

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Tesis

**Propuesta de Plan de Mantenimiento  
para incrementar la disponibilidad  
mecánica de los cargadores de bajo  
perfil de la empresa minera Virgen de  
Chapi 87 de Ica S.A.C**

Marvin Omar Curiñaupa Alvare  
Edwards Flores Lozano

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## **INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Felipe Néstor Gutarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Jersoon Jesús Lazo  
Huaynalaya Asesor de tesis

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 1 de octubre de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS CARGADORES DE BAJO PERFIL DE LA EMPRESA MINERA VIRGEN DE CHAPI 87 DE ICA

S.A.C", perteneciente los estudiante(s) MARVIN OMAR CURIÑAUPA ALVAREZ y EDWARDS FLORES LOZANO , de la E.A.P. de Ingeniería Mecánica; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía 

S	X	NO	
I			
  
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores 

S		NO	X
I			

  
(Nº de palabras excluidas:     )
  
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante 

S	X	NO	
I			

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016- R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, MARVIN OMAR CURIÑAUPA ALVAREZ, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70118691, de la E.A.P. de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS CARGADORES DE BAJO PERFIL DE LA EMPRESA MINERA VIRGEN DE CHAPI 87 DE ICA S.A.C", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

01 de Octubre de 2023.



---

Marvin Omar Curiñaupa Álvarez

DNI. No. 70118691

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, EDWARDS FLORES LOZANO, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 48413165, de la E.A.P. de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

5. La tesis titulada: "PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS CARGADORES DE BAJO PERFIL DE LA EMPRESA MINERA VIRGEN DE CHAPI 87 DE ICA S.A.C", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico.
6. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
7. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
8. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

01 de Octubre de 2023.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Flores' followed by a stylized initial or surname.

Edwards Flores Lozano  
DNI. No. 48413165

## REVISION TESIS

---

### ORIGINALITY REPORT

---

19%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

---

### PRIMARY SOURCES

---

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	3%
2	Submitted to Universidad Continental Student Paper	2%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Internet Source	2%
4	<a href="https://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Internet Source	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	1%
6	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Internet Source	1%
7	<a href="https://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	1%
8	Submitted to Universidad Católica San Pablo Student Paper	1%
9	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Internet Source	1%

---

10	<a href="https://nanopdf.com">nanopdf.com</a> Internet Source	<1%
11	<a href="https://knute.edu.ua">knute.edu.ua</a> Internet Source	<1%
12	<a href="https://repositorio.usil.edu.pe">repositorio.usil.edu.pe</a> Internet Source	<1%
13	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Internet Source	<1%
14	Submitted to Universidad Católica de Santa María Student Paper	<1%
15	<a href="https://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Internet Source	<1%
16	Submitted to Universidad Tecnológica del Perú Student Paper	<1%
17	<a href="https://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Internet Source	<1%
18	<a href="https://1library.co">1library.co</a> Internet Source	<1%
19	Submitted to Tecsup Student Paper	<1%
20	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Internet Source	<1%

21	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
22	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://repositorio.uarm.edu.pe">repositorio.uarm.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
24	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	<1 %
25	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
27	<a href="http://www.caralunaonline.nl">www.caralunaonline.nl</a> Internet Source	<1 %
28	<a href="http://repositorio.uti.edu.ec">repositorio.uti.edu.ec</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://edoc.pub">edoc.pub</a> Internet Source	<1 %
30	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Internet Source	<1 %
31	Submitted to Universidad Politécnica de Madrid Student Paper	<1 %



32	<a href="https://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Internet Source	<1 %
33	<a href="https://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
34	Irene Monsonís Payá. "Actors' Engagement in Monitoring and Evaluation Mechanisms for Responsible Research and Innovation: an Explorative Study of the AHP Technique", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publication	<1 %
35	<a href="https://mriuc.bc.uc.edu.ve">mriuc.bc.uc.edu.ve</a> Internet Source	<1 %
36	Submitted to Glasgow Caledonian University Student Paper	<1 %
37	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
38	<a href="https://dspace.unach.edu.ec">dspace.unach.edu.ec</a> Internet Source	<1 %
39	<a href="https://www.aldaplus.gr">www.aldaplus.gr</a> Internet Source	<1 %
40	<a href="https://www.pelumas.migas.esdm.go.id">www.pelumas.migas.esdm.go.id</a> Internet Source	<1 %
41	<a href="https://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Internet Source	<1 %

42	<a href="http://inversionescjv.wixsite.com">inversionescjv.wixsite.com</a> Internet Source	<1 %
43	<a href="http://repositorio.utp.edu.pe">repositorio.utp.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
44	<a href="http://vbook.pub">vbook.pub</a> Internet Source	<1 %
45	<a href="http://www.arq.com.mx">www.arq.com.mx</a> Internet Source	<1 %
46	<a href="http://www.clubensayos.com">www.clubensayos.com</a> Internet Source	<1 %
47	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet Source	<1 %
48	<a href="http://www.globalei.com">www.globalei.com</a> Internet Source	<1 %
49	Progress in IS, 2016. Publication	<1 %
50	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
51	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com">onlinelibrary.wiley.com</a> Internet Source	<1 %
52	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Internet Source	<1 %
53	<a href="http://repository.unab.edu.co">repository.unab.edu.co</a> Internet Source	<1 %

54	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Internet Source	<1 %
55	<a href="http://www.ecomputer.es">www.ecomputer.es</a> Internet Source	<1 %
56	<a href="http://www.lanier.es">www.lanier.es</a> Internet Source	<1 %
57	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec:8080">repositorio.espe.edu.ec:8080</a> Internet Source	<1 %
58	<a href="http://www.batebol.com">www.batebol.com</a> Internet Source	<1 %
59	<a href="http://www.gob.mx">www.gob.mx</a> Internet Source	<1 %
60	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet Source	<1 %
61	<a href="http://www.sosnicaragua.gob.ni">www.sosnicaragua.gob.ni</a> Internet Source	<1 %
62	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Internet Source	<1 %
63	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
64	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Internet Source	<1 %
65	<a href="http://www.rree.gob.pe">www.rree.gob.pe</a> Internet Source	<1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  Off

Exclude bibliography  On

**Asesor**

**Ing. JERSON JESÚS LAZO HUAYNALAYA**

## **Agradecimientos**

A Dios, nuestro señor, por darnos fortaleza y ser nuestra guía; sabemos lo esencial que ha sido en nuestras posiciones firmes de alcanzar nuestras metas.

Manifestamos nuestro agradecimiento, a todas aquellas personas que nos apoyaron de forma constante en el diseño, desarrollo y finalización de esta investigación. Especialmente, a nuestro asesor de tesis, Ing. Jersoon Jesús Lazo Huaynalaya, quien supo guiarnos en todo el proceso de investigación con entusiasmo e interés.

Asimismo, no olvidarnos de nuestros compañeros y maestros de la carrera profesional que con sus aportes y sugerencias nos permitieron perfeccionar en trabajo que se realizó.

De corazón, mil gracias a cada uno.

## **Dedicatoria**

Este esfuerzo realizado en la investigación, lo consagramos a Dios, a nuestros queridos padres, por darnos salud y vida, por ser nuestra motivación para la consecución de nuestras metas.

*Marvin y Edwards*

## Índice del Contenido

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice del Contenido.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Índice de Figuras.....</b>	<b>xvii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>ixviii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xix</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>xx</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento del Estudio.....</b>	<b>22</b>
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema.....	22
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	22
1.1.2. Problema General.....	234
1.1.3. Problemas Específicos.....	24
1.2. Objetivos.....	24
1.2.1. Objetivo General.....	24
1.2.2. Objetivos Específicos.....	24
1.3. Justificación e Importancia.....	24
1.3.1. Justificación Teórica.....	24
1.3.2. Justificación Práctica.....	24
1.3.3. Justificación Económica.....	25
1.4. Limitaciones de la Presente Investigación.....	25
1.5. Descripción de Variables.....	25
<b>Capítulo II.....</b>	<b>27</b>
<b>Marco Teórico.....</b>	<b>27</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	27
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	19
2.2. Bases Teóricas.....	29
2.2.1. Aspectos Generales del Mantenimiento.....	29
2.2.2. Objetivos del Mantenimiento.....	29
2.2.3. Plan de Mantenimiento.....	30
2.2.4. Tipos de Mantenimiento.....	32
2.2.4.1. Mantenimiento Correctivo.....	32
2.2.4.2. Mantenimiento Preventivo.....	32

2.2.4.3. Mantenimiento Proactivo.....	32
2.2.4.4. Mantenimiento Predictivo.....	32
2.2.5. Indicadores del Mantenimiento Preventivo.....	32
2.2.6. Descripción de Cargador de Bajo Perfil.....	33
2.2.6.1. Componentes Principales de un Cargador de Bajo Perfil.....	35
2.3. Definiciones de Términos Básicos.....	28
<b>Capítulo III.....</b>	<b>29</b>
<b>Metodología y Resultados Esperados.....</b>	<b>29</b>
3.1. Método y Alcance de la Investigación.....	29
3.1.1. Tipo de Investigación.....	29
3.2. Nivel de Investigación.....	29
3.3. Población y Muestra.....	39
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	41
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>34</b>
<b>Resultados y Discusión.....</b>	<b>34</b>
4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información.....	34
4.1.1. Información General.....	34
4.1.2. Historial de Mantenimiento.....	35
4.1.3. Análisis Problemático del Área de Mantenimiento.....	72
4.1.3.1. Infraestructura.....	72
4.1.3.2. Herramientas.....	73
4.1.3.3. Repuestos.....	73
4.1.3.4. Recursos Humanos.....	73
4.1.3.5. Planeamiento.....	64
4.1.4. Planteamiento de Soluciones.....	64
4.1.4.1. Infraestructura.....	69
4.1.4.2. Herramientas.....	69
4.1.4.3. Repuestos.....	69
4.1.4.4. Recursos Humanos.....	69
4.1.4.5. Planeamiento.....	69
4.1.4.6. Costos de Capital de Mantenimiento en Mina.....	73
4.2. Discusión de Resultados.....	74
<b>Conclusiones.....</b>	<b>76</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>77</b>
<b>Lista de Referencias.....</b>	<b>78</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>90</b>



## Índice de Tablas

Tabla 1. Indicadores de mantenimiento	23
Tabla 2. Operacionalización de variables	26
Tabla 3. Lista de equipos	40
Tabla 4. Cronograma de actividades	42
Tabla 5. Distribución de personal	35
Tabla 6. Programa de mantenimiento preventivo	36
Tabla 7. Consolidado de números de fallas correctivas	37
Tabla 8. Indicadores de agosto	38
Tabla 9. Reporte de costos de repuestos de agosto	40
Tabla 10. Indicadores de setiembre	53
Tabla 11. Reporte de costos de repuestos de setiembre	45
Tabla 12. Indicadores de octubre	48
Tabla 13. Reporte de costos de repuestos de octubre	60
Tabla 14. Indicadores de noviembre	54
Tabla 15. Reporte de costos de repuestos de noviembre	56
Tabla 16. Indicadores de diciembre	58
Tabla 17. Reporte de costos de repuestos de diciembre	70
Tabla 18. Consolidado de situación inicial de los indicadores	71
Tabla 19. Tiempos optimizados	72
Tabla 20. Consolidado de situación de los indicadores después de implementación de propuestas	

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la unidad minera	23
Figura 2. Cargador de bajo perfil	34
Figura 3. Componentes de un cargador de bajo perfil	34
Figura 4. Motor de combustión interna	26
Figura 5. Diagrama de tren de fuerza	27
Figura 6. Componentes internos de diferencial	27
Figura 7. Distribución de componentes de un sistema hidráulico	28
Figura 8. Organigrama de mantenimiento	35
Figura 9. Diagrama de MTBF y MTTR de agosto	39
Figura 10. Diagrama de MTBF y MTTR de setiembre	44
Figura 11. Diagrama de MTBF y MTTR de octubre	49
Figura 12. Diagrama de MTBF y MTTR de noviembre	55
Figura 13. Diagrama de MTBF y MTTR de diciembre	59
Figura 14. Fallas en los cargadores de bajo perfil	72
Figura 15. Cartilla de mantenimiento de 125 horas	65
Figura 16. Cartilla de mantenimiento de 250 horas	66
Figura 17. Cartilla de mantenimiento de 500 horas	68
Figura 19. Costos de capital de mantenimiento en mina	73

## Resumen

La presente investigación se concentró en estudiar la propuesta de plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los cargadores de bajo perfil de la empresa minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C., donde la empresa es la única protagonista de la investigación. Hasta la fecha la disponibilidad mecánica de los equipos mineros es la prioridad para la representatividad de la organización.

El nivel de la investigación es de tipo descriptivo, el tipo de investigación es aplicado, teniendo como muestra 6 cargadores de bajo perfil de 1.5 yd<sup>3</sup>. Para respaldar la investigación se usó la observación, entrevista, análisis documental, bibliografía, base de datos del área de mantenimiento, manuales de mantenimiento y operación de los equipos, reportes de operación, ordenes de trabajo, *back log*, informes técnicos y manuales confiables de gestión de mantenimiento.

El objetivo de la propuesta del plan de mantenimiento es incrementar la disponibilidad mecánica de los cargadores de bajo perfil cuyo valor en promedio durante el periodo de estudio fue de 89.53 %, para ello, se plantearon actividades que incidieron directa e indirectamente en este indicador. Finalmente, durante el desarrollo del presente estudio y utilizando la información hallada en los antecedentes, se puede indicar que con la ejecución de las actividades planteadas se dio el proceso de mejora de la disponibilidad mecánica.

**Palabras claves:** disponibilidad, mantenimiento

## **Abstract**

The present investigation focused on studying the proposed maintenance plan to increase the mechanical availability of the low-profile chargers of the Virgen de Chapi 87 de Ica S.A.C. mining company, where the Chapi company is the only protagonist of the investigation. To date, the mechanical availability of low-profile chargers is the priority for the representativeness of the organization.

The level of the investigation is of a descriptive type, the type of investigation is applied, having as a sample 6 low-profile chargers of 1.5 yd<sup>3</sup>. To support the investigation, observation, interview, documentary analysis, bibliography, maintenance area database, maintenance and operation manuals for low-profile chargers, operation reports, work orders, back log, technical reports, and reports were used. reliable maintenance management manuals.

The objective of the maintenance plan proposal is to increase the mechanical availability of low-profile chargers whose average value during the study period was 89.53%, for this, we propose activities that will directly and indirectly affect this indicator. Finally, during the development of this study and using the information found in the background, we can indicate that with the execution of the proposed activities, the process of improving mechanical availability will take place.

**Keywords:** availability, maintenance

## **Introducción**

La presente investigación se refiere al tema del mantenimiento en equipos de minería subterránea y se realizó en las operaciones de la empresa minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C. con el objetivo de proponer un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los cargadores de bajo perfil. Al respecto indica García (1) que, en un plan de mantenimiento, es necesario planificar la realización de las tareas y actividades necesarias para mantener los equipos operativos. Planificar significa cuándo y quién realizará cada una de las gamas y rutas que componen el plan.

La investigación de los problemas que se identifican en este trabajo son que no se cuenta con un plan de mantenimiento articulado que permita desarrollar actividades correctivas, preventivas y predictivas, se generan demoras en la adquisición de repuestos, existe rotación del personal y no se cuentan con las herramientas y equipos necesarios para optimizar las actividades de mantenimiento generando que se obtenga 89.53 % de disponibilidad mecánica contándose con el potencial de los recursos para incrementar este valor con mejoras en el área de mantenimiento.

Asimismo, el trabajo se justifica porque es importante identificar las causas que afectan la disponibilidad mecánica y a través de ello proponer alternativas de análisis de aspectos que son poco considerados en el cálculo de la disponibilidad para que se puedan reducir o eliminar sus consecuencias con la aplicación de las actividades rutinarias, programadas y las que se realizan durante paradas programadas.

Finalmente, se presenta la descripción general del contenido del trabajo:

Capítulo I. Se describe el planteamiento de problema, investigando la problemática que sirvió para el desarrollo de este trabajo, objetivos, justificación e importancia y las limitaciones de la presente investigación para finalizar con la descripción de variables.

Capítulo II. Se describen los antecedentes de investigación que fueron considerados en función a las variables independiente y dependiente, las bases teóricas que sirven como soporte del presente trabajo además de la definición de términos básicos.

Capítulo III. Describe la metodología usada, identificando para ello el método y alcance de la investigación, tipo y nivel de investigación, población y muestra además de las técnicas e instrumentos de investigación.

Capitulo IV. Describen los resultados hallados y su discusión, comparándolos con los antecedentes y sus resultados obtenidos que generarán las conclusiones y recomendaciones que se hallaron después de realizado el trabajo.

## **Capítulo I**

### **Planteamiento del Estudio**

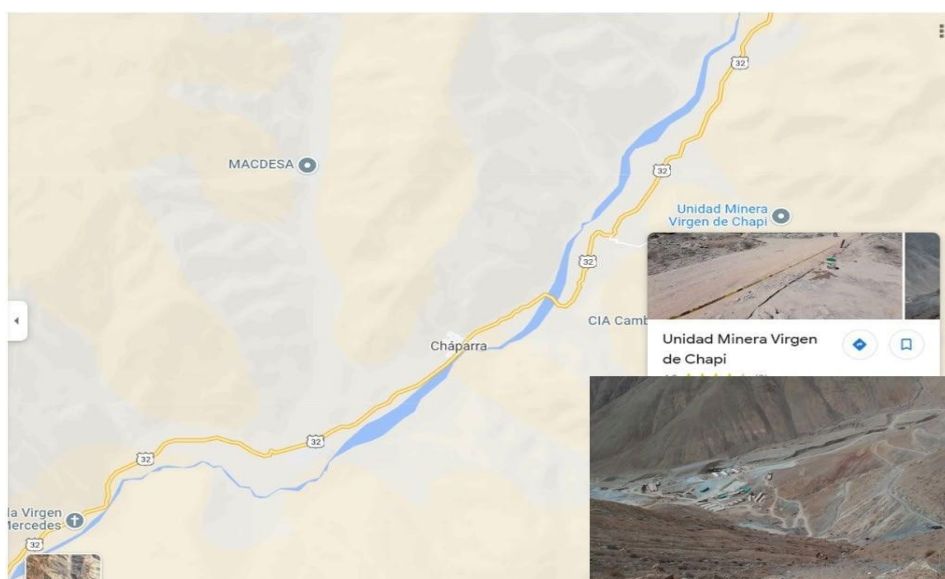
#### **1.1. Planteamiento y Formulación del Problema**

##### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

Las operaciones mineras tienen el reto de cumplir objetivos mensuales de producción y para ello, dependiendo de la ubicación de la empresa minera, el tipo de extracción y el tipo de maquinarias que se utilizan, se deben implementar acciones que ayuden a lograr esos objetivos de producción.

Al primer trimestre del 2022, las inversiones acumularon 9.2 % de incremento en el año que superaron los mil millones de dólares, «lo que se puede evidenciar con las cifras de inversión, en los que se destacan el incremento en actividades de desarrollo y preparación (46.8 %), infraestructura (24.6 %) y exploración (15.9 %), claves por su rol crítico en el proceso de descubrimiento de nuevos yacimientos de minerales y como componente principal de la cadena de puesta en valor del sector minero», refirió el Viceministro del Ministerio de Energía y Minas al respecto

Enfocados en el tipo de maquinarias, la empresa minera Virgen de Chapi cuenta con seis cargadores de bajo perfil de 1.5 yd<sup>3</sup> que realizan trabajos de acarreo de material, los cuales presentaron los siguientes problemas: plan de mantenimiento que utilice estrategias de actividades preventivas, correctivas y predictivas, demoras en la adquisición de repuestos, rotación del personal, lista de tareas que deben realizarse en un periodo de tiempo determinado; entre otros problemas que afectaron directa o indirectamente la disponibilidad mecánica durante el periodo de estudio.



**Figura 1. Ubicación geográfica de la unidad minera**  
**Fuente Google Maps**

En los últimos 3 meses de evaluación de la gestión de mantenimiento se presentaron los resultados mostrados en la tabla siguiente, lo que indica que sin el apoyo económico y técnico necesarios, la aplicación de la propuesta mejora la situación permanecerá con el problema que se pretende solucionar con este trabajo.

**Tabla 1. Indicadores de mantenimiento**

<b>Indicadores de mantenimiento 2023</b>			
<b>Mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad</b>
Abril	26.5	3.5	88 %
Mayo	19.4	2.4	89 %
Junio	19.5	2.6	88 %
<b>Promedio</b>	<b>13.16</b>	<b>1.7</b>	<b>88.56 %</b>

Es por lo que se propone presentar una propuesta de plan de mantenimiento que contenga acciones referidas al mantenimiento preventivo, además de proponer mejoras en las áreas de logística y seguridad que permita incrementar la disponibilidad mecánica.

### **1.1.2. Problema General**

- ¿Cómo desarrollar una propuesta de plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los cargadores de bajo perfil de la empresa minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C.?



### **1.1.3. Problemas Específicos**

- ¿Cómo será la estructura del plan de mantenimiento para incluir las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo?
- ¿Cuáles son los elementos que se considerarán en el cálculo de la disponibilidad mecánica?
- ¿Cuáles son los beneficios adicionales al incremento de la disponibilidad mecánica que se obtendrán de la propuesta de plan de mantenimiento?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

- Proponer un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de los cargadores de bajo perfil de la empresa minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar la estructura del plan de mantenimiento para incluir las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.
- Identificar los elementos que se considerarán en el cálculo de la disponibilidad mecánica.
- Identificar los beneficios adicionales al incremento de la disponibilidad mecánica que se obtendrán de la propuesta de plan de mantenimiento.

## **1.3. Justificación e Importancia**

### **1.3.1. Justificación Teórica**

La justificación teórica del presente trabajo se fundamentará en la aplicación de las teorías de planes de mantenimiento, tipos de mantenimiento, actividades de mantenimiento, procesos logísticos, mejora de procesos y optimización de tiempos.

### **1.3.2. Justificación Práctica**

La justificación práctica del presente trabajo se fundamentará en que, al proponer un plan de mantenimiento, este tiene que comprender el análisis situacional del área, identificando todas las necesidades y oportunidades de mejora dentro del área

con la finalidad que sea aplicada y pueda tomarse en cuenta para lograr los objetivos indicados.

### **1.3.3. Justificación Económica**

La justificación económica del presente trabajo se fundamentará en que la propuesta de plan de mantenimiento, si bien es cierto, inicialmente requerirá inversión económica para la implementación de las recomendaciones, estos esfuerzos se verán recompensados con la optimización de los procesos, reducción de tiempos de mantenimientos y accidentes e incidentes.

### **1.4. Limitaciones de la Presente Investigación**

Las limitaciones que se han podido hallar están relacionadas a la obtención de la información en el área de operaciones debido a la deficiencia que tuvieron los operadores con el registro de horas y fallas de los equipos. Asimismo, debido a que se tuvieron equipos de diversas marcas, la ubicación de la empresa minera complicó las coordinaciones con los proveedores al momento del cruce de información, reporte de anomalías, solicitud de repuestos y solución de fallas de baja incidencia.

### **1.5. Descripción de Variables**

Siguiente página.

**Tabla 2. Operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Independiente: <b>Plan de mantenimiento</b>	Según García (1) es importante planificar las tareas de mantenimiento. Planificar indica en qué tiempo, quién y cuándo se realizarán cada una de las actividades de mantenimiento.	Planeamiento	Reporte mensual de cumplimiento de actividades de mantenimiento
		Programación	Reporte operacional, diario de mantenimientos
Dependiente: <b>Disponibilidad mecánica</b>	Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se halla operativo y apto para ser usado. Su cálculo estará en función del cálculo del tiempo operativo entre el número de intervenciones mecánicas que se ejecutaron en un periodo de tiempo	Inspección	Inspección diaria de equipos
		MTTR	Promedio de horas de trabajo en actividades de mantenimiento
		MTBF	Promedio de horas de paradas entre fallas

## **Capítulo II**

### **Marco Teórico**

#### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

El trabajo de investigación «Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa *Road Solutions* E. I. R. L. – 2020», identificó como problema “en la necesidad de alquilar, de terceros, equipos y maquinas cuyo fin fue de poder cumplir con el avance de las obras; situación generada cuando la maquinaria de la empresa falla o se encuentra en reparación, para ello propuso elaborar el plan de gestión de mantenimiento que permita incrementar la disponibilidad. Se obtuvo como resultado la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, el cual incluye todas las actividades necesarias antes, durante y después del mantenimiento” (2).

El trabajo de investigación «Propuesta de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad mecánica de los tractores John Deere de la empresa Ecosac Agrícola SAC» nació de la necesidad de que no se contaba con un plan de mantenimiento eficaz, sin procedimientos ni estándares de mantenimientos preventivos, indicando una carencia no solo de cultura preventiva sino también de cultura correctiva, generando inquietud en las jefaturas al momento de analizar la problemática en el área. El resultado de la investigación fue «el análisis de criticidad y el análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) en la presente investigación, a través de los cuales se determinó que los sistemas más críticos fueron: combustible con un valor de criticidad de 212.99 y transmisión hidráulica con un valor de 114.32, representando el 12.5 % de los 16 sistemas» (3).

El trabajo de investigación «Mejora del plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de unidades en una empresa de alquiler de vehículos» nació de la identificación del problema que indica que se tiene un factor negativo como es el alto índice de fallas técnicas de sus unidades en las operaciones de los clientes. Para la identificación de las causas de este problema, fue necesario el uso del diagrama de Ishikawa, que ayudó a identificar las posibles causas en factores como son los métodos, máquinas, medición, material, medioambiente y personal. Después del desarrollo del trabajo se obtuvo como resultado el análisis de los resultados obtenidos con respecto al indicador de disponibilidad de unidades vehiculares, concluyéndose se obtuvo como resultado un incremento promedio del 6 % con respecto al año 2019, incrementándose este indicador del 86 % al 92 % (4).

El trabajo de investigación «Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa» nace del problema que no se cuenta con un plan de mantenimiento, que originó la parada intempestiva de los equipos debido a las fallas recurrentes que éstos presentaban, incrementando el mantenimiento correctivo no planificado, no se tuvo tampoco un mantenimiento preventivo reflejando estos aspectos de manera significativa en la disminución de la vida operativa de los equipos, incremento de costo de los componentes y repuestos de reparación. Después del desarrollo del trabajo se obtuvo como resultado que se puede afirmar que el plan de mantenimiento basado en el TPM, ha tenido una repercusión positiva en la gestión del mantenimiento, ya que permitió conocer la situación operativa de los equipos, los sistemas críticos de éstos, disponibilidad y la relación del personal con la empresa. (5).

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

El trabajo de investigación «Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroángel» nació con la finalidad de identificar y prevenir los fallos antes que estos ocasionen detrimentos, ello fue por medio de una lista completa de actividades, realizadas por operarios, y así garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria. Después del análisis situacional, se diseñó el programa con frecuencias calendario (uso del equipo). Utilizando la información obtenida, se desarrolló la planeación, esperando reducir las paradas imprevistas y obtener una alta efectividad operacional, considerando para ello acciones que deben ejecutarse en periodos de tiempos determinados por el calendario (6).

El trabajo de investigación «Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L & L» se identifica como problema que la empresa L & L se dedica a ofrecer en alquiler, maquinaria pesada, para lo cual posee una flota de vehículos, a la que se le viene realizando un mantenimiento programado, que en la práctica tiene más relación con el mantenimiento correctivo porque en promedio mensual, el 80 % de las actividades de mantenimiento se dedican a reparar fallas inesperadas, ocasionando con ello, un incremento en costos adicionales externos como el servicio de grúa, pagos de horas extras a mecánicos y operarios, altos inventarios en repuestos e insumos, entre otros. Es así que, después del análisis situacional, nace esta propuesta, de crear un plan de mantenimiento preventivo, que ayude a identificar y corregir los fallos menores antes de que estos generen inoperatividades. (7).

El trabajo de investigación «Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de confección de la empresa C. I. Nicole S. A.» presenta como problema el parque de maquinaria destinada a la confección al que se aplica el mantenimiento correctivo, pues su estilo de producción no permite dar cumplimiento a tareas de mantenimiento planeadas con anterioridad. Es por ello, que la creación de un plan de mantenimiento preventivo, un adecuado sistema de recolección y generación de información, brindará el apoyo necesario al personal de planta a través de actividades que potencien sus capacidades técnicas, redundando en la prestación de un mejor servicio desde el área de mantenimiento, al igual que se incrementará el estado y la conservación de la maquinaria actual (8).

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Aspectos Generales del Mantenimiento**

Al respecto, Duffuaa (9) refiere al mantenimiento como «el conjunto de actividades desarrolladas con la intención estratégica de ampliar la vida útil de las maquinarias por mayor tiempo posible».

### **2.2.2. Objetivos del Mantenimiento**

Fernández (10) señala que los objetivos del mantenimiento son:

- Asegurar el funcionamiento de una instalación mecánica considerando aspectos de depreciación de activos

- Obtener las metas considerando para ello el cálculo del presupuesto anual que tenga en cuenta los costos asociados a mantenimiento.
- Buscar los beneficios de los componentes mecánicos y recursos materiales para reducir el costo de sustentación de los mismos.
- Perfeccionar constantemente los equipos hasta lograr un nivel operativo adecuado, considerando para ello el incremento de la disponibilidad y confiabilidad.

Es necesario que estas sean efectuadas cuidadosamente para lograr un mejor rendimiento en la disponibilidad mecánica de los equipos.

### **2.2.3. Plan de Mantenimiento**

La definición de un plan de mantenimiento según García (1) «es necesario planificar la realización de este plan. Planificar significa cuándo y quién realizará cada una de las gamas y rutas que componen el plan».

Para la planificación de las actividades semanales de mantenimiento será necesario determinar con antelación en qué semanas específicas se ejecutarán cada una de ellas, comprendiendo que deben ser actividades agrupadas, de varios equipos, los que demandarán mayor uso de recursos. La claridad de quien o quienes son los responsables será importante para no dejar tareas no desarrolladas, para ello será necesario:

- Determinar quién es el responsable de realizar la actividad.
- Asegurarse de que en el momento en que tenga que realizar la actividad de mantenimiento no tendrá otra tarea que realizar.

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades diarias o rutinarias, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación, entendiéndose en muchos casos como operadores.
- Las actividades programadas, diarias o semanales que se realizan a lo largo del año.

- Las actividades mayores que se realizan durante las paradas programadas.

Según García (1), «al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla».

#### **2.2.3.1. Frecuencia**

Con relación a la frecuencia de una tarea, existen dos formas para realizarla:

- o Realizando el mantenimiento en periodicidades fijas
- o Realizándolo en función de las horas de funcionamiento

#### **2.2.3.2. Especialidad**

Para el desarrollo del plan de mantenimiento es conveniente diferenciar las tareas que realizan los técnicos e ingenieros, de manera que cuando se generen las órdenes de trabajo, se enviarán a los adecuados y no se envíe al eléctrico lo que debe realizar el mecánico y viceversa.

#### **2.2.3.3. Duración**

La estimación de la duración de las actividades de mantenimiento es una información complementaria que debe incluirse en el plan de mantenimiento. Se debe realizar de forma aproximada, asumiendo que esta estimación debe considerar un error por exceso o por defecto.

#### **2.2.3.4. Permiso de Trabajo**

Según García (1), “existen algunas actividades de mantenimiento que requieren de permisos de trabajo tales como trabajos de soldadura, corte y trabajos confinados debido al riesgo que supone su ejecución”

#### **2.2.3.5. Máquina Parada o en Marcha**

Según García (1), “existen actividades de mantenimiento que previamente debieron ser coordinadas con otras áreas y que deben realizarse con la máquina parada o en su defecto con éstas en marcha”



## **2.2.4. Tipos de Mantenimiento**

### **2.2.4.1. Mantenimiento Correctivo**

Tipo de mantenimiento que se ejecuta cuando la falla se ha presentado. “Este tipo de trabajo se realizan cuando, de acuerdo a la criticidad establecidas por el supervisor o técnico de mantenimiento, la máquina presenta algún tipo de falla parcial o total afectando la producción, costos operativos y de mantenimiento” (11).

### **2.2.4.2. Mantenimiento Preventivo**

Tipo de mantenimiento que tiene como objetivo realizar trabajos con frecuencia establecida y sistemáticos. «Es el proceso de desarrollo de actividades rutinarias que comprende entre otros: la inspección técnica, lubricación y engrases, ajustes de elementos de sujeción. El intervalo de desarrollo puede ser en función a días, horas y producción. Es importante analizar la frecuencia para realizar los ajustes de intervalos de tiempos» (11).

### **2.2.4.3. Mantenimiento Proactivo**

Para Pistarelli (11) «es el mantenimiento planificado y programado desarrollado con la finalidad de que las actividades de mantenimiento sean más eficientes. Se deduce de ello que las funciones de mantenimiento no sólo corresponden al área, sino también a otras como: operaciones, ingeniería, logística, finanzas y gerencia”

### **2.2.4.4. Mantenimiento Predictivo**

Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, puesto que para su ejecución se requieren instrumentos y herramientas de diagnóstico. Pistarelli (11) señala que «la aplicación de este tipo de mantenimiento nos permite identificar con antelación una falla futura, también, al igual que el mantenimiento preventivo busca prevenir fallas. Este tipo de mantenimiento incluye análisis y pruebas constantes en los equipos”

## **2.2.5. Indicadores del Mantenimiento Preventivo**

- **La disponibilidad:** Es la probabilidad de que un equipo esté disponible en un tiempo  $t$ . Pistarelli (11) indica que «la disponibilidad de una instalación es el tiempo que esta ha estado en disposición de operación y producción, independiente de las razones distintas de su estado técnico».

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

**Donde:**

MTBF = Tiempo promedio medio entre fallas

MTTR = Tiempo promedio para reparación

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF)** indica el número de veces o con qué frecuencia ocurren las averías, su fórmula de cálculo es:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Horas de Trabajo}}{\text{Número de Averías}}$$

- **Tiempo Medio de Reparación (MTTR)** indica el tiempo promedio que se emplea para reparar o ejecutar una tarea de mantenimiento y su cálculo es:

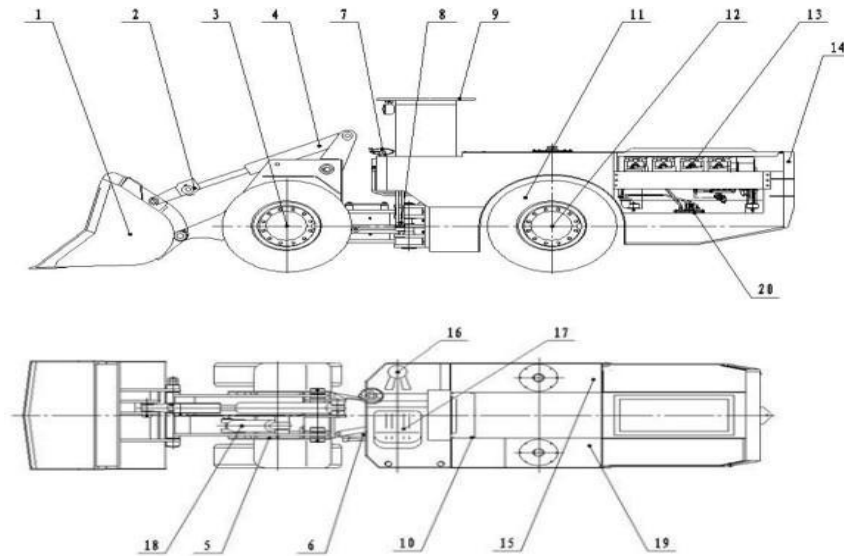
$$\text{MTTR} = \frac{\text{Horas de Trabajo en Mantenimiento}}{\text{Número de Averías}}$$

- **Utilización (U)**, indica el porcentaje de tiempo que el equipo está mecánicamente disponible, se encuentra en operación y realizando su función principal. Los retrasos operativos comprenden: retrasos por pausas, cambios de turno, mala programación de actividades, traslados, esperas por voladuras, etc.

$$U = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}}$$

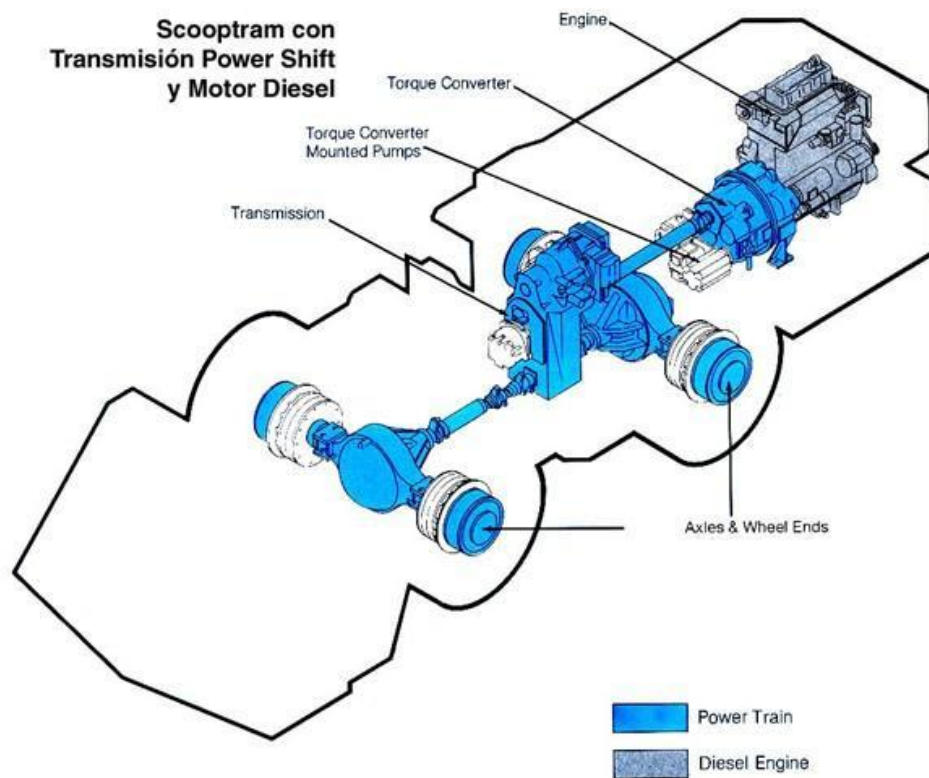
#### 2.2.6. Descripción de Cargador de Bajo Perfil

Al respecto, Laureano (9) indica que «un cargador de bajo perfil es un equipo diseñado sobre todo para realizar trabajos en mina de subsuelo y también para levantar cargas pesadas.»



1. Bucket	6. Steering cylinder	11. Tyre	16. Pedal
2. Jib Arm	7. Steering Wheel	12. Rear Axle	17. Seat
3. Front Axle	8. Rotary Hinge	13. Engine	18. Lift Cylinder
4. Dump Cylinder	9. Cab	14. Rear Frame	19. Steering Hydraulic Tank
5. Front Frame	10. Power Train	15. Working Hydraulic Tank	20. Purifier

**Figura 2. Cargador de bajo perfil**  
 Tomada de la ficha técnica de Bahamonde ingenieros (13) (p. 5)



**Figura 3. Componentes de un cargador de bajo perfil**  
 Tomada del sistema de transmisión scooptram (14)

### 2.2.6.1. Componentes Principales de un Cargador de Bajo Perfil

Utilizando el Manual del estudiante de la empresa Ferreyros publicado en 2005, se describen los principales componentes del cargador de bajo perfil, entre ellos se tienen:

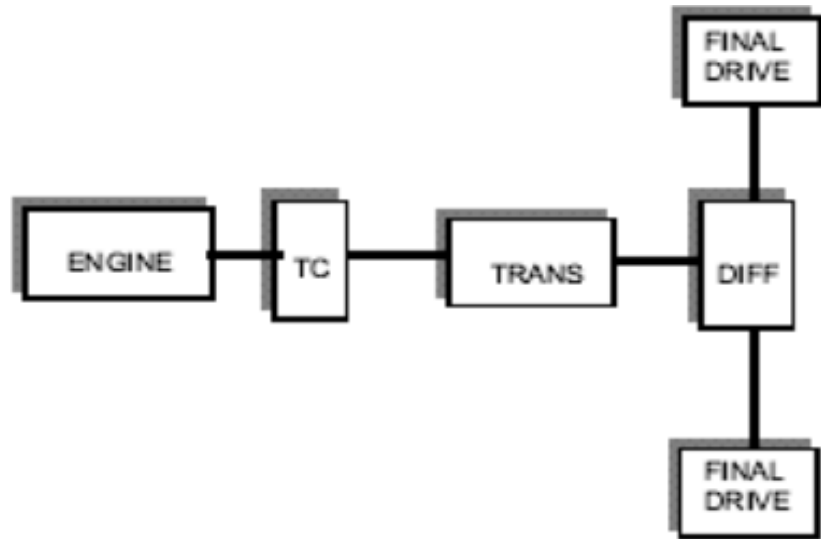
- **Motor.** Componente principal de los cargadores de bajo perfil, transforma la energía química en energía mecánica. Compuesto por varios sistemas como: refrigeración, admisión, encendido, eléctrico, lubricación entre otros, que al trabajar armoniosamente generan la potencia necesaria que el equipo usará en el desarrollo de sus funciones.



*Figura 4. Motor de combustión interna  
Tomada del sistema de transmisión scooptram (14)*

- **Tren de fuerza.** Encargada de transferir la potencia generada por el motor, a través de un volante hacia las ruedas o cadenas del tren motriz del equipo

En el tren de potencia mecánico, la potencia del motor es transferida a través de un acoplamiento (embrague o convertidor de torque) a la transmisión. De la transmisión la potencia es transferida al diferencial, mandos finales y a las ruedas o cadenas.



*Figura 5. Diagrama de tren de fuerza  
Tomada del sistema de transmisión scooptram (14)*

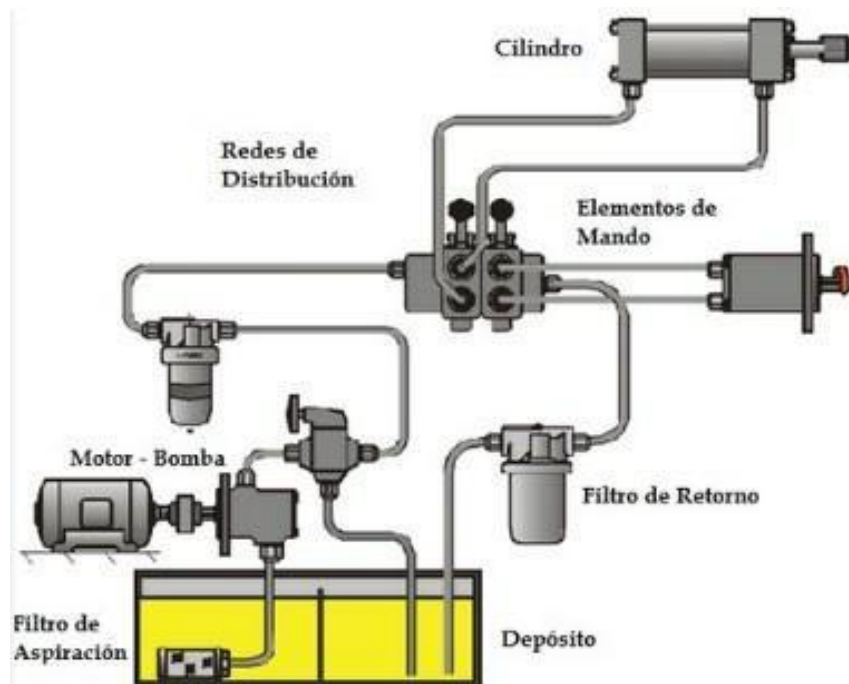
- **Diferenciales.** El diferencial se encarga de proporcionar y transferir potencia a los mandos finales del tren de potencia. Los componentes principales del conjunto de diferencia son:

1. Piñón principal o de ataque
2. Corona principal
3. Engranajes planetarios o satélites
4. Cruceta
5. Caja del elemento diferencial
6. Engranajes laterales o también conocidos como los de salida



*Figura 6. Componentes internos de diferencial  
Tomada del sistema de transmisión scooptram (14)*

- **Sistema hidráulico.** El sistema hidráulico de un cargador de bajo perfil cumple la función de cargar el material de acopio (rocas y tierra) que realizan las otras máquinas en el interior de la mina. Los principales componentes de esta son las bombas y motores hidráulicos, válvulas, control de válvulas, cilindros hidráulicos, filtros, mangueras y cañerías hidráulicas, depósito de aceite, entre otros.



*Figura 7. Distribución de componentes de un sistema hidráulico Tomada del sistema de transmisión scooptram (14)*

### 2.3. Definiciones de Términos Básicos

**Centro de costos:** El cual se relaciona con una unidad de negocio. Puede ser un departamento o área e involucra ingresos y gastos. Es importante porque contribuye a la simplificación en la toma de decisiones gerenciales y análisis de datos.

## **Capítulo III**

### **Metodología y Resultados Esperados**

#### **3.1. Método y Alcance de la Investigación**

Para el desarrollo del trabajo de investigación científica realizada, se utilizó el método deductivo, «que tiene en cuenta los principios generales para llegar a las conclusiones específicas, de lo general a lo específico. Se usó para ello, conocimientos generales de gestión de mantenimiento, indicadores de mantenimiento, estrategias de mantenimiento, gestión logística y gestión de procesos» (15).

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación que se empleó en el desarrollo del presente trabajo es del tipo aplicada «porque es práctica, se usa para modificar la realidad y busca mejorar una situación. Para poner en práctica las investigaciones aplicadas es importante el uso de las teorías científicas que son producidas por la investigación básica» (16).

#### **3.2. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación que se empleó para el desarrollo del presente trabajo es del tipo descriptivo «que busca identificar características, propiedades de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Buscan medir o recoger información de forma individual o grupal sobre las variables sin que necesariamente indique la relación entre éstas» (14).

### **3.3. Población y Muestra**

Como población y muestra del presente estudio se tomaron en cuenta los 6 cargadores de bajo perfil de 1.5 yd<sup>3</sup> de capacidad con las siguientes características: uno de marca Wagner, uno de marca Yantai y cuatro de marca BI.



**Tabla 3. Lista de equipos**

**Flota de equipos para la mina**

<b>Ítem</b>	<b>Familia</b>	<b>Codificación interna</b>	<b>Capacidad (yd<sup>3</sup>)</b>	<b>Horas actual</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Año de llegada</b>
1	<i>Scoop</i>	SC-05	1.5	<b>4422</b>	Wagner	HST1A	2018
2	<i>Scoop</i>	SC-06	1.5	<b>8615</b>	Yantai	WJ-0.6	15/12/2019
3	<i>Scoop</i>	SC-07	1.5	<b>6623</b>	BI	CY-10	25/10/2022
4	<i>Scoop</i>	SC-08	1.5	<b>7525</b>	BI	CY-10	08/02/2021
5	<i>Scoop</i>	SC-09	1.5	<b>3450</b>	BI	LH202	17/09/2021
6	<i>Scoop</i>	SC-10	1.5	<b>3184</b>	BI	LH202	25/11/2021

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Las técnicas de recolección de datos que se usaron son:

- A. Observación
- B. Entrevista
- C. Análisis documental
- D. Bibliográfica

Los instrumentos de recolección que se usaron son:

- A. Base de datos del área de mantenimiento
- B. Manuales de mantenimiento y operación de los cargadores de bajo perfil
- C. Reportes de operación
- D. Informes técnicos
- E. Manuales confiables de gestión de mantenimiento

3. Para el desarrollo de las actividades de recolección y análisis de datos que sirvieron para determinar los problemas que se hallaron en la unidad minera, se desarrolló un cronograma de actividades que se muestra en la tabla siguiente. En ella se pueden observar las fases del trabajo: identificación del problema, recopilación de la información, diseño del trabajo que se desarrolló, capacitación del personal, recolección de datos y su procesamiento.



## **Capítulo IV**

### **Resultados y Discusión**

#### **4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información**

##### **4.1.1. Información General**

La minera Virgen de Chapi 87 de Ica S. A. C. fue establecida en 12/12/1996 relacionándose con la explotación de otras minas y canteras. Es una empresa especializada en operaciones mineras en explotación en minería aurífera, proyectos y prospectos con objetivos claros y aplicables en cada una de sus actividades, ya que utiliza la Política del sistema de gestión integrada de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y responsabilidad social.

El área de Mantenimiento se encarga del cuidado de las máquinas y equipos tomando en cuenta los indicadores de disponibilidad y utilización, que deben verificarse a fines de cada mes.

El organigrama del área de Mantenimiento está representado de la siguiente manera:

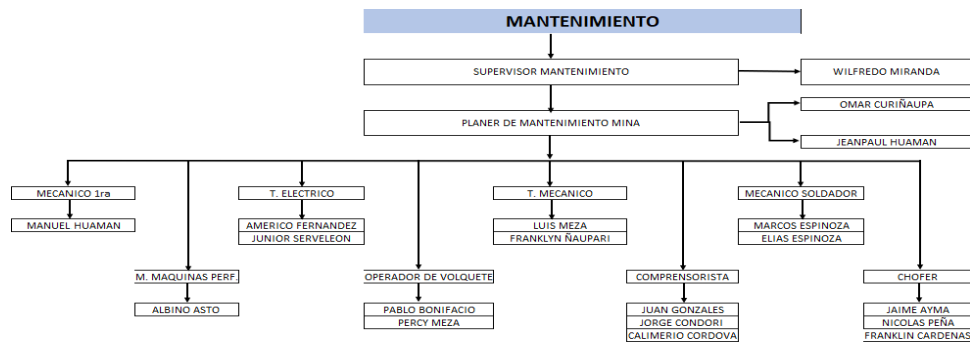


Figura 8. Organigrama de mantenimiento

El sistema de trabajo es de régimen minero 14 x 7 y de acuerdo con el organigrama presentado se establecieron las guardias y cronograma de salidas del personal que pertenece al área, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Tabla 5. Distribución de personal

1. Guardia A

Apellidos y nombres	Ocupación	Observación
Huaman Laura, Jeanpaul	Planner de mantenimiento	
Huamán León, Manuel Adrián	Mecánico de 1ra	
Serveleon Sosa, Junior	Electricista	
Peña Yupanqui, Nicolás	Chofer	
Córdova Huaman, Calimerio	Compresorista	<b>Vacaciones</b>
Meza Ccora, Percy	Operador de volquete	<b>Sale de vacaciones</b>
Albino Asto, Pretil	Mecánico de maq. perforadoras	

2. Guardia B

Apellidos y nombres	Ocupación	Observación
Curiñaupa Álvarez, Marvin Omar	Planner de mantenimiento	
Fernández Ñahuincopa, Américo	Electricista	
Ñaupari Huaccho, Franklin	Técnico mecánico	
Espinoza Pardo, Marco Antonio	Mecánico soldador	
Gonzales Salvatierra, Juan Nazario	Compresorista	

3. Guardia C

Apellidos y nombres	Ocupación	Observación
Meza Gonzales, Luis	Técnico mecánico	
Máximo Condori Ccama	Compresorista	
Jorge Espinoza Fernández,	Mecánico soldador	
Elías Cárdenas Arana,	Chofer	<b>Días de paternidad</b>
Franklin	Operador de volquete	
Torres Bonifacio, Pablo		

4.1.2. Historial de Mantenimiento

En la mina se cuenta con 6 cargadores de bajo perfil de 1.5 yd<sup>3</sup> (uno de marca Wagner, uno de marca Yantai y 4 de marca BI); las cuales no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, programado y mucho menos predictivo.

- **Plan y actividades de mantenimiento.** Se cuenta con un plan de mantenimiento deficiente que se usa para la programación de actividades básicas que involucra a los cargadores de bajo perfil, el cual es rellenado en función a las horas de operación. Se grafican entendiendo qué tipo de mantenimiento deberá desarrollarse, así se tienen los siguientes tipos de mantenimiento con sus respectivas actividades que también se complementan en el apartado de anexos.

- o Mantenimiento cada 125 horas
- o Mantenimiento cada 250 horas
- o Mantenimiento cada 500 horas
- o Mantenimiento cada 1000 horas

Es así como la ejecución de los mantenimientos debería proporcionar información adicional y relevante de la ejecución de las tareas, de aquellas que están pendientes, de aquellas que deben realizarse en el futuro, de la adquisición de los repuestos faltantes y contrastarlos con los que se tienen en el almacén de repuestos.

La tabla siguiente muestra la programación de mantenimientos preventivos de enero.

**Tabla 6. Programa de mantenimiento preventivo**

MINERA VIRGEN DE CHAPI 87 SAC		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																	
MINERA VIRGEN DE CHAPI 87 de la S.A.C		PLAN DE MANTENIMIENTO DE SCOOPS-DUMPERS																	
EQUIPOS		ULT. MANTO	01/01/2023	02/01/2023	03/01/2023	04/01/2023	05/01/2023	06/01/2023	07/01/2023	08/01/2023	09/01/2023	10/01/2023	11/01/2023	12/01/2023	13/01/2023	14/01/2023	15/01/2023	16/01/2023	17/01/2023
SCOOP 05	PM 4132 HRS		INOPERATIVO																
SCOOP 06	PM1 7902 HRS	ADMISSION 8062 HRS											PM 8172 HRS						
SCOOP 07	PM 5244 HRS	PM1 5369 HRS					ADMISSION 5429 HRS						PM1 5494 HRS						ADMISSION 5554 HRS
SCOOP 08	PM1 5737 HRS			PM 5870 HRS						ADMISSION 5930 HRS									PM2 5995 HRS
SCOOP 09		INOPERATIVO																	
SCOOP 10	PM1 1354 HRS	ADMISSION 1414 HRS										PM 1479 HRS							ADMISSION 1539 HRS
DUMPER 02																			
DUMPER 05	PM 504 HRS						PM1 684 HRS												ADMISSION 774 HRS
DUMPER 06	PM1 4931 HRS									PM 5111 HRS									ADMISSION 5201 HRS
LEYENDA		ADMISSION 60/90 HRS	PM 125/180 HRS	PM1 250/360 HRS	PM2 500/720 HRS	PM3 1000/1440 HRS	PM4 2000/2880 HRS												

En la tabla anterior se puede observar el estado de los equipos operativos e inoperativos, así como los mantenimientos programados realizados.

En el análisis de la gestión de las actividades de mantenimiento, se tomaron en cuenta 20 horas programadas diariamente (tiempo disponible), los documentos e

información histórica de la empresa, para ello se muestran las siguientes tablas. En primer lugar, se muestra un consolidado de las fallas que se presentaron en los 6 cargadores de bajo perfil en los meses de análisis que se consideraron para el presente trabajo. Se puede observar que existen 3 meses en los cuales los equipos 4, 5 y 6 estuvieron inoperativos debido a disponibilidad de repuestos, así se tiene:

**Tabla 7. Consolidado de números de fallas correctivas**

<b>Item</b>	<b>Código</b>	<b>Modelo</b>	<b>N.º fallas correctivas</b>
-------------	---------------	---------------	-------------------------------

*Nota: Inop. = inoperativo*

- **Agosto:** Durante agosto se presentaron los siguientes resultados tanto en indicadores como gestión de repuestos.

**Tabla 8. Indicadores de agosto**

<b>Indicadores de gestión de los equipos del 1 al 29 de agosto del 2022</b>												
Ítems Hora	Código	Modelo	Hora final		Horas trabajadas				Mantenimiento			
			inicial						MTBF Inspección Programado	MTTRD. M Preventivo Correctivo		
1	SC-05	HST1A	3945	4082.2	137.2	31	12	0	11	12.9	2.8	82%
2	SC-06	WJ-0,6	7678	7709.1	31.1	31	4	0	6	10.4	2.0	84%
3	SC-07	CY-10	4659.4	4845.8	186.4	31	9	0	18	19.3	1.8	91%
4	SC-08	CY-10	5778.4	58845.2	66.8	31	0	0	13	11.1	2.2	84%
5	SC-09	LH202-XIUI	2797.2	2911.6	114.4	31	1	0	8	38.2	2.7	93%
6	SC-10	BI	949.7	949.7	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0%
<b>Promedio general scoops</b>										<b>18.4</b>	<b>2.3</b>	<b>87%</b>



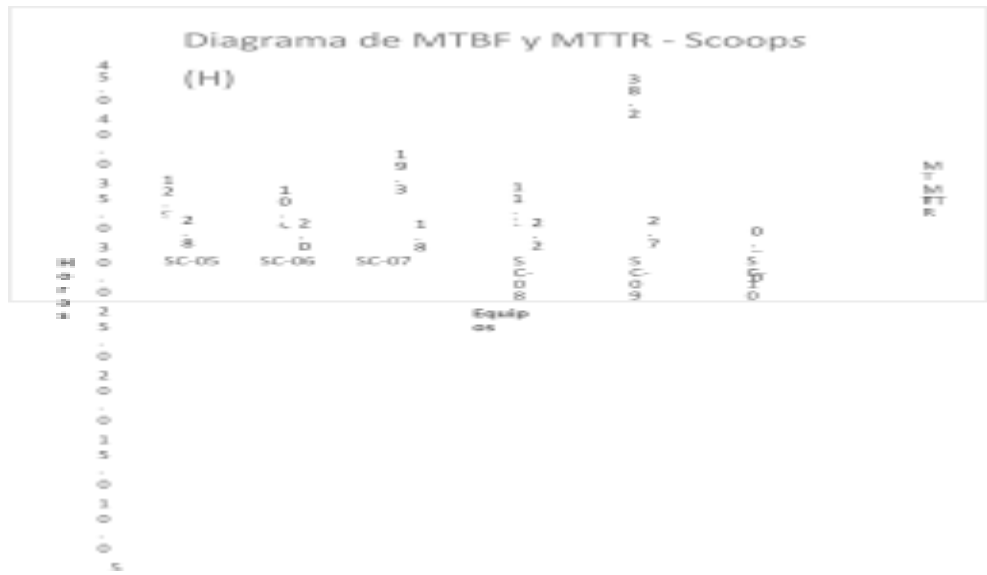


Figura 9. Diagrama de MTBF y MTTR de agosto



centaje total mensual de la un equipo inoperativo y a fallas presentadas: fugas de izo de fajas de alternador y

rante este mes se tiene la siguiente lista, cuyo total es de S/ 32 749.93 los cuales fueron distribuidos en diferentes CECO (centro de costos).

**Tabla 9. Reporte de costos de repuestos de agosto**

Mese s	Fecha	CECO	Equip	1/8/2022	9423100	Descripción
					6	
	1/8/2022	9423100		1/8/2022	9423100	<b>Cantida</b>
		9			7	
	1/8/2022	9423100		1/8/2022	9423100	
		9			7	
	1/8/2022	9423100				
		9				
	1/8/2022	9423100				
		9				
	1/8/2022	9423100				
		9				
	1/8/2022	9423100				
		7				
	1/8/2022	9423100				
		7				
	1/8/2022	9423100				
		7				
	1/8/2022	9423100				
		8				
	1/8/2022	9423100				
		8				
	1/8/2022	9423100				
		8				
	1/8/2022	9423100				
		8				

**c/u**      **Costo**

1/8/2022 9423100  
7  
1/8/2022 9423100  
7  
1/8/2022 9423100  
7  
4/8/2022 9423100  
7  
6/8/2022 9423100  
8  
6/8/2022 9423100  
5  
6/8/2022 9423100  
5  
6/8/2022 9423100  
5  
7/8/2022 9423100  
6  
7/8/2022 9423100  
6  
7/8/2022 9423100  
6  
7/8/2022 9423100  
6  
7/8/2022 9423100  
5

A  
G  
O  
S  
T  
O

10/8/202  
2  
10/8/202  
2  
10/8/202

2  
10/8/202  
2

9  
4  
2  
3  
1  
0  
0  
9  
9  
4  
2  
3  
1  
0  
0  
9  
9  
4  
2  
3  
1  
0  
0  
9



A  
G  
O  
S  
T  
O

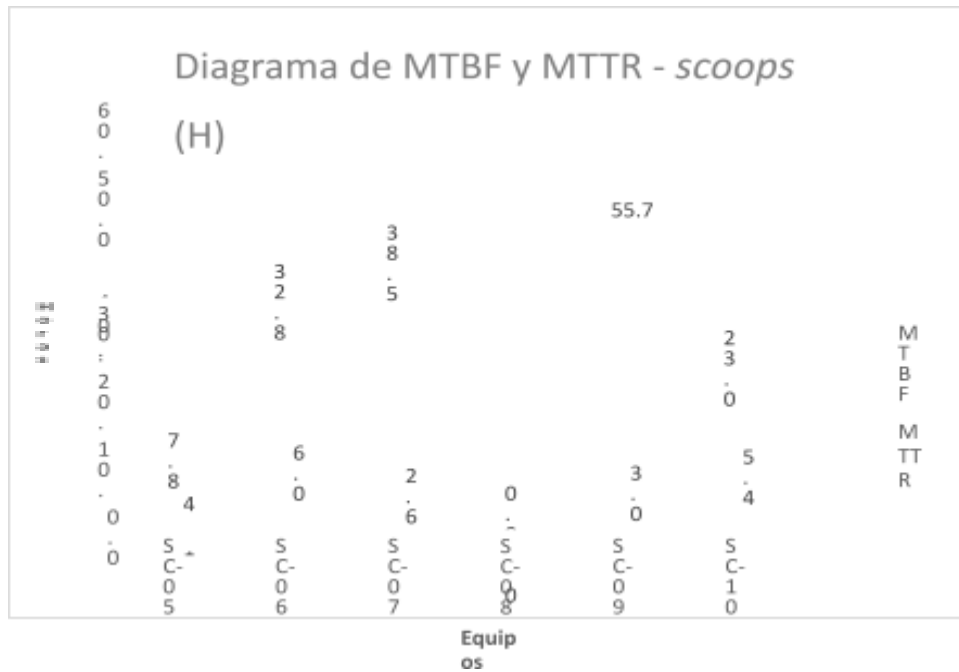


- **Setiembre:** Durante setiembre se presentaron los siguientes resultados tanto en indicadores como gestión de repuestos

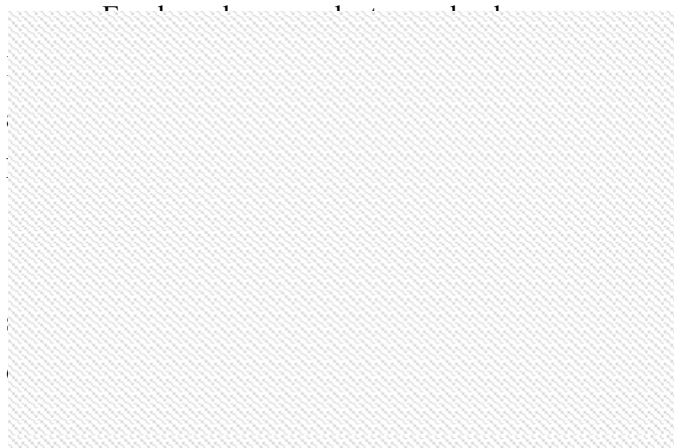
**Tabla 10. Indicadores de setiembre**

Indicadores de gestión de los equipos del 1 al 30 de setiembre del 2022												
Items	Codigo	Modelo	Hora			Horas				Mantenimiento		
			inicial	final	trabajadas	Inspección	Preventivo	Programado	Correctivo	MIBF	MIRK	D. M
1	SC-05	HST1A	4090.8	4200.5	109.7	29	4	0	58	7.8	4.1	78 %
2	SC-06	WJ-0,6	7713.3	7812.1	98.8	29	0	0	18	32.8	6.0	56 %
3	SC-07	CY-10	4855.9	5125.4	269.5	29	4	3	18.3	38.5	2.6	83 %
4	SC-08	CY-10	5847.6	5851.6	4	3'	0	0	600	0.0	0.0	0 %
5	SC-09	LH202- XIUI	2913.4	3191.7	278.3	29	4	0	12	55.7	3.0	93 %
6	SC-10	BI	949.7	1184.3	234.6	0	0	0	54	23.4	5.4	86 %
<b>Promedio general scoops</b>								<b>31.6</b>	<b>4.2</b>	<b>79 %</b>		





**Figura 10. Diagrama de MTBF y MTTR de setiembre**



el porcentaje total mensual de  
tiene un equipo inoperativo y  
as en el sistema eléctrico e  
adura.

durante este mes se tiene la  
ales fueron distribuidos en

**Tabla 11. Reporte de costos de repuestos de setiembre**

Meses	Fecha	CECO	Equipo	Descripción	Cantidad	c/u	Costo total
	1/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	1/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	
	79.48 1/9/2022		94231006		SC-06	Filtro de aceite	
				de motor P553771/ 1174421-scoops / LF4054	1	36.6	
	36.60						
	1/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible FF5018 (P553004)/1181917- scoops	1	28.49	28.49
	1/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de petróleo P555095 scoops	1	40.07	40.07
	1/9/2022	94231010	SC-10	Reparación turbo compresor (scoop 10)	1	1824	1824.00
	1/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible FF5018 (P553004)/1181917- scoops	1	28.49	28.49
	1/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	1/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
S E T I E M B R E	2/9/2022	94231005	SC-05	Manguera hidráulica 1/2 X 2.80 MT (scoop 5)	1	125.42	125.42
	2/9/2022	94231010	SC-10	Disco y coupling del volante	1	3192	3192.00
	5/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
	5/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
	5/9/2022	94231009	SC-09	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
	5/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	5/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421-scoops / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	36.60
	6/9/2022	94231005	SC-05	Filtro de aire primario C17225/3 / P181088 man filter -scoops	1	76.05	76.05
	6/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- scoops	1	28.49	28.49
	6/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	6/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	6/9/2022	94231007	SC-07	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
	6/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421-scoops / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	36.60
	8/9/2022	94231008	SC-08	Manómetro 2.1/2", 1/4 PSI/BAR	2	59.58	119.16
	8/9/2022	94231008	SC-08	Servicio de análisis de combustible (diésel B5 S-50) ASTM D 7619	1	178.6	178.6
	8/9/2022	94231008	SC-08	Servicio de análisis de combustible (diésel B5 S-50) ASTM D 5453	1	287.12	287.12

S  
E  
T  
I  
E  
M  
B  
R  
E

9/9/2022	94231008	SC-08	Intermediate Hinge ( <i>scoop</i> 8)	2	604.2	1208.40
9/9/2022	94231008	SC-08	Joint type pressure oil filing cup ( <i>scoop</i> 8)	4	19	76.00
9/9/2022	94231008	SC-08	Bushing-for frint Axle of large arm ( <i>scoop</i> 8)	2	661.2	1322.40
9/9/2022	94231008	SC-08	Front Axle of large arm ( <i>scoop</i> 8)	1	1675.8	1675.80
9/9/2022	94231008	SC-08	bushing-for front Axle of jib arm ( <i>scoop</i> 8)	1	387.6	387.60
9/9/2022	94231008	SC-08	Front Axle of jib arm ( <i>scoop</i> 8)	1	273.6	273.60
9/9/2022	94231008	SC-08	Flange ( <i>scoop</i> 8)	1	148.2	148.20
11/9/2022	94231005	SC-05	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- <i>scoops</i>	1	28.49	28.49
11/9/2022	94231005	SC-05	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054	1	36.6	36.60
11/9/2022	94231005	SC-05	Filtro de aire primario C17225/3 / P181088 man filter - <i>scoops</i>	1	76.05	76.05
12/9/2022	94231010	SC-10	Orbitrol completo (válvula + timón + columna de dirección + soporte de mec. d i r e )	1	5624	5624.00
13/9/2022	94231009	SC-09	Neumático liso 10.00-20 16PR: marca Ling Long (set completo 4 und.)	4	2204.95	8819.80
15/9/2022	94231008	SC-08	Lija líquida p/asetado de válvulas de motor diésel equipo: <i>scoop</i> BI #08	1	14.66	14.66
15/9/2022	94231008	SC-08	Azul de Prusia equipo: <i>scoop</i> BI # 08	1	4.18	4.18
15/9/2022	94231009	SC-09	Alarma de retroceso D 12V-24V 97DB	1	55.48	55.48
16/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
16/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
19/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
19/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
21/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
21/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
21/9/2022	94231009	SC-09	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
21/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
21/9/2022	94231009	SC-09	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	36.60
21/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- <i>scoops</i>	1	28.49	28.49
21/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
21/9/2022	94231010	SC-10	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
21/9/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	36.60

S  
E  
T  
I  
E  
M  
B  
R  
E

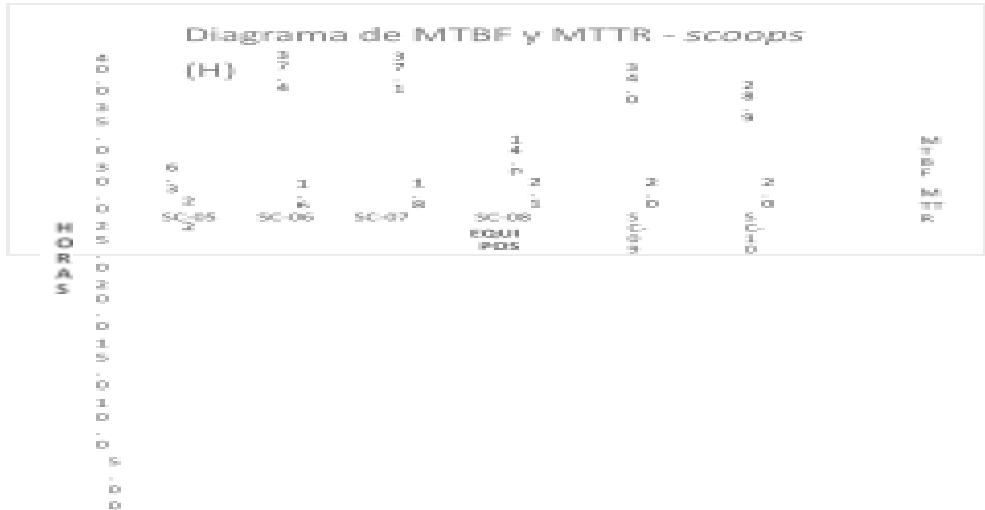
21/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- <i>scoops</i>	1	28.49	28.49
21/9/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
21/9/2022	94231007	SC-07	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	
33.84	21/9/2022	94231007		SC-07	Filtro de aceite	
			de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	
			36.60			
24/9/2022	94231008	SC-08	Válvula de desaireación ( 04238433 )	1	2131.8	2131.80
24/9/2022	94231008	SC-08	Anillos STD de pistón x 4 und. ( 04235997 )	1	3013.4	3013.40
24/9/2022	94231008	SC-08	Reten de guía de válvula x 8 und. ( 04153728 )	1	155.8	155.80
24/9/2022	94231008	SC-08	Válvula de admisión x 4 und. ( 04231804 )	1	883.5	883.50
24/9/2022	94231008	SC-08	Válvula de escape x 4 und. ( 04234953 )	1	524.4	524.40
24/9/2022	94231008	SC-08	Perno de culata x 16 und. ( 02238632 )	1	3400.96	3400.96
24/9/2022	94231005	SC-05	Contra pedal hidráulico	1	4978	4978.00
25/9/2022	94231005	SC-05	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	36.60
25/9/2022	94231005	SC-05	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- <i>scoops</i>	1	28.49	28.49
25/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054 (mantenimiento)	1	36.6	36.60
25/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- <i>scoops</i>	1	28.49	28.49
25/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
25/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
25/9/2022	94231006	SC-06	Filtro de petróleo P555095 <i>scoops</i>	1	40.07	40.07
25/9/2022	94231010	SC-10	Sensor de retroceso-KK10 12-24V ( SCOSPS )	1	72.03	72.03
25/9/2022	94231010	SC-10	Borneras de batería negativo /	2	6.84	13.68
25/9/2022	94231010	SC-10	Borneras de batería positivo / eléctrico	2	6.84	13.68
25/9/2022	94231010	SC-10	Adaptador TEE 06MJ-02FP-06FJX ( <i>scoops</i> )	1	89	89

---

- **Octubre:** Durante octubre se presentaron los siguientes resultados tanto en indicadores como gestión de repuestos.

Tabla 12. *Indicadores de octubre*

Indicadores de gestión de los equipos del 01 al 31 octubre del 2022												
Ítems Hora	Código	Modelo	Hora final		Horas trabajadas			Mantenimiento		MTBF		
			inicial				MTRR Programado	D. M Inspección Preventivo Correctivo				
1	SC-05	HST1A	4199.2	4255.6	56.4	31	4	5	20	6.3	2.2	74 %
2	SC-06	WJ-0,6	7830.8	8092.5	261.7	29	7	0	11	37.4	1.6	88 %
3	SC-07	CY-10	5143	5513.8	370.8	31	12	0	18	37.1	1.8	88 %
4	SC-08	CY-10	5851.6	5963.8	112.2	11.5	3	0	17	14.0	2.1	83
		% LH202-										
		XIUI	3211.7	3449.7	238	31	4	0	14	34.0	2.0	56 %
6	SC-10	BI	1205.9	1553.1	347.2	0	0	0	24	28.9	2.0	81 %
<b>Promedio general scoops</b>										<b>26.3</b>	<b>2.0</b>	<b>78 %</b>



**Figura 11. Diagrama de MTBF y MTTR de octubre**

El porcentaje total mensual de equipo inoperativo del mes es de 1.5%, las causas más comunes: fallas en el sistema de control, pruebas y ajustes en el sistema de control.

Con respecto al costo de repuestos utilizados durante este mes se tiene la siguiente lista, cuyo total es de S/ 19 044.86 los cuales fueron distribuidos en diferentes CECO (centro de costos).

**Tabla 13. Reporte de costos de repuestos de octubre**

Meses	Fecha	CECO	Equipo	Descripción	Cantidad	c/u	Costo total
	1/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	2/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
	2/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	2/10/2022	94231010	SC-10	Filtro separador FS1212	1	33.84	33.84
	2/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	3/10/2022	94231005	SC-05	Adaptador MNPT MJC04	4	8	32
	4/10/2022	94231005	SC-05	Manguera hidráulica SAE 100 R2AT 3/4" RR-RR	1		0
	4/10/2022	94231005	SC-05	Manguera SAE 100 R2AT 3/4" R45-R2	1		0
	4/10/2022	94231005	SC-05	Manguera SAE 100 R12 1/2" 1.10M RR-R45	1	0	0
	4/10/2022	94231005	SC-05	Manguera SAE 100 R12 1/2 1.30 RR-R45	1	0	0
<b>O</b>	4/10/2022	94231005	SC-05	Manguera SAE 100 2AT 3/4" 60 CM RR-R90	1	0	0
<b>C</b>	5/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C 20 500	1	123.27	123.27
<b>T</b>	5/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire secundario CF 500/1	1	108.59	108.59
<b>U</b>	5/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
<b>B</b>	5/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
<b>R</b>	2/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
<b>E</b>	5/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	5/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	5/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	5/10/2022	94231005	SC-05	Filtro de aire primario C17 225/3	1	76.05	76.05
	5/10/2022	94231006	SC-06	Filtro separador P555095	1	40.07	40.07
	5/10/2022	94231005	SC-05	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	5/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	5/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	5/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	5/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48

O  
C  
T  
U  
B  
R  
E

5/10/2022	94231007	SC-07	Filtro separador FS1212	1	33.84	33.84
5/10/2022	94231009	SC-09	Filtro separador FS1212	1	33.84	33.84
5/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
5/10/2022	94231005	SC-05	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
5/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
5/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
5/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
5/10/2022	94231010	SC-10	Filtro separador FS1212	1	33.84	33.84
8/10/2022	94231008	SC-08	Chapa de arranque 4 posiciones, 11pines	1	135.6	135.6
8/10/2022	94231009	SC-09	Chapa de arranque 4 posiciones, 11pines	1	135.6	135.6
8/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
8/10/2022	94231008	SC-08	Pulsador de arranque 2 pines 12/24V	1	83.05	83.05
8/10/2022	94231009	SC-09	Pulsador de arranque 2 pines 12/24V	1	83.05	83.05
8/10/2022	94231008	SC-08	Faro LED 16LED 12/36V 48W blanco	2	65	130
8/10/2022	94231006	SC-06	Faro LED 16LED 12/36V 48W blanco	2	65	130
10/10/2022	94231009	SC-09	Sensor de alarma de retroceso KK-10 12-24V	1	72.03	72.03
11/10/2022	94231007	SC-07	Bomba hidráulica de acero fundido	1	4560	4560
11/10/2022	94231007	SC-07	Regulador de presión del motor hidráulico Sustran	1	2470	2470
11/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
11/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
13/10/2022	94231007	SC-07	TC reten 55.00-82.00-10.00 WLK	2	15.16	30.32
5/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
13/10/2022	94231008	SC-08	TC reten 45.00-75.00-8.00 WLK	2	13.3	26.6
13/10/2022	94231009	SC-09	TC reten 45.00-75.00-8.00 WLK	2	13.3	26.6
13/10/2022	94231008	SC-08	TC reten 42.00-62.00-8.00 WLK	2	12.92	25.84
13/10/2022	94231009	SC-09	TC reten 42.00-62.00-8.00 WLK	2	12.92	25.84
15/10/2022	94231005	SC-05	Batería Capsa DE 12V 15 placas	2	322.03	644.06
15/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C 20 500	1	123.27	123.27



O  
C  
T  
U  
B  
R  
E

15/10/2022	94231007	SC-07	Faja de ventilador 0023-5533	1	85.12	85.12
13/10/2022	94231010	SC-10	TC reten 55.00-82.00-10.00 WLK	2	15.16	30.32
15/10/2022	94231007	SC-07	Filtro primario de aire ARS8842	1	80.86	80.86
15/10/2022	94231007	SC-07	Filtro secundario de aire ASR807	1	79.48	79.48
15/10/2022	94231007	SC-07	Faja V dentada 00223-5180	1	77.14	77.14
15/10/2022	94231010	SC-10	Faja de ventilador 0023-5533	1	85.12	85.12
16/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
17/10/2022	94231007	SC-07	Bendix de 9 dientes de arrancador	1	135.69	135.69
17/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
17/10/2022	94231007	SC-07	Rodaje 6001Z Koyo	1	27.11	27.11
18/10/2022	94231007	SC-07	Cardan 30807	1	592.8	592.8
18/10/2022	94231007	SC-07	Cardan 30806	1	577.6	577.6
18/10/2022	94231008	SC-08	Flat gasket 30311	8	60.8	486.4
18/10/2022	94231007	SC-07	BOLT 30805	8	30.4	243.2
18/10/2022	94231007	SC-07	NUT 30803	8	11.4	91.2
18/10/2022	94231007	SC-07	Sprint cushion 30804	8	11.4	91.2
15/10/2022	94231010	SC-10	Faja V dentada 00223-5180	1	77.14	77.14
19/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
19/10/2022	94231009	SC-09	Filtro de aire secundario CF 500/1	1	108.59	108.59
19/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
19/10/2022	94231007	SC-07	Filtro separador combustible FS1212	1	33.84	33.84
19/10/2022	94231009	SC-09	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
19/10/2022	94231009	SC-09	Cuaderno A5X100 hojas	1	1.33	1.33
18/10/2022	94231010	SC-10	Regulador de presión del motor hidráulico - garantía	1	0	0
19/10/2022	94231010	SC-10	Cuaderno A5X100 hojas	1	1.33	1.33
21/10/2022	94231009	SC-09	Manguera hidráulica R2-12X1.75-R90	2	193	386
21/10/2022	94231009	SC-09	Manguera hidráulica RR-08X1.60-RR	3	127	381
21/10/2022	94231007	SC-07	Manguera hidráulica R2-08X1.10M-RR	3	112	336

O  
C  
T  
U  
B  
R  
E

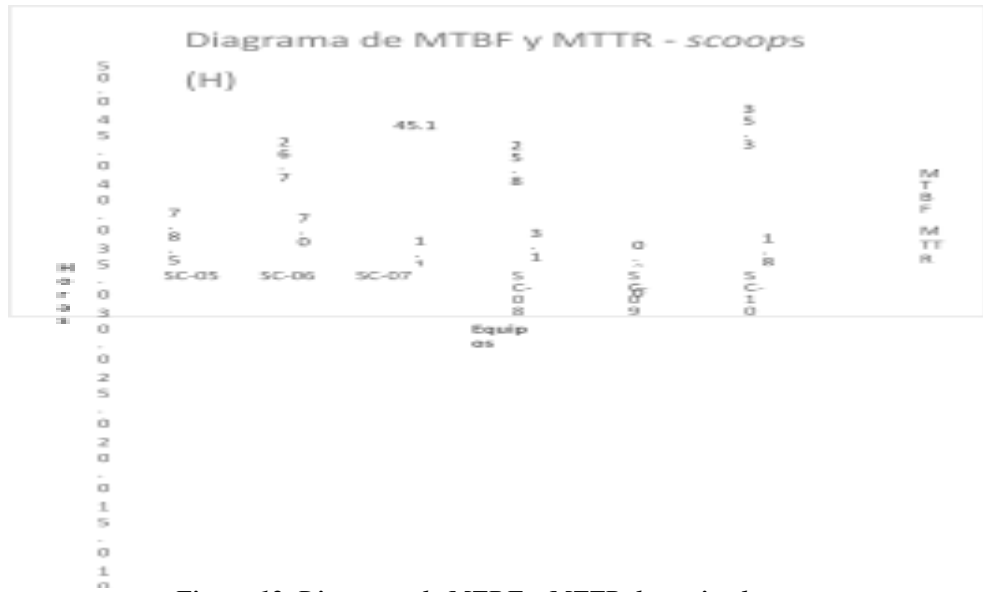
21/10/2022	94231009	SC-09	Manguera hidráulica R2-08X1.10M-RR	3	112	336
21/10/2022	94231007	SC-07	Manguera hidráulica R2-12X2.6-R90	2	231	462
21/10/2022	94231010	SC-10	Manguera hidráulica RR-12X2.60-R90	2	231	462
21/10/2022	94231010	SC-10	Manguera hidráulica R2-06X1.35-R90	2	111	222
21/10/2022	94231007	SC-07	Abrazadera industrial DE 2 1/2"	2	21.19	42.38
21/10/2022	94231007	SC-07	Abrazadera industrial DE 2"	2	16.95	33.9
21/10/2022	94231010	SC-10	Manguera hidráulica R2-08X0.75-RR	3	102	306
25/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	2	123.27	246.54
25/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario CF 500/1	1	108.59	108.59
24/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
25/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
25/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	2	80.86	161.72
25/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
25/10/2022	94231007	SC-07	Bearing 32209M	2	76.27	152.54
25/10/2022	94231007	SC-07	Bearing 4T-30210	2	42.37	84.74
25/10/2022	94231007	SC-07	Bearing 4T-30207	2	38.14	76.28
25/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
25/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
25/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
25/10/2022	94231006	SC-06	Filtro separador de combustible P555095	1	40.07	40.07
25/10/2022	94231008	SC-08	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
25/10/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
25/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
25/10/2022	94231007	SC-07	Reten-TC-45-75-8	2	13.3	26.6
25/10/2022	94231007	SC-07	Reten-TC-42-62-8	2	12.92	25.84
27/10/2022	94231005	SC-05	Reten de mando final	1	187.2	187.2
25/10/2022	94231010	SC-10	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
27/10/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86

27/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
27/10/2022	94231008	SC-08	Filtro separador de combustible FS1212	0	33.84	0
27/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
27/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
27/10/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
27/10/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86

- **Noviembre:** Durante el mes de noviembre se presentaron los siguientes resultados tanto en indicadores como gestión de repuestos

**Tabla 14. Indicadores de noviembre**

<b>Indicadores de gestión de los equipos del 01 al 30 noviembre del 2022</b>												
Ítems Hora	Código	Modelo	Hora final		Horas trabajadas				Mantenimiento — MTBF			
			inicial						MTTR Programado	D. M Preventivo Correctivo	Inspección	MTBF
1	SC-05	HST1A	4271.8	4326.3	54.5	30	9	0	59.2	7.8	8.5	86 %
2	SC-06	WJ-0,6	8109.2	8269.5	160.3	29	3	0	42	26.7	7.0	89 %
3	SC-07	CY-10	5507.8	5868.7	360.9	30	16	2	9	45.1	1.1	91 %
4	SC-08	CY-10	5974.7	6284.2	309.5	30	7	0	37	25.8	3.1	88
		% LH202-										
		XIUI	3211.7	3211.7	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0 %
6	SC-10	BI	1573.2	1925.8	352.6	0	0	0	18	35.3	1.8	87 %
<b>Promedio general scoops</b>										<b>28.1</b>	<b>4.3</b>	<b>88 %</b>



**Figura 12. Diagrama de MTBF y MTTR de noviembre**

En el cuadro precedente puede observarse que el porcentaje total mensual de un equipo inoperativo y de llantas, fallas en el trabajos de soldadura.

durante este mes se tiene la es fueron distribuidos en

**Tabla 15. Reporte de costos de repuestos de noviembre**

Meses	Fecha	CECO	Equipo	Descripción	Cantidad	C/u	Costo total
N O V I E M B R E	3/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	3/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	3/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	3/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
	3/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	3/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	4/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	4/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	7/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	7/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	11/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	11/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	11/11/2022	94231007	SC-07	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
	11/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	11/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	11/11/2022	94231008	SC-08	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
	11/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	11/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	11/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
	11/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
	13/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	13/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	13/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	13/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	13/11/2022	94231006	SC-06	Filtro separador P555095	1	40.9	40.9
	16/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86

N  
O  
V  
I  
E  
M  
B  
R  
E

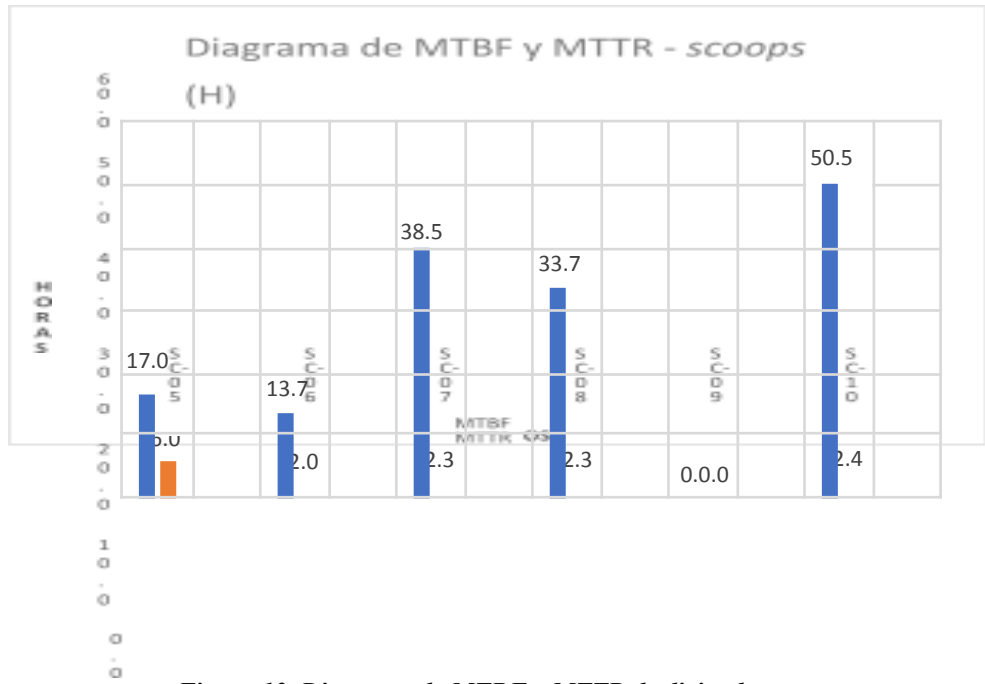
16/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
16/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
16/11/2022	94231010	SC-10	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
16/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
17/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
17/11/2022	94231006	SC-06	Conjunto de cobre Axle delantero y trasero brazo grande copper sleeve	1	494	494
17/11/2022	94231005	SC-05	Spider bearing Assy P/N 5534200300	2	189	378
20/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
22/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
22/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
22/11/2022	94231007	SC-07	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
22/11/2022	94231007	SC-07	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
24/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
24/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
24/11/2022	94231008	SC-08	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
24/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
24/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
25/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
25/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
25/11/2022	94231010	SC-10	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
25/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
25/11/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
25/11/2022	94231006	SC-06	Filtro separador de combustible P555095	1	40.9	40.9
25/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
25/11/2022	94231006	SC-06	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
25/11/2022	94231006	SC-06	Neumático 8.25 MS801 Maxan set completo	4	1233.3	4933.2
25/11/2022	94231006	SC-06	Rodamiento 30210/30639	2	42.37	84.74
25/11/2022	94231006	SC-06	Rodamiento 32209	2	76.27	152.54

25/11/2022	94231007	SC-07	Servicio de reparación de turbo compresor SC Hiutzer/04235557	1	2090	2090
25/11/2022	94231008	SC-08	Servicio de reparación de turbo compresor Schwitzer TC-18834	1	2470	2470
27/11/2022	94231010	SC-10	Neumáticos liso 10.00-20 marca Henan incluye cámara y protector	4	2605.014	10420.056
30/11/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
30/11/2022	94231007	SC-07	Borneras de batería negativo	1	6.84	6.84
30/11/2022	94231007	SC-07	Borneras de batería positivo	1	6.84	6.84

- **MES DE DICIEMBRE:** Durante el mes de diciembre se presentaron los siguientes resultados tanto en indicadores como gestión de repuestos

**Tabla 16. Indicadores de diciembre**

<b>Indicadores de gestión de los equipos del 01 al 31 diciembre del 2022</b>												
Ítems Hora	Código	Modelo	Hora final		Horas trabajadas			Mantenimiento — MTBF				
			inicial					MTTR Programado	D. M Preventivo Correctivo	Inspección		
1	SC-05	HST1A	4326.3	4360.2	33.9	31	0	0	12	17.0	6.0	29 %
2	SC-06	WJ-0,6	8276	8358.4	82.4	31	9	0	12	13.7	2.0	75 %
3	SC-07	CY-10	5868.7	6138	269.3	31	7	0	16	38.5	2.3	84 %
4	SC-08	CY-10	6284.2	6620.9	336.7	31	13	0	23	33.7	2.3	85 %
		LH202-										
		XIUI	3211.7	3211.7	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0 %
6	SC-10	BI	1932.8	2286.2	353.4	0	0	0	0	50.5	2.4	88 %
<b>Promedio general scoops</b>										<b>30.7</b>	<b>3.0</b>	<b>72 %</b>



**Figura 13. Diagrama de MTBF y MTTR de diciembre**

total mensual de tipo inoperativo y faltas, fallas en el tipo de soldadura. Este mes se tiene los datos en diferentes actividades se ven disminuidas por las fiestas de fin de año.



**Tabla 17. Reporte de costos de repuestos de diciembre**

Meses	Fecha	CECO	Equipo	Descripción	Cantidad	c/u	Costo total
	3/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	3/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	3/12/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	3/12/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	3/12/2022	94231006	SC-06	Filtro separador de combustible P555095	1	40.9	40.9
	3/12/2022	94231006	SC-06	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
	3/12/2022	94231006	SC-06	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
	4/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
	4/12/2022	94231007	SC-07	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
	4/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
E	4/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
R	6/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
B	6/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
M	6/12/2022	94231008	SC-08	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
E	6/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
C I	6/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
I	7/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
D	7/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
	7/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49

7/12/2022	94231010	SC-10	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
7/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
9/12/2022	94231008	SC-08	Joystick con cable de accionamiento de alta y baja (scoop 8)	1	1292	1292
11/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
11/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
15/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
17/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86

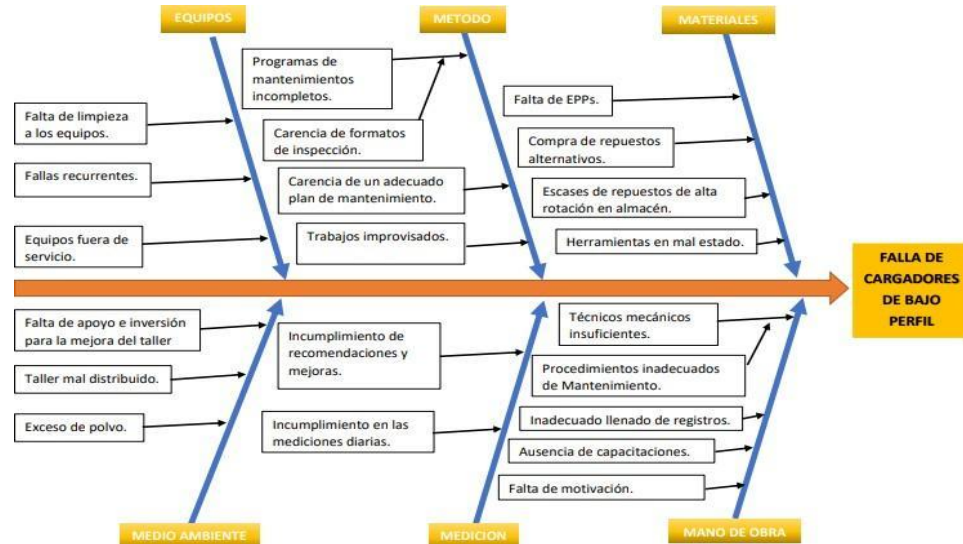
D  
I  
C  
I  
E  
M  
B  
R  
E

17/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
17/12/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
17/12/2022	94231006	SC-06	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
18/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
18/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
18/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
18/12/2022	94231008	SC-08	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
18/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
22/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
22/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
22/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
22/12/2022	94231007	SC-07	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
22/12/2022	94231007	SC-07	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6
23/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
23/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
28/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire primario C20 500	1	123.27	123.27
28/12/2022	94231008	SC-08	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
28/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire primario ARS8842	1	80.86	80.86
28/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aire secundario ASR807	1	79.48	79.48
28/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de combustible P553004	1	28.49	28.49
28/12/2022	94231010	SC-10	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.84	33.84
28/12/2022	94231010	SC-10	Filtro de aceite de motor P553771	1	36.6	36.6

---

#### 4.1.3. Análisis Problemático del Área de Mantenimiento

Para el análisis preliminar de la falla de los cargadores de bajo perfil, se realizó el diagrama de Ishikawa, cuyas causas se presentan en el siguiente gráfico.



			Agos.	Sept.	Oct.	Noviemb.	Dic.
1	SC-05	HST1A	11	14	9	7	2
2	SC-06	Wj-0,6	3	3	7	6	6
3	SC-07	CY-10	10	7	10	8	7
4	SC-08	CY-10	6	Inop.	8	12	10
5	SC-09	LH202-XIUI	3	5	7	Inop.	0
6	SC-10	BI	Inop.	10	12	10	7
<b>Total</b>			<b>33</b>	<b>39</b>	<b>53</b>	<b>43</b>	<b>32</b>

o	d	total
SC-09	Reparación de caja de transferencia y fabricación de <i>coupler</i>	1 5251 5251
SC-09	Batería Etna profesional FH1215 de 15 placas	2 279.6 559.3 6 2
SC-09	<i>Joystick</i> con cable de alta y baja	1 1292 1292
SC-09	Arandela plana de 1/2"	74 0.18 13.32
SC-09	Relay marca Bosch 24v	1 83.05 83.05
SC-07	Batería Capsa 27r1150 de 15 placas	1 279.6 279.6 6 6
SC-07	Perno hexagonal de 1/2"*2"	50 1.12 56
SC-07	Horómetro digital circular 12-48v	2 169.5 339
SC-08	Arrancador marca Bosch 9TBRIDA 3 orejas	1 762.2 762.2 1 1
SC-08	Tuerca hexagonal de 1/2"*2"	50 0.45 22.5
SC-08	Perno hexagonal de 1/2"*3/8	24 0.87 20.88
SC-08	Tuerca hexagonal de 3/8*2	24 0.35 8.4
SC-08	Arandela plana de 3/8"	24 0.35 8.4

SC-06	Arrancador marca Bosch 9TBRIDA 3 orejas	1	762.2 1	762.2 1
SC-07	Filtro de combustible FF5018 ( P553004)/1181917- <i>scoops</i> (mantenimiento)	1	27.44	27.44
SC-07	Filtro de aceite de motor p553771/ 1174421-scoops / lf4054 (mantenimiento)	1	26.27	26.27
SC-07	Filtro separador/agua FS1212-558000 / - <i>scoops</i> (mantenimiento)	1	33.35	33.35
SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	75.39	75.39
SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	78.72	78.72
SC-07	Servicio de reparación mantenimiento y calibración de banco de prueba bomba hidros motor	táctica y 1	7832. 8 7	7832.87
SC-08	Electrodo Chanfercord de 1/8	5	23.94	119.7
SC-05	Electrodo supercito 7018 5/32	5	19.95	99.75
SC-05	Disco de corte ( 4-1/2 x1 /8 x 7/8 ) Ferreteri (mantenimiento)	2	8	16
SC-05	Disco de desbaste (4 -1/2 x 1/4 x 7/8 ) Ferreteri (mantenimiento)	1	8	8
SC-06	Eje delantero brazo grande	1	1444	1444
SC-06	Eje de la bisagra	2	1216	2432
SC-06	Pre <i>head stars swich</i> chapa control	1	361	361
SC-06	Swich master pesado 24v	1	304	304
SC-05	<i>Spider and bearing</i>	2	108	216
SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	122.6 4	122.64
SC-09	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.5 9	108.59
SC-09	Filtro separador de combustible FS1212	1	33.35	33.35
SC-09	Filtro de combustible P553004	1	27.44	27.44
10/8/2 02 2	9423100 9			
17/8/2 02 2	9423100 5			
17/8/2 02 2	9423100 5			
17/8/2 02 2	9423100 5			

17/8/2	9423100			
02				
2	5			
17/8/2	9423100			
02				
2	5			
19/8/2	9423100			
02				
2	7			
19/8/2	9423100			
02				
2	8			
19/8/2	9423100			
02				
2	5			
19/8/2	9423100			
02				
2	5			
19/8/2	9423100			
02				
2	5			
19/8/2	9423100			
02				
2	7			
19/8/2	9423100			
02				
2	7			
21/8/2	9423100			
02				
2	7			
24/8/2	9423100			
02				
2	9			
24/8/2	9423100			
02				
2	9			
24/8/2	9423100			
02				
2	9			
24/8/2	9423100			
02				
2	9			
SC-09	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421-scoops / LF4054 (mantenimiento)	1	26.27	26.27
SC-05	Filtro de combustible P553004	1	27.44	27.44
SC-05	Filtro de aceite de motor P553771	1	26.27	26.27
SC-05	Filtro de aire primario C17225/3 / P181088 <i>man filter</i>	1	76.05	76.05
SC-05	Fusible de 30 Amp	5	0.4	2
SC-05	Interruptor de 4 pines	1	12.71	12.71
SC-07	Regulador de voltaje 24V	1	110.17	110.17
SC-08	Regulador de voltaje 24V	1	110.17	110.17
SC-05	<i>Relay</i> de 24V 5 pines	3	11.8	35.4
SC-05	Foco bulbo H3 24V	2	8	16
SC-05	Chumacera NTN 45mm UCF209	2	110.17	220.34
SC-07	Rodamiento NTN 6305	2	21.09	42.18

LLU/2ASU1				
SC-07	Rodamiento NTN 6205 LLU/2ASU1	2	12.92	25.84
SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	75.39	75.39
SC-09	Filtro de aire primario C20 500	1	122.64	122.64
SC-09	Filtro de aire secundario CF500/1	1	108.59	108.59
SC-09	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421-scoops / LF4054 (mantenimiento)	1	26.27	26.27
SC-09	Filtro de combustible P553004	1	27.44	27.44
2	9423100			
4				
/				
8				
/				
2				
0				
2				
2	9			
2	9423100			
4				
/				
8				
/				
2				
0				
2				
2	7			
2	9423100			
4				
/				
8				
/				
2				
0				
2				
2	7			
2	9423100			
4				
/				
8				
/				
2				
0				
2				
2	7			
2	9423100			
4				
/				
8				
/				
2				
0				
2				
2	7			

2 9423100  
 5  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 5  
 2 9423100  
 5  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 5  
 2 9423100  
 4  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 6  
 2 9423101  
 4  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 0  
 2 9423100  
 5  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 7  
 2 9423100  
 5  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 7  
 2 9423100  
 5  
 /  
 8  
 /  
 2  
 0  
 2  
 2 7

SC-09	Filtro separador agua combustible FS1212	1	33.35	33.35
SC-07	Filtro de combustible P553004	1	27.44	27.44
SC-07	Filtro de aire primario ARS8842	1	75.39	75.39



SC-07	Filtro de aire secundario ASR807	1	78.72	78.72
SC-07	Filtro de aceite de motor P553771/ 1174421- <i>scoops</i> / LF4054 (mantenimiento)	1	26.27	26.27
SC-07	Filtro separador agua combustible FS1212	1	33.35	33.35
SC-05	Faja-b-46 bando	1	33.9	33.9
SC-05	Faja b-46 bando	2	38.14	76.28
SC-06	Conjunto de cobre 3.09.02.0627	1	494	494
SC-10	Servicio de mantenimiento de la bomba de inyección y los 4 inyectores de motor diésel marca Deutz	1	7455.6	7455.6
SC-07	Manguera hidráulica R2 1/2 * 1.55 mm 22	1	130.51	130.51
SC-07	Manguera hidráulica R2 1/2 * 2.75 mm 22	1	166.1	166.1
SC-07	Manguera hidráulica R2 3/4*1.7 mm 22	1	203.39	203.39

**Figura 14. Fallas en los cargadores de bajo perfil**

Luego de realizar el análisis de cada factor que interviene en la gestión del área de mantenimiento se tienen los siguientes problemas que deberán ser abordados y considerados en el plan de mantenimiento propuesto:

#### **4.1.3.1. Infraestructura**

- No se cuenta con un taller adecuado para realizar los mantenimientos programados.
- No se tiene un taller diferenciado por áreas específicas para técnicos electricistas y mecánicos.
- No se tiene un almacén de repuestos usados de tal forma que estos sean dispuestos considerando estándares de almacenamiento.
- No se tiene una grúa puente que sirva para el izaje de componentes pesados que pueda facilitar los trabajos de reparación.
- No se tiene una máquina de prensado de mangueras hidráulicas que permita optimizar los tiempos de reparación de los sistemas hidráulicos.

- No se tiene un taller específico para los trabajos de soldadura que cuente además con racks de almacenamiento de los labios de cucharones de los cargadores de bajo perfil.

#### **4.1.3.2. Herramientas**

- No se tienen herramientas diferenciadas tanto para los técnicos mecánicos y técnicos electricistas.
- No se tienen herramientas actualizadas de ajuste y fuerza. Las que se tienen actualmente, presentan deficiencias estructurales y en la lectura de las medidas.

#### **4.1.3.3. Repuestos**

- No se tiene una adecuada gestión logística puesto que se tienen que esperar por lo menos una semana para que lleguen los repuestos generando inoperatividad de los equipos.
- No se tiene suficiente presupuesto para la compra de repuestos, ya que el manejo de horas de trabajo de cada componente no lo sustenta adecuadamente el área de planeamiento generando desconfianza de la compañía.
- Existe desviación en la programación de mantenimientos debido a que no se cuenta con los filtros nuevos de cambio y se debe dejar los filtros antiguos, solo se cambia aceites.

#### **4.1.3.4. Recursos Humanos**

- No se tiene un rol de capacitaciones para los técnicos mecánicos y electricistas por el escaso tiempo que se cuenta en la mina y la organización de los de la compañía para programar.
- No existe una rigurosa selección de personal al momento de contratarlos debido al presupuesto y pago que se les ofrece.
- No se tiene bien distribuido al personal por guardia y existe deficiencia en los trabajos programados.

- No se puede realizar incentivos económicos ni realizar pagos por tiempos extras de trabajo.
- No se reparan componentes mayores por la falta de conocimiento y repuestos.



#### **4.1.3.5. Planeamiento**

- No se realiza un correcto control de horómetros de equipos debido a que los técnicos realizan el trabajo de inspección de equipos deficientemente, ya que los equipos son dejados por operaciones de diferentes labores en el interior de la mina.
- No se cuentan con cartillas de mantenimientos actualizados con ítems precisos por sistemas. Actualmente, se están trabajando con cartillas antiguas y básicas.
- No se realiza un *backlog* adecuado que permita identificar los trabajos de mantenimiento pendientes.
- No se realiza los *capex* y *opex* a fin de año cuya finalidad es determinar la inversión en bienes físicos y elementos intangibles.

#### **4.1.4. Planteamiento de Soluciones**

Como resultado del análisis de los problemas que se encontraron en la gestión de mantenimiento, se plantearon cartillas de mantenimiento preventivo, cada uno con sus respectivas actividades y divididas de acuerdo con las horas de los equipos.

Así se tiene la primera cartilla que corresponde al mantenimiento de 125 horas.

### Cartilla de Mantenimiento 125 horas

<b>NUMERO DE SERIE:</b>		<b>COD. INTERNO:</b>		<b>FECHA:</b> / /	
<b>HOROMETRO M:</b>		<b>HORA INICIO:</b>		<b>HORA FINAL:</b>	

IG	Componente / Instrumento	N/P	Cant.	Und.	Sistema	OBS.
1	FILTRO PRIMARIO	C20 500	1	Und.	Motor Diesel	
2	FILTRO SECUNDARIO	CF 500/1	1	Und.	Motor Diesel	
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	P5537/1	1	Und.	Motor Diesel	
4	FILTRO PRIMARIO SEPARADOR DE AGUA	FS 121Z	1	Und.	Motor Diesel	
5	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	F353004	1	Und.	Motor Diesel	
7	ACEITE SAE 15W-40	SAE 15W-40	13.2 - 3.5	L - Gal	Motor Diesel	
8	FRASCO PARA MUESTRA DE ACEITE		1	Und.	Motor Diesel	
9	TRAPO		2	KG		

Antes de realizar trabajos de mantenimiento el equipo deberá ser lavado, teniendo en cuenta la protección de los componentes eléctricos, evitando el contacto directo con chorros de agua.

#### MOTOR DIESEL: DEUTZ

IME	PROCEDIMIENTO	CHECK	OBSERVACIONES
1	Lavado general del equipo.		
2	Cambiar aceite de motor.		
3	Cambiar filtro de aceite de motor		
4	tomar muestras de aceite (análisis de laboratorio)		
5	verificar la herméticoad y reajustar las abrazaderas del sistema de admision		
6	verificar la herméticoad y reajustar las abrazaderas del sistema de escape		
7	verificar estado de la taja del ventilador		
9	inspeccion y limpieza del enfriador de aceite		
10	inspeccion y limpieza del portafiltros de admision		
11	Cambiar el filtro separador de combustible/agua		
12	Cambiar el filtro de combustible		
13	verificación de estado de soportes de motor		
14	verificación nivel de aceite de motor		

#### TRANSMISIÓN

IME	PROCEDIMIENTO	CHECK	OBSERVACIONES
1	verificar el nivel de aceite en la caja de transmision		
2	revisar niveles de aceite de TODOS los compartimientos		

#### SISTEMA HIDRÁULICO

IME	PROCEDIMIENTO	CHECK	OBSERVACIONES
1	verificar el nivel del tanque de aceite hidraulico		

#### ESTRUCTURA

IME	PROCEDIMIENTO	CHECK	OBSERVACIONES
1	Limpieza de la grasa sobresaliente en los puntos de engrase.		
2	Comprobar engrase de eje oscilante.		
3	Lubricacion de lineas cardanicas		

#### NEUMATICOS

IME	PROCEDIMIENTO	CHECK	OBSERVACIONES
1	verificar la presion de aire de los neumaticos y desgaste del mismo.		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso quede pendiente algún punto de la cartilla, haya observado algún daño en el equipo póngalo como observación.....

**Figura 15. Cartilla de mantenimiento de 125 horas**

Se desarrolló la cartilla de mantenimiento de 250 horas que incluyen el uso de repuestos y desarrollo de las actividades de la cartilla de 125 horas incluyendo los ítems que se muestran en la cartilla complementaria

<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar el nivel del tanque de aceite hidráulico	
2	Verificar si hay fugas de aceite hidráulico	
3	Verificar el torque de las tapas de los cilindros hidráulicos.	
4	Verificar presiones de los sistemas hidráulicos	

<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar el nivel de aceite en la caja de transmisión	
2	Comprobar presión de los neumáticos	
3	Comprobar nivel de aceite de los cubos planetarios y los diferenciales	

<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar condición del tablero eléctrico del operador	
2	Realizar limpieza del tablero del operador	
3	Comprobar el estado de la batería.	
4	Comprobar estado del alternador	

<b>ESTRUCTURA</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Limpieza de la grasa sobresaliente en los puntos de engrase.	
2	Comprobar engrase de eje oscilante.	
3	Lubricación de líneas cardánicas	
4	Verificar articulación central visualmente	
5	Verificar condición de topes de cuchara.	
6	Verificar condición de topes de dirección.	
7	Lubricar las conexiones para el selector de marchas	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso quede pendiente algún punto de la cartilla, haya observado algo dañado en el equipo póngalo como observación.....

*Figura 16. Cartilla de mantenimiento de 250 horas*

Asimismo, se desarrolló la cartilla de mantenimiento de 500 horas, el cual se muestra en la imagen siguiente



### Cartilla de Mantenimiento 500 horas

NÚMERO DE SERIE:	COD. INTERNO: SC	FECHA: / /
HORÓMETRO M:	HORA INICIO:	HORA FINAL:

Item	Componente / Instrumento	N/P	Cant.	Und.	Sistema	Obs.
1	FILTRO PRIMARIO	C2U 500	1	Und.	Motor Diesel	
2	FILTRO SECUNDARIO	CF 500/1	1	Und.	Motor Diesel	
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	P5537/1	1	Und.	Motor Diesel	
4	FILTRO PRIMARIO SEPARADOR DE AGUA	FS 1212	1	Und.	Motor Diesel	
5	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	P553004	1	Und.	Motor Diesel	
6	FILTRO HIDRAULICO		1	Und.	Hidraulico	
7	ACEITE SAE 15W-40	SAE 15W-40	3.5	Gal	Motor Diesel	
8	ACEITE SAE 85W-140	SAE 85W-140	10	Gal	Transmision	
9	FRASCO PARA MUESTRA DE ACEITE		6	Und.		
10	TRAPO		2	Kg		

Antes de realizar trabajos de mantenimiento el equipo debiera ser lavado, teniendo en cuenta la protección de los

ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	<b>Motor Diesel DEUTZ</b>	
2	Cambiar aceite de motor.	
3	Cambiar filtro de aceite de motor	
4	Tomar muestras de aceite (análisis de laboratorio)	
5	Verificar la hermeticidad y reajustar las abrazaderas del sistema de admisión	
6	Verificar la hermeticidad y reajustar las abrazaderas del sistema de escape	
7	Verificar estado de la faja del ventilador	
9	Inspección y limpieza del enfriador de aceite	
10	Inspección y limpieza del portafiltros de admisión	
11	Cambiar el filtro separador de combustible/agua	
12	Cambiar el filtro de combustible	
13	Verificación de estado de soportes de motor	
14	Verificación nivel de aceite de motor	
15	Limpieza de las aletas del motor	
16	Verificar el estado de los manómetros de temperatura y presión del motor	
17	<b>Verificar ajuste de todos los tapones de inspección de culata</b>	
18	Tomar y registrar las RPM del motor	
	Minimas	
	Maximas	
19	Revisar si hay fugas de aceite y/o combustible del motor	
20	Comprobar el funcionamiento del sensor de temperatura del motor	
21	Verificar estado de la faja del alternador.	
22	Limpieza del tanque de combustible	
23	Realizar medición de contra-presión de escape.	
24	Verificar abrazaderas y ajustes de tuercas del sistema de escape y admisión	

<b>TRANSMISI</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Comprobar presión de los neumáticos	
2	Comprobar nivel de aceite de los cubos planetarios y los diferenciales	
3	Cambio de aceite de transmisión.	
4	Verificar pernos de anclaje de la transmisión	
5	Muestra de aceite de transmisión	
6	Reajuste de los pernos de todas las crucetas.	

<b>SISTEMA</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Tomar muestra de aceite hidráulico.	
2	Cambio de filtros hidráulicos.	
3	Verificar nivel de aceite hidráulico	
4	Verificar presiones de los sistemas hidráulicos	

<b>F</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Limpieza de respiradores en los diferenciales	
2	Verificar niveles de aceite de los ejes	

<b>SISTEMA</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar condición del tablero eléctrico del operador	
2	Realizar limpieza del tablero del operador	
3	Verificar el funcionamiento de la alarma de retroceso y claxon	
4	Revisar estado de conectores en electro-valvulas del sistema hidráulico.	
5	Verificar el funcionamiento del arrancador	
6	Verificar el funcionamiento del alternador	
7	Verificar estado de baterías	
8	Verificar estado de indicadores y sensores del equipo	

<b>SISTEMA DE</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar las presiones en el sistema de pilotaje	
2	Verificar las presiones en el sistema de dirección	

<b>ESTRUCTU</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Limpieza de la grasa sobresaliente en los puntos de engrase.	
2	Comprobar engrase de eje oscilante.	
7	Lubricación de líneas cardánicas	
8	Verificar articulación central visualmente	
9	Verificar condición de topes de cuchara.	
10	Verificar condición de topes de dirección.	
11	Lubricar las conexiones para el selector de marchas	
12	Revisar las condiciones de la cuchara por rajaduras y desgaste de planchas, labio, o sistema GET	
14	Verificar la condición de los pines y bocinas de la cuchara	

<b>SISTEMA DE LEVANTE Y</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar las presiones de accionamiento del sistema	
	Presión de levante	
	Presión de cuchareo	
	Presión del ejector (si tiene)	

<b>SISTEMA DE FRENO DE</b>		
ITEM	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
1	Verificar las presiones de los frenos	
	Parqueado, botón desactivado (presionado).	
	Desaparqueado, botón activado (segunda posición)	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES: En caso quede pendiente algún punto de la cartilla, haya observado algún daño en el equipo pléguelo como observación.....

**Figura 17. Cartilla de mantenimiento de 500 horas**

Paralelo a los planes de mantenimiento, se plantean mejoras en diferentes aspectos relacionados a la gestión del área, así se tiene:

#### **4.1.4.1. Infraestructura**

- Aprovechar los materiales y espacios que sean adecuados para la implementación de nuevas estructuras tanto para el área eléctrica, mecánica y soldadura.
- Implementar una zona de lavado de equipos en el interior de la mina, lo que reducirá el tiempo de ejecución de esta actividad en 4.5 horas por semana.
- Implementar una prensadora de mangueras, ya que es prioridad ante cualquier emergencia de fuga de aceite lo que reducirá el tiempo de ejecución de reemplazo de mangueras en 1.5 horas cada semana.
- Implementar como mínimo un tecele de 5 toneladas con su estructura modificada a fin de trasladar piezas y componentes pesados, lo que reducirá el tiempo de ejecución de esta actividad en 2 horas por semana.
- Implementar bahía y zona de lubricantes, a fin de optimizar el tiempo de llenado de lubricantes, lo que reducirá el tiempo de ejecución de esta actividad en 2 horas por semana, así también evitar la contaminación del lubricante.

#### **4.1.4.2. Herramientas**

- Implementar una caja de herramientas por cada mecánico M1, a fin de otorgar responsabilidad del cuidado a cada técnico y optimizar los tiempos de ejecución de los trabajos de mantenimiento.
- Implementar herramientas de medición (compresímetros, pirómetros, tacómetros, kit de prueba de presión hidráulica).
- Renovar las herramientas de poder (taladros, amoladoras, máquina de soldar).

La ejecución de estas mejoras, en su conjunto, impactarán en el tiempo de ejecución de actividades relacionadas en 0.5 horas por día.



#### **4.1.4.3. Repuestos**

- Utilizar repuestos alternativos y originales considerando los rangos meta de los presupuestos establecidos por las áreas respectivas.
- Actualizar los costos de adquisición de los repuestos cada tres meses a fin de evitar su sobrevaloración y pueda establecerse un presupuesto real.
- Realizar por lo menos 2 capacitaciones anuales para el personal del área de logística sobre repuestos adquiridos, lo que mejorará el impacto de esta actividad en mantenimiento de 0.15 horas por día.
- Agilizar la gestión de pedido de repuestos, materiales e insumos para mantenimientos (preventivo-correctivo) mediante propuestas y cotizaciones con diversos proveedores a fin de comparar precios y calidad del producto para trabajar con la mejor opción.

#### **4.1.4.4. Recursos Humanos**

- Reorganizar el personal técnico de acuerdo con las necesidades de los trabajos y con la experiencia mínima para ocupar el cargo a desempeñar.
- Al reorganizar el personal por cada guardia se tendrá un mejor control en la inspección y engrase diario en los equipos.
- Promover las capacitaciones internas y externas haciendo alianzas con proveedores de diversos productos y repuestos.
- Compensar el tiempo extra de trabajo por días libres o compensar con el tiempo de ingreso al trabajo.

La ejecución de estas mejoras, en su conjunto, impactarán en el tiempo de ejecución de actividades relacionadas en 0.25 horas por día.

#### **4.1.4.5. Planeamiento**

- Implementación de cartilla de mantenimiento para el mejor control de cada mantenimiento realizado.

- Implementación de formato backlog para un control adecuado de repuestos.
- Implementación de orden y reporte de trabajos realizados por guardia.
- Mejoramiento de *check list* de equipos para un mejor control de horómetro, incidentes, accidentes o fallas que pueda presentar el equipo.
- Implementación de *Capex* para el mejor control de gastos invertidos (bienes comprados por la empresa).
- Implementación de *Opex* para el mejor control de gastos operativos.

La ejecución de estas mejoras relacionadas a planeamiento, en su conjunto, impactarán en el mejor control y recolección de datos tanto para los equipos como, en el control de gastos realizados y por realizar por el área, lo que se propone como objetivo es reducir hasta en 5 fallas mensuales. A ello, se tienen que agregar 2 fallas reducidas por uso de repuestos originales según el análisis realizado en las tablas anteriores de los meses de análisis.

Realizando la comparación de resultados entre la situación inicial de los indicadores y luego de implementar las mejoras propuestas, se tendrían los siguientes resultados:

**Tabla 18. Consolidado de situación inicial de los indicadores**

Mes	Horas trabajadas	Horas trabajo en mantto.	N.º fallas correctivas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Agosto	607.2	75.9	33	18.4	2.3	89 %
Septiembre	1232.4	163.8	39	31.6	4.2	88 %
Octubre	1393.9	106	53	26.3	2.0	92,9 %
Noviembre	1208.3	184.9	43	28.1	4.3	87 %
Diciembre	982.4	96	32	30.7	3.0	91 %
Promedio	1084.84	125.32	40	27.05	3.16	89.53 %

En la siguiente tabla se muestra el consolidado de los tiempos optimizados que se lograrían de implementarse las propuestas sugeridas.

**Tabla 19. Tiempos optimizados**

<b>Optimización de tiempo para mejoras planteadas</b>			
<b>Infraestructura</b>	<b>Horas por semana</b>	<b>Tiempo que optimiza</b>	
Implementar zona de lavado	4.5	HT	
Implementación prensadora de mangueras	1.5	HTC	
Implementación tecele de 5 toneladas	2	HTC	
Implementar bahías y zona de lubricantes	2	HTC	
<b>Herramientas</b>			
Implementar caja de herramientas, instrumentos de medición, renovación de herramientas de poder	3.5	HTC	
<b>Repuestos</b>			
Capacitaciones al personal de logística	1.05	HTC	
<b>Recursos humanos</b>			
Reorganización del personal técnico, promover capacitaciones	1.75	HTC	

Considerando estos resultados y realizando los cálculos en las horas trabajadas, horas de trabajo correctivo y número de fallas correctivas, se obtuvo los siguientes resultados, en la cual, se puede observar que la disponibilidad se incrementaría en 4.11 %.

**Tabla 20. Consolidado de situación de los indicadores después de implementación de propuestas**

<b>Situación</b>	<b>Horas trabajadas</b>	<b>Horas trabajo correctivo</b>	<b>N. fallas</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>Disponibilidad correctivas</b>
inicial	1084.84	125.32	40	27.02	3.16	89.53 %
Situación después de propuestas				1150.04	78.12	34.85
					2.37	93.64 %

#### 4.1.4.6. Costos de Capital de Mantenimiento en Mina

Como parte de las mejoras consideradas, se establecieron costos de capital que beneficiarán al mejor desempeño de los trabajadores del área de mantenimiento, así se tiene lo siguiente:

PRESUPUESTO CAPEX		DENOMINACION PROYECTO O PRESUPUESTO	IMPLEMENT.	RESPONSABLE	MANTTO. MEC	FECHA INICIO	FECHA TERMINO				
TIPO	PARTIDA / DESCRIPCION	UNIDAD	julio-22	agosto-22	septiembre-22	octubre-22	noviembre-22	diciembre-22	TOTAL		
	GATA DE 50 TN		400.00					400.00		800.00	
	MAQUINAS DE SOLDAR SOLANDINA				2,500.00					2,500.00	
	EQUIPO OXIACETILENO VICTOR				2,300.00					2,300.00	
	BOMBAS DE ENGRASE PARA CILINDRO ( 6 UND)							1,800.00		1,800.00	
	BOMBAS DE ACEITES PARA CILINDROS							1,800.00		1,800.00	
	COMPRESORAS PARA ENGRASE					3,500.00				3,500.00	
	MANIPULADOR DE NEUMATICOS PARA TALLER		4,000.00							4,000.00	
	CARTCHER		1,200.00						1,200.00	2,400.00	
	KIT HERRAMIENTA DE REPARACION DE PERFORADORA			6,000.00						6,000.00	
	BANCO DE PRUEBA PARA ARRANCADOR Y ALTERNADOR						2,000.00			2,000.00	
	ESMERIL DE BANCO		700.00							700.00	

internas, compensar tiempo extra, dar días libres

Total semanal	11.8	HTC
Total semanal	4.5	HT
Total mensual	4.7	HTC
Total mensual	18	HT

Figura 18. Costos de capital de mantenimiento en mina

#### 4.2. Discusión de Resultados

- Con base en la relación del personal técnico y supervisores actuales de la empresa y al análisis de sus capacidades se pudo establecer que existe un déficit en sus habilidades técnicas y de gestión que repercute en el desarrollo óptimo de sus funciones que mejoren los indicadores del área de mantenimiento. Este resultado presenta similitudes con el trabajo de investigación titulado «Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de confección de la empresa C. I. Nicole S. A.» que concluye «usando un adecuado sistema de recolección y generación de información, se dará el apoyo necesario al personal operativo de planta a través de actividades que potencien sus habilidades y cualidades. Con ello se prestará un mejor servicio desde el área de Mantenimiento, mejorando el estado como la conservación de los equipos actuales».
- Se realizó el análisis de las tablas de gestión de mantenimiento de equipos en los cuales se puede observar los cargadores de bajo perfil operativos a la fecha de análisis que indica cada tabla cuyos indicadores principales de gestión son el MTBF, MTTR y DM. En ellas se puede observar que la disponibilidad mecánica inicialmente tiene un valor del 89.53 % para luego, con las mejoras recomendadas se obtiene 93.64 %. Este resultado presenta similitudes con el trabajo de investigación titulado «Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L & L» que concluye que «después del análisis situacional se genera la presente propuesta de creación de un plan de mantenimiento preventivo, con ello, se facilitará la identificación y corrección de los problemas menores antes de que estos generen averías, reduciendo los costos en mantenimiento y aumentando por ende la probabilidad de mejorar la disponibilidad de los vehículos ».
- Se realizó el análisis de los repuestos utilizados en cada mes de estudio, en los cuales se observan que resaltan los filtros, pernería, baterías, mangueras hidráulicas, rodamientos, fusibles, interruptores, entre otros, cuyos costos totales varían, lo que indica que el impacto de los costos de mantenimiento preventivo y correctivo deben optimizarse.
- Se hizo el análisis de los cinco factores que tienen una relación directa en las actividades de mantenimiento: infraestructura, herramientas, repuestos, recursos humanos, planeamiento, los cuales presentan diversos problemas que deben ser corregidas para optimizar las actividades de mantenimiento y, por ende, mejorar los indicadores de gestión del área. Este resultado, presenta similitudes con la investigación titulada «Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa *Road Solutions E. I. R. L. – 2020*» que obtuvo como resultado, «la elaboración del plan de mantenimiento preventivo abarca aquellas actividades necesarias en el proceso de mantenimiento, es decir antes, durante y después;

siendo importantes las actividades previas a ésta como la coordinación con área logística encargada de la adquisición de todos los materiales e insumos necesarios para una adecuada ejecución del plan de mantenimiento».

## Conclusiones

- Como resultado de la propuesta del presente trabajo de investigación, se realizó el análisis de la situación inicial de la empresa con la finalidad de identificar las principales causas que afectan la disponibilidad mecánica de los cargadores de bajo perfil, donde se obtuvo 89.53 %. Con este resultado, se planificaron actividades que demandaron coordinaciones con otras áreas involucradas en la operación de la unidad minera como planeamiento, logística y seguridad, elaborándose el plan de mantenimiento considerando las actividades necesarias antes, durante y después del proceso de mantenimiento que incrementará la disponibilidad mecánica a 93.64 %.
- Como parte del desarrollo del presente trabajo, se lograron identificar los principales factores relacionados a optimización de recursos humanos, material y técnico que tienen incidencia en el cálculo de la disponibilidad mecánica y con ello se consideraron actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo que con su aplicación lograrán un efecto positivo sobre este indicador debido a la relación directa que tiene con la mejora de la gestión.
- Asimismo, logró identificarse que existen actividades de mantenimiento que tendrán incidencia en los elementos principales que se consideran para el cálculo de la disponibilidad mecánica: MTBF y MTTR, cuyos valores se vieron modificados de 27.02 a 34.85 el primero y 3.16 a 2.37 el segundo, con lo que se obtendría una mejora de 4.11 % en la disponibilidad; todo ello tendrá una influencia positiva en la gestión del mantenimiento, pero deberán evaluarse periódicamente de tal forma que puedan mejorarse los procesos, actividades y las relacionadas de otras áreas complementarias.
- Para finalizar, con la mejora de la disponibilidad mecánica que derivan de la propuesta de plan de mantenimiento se obtendrán los siguientes beneficios adicionales: incremento de la vida útil de los equipos, reducción de fallas, disminución de los costos de reparación, capacitación constante del personal, mejora de la salud y seguridad en las actividades de mantenimiento, mejora de la obtención de los repuestos y mejora en la coordinación con otras áreas; a su vez, durante la evaluación interna y las charlas que se desarrollaron, permitió identificar las necesidades de capacitación del personal de mantenimiento en temas técnicos y administrativos, lo cual permitirá disminuir las fallas técnicas y funcionales de los cargadores de bajo perfil obteniendo como resultado el aumento de la eficacia, seguridad y mantenimiento de los equipos.

## **Recomendaciones**

- Se sugiere que el análisis situacional no debe dejar de realizarse, ya que permitirá hallar nuevos problemas y optimizar las soluciones de los problemas antiguos, para ello, es necesario el apoyo de las jefaturas y entes superiores, ya que demandarán del uso de recursos para los mantenimientos preventivo, correctivo y predictivo que previamente deben ser analizados y autorizados buscando el equilibrio económico y financiero del área.
  
- Se recomienda seguir monitoreando las actividades de mantenimiento de modo que la mejora continua permita seguir identificando más acciones preventivas y correctivas que se puedan implementar en el área de mantenimiento para mejorar su gestión.
  
- Se aconseja realizar el monitoreo constante de aquellas actividades que inciden en el cálculo del MTTR y MTBF importantes para el cálculo de la disponibilidad, sin dejar de lado el análisis de los costos generados, los aspectos logísticos y seguimiento periódico del cumplimiento de las propuestas mediante la implementación de un programa de auditorías internas y externas.
  
- Se deben implementar las mejoras en el resto de los equipos que componen el parque de máquinas porque ello tendrá un efecto motivador en el personal para evitar que la disponibilidad mecánica tenga valores menores al 85 %; es importante capacitar al personal, proveer los materiales y herramientas necesarias para una correcta ejecución del plan de mantenimiento.



## Lista de Referencias

1. **GARCÍA, Juan Marín.** *Apuntes en diseño mecánico*. ECU. 2008. 2.<sup>a</sup> edición .
2. **FERNÁNDEZ HEREDIA, B.; NEYRA NIETO, M.** *Gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Road Solutions E. I. R. L. – 2020*. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. 2021. Citado: el 4 de agosto de 2022. <https://n9.cl/p79s6>.
3. **CHUCAS MANAYAY, J.** *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad mecánica de los tractores John Deere de la empresa Ecosac Agrícola SAC*. Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: 2022 [Citado el 4 de agosto del 2022.] <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10249>.
4. **MORI PALACIOS, A.** *Mejora del plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de unidades en una empresa de alquiler de vehículos*. Facultad de Ingeniería, Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. 2021. [Citado el 4 de agosto del 2022.] <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/dae9c886-e244-47e3-9b33-7a8f57a87f99/content>.
5. **TUESTA YLIQUIN, J.** *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa*. Facultad de Ingeniería Mecánica Energía, Universidad Nacional del Callao. 2014. [Citado el 4 de agosto del 2022.] [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/257/JehyssonMiguel\\_Tesis\\_tituloprofesional\\_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/257/JehyssonMiguel_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
6. **GASCA; OLAYA.** *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroángel*. Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira. 2014 [Citado el 5 de diciembre del 2022.] <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/47c36d22-9a81-453c-9440-3639816b0f0d/content>.
7. **BUELVAS DIAZ.** *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L & L*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla. 2014 [Citado el 5 de diciembre del 2022.] <http://repositorio.uac.edu.co/handle/11619/813>.
8. **GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ.** *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de confección de la empresa C. I. Nicole S. A.* Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira. 2014 [Citado el 5 de diciembre del 2022.]

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/80882666-02b6-4a31-8ba2-fce0980422ee/content>.

9. **DUFFUAA, S.** *Sistema de mantenimiento, planeación y control*. Ed Limusa, 2000. ISBN 96- 8185-91-89.
10. **FERNÁNDEZ ÁLVAREZ, E.** *Gestión de mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*. Tesis de grado. 2018. [fecha de consulta 11 octubre 2022].
11. **PISTARELLI, A.** *La gestión de mantenimiento como una oportunidad de cambio*. Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Programa Ingeniería de Mantenimiento. 2013. [fecha de consulta 15 octubre 2022].
12. **LAUREANO AVELLANEDA, R.** *Programa de mantenimiento preventivo del scooptrams R1600G para obtener una mejor disponibilidad de la empresa Tecnomin Data S. A. C.* Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional del Centro del Perú. 2017 [Citado el 5 de diciembre del 2022.]  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP\\_c6dd6455a3009e9fea178f28629637ee/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_c6dd6455a3009e9fea178f28629637ee/Details).
13. **Bahamonde ingenieros.** *Ficha técnica scooptram 1.5 yardas*. 2023. [fecha de consulta 17 octubre 2022].
14. **Maquinarias pesadas.** *Sistema de transmisión scooptram estructura*. 2020. [fecha de consulta 17 octubre 2022].
15. **HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P.** *Metodología de la investigación*. (5.ª ed.) McGraw-Hill, 2010. 978-607-15-0291-9.
16. **CARRASCO DIAZ, S.** *Metodología de la investigación científica*. Edit. San Marcos, 2005. ISBN 9972-34-242-5.

## **Anexos**

## Anexo 1

### Tabla de comparación de actividades de mantenimiento

Comprobación de ajuste y pre-carga de los ejes Kessler									
Inspección y mantenimiento de los	Observaciones	Intervalos de mantenimiento							
		Después de 50 horas	Después de 100 horas	Después de 1000 horas	Después de 4000 horas	Después de 8000 horas	Cada 500 horas	Cada 1000 horas	Mínimo 1 vez x año
Pre-carga de rodamiento de la rueda	Inspeccione, si es necesario reajuste y cambio de rodamiento de la rueda.			X	X	X			X
Tuercas de la rueda	Comprobar y ajustar con un torquimetro	X	X				X		
Ajuste de tuercas y pernos del montaje del eje Kessler	Inspeccione y ajuste (comprobar el ajuste apretado)	X	X				X		X
Frenos de discos en baño / diseño de frenado por resortes	Inspeccione el desgaste del revestimiento							X	
Uniones atornilladas (ejemplo, ensamblaje de la unidad)	Chequear ocasionalmente						X		
Sellos	Chequear ocasionalmente	Mensualmente							

**\* Nota:**  
 Solicitar servicio a Sandvik del peru S.A. para cotizar los trabajos incluido los repuestos y seguir el correcto procedimiento para la pre-carga de los rodamientos.

\* Los ajustes de tuercas y pernos de encuentran en el manual de servicio

## Anexo 2

### Ejemplo de informe de garantía

#### **INFORME N° 20-2022/EMVCH871/MANTENIMIENTO/WMQ**

A : Ing. Adrián Corihuaman  
Gerente de Operaciones

De : Wilfredo Miranda Quintana  
Jefe de Mantenimiento

Asunto : INFORME DE ESTADO DEL SCOOP N° 10-**POR GARANTIA**

Fecha : 13/02/2022

Mediante este medio me dirijo a usted, saludarlo muy cordialmente y a la vez informarle sobre el estado y las fallas que presento el SCOOP N° 10 hasta llegar a su inoperatividad.

#### DATOS DEL EQUIPO:

CODIGO INTERNO	FAMILIA	MARCA	FECHA DE LLEGADA	H. ACTUAL	MOTOR - MODELO
Sc- 10	Scoop	BI	25/11/2021	950 H	DEUTZ (ALEMAN SER 4L917-66KW)

#### 1. ANTECEDENTES:

FECHA	ANTECEDENTES	HOROMETRO
25/11/2021	Arribo a la unidad Scoop 10	18 H
01/12/2021	Mantenimiento de 50 horas	52 H
23/12/2021	Inspección de catalizador: se encuentra el PTX quemado	343 H
26/12/2021	Pérdida de fuerza	376 H
27/12/2021	Ajuste de bomba	384 H
28/12/2021	Reportan mismas fallas	399 H
03/01/2021	Reportan pérdida de fuerza e incremento de humo	457 H
13/01/2021	Se realiza mantenimiento preventivo de 500 h	530 H
05/02/2022	Presencia de aumento de salida de humo	852 H
06/02/2022	Se realiza la regulación en la bomba	876 H
09/02/2022	Se realiza limpieza de PTX	938 H
10/02/2022	Falla de la bomba de inyección conjunto con los inyectores	950 H
10/02/2022	Falla del turbo	950 H
10/02/2022	<b>EL EQUIPO QUEDA INOPERATIVO</b>	950 H

#### 2. DETALLE DE LA EVALUACION:

- ✓ Siendo las 3:00 pm del día 10 de febrero del presente año se reporta al área de mantenimiento que el SCOOP 10 en zona alta empezó a emanar humo excesivo. El personal se trasladó de manera inmediata a punto de falla del equipo para evaluar la procedencia de humo.
- ✓ Se realizar las pruebas pertinentes el personal dio como resultado que el problema suscitado se había generado por la bomba de inyección e inyectores.
- ✓ Cabe recalcar que el equipo venia laborando con desperfectos de fuerza y el aumento de emisión de humo. Este equipo recién tiene 950 horas de trabajo desde su arribo a la unidad minera.

**Anexo 3**  
**Formato de Orden y Reporte de Trabajo**

Documento de Dato										Codigo	OT-MVCF-MW-01				
<b>ORDEN Y REPORTE DE TRABAJO</b>										Revisión	U				
										Área	Mantenimiento				
										Páginas	1 de 2				
Equipo:		Supervisor:		Firma:		Fecha:		Guardia: <input type="checkbox"/> Día <input type="checkbox"/> Noche <input type="checkbox"/>							
Nº OT	ORDEN DE TRABAJOS A REALIZAR						LUGAR	Tipo de actividad	Horas (Según Item)	Hora de Inicio	Tiempo Estimado (Hr.)	Tiempo Real (Hr.)			
1								INSP CORREC PROG PREV							
2								INSP CORREC PROG PREV							
3								INSP CORREC PROG PREV							
MANO DE OBRA							HOROMETROS / KM								
Item	Técnicos					Tiempo de	Firmas	Diesel							
1															
2															
3															
<b>Recomendaciones de seguridad:</b> 1. Realizar IPERC antes de ejecutar el trabajo. 2. Usar en todo momento los epp's y herramientas en buen estado de seguridad. 3. Realizar orden y limpieza antes, durante y después de realizar el trabajo. 4. Verificar que el área de trabajo esté ventilada, correctamente desatada y sostenida. 5. Cumplir el procedimiento de bloqueo y señalización. 6. Seguir y cumplir con el procedimiento establecido para la actividad. 7. Si conduce, hágalo de manera defensiva en todo momento, use dispositivos de seguridad. 8. Cumplir con sus obligaciones como trabajadores estipulado en el d.s. 024-2016-EM y su modificatoria d.s. 023-2017 y en el reglamento interno de la empresa. 9.															
REPORTE DE TRABAJOS REALIZADOS															
Nº OT											Horas de Parada	Horas de Aviso	Inicio Intervenc	Tiempo Intervenc	Total Horas
1															
											R	Componente del sistema	Sintoma de falla	Causa de la falla	
Tiempo muertos (min)	Por cambio de guardia	Por distancia en traslado	Por falta de movilidad	Por falta de repuesto	Por trabajos	Por refrigerio	Por trabajos de	Por trabajos de	Por demora en aviso del	Por condicione	Por condicione	Por accidente			
2															
											R	Componente del sistema	Sintoma de falla	Causa de la falla	
3															
											R	Componente del sistema	Sintoma de falla	Causa de la falla	
DESCRIPCION DEL MATERIAL USADOS															
Item	Número de Parte / SAP	Unid	Descripción de repuestos (Relevantes)					Cant.	CONSUMO DE LUBRICANTES						
1									Ac. Motor - 15W40						
2									Ac. Hidráulico - Tellus 68						
3									Ac. Transmisión - 85W140						
4									Ac. Transmisión - 85W140						
5									Otros:						
TRABAJOS PENDIENTES															
Nombre:			Nombre:			Nombre:			Nombre:						
Realizado por Técnico			Revisado y aprobado por Supervisión			V°B° de Jefatura			Procesado por Planeamiento						

**Anexo 4**  
**Formato de back log y solicitud de repuestos**



Código	BL-MIM-01
Revisión	0
Área	Mantenimiento
Páginas	1

### BACK LOG Y SOLICITUD DE REPUESTOS

EQUIPO: \_\_\_\_\_ CONTADOR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ N° BACK LOG: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

CAUSA DE LA FALLA

ACCIÓN A REALIZAR

TIEMPO ESTIMADO DE INTERVENCIÓN POR MECÁNICO:	<input type="text"/>	NÚMERO DE PERSONAS:	<input type="text"/>
TIEMPO ESTIMADO DE INTERVENCIÓN POR ELÉCTRICO:	<input type="text"/>	NÚMERO DE PERSONAS:	<input type="text"/>
TIEMPO ESTIMADO DE INTERVENCIÓN POR SOLDADOR:	<input type="text"/>	NÚMERO DE PERSONAS:	<input type="text"/>
EMERGENCIA (INMEDIATO) <input type="checkbox"/>	URGENCIA (PRÓXIMO PM) <input type="checkbox"/>	CONSUMO NORMAL <input type="text"/>	PARA STOCK <input type="text"/>
CORRECTIVO <input type="checkbox"/>	PREVENTIVO <input type="checkbox"/>	MES DE CONSUMO <input type="text"/>	

ITEM	NUMERO DE PARTE	SAP	DESCRIPCIÓN	CANT	STOCK
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Realizado por Técnico	Revisado por Supervisión	VºBº de Jefatura	Procesado por Planeamiento



**Anexo 5**  
**Manual de operación del motor**  
**Diesel LHD Instruction Manual**

**WJ-1**



**Anexo 6**  
**Manual de repuestos del cargador de bajo perfil de marca Yantai**

# **WJ-0.6**

---

WJ-0.6 Manual de los repuestos

VERSION: 06F1202

## Yantai Xingye Machinery Co.,Ltd

Dirección: NO.186, Calle Tianhua, Distrito de Muping,  
Ciudad de Yantai, Provincia de Shandong, China

Teléfono : 0535-3397700,3397701

Fax : 0535-3397708

Página web : [www.ytxingye.com](http://www.ytxingye.com)

Email : [xingye@ytxingye.com](mailto:xingye@ytxingye.com)

Código postal : 264117

## Anexo 6

### Programa de mantenimiento sugerido por la empresa Bi

Item		Working Hours													
		50	100	150	400	650	800	900	1150	1200	1400	1600	1650	1900	2000
Engine Lub Oil	Replace	●		●	●	●		●	●		●		●	●	
Engine Lub Oil Filter	Replace	●		●		●			●				●		
Fuel Filter	Replace		●						●						●
Engine air inlet filter(outer)	Replace				●		●			●		●			●
Engine air inlet filter(inner)	Replace				●		●			●		●			●
Driving axle lub oil	Replace				●					●					●
Hub reduction gear oil	Replace				●					●					●
Transfer case oil	Replace				●					●					●
Steering Hydraulic Fluid	Replace				●					●					●
Working Hydraulic Fluid	Replace				●					●					●
Hydraulic oil suction filter 1	Replace			●		●			●			●			●
Hydraulic oil suction filter 2	Replace			●		●			●			●			●
Oil return filter	Replace			●		●			●			●			●
Hydraulic oil air filter	Replace				●					●					●