	11/09/2022	F. TERMINO REALIZADA	HORA TERMINO:	5:00 pm
FECHA DE TERMINO PROY.	11/09/2022	TIEMPO TOTAL:	6.00	

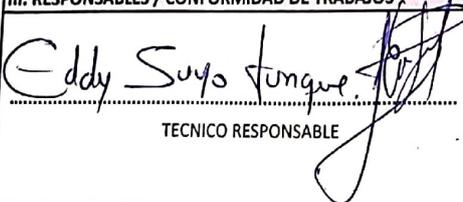
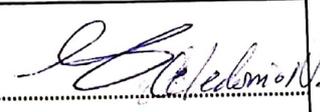
III. DESCRIPCION DEL TRABAJO				TIEMPO REAL	M.PREV.	M.PROG.	% DE CUMPLIMIENTO
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	REPUESTO O INSUMO				
1	Inspeccion y engrase	/		1.0	X		100%
2	Evaluar el desgaste de buje de muelle delantero P1 y P2, buje lado hojo de muelle delantero ; no ingresa grasa	03	bujes de muelle Alternativo para pos "2"er cartilla Engrase pos "4"	4.0		X	100%
3	Pines y bujes de bisagra compuerta tolva con juego excesivo el lado LH	/	Requiere cambio urgente	1.0		X	OK
4	Revisión de sistema de luces / pruebas de funcionamiento	/	todos Operativos			X	OK
5	Revisión de niveles de aceite de motor, caja, dirección, refrigerante.	/	todos los niveles en maximo			X	
6						X	
7						X	
8							
9							
10							
11							

VI. PERSONAL REQUERIDO.		TRABAJOS REALIZADOS	OBSERVACION PARRA RQ.
NOMBRE			
- Eddy Suys Tongue			
- Anibal Reyes			
- German Daza			

VII. OBSERVACIONES Y BACKLOG
 Requiere Cambio y/o Reemplazo de Seguro de Compuerta de tolva.

CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO	LOGISTICO	MANO DE OBRA	OPERACION	OTROS:
--------------------------	-----------	--------------	-----------	--------

III. RESPONSABLES / CONFORMIDAD DE TRABAJOS

 TECNICO RESPONSABLE	 VºBº JEFE DE TALLER	 VºBº OPERADOR DE EQUIPO
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LEYENDA: M.PREV. (Mantto. Preventivo) - M.PROG. (Mantto Programado)

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO Nº: 543

CÓDIGO: PAL-MTT-046
 VERSIÓN: 1.01
 FECHA APRO: 01/05/2021

I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD		TIPO DE OT	M. PROGRAMADO	
		PRIORIDAD	Importante	
EQUIPO	AQ-17	SISTEMA DEL EQUIPO		
HOROMETRO	8878:42 hr	MOTOR	ELECTRICO	TRANSMISION
KILOMETRAJE	142375.6 Km	SUSPENSION	BASTIDOR	HIDRAULICO
UNIDAD MINERA	PALLANCATA	FRENOS	TOLVA	PNEUMATICO
PLANNER:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO / MANTENIMIENTO PROGRAMADO	FECHA DE EMISION	16/02/2022	
	Vladimir Mojoneiro Tito	28/09/22	HORA INICIAL:	1:00 pm
		28/09/22	HORA TERMINO:	6:00 pm
II. FECHAS Y TIEMPOS		F. INICIO REALIZADA	28/09/22	
FECHA DE INICIO PROYECTADO:	28/09/2022	F. TERMINO REALIZADA	28/09/22	
FECHA DE TERMINO PREV.	28/09/2022	TIEMPO TOTAL:	5 h.	

III. DESCRIPCION DEL TRABAJO			TIEMPO REAL	M.PREV.	M.PROG.	% DE CUMPLIMIENTO
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	REPUESTO O INSUMO			
	Inspeccion y engrase	✓	Ver cartilla Engrase	1 h		x 100%
2	Revisión del sistema de luces en general / pruebas de funcionamiento	✓	Todos Operativos	0,5 h		x OK
3	Evaluar humedecimiento de aceite por tapa sector de caja de dirección / monitorear fuga	✓	Humedecimiento leve, evolucion prox. parada de monto.	—		x OK
4	Presenta desgaste en bisagra de compuerta de tolva y en los seguros de compuerta / Evaluar estado	✓	Reponer desgaste / Monitorear	0,25 h		x OK
5	Evaluar estado de tubo inferior de escape por rajadura de serpiente	✓	Realizar RQ. al proveedor.	—		x OK
6	Evaluar mangueras de aceite de enfriador de caja de cambios	✓	Realizar cambio urgente, pedir RQ. al proveedor.	0,25 h		x OK
7	Evaluar juego de terminal de brazo de barra estabilizador delantera y estado de gomas	✓	Realizar RQ. de brazo estabilizador lado izquierdo y derecho.	—		x OK
8	Desmontaje, reparacion y montaje de neumatico P389	✓	Se realizó reparación de llanta, usando perfil de cámara #5 y llanta #4	1 h		x 100%
9	puerta lado Capiloto no asegura con llave / Revisar	✓	Se realizó limpieza y limpieza de cierre centralizado / Queda OK	2 h		x 100%
10						

IV. PERSONAL REQUERIDO.		TRABAJOS REALIZADOS	OBSERVACION PARRA RQ.
NOMBRE			
Eddy Soyo Tunque))
Alejandro Hoja Gamara			

VII. OBSERVACIONES Y BACKLOG

- Presenta desgaste de tapabarras de tolva / Hacer RQ. — 2 und.
- Requiere cambio de tubo de escape inferior (flexible) — RQ.
- Requiere cambio de mangueras de aceite de enfriador de caja — RQ.
- Requiere cambio de brazos de barra estabilizadora delantera — RQ.

CAUSA DEL INCUMPLIMIENTO	LOGISTICO	MANO DE OBRA	OPERACION	OTROS:
--------------------------	-----------	--------------	-----------	--------

III. RESPONSABLES / CONFORMIDAD DE TRABAJOS

Eddy Soyo Tunque *[Signature]*
 TECNICO RESPONSABLE

[Signature]
 V°B° JEFE DE TALLER

[Signature]
 V°B° OPERADOR DE EQUIPO

LEYENDA: M.PREV. (Manten. Preventivo) - M.PROG. (Manten. Programado)

CÓDIGO: PAL-MTT-049

VERSIÓN: 1.01

FECHA DE APROB.: 01/05/2021

ORDEN DE TRABAJO- REEMPLAZO DE LLANTAS N°: _____

I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD		TIPO DE OT	M.Programado	
EQUIPO	084	PRIORIDAD	importante	
HOROMETRO	1463059 hr.	POSICIONES A CAMBIAR		
KILOMETRAJE	213795 Km			
UNIDAD MINERA	PALLANCATA			
RESPONSABLE				
JUSTIFICACIÓN DE CAMBIO:				
Rotacion Por desgaste				

II. FECHAS Y TIEMPOS			DURACION TOTAL
F. INICIO REALIZADA	07/10/22	HORA INICIAL:	9:00 am
F. TERMINO REALIZADA	07/10/22	HORA TERMINO:	11:30 am
			2 hrs y 30 mts

IV DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO							OBSERVACION
POS	MARCA	MODELO	INGRESO		SALIO		
			CODIGO	MM	CODIGO	MM	
1							
2							
3							
4							
5			316	18	310	18	
6			317	16	311	18	
7			314	16	312	18	
8			315	16	313	14	
9			312	18	314	16	
10			313	14	315	16	
11			310	18	316	18	
12			311	18	317	16	

VI. PERSONAL REQUERIDO.		
NOMBRE	HORA ATENCIÓN	REPUESTOS / MATERIALES
J. Marcos Galarza	2hrs y 30 mts	

VII. OBSERVACIONES

III. RESPONSABLES	
NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE:	VERIFICADO POR:
J. Marcos	

ORDEN DE TRABAJO- REEMPLAZO DE LLANTAS N°: 90

CÓDIGO: PAL-MTT-049

VERSIÓN: 1.01

FECHA DE APROB.: 01/05/2021

I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD

EQUIPO: AQ-09
 HOROMETRO: 11098:40
 KILOMETRAJE: 16 74 04,4
 UNIDAD MINERA: PALLANCATA
 RESPONSABLE: Alejandro Noya Gamara

TIPO DE OT: M.Programado
 PRIORIDAD: Programado

POSICIONES A CAMBIAR

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

JUSTIFICACIÓN DE CAMBIO:
Reemplazo por llantas nuevas Boto (posteriores)
Cumplimiento de horas de trabajo.

II. FECHAS Y TIEMPOS

F. INICIO REALIZADA: 05/10/22 HORA INICIAL: 08:30 A.M. DURACION TOTAL:
 F. TERMINO REALIZADA: 05/10/22 HORA TERMINO: 11:30 03:00 hrs.

IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

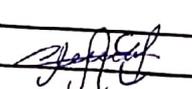
POS	MARCA	MODELO	INGRESO		SALIO		OBSERVACION	
			CODIGO	MM	CODIGO	MM		
1								
2								
3	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>362</u>	<u>31</u>			<u>Llantas Nuevas</u>	
4	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>363</u>	<u>31</u>				
5	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>364</u>	<u>31</u>				
6	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>365</u>	<u>31</u>				
7	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>366</u>	<u>31</u>				
8	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>367</u>	<u>31</u>				
9	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>368</u>	<u>31</u>				
10	<u>Boto</u>	<u>Bt-126</u>	<u>369</u>	<u>31</u>				
11								
12								

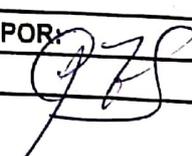
VI. PERSONAL REQUERIDO.

NOMBRE	HORA ATENCIÓN	REPUESTOS / MATERIALES
<u>Alejandro Noya Gamara</u>	<u>03:00 hrs</u>	- 08 llantas nuevas Boto - 08 camaras nuevas - 08 protector de camara nuevas
<u>Henry Pari Quispe</u>		

VII. OBSERVACIONES

III. RESPONSABLES

NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE:
Alejandro Noya Gamara 

VERIFICADO POR: 

ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO REACTIVO

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO REACTIVO N°:		CÓDIGO: PAL-MTT-047	
Y DE LA ACTIVIDAD		MANTENIMIENTO REACTIVO	
EQUIPO		TIPO DE OT	
HOROMETRO		PRIORIDAD	
KILOMETRAJE		SISTEMA DEL EQUIPO	
UNIDAD MINERA		MOTOR	
NOMBRE TRABAJO		SUSPENSIÓN	
SOLICITANTE OT:		TRANSMISIÓN	
II. FECHAS Y TIEMPOS		DURACION ESTIMADA	
F. INICIO REALIZADA		DURACION REAL	
F. TERMINO REALIZADA		OK	
IV DESCRIPCION DEL TRABAJO			
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	REQUERIDO O INEXISTENTE
1	Se cambio multiple de escape parte	01	Multiple de Escape VO (20508112)
2	medio por rufacobra y fuga de gases de escape	06	Juntas de multiple de escape VO (20855371)
3		02	arnillo reten. VO (21433769)
4		02	reten. asbestos metalico VO (20883450)
5		01	Junta. de Turbo VO (20784537)
6		05lt	de refrigerante.
7			
Total			
VII. OBSERVACIONES			
- Monitorear calentamiento de motor si continua celen tomados evaluar.			
III. RESPONSABLES			
NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE			
POSTERGACION DE LA OT. NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE:			
LEYENDA: M.R. (Mantenimiento reactivo)			

VERIFICADO POR:

Y DE LA ACTIVIDAD		TIPO DE OT		MANTENIMIENTO REACTIVO			
EQUIPO		PRIORIDAD					
HOROMETRO							
KILOMETRAJE							
UNIDAD MINERA		PALLANCATA		SISTEMA DEL EQUIPO			
NOMBRE TRABAJO				MOTOR		HIDRAULICO	
SOLICITANTE OT:				SUSPENSION		FRENOS	
				TRANSMISION		TOLVA	
				NEUMATICO		BASTIDOR	

II. FECHAS Y TIEMPOS		DURACION ESTIMADA		DURACION REAL	
F. INICIO REALIZADA	F. TERMINO REALIZADA	HORA INICIAL	HORA TERMINO	DURACION ESTIMADA	DURACION REAL
05/10/22	05/10/22	10:30	11:30	1.00.00	
IV DESCRIPCION DEL TRABAJO					
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	REPUUESTO O INSUMO	TIEMPO CONSUMIDO	OK
1	Revisión y Pruebas de				
2	folle, Pedido de Funcionamiento				
3					
4	Trabajo y Calibración por Parte de				
5	tecnico P.C.P.				
6	Organización de Abuelo Cruz				
7	y F.M.S				
Total					

VII. OBSERVACIONES

Trabajo Continuo en Puentes.

III. RESPONSABLES

NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE:

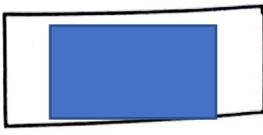
VERIFICADO POR: J. F. Germ

POSTERGACION DE LA OT, NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE:

REVISADO: M.R (Manto reactivo)

* Cambio c
* Cambio c
* Cambio c
* Cambio c

PM2 - 14000
N° OT- 459
CORRELATIVO : Hojas 03



VOLQUETE FMX 500 Q-81

FECHA : 18-08-22
HOROMETRO : 17000.5
KILOMETRAJE : 207262.5
HORA : DE 8.00 A 12.00

DURACION: 5 horas

EQUIPO TECNICO:

- 1.- *Comandante Lopez C*
- 2.- *Edgar Jimenez*
- 3.-
- 4.-

EQUIPO DENTRO LAVADO PARA SU MANTENIMIENTO	
SI	NO <input checked="" type="checkbox"/>

*Todo trabajo de reparación requiere el bloqueo de la máquina.
*Todo bloqueo es individual y se hace en la llave de corte general de energía.
*El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.

KIT DE REPUESTOS / INSUMOS			N/P ALTERNATIVO
DESCRIPCION DE INSUMOS UTILIZADOS	CANTIDAD	N/P ORIGINAL	
Aceite de motor VDS4.5	37 L	20068345	<input checked="" type="checkbox"/>
kit de servicio	1	20001971	<input checked="" type="checkbox"/>
Filtro de aire primario	1	21337557	<input checked="" type="checkbox"/>
Filtro de aceite de caja de cambios	1	20779040	<input checked="" type="checkbox"/>
Aceite caja de cambios	18 Lt	1161280	<input checked="" type="checkbox"/>
Lubricación de cabina	3 Kg	1161962	<input checked="" type="checkbox"/>
Filtro AD BLUE	1	28381562	<input checked="" type="checkbox"/>
Colador AD BLUE	1	21954674	<input checked="" type="checkbox"/>
Filtro aforador de AD BLUE	1		<input checked="" type="checkbox"/>

TOMA DE MUESTRAS

TOMAR MUESTRAS DE ACEITE

- * Motor
- * Caja de cambios

	SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REVISAR TAPONES MAGNETICOS

- * Carter
- * Caja

	SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LUBRICACION Y ENGRASE

*El aceite caliente puede causar daños severos a la piel.

LUBRICACION

- * Cambio de aceite de motor
- * Cambio de aceite de direccion
- * Cambio de aceite de caja de cambios
- * Cambio de filtro de aceite de motor

	SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO N°17: FORMATOS DE INSPECCIONES SEMANALES APLICADOS EN LA MEJORA DE MANTENIMIENTO

INSPECCION SEMANAL Q-81 N°OT-459

Correlativo: N° hojas 02

SERVICIO: [REDACTED]
 MARCA / MODELO: PM 544 R
 PLACA: 570 551
 OPERADOR: _____

HOROMETRO: 1400010
 KILOMETRO: 2032600
 HORA: DE 10:30 A 12:00

⚠️ TODO EQUIPO DEBE INGRESAR LAVADO PARA SU INSPECCION Y ENGRASE

KIT DE REPUESTOS / INSUMOS		
DESCRIPCION	CANTIDAD	Alternativo
Grasa Litolio EP2 petrolube color verde	3 kg	
Trapo Industrial	1 Kg	
LAVADO DEL EQUIPO ANTES DE DE INSPECCION Y ENGRASE		
	SI	NO
		<input checked="" type="checkbox"/>

ITEM	DESCRIPCION	ESTADO			OBSERVACIONES
		OK	EP	NE	
PUNTOS DE ENGRASE					
1	Muñon delantero izquierdo	N/C			
2	Muñon delantero derecho	N/C			
3	Bujes y pines de muelles delantero derecho	✓			
4	Bujes y pines de muelles delantero izquierdo	✓			
5	Sistema de direccion Lado Izquierdo (6X4)	✓			
6	Barzo de direccion doble	✓			
7	cardan principal	N/C			
8	cruceta de cardan principal lado caja	N/C			
9	cruceta de cardan principal lado corona	N/C			
10	Cardan BB	N/C			
11	cruceta de cardan de bb lado delantero	N/C			
12	cruceta de cardan bb lado posterior	N/C			
13	Primer eje de freno derecho	✓			
14	Primer eje de freno izquierdo	✓			
15	Segundo eje de freno derecho	✓			
16	Segundo eje de freno izquierdo	✓			
17	Tercer eje de freno derecho	✓			
18	Tercer eje de freno izquierdo	✓			
19	Cuarto eje de freno derecho	✓			
20	Cuarto eje de freno izquierdo	✓			
21	pines de compuerta de tolva derecho	✓			
22	pines de compuerta de tolva izquierdo	✓			
23	pines de tolva derecho	✓			
24	pines de tolva izquierdo	✓			
25	pin de base de cilindro hidraulico	✓			
26	pines de libro de tolva	✓			
27	pines de seguro de tolva	✓			
28	pin de levante de tolva	✓			
29	pin de brazo de llanta de repuesto	✓			
30	pine de seguro de compuerta	✓			

LEYENDA

EP	Engrase Parcial
NE	No se Engraso

ANEXO N°18: FORMATO DE REGISTRO DE PARADAS

REGISTRO DE PARADAS POR NEUMATICOS POR DIA

FECHA INICIO:		FECHA FINAL:		CÓDIGO: PAL-INT-048		VERSIÓN: 1.01		FECHA: 10/10/22		LUGAR:		RESUMEN DE PARADAS	
DATOS DE NEUMÁTICO				DESCRIPCIÓN				TIPO DE INCIDENCIA					
ITEM	FECHA	EQUIPO	GUARDA	TEC. LLANTERO	OPERADOR	MARCA	POSICION	CODIGO	COCADA	TIPO DE INCIDENCIA	DESCRIPCIÓN	INICIAL	FINAL
1	09/10/22	AQ 12	A	S. Marcos		Goto	6		7	Auxilio	Se auxilia por llanta boga	8:00 am	9:00 am
2													
3	07/10/22	Q 64	A	J. Marcos		boto	12	249	19	Cambo	se cambio llanta ego por stand by	8:10 am	8:30 am
4	07/10/22	Q 64	A	S. Marcos		boto	12	249	19	Reparación	llanta queda inestable por corte muy profunda	8:00 am	8:40 am
5	07/10/22	Q 64	A	J. Marcos		boto	12		15	Cambo	se recupera llanta stand by para una llanta Reabida	8:00 am	8:30 am
6													
7	08/10/22	Q 94	A	J. Marcos		boto	9	264	17	Cambo	Se recupera llanta stand by /colocado llanta Reparada	8:00 am	8:30 am
8													
9													

LEYENDA DE TIPO DE INCIDENCIA	SOBAIEO	SOPLADURA	AUXILIO
	CORTE	RETIRO DE PIEDRA	
	INCRUSTACION	REPARACION	
	VOLADURA	CAMBIO	

*Llenar Tipo de incidencia según la leyenda

..... VERIFICADO

ANEXO N°19: CUADROS DE VALORIZACION POR TMH

Aspectos Económicos de la empresa investigada.

La empresa en su valorización de la operación de los Volquetes modelo FMX500, usa la Tonelada métrica húmeda referida a los concentrados, siendo dólares por TMH, esto varía por condiciones externas (dólar) y acorde a la codificación del volquete (análisis de costos unitarios); del cual tuvo un margen durante el año 2021 de 3,41 a 8,22 \$/TMH, el cual tiene la siguiente valorización diaria y mensual promedio como se ve continuación, ver tabla N°5 y 6

Tabla N°. 41. Valorización promedio diaria de Volquetes

CODIFICACION DE VOLVO	VALORIZACION PROMEDIO DIARIA – MAQUINA PARADA POR BAJA DISPONIBILIDAD
AQ09	\$ 513.78
AQ10	\$ 144.10
AQ12	\$ 124.56
AQ13	\$ 149.50
AQ14	\$ 414.27
Q57	\$ 134.38
Q58	\$ 150.88
Q59	\$ 89.82
Q60	\$ 135.55
Q61	\$ 110.28
Q62	\$ 146.49
Q65	\$ 118.36
Q66	\$ 134.19
Q77	\$ 146.42
Q81	\$ 137.79
Q93	\$ 220.85
Q94	\$ 91.87
Q96	\$ 128.39
Total general	\$ 3,091.47

Fuente: Empresa minera de Ayacucho

Tabla N°. 42. Valorización promedio mensual de Volquetes

CODIFICACION DE VOLVO	VALORIZACION PROMEDIO MENSUAL – MAQUINA PARADA POR BAJA DISPONIBILIDAD
AQ09	\$ 12,531.78
AQ10	\$ 9,142.54
AQ12	\$ 16,434.78
AQ13	\$ 14,452.84
AQ14	\$ 14,701.83
Q57	\$ 9,672.07
Q58	\$ 11,851.74
Q59	\$ 13,269.98
Q60	\$ 12,014.15
Q61	\$ 9,637.38
Q62	\$ 8,674.18
Q64	\$ 8,770.00
Q65	\$ 14,062.75
Q66	\$ 9,726.10
Q77	\$ 11,634.58
Q81	\$ 9,176.90
Q84	\$ 187.17
Q93	\$ 12,262.65
Q94	\$ 14,022.55
Q96	\$ 12,230.02
Total general	\$ 224,455.98

Fuente: Empresa minera de Ayacucho

Donde una vez conociendo la valorización de maquina parada se tiene como propuesta lograr un adecuado mantenimiento para minimizar los tiempos y llevar de la mano la adecuada operatividad bajo los indicadores obtenidos en el periodo del año 2021.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE MEJORA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECANICA DE VOLQUETES VOLVO FMX500 EN UNA MINA DE AYACUCHO", cuyo autor es PARI QUISPE HENRY DAVID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO DNI: 16728343 ORCID: 0000-0002-8925-4079	Firmado electrónicamente por: DRUBIODE el 18-11- 2022 11:36:44

Código documento Trilce: TRI - 0443813