

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mecánica



TESIS

“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa Cosapi S.A en el proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica, para optimizar su proceso productivo”

Para obtener el título profesional de ingeniero mecánico

Elaborado por

Boris Janio Quispe Moran

 [0009-0008-5214-86870](https://orcid.org/0009-0008-5214-86870)

Asesor

Dr. Ing. Manuel Augusto Villavicencio Chávez

 [0000-0003-0142-7930](https://orcid.org/0000-0003-0142-7930)

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis dedico a mi familia,
en especial a mis señores padres Janio, Lilia y
mis hermanas por su incondicional apoyo y aliento
en toda mi etapa universitaria.

¡Gracias por todo!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), mi facultad de Ingeniería Mecánica, sus docentes y en especial a la destacada Ing. Zoila Córdova y al Ing. Manuel Villavicencio, quienes siempre estuvieron comprometidos con el desarrollo del proyecto.

Asimismo, a mis compañeros de trabajo del proyecto Parque Eólico Punta Lomitas por sus enseñanzas y consejos que fueron de suma importancia en mi crecimiento personal y profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa Cosapi S.A en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica, para optimizar su proceso productivo” se inició a través del análisis de la situación del área de equipos del proyecto en un lapso de nueve meses, de noviembre del 2021 hasta julio del 2022. Periodo en el cual se desarrollaron las actividades más relevantes del proyecto bajo la supervisión del cliente ENGIE Energía Perú. La importancia del presente trabajo radica en la evaluación de los equipos propios de línea amarilla, gestionados por el área de equipos de la empresa Cosapi dentro del proyecto en mención. Siendo posible la ejecución de un diagnóstico mediante los indicadores de mantenimiento (KPI) de cada mes de operación y los costos involucrados en el mismo periodo por equipo, que se analizaron mediante el principio de Pareto y diagrama de Jack Knife. Siendo posible determinar la maquinaria crítica para la cual se diseña un plan de mantenimiento preventivo a fin de mejorar su proceso productivo a un costo asequible de implementación, para que, de esta forma, los equipos cumplan con las exigencias de producción y desempeño esperado en las actividades asignadas.

Palabra clave: maquinarias, indicadores de mantenimiento, mantenimiento preventivo, criticidad, principio de Pareto, diagrama de Jack Knife.

ABSTRACT

The present research work "Design of a Criticality-Based Preventive Maintenance Plan for Machinery at Cosapi S.A. in the Parque Eólico Punta Lomitas Project in Ica, to Optimize its Production Process" was initiated through an analysis of the equipment area's situation in the project over nine months, from November 2021 to July 2022. This period encompassed the most relevant activities of the project under the supervision of the client ENGIE Energía Perú. The significance of this work lies in the evaluation of the specific yellow line equipment managed by Cosapi within the mentioned project. A diagnostic was performed using the Key Performance Indicator (KPI) for each month of operation and the associated costs during the same period per equipment. These were analyzed using the Pareto principle and Jack Knife diagram. This analysis facilitated the identification of critical machinery, for which a preventive maintenance plan is designed to enhance its production process at an affordable implementation cost. The aim is to ensure that the equipment meets the production requirements and expected performance in the assigned activities.

Keywords: Machinery, key performance indicators, preventive maintenance, criticality, Pareto principle, Jack Knife diagram.

PROLOGO

El presente trabajo de tesis trata sobre el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad, para los equipos de línea amarilla de propiedad de la empresa Cosapi S.A en el proyecto Obras Civiles y Eléctricas de Media Tensión Parque Eólico Punta Lomitas en el distrito de Ocucaje, Ica, que tiene como cliente a la empresa ENGIE Energía Perú. Este proyecto constituye el parque eólico más grande del país, con una potencia total de 260 MW. Los trabajos contractuales consistieron en movimiento de tierras, construcción de cuatro plataformas provisionales (planta de concreto, subestación, campamento e instalaciones auxiliares), cimentación de 57 aerogeneradores, 45 km de zanjas de cable de media tensión, fibra óptica y puesta a tierra y mantenimiento periódico y rutinario de la vía departamental IC-108 comprendido entre los meses de julio del año 2021 hasta enero 2023. Para las operaciones mencionadas, la maquinaria pesada empleada, de propiedad de Cosapi y alquilados, estuvo integrada por los siguientes equipos: motoniveladoras, excavadoras sobre orugas, tractores sobre orugas, rodillos vibratorios, retroexcavadoras, camiones con grúa, set de chancado, zaranda vibratoria, volquetes, cisternas de agua, grupos electrógenos, etc. Además de implementos como martillos hidráulicos y ripper excéntrico.

El trabajo se encuentra estructurado de 6 capítulos de la siguiente manera:

El capítulo I. Comienza con la descripción de la realidad problemática, seguidamente de la formulación del problema y los objetivos. Completándose el capítulo con la justificación e importancia de la investigación y delimitación del alcance del proyecto.

El Capítulo II. Marco Teórico de la Investigación. En este capítulo se presentan los antecedentes de estudios realizados sobre diseño de plan de mantenimiento

preventivo de maquinaria pesada en el ámbito nacional e internacional. Además, se describirá el marco teórico conceptual y general, asimismo se ofrecerá una explicación de los conceptos que se emplearán en la investigación: mantenimiento, proceso productivo, plan de mantenimiento, programación de mantenimiento, tipos de mantenimiento, vida útil de la maquinaria, mantenibilidad, confiabilidad, indicadores de mantenimiento (KPI), el método de Jack Knife y Pareto.

El Capítulo III. Hipótesis y operacionalización de variables. Se presenta la hipótesis general, hipótesis específicas y operacionalización de variables.

El Capítulo IV. Metodología de la investigación. El capítulo está comprendido del tipo de investigación, nivel de investigación, enfoque de la investigación, variables de la investigación, variable independiente, variable dependiente, unidades de análisis, universo, población, muestra, técnicas de recolección y procesamiento de datos.

El Capítulo V. Diseño del plan de mantenimiento preventivo. En este capítulo se realiza un estudio de los equipos de la empresa constructora. Además, se desarrolla el estudio de criticidad de la maquinaria mediante los indicadores de mantenimiento (KPI) entre los meses de noviembre del 2021 al mes de julio 2022. Se aplica el diagrama de Pareto y el método de Jack Knife. Por último, se analiza los modos de falla y se diseña un plan de mantenimiento preventivo para el equipo crítico, en este caso, para el tractor de orugas marca Caterpillar, modelo D8T y de código de activo fijo 43018008.

El Capítulo VI. Estructura de costos. En este capítulo se presenta el costo de implementación del proyecto diseño de plan de mantenimiento preventivo. Comprende de los materiales y recursos humanos.

Finalizando con las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
PROLOGO	VI
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento De La Realidad Problemática	1
1.1.1. Ámbito Del Desarrollo De La Investigación	1
1.1.2. Descripción De La Realidad Problemática	1
1.2. Formulación Del Problema	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Secundarios	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Justificación E Importancia De La Investigación.....	5
1.5. Alcance De La Investigación	6
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Antecedentes De La Investigación	7
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	7

2.1.2 Antecedentes Internacionales	9
2.2 Marco Teórico General.....	12
2.2.1 Introducción.....	12
2.2.2 Proceso De Mantenimiento	13
2.2.3 Proceso Productivo	13
2.2.4. Plan De Mantenimiento	13
2.2.5 Programación De Mantenimiento	13
2.2.6. Mantenimiento Correctivo.....	14
2.2.7. Mantenimiento Preventivo	14
2.2.8. Mantenimiento Proactivo	14
2.2.9. Mantenimiento Predictivo	15
2.2.10 Vida Útil De Maquinaria.....	15
2.2.11 Mantenibilidad	15
2.2.12 Confiabilidad.....	15
2.2.13. Número de fallas (#fallas).....	16
2.2.14. Horas taller (H. taller)	16
2.2.15. Indicadores De Mantenimiento (KPI).....	16
2.2.16 Método De Jack Knife	19
2.2.17. Diagrama De Pareto.....	22
2.3. Marco teórico conceptual.....	25
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	26
3.1. Hipótesis.....	26

	X
3.1.1. Hipótesis General	26
3.1.2. Hipótesis Específicas	26
3.2 Operacionalización De Variables	27
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
4.1. Tipo De Investigación	28
4.2. Nivel De Investigación	28
4.3. Enfoque De La Investigación	28
4.4. Variables De La Investigación	29
4.4.1. Variable Independiente.....	29
4.4.2. Variable Dependiente	29
4.5. Unidades De Análisis.....	29
4.5.1. Universo	29
4.5.2. Población.....	29
4.5.3. Muestra	30
4.6. Técnicas De Recolección Y Procesamiento De Datos	32
CAPÍTULO V. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	34
5.1. Diagnóstico Del mantenimiento Aplicado A La Maquinaria	34
5.2. Análisis De Indicadores De Mantenimiento (noviembre 2021 - julio 2022).....	35
5.2.1. KPI De Noviembre 2021	35
5.2.2. KPI De Diciembre 2021	36
5.2.3. KPI De Enero 2022.....	36
5.2.4. KPI De Febrero 2022.....	37

5.2.5. KPI De Marzo 2022	37
5.2.6. KPI De Abril 2022	38
5.2.7. KPI De Mayo 2022	38
5.2.8. KPI De Junio 2022.....	39
5.2.9. KPI De Julio 2022.....	39
5.3 Aplicación De Diagrama De Pareto	40
5.4 Aplicación Del Método De Jack Knife.....	42
5.5 Modos De Falla Del Equipo Crítico.....	56
5.6 Plan De Mantenimiento Preventivo Del Tractor Sobre Orugas 43018008.....	58
5.7 Responsabilidades De Ejecución Del Plan De Mantenimiento	78
CAPITULO VI. ESTRUCTURA DE COSTOS.....	81
6.1 Generalidades	81
6.2 Costo De Recursos Humanos	81
6.3 Costo De Recursos Materiales	82
6.4 Costo Del Proyecto.....	83
6.5 Análisis De Los Resultados	83
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	27
Tabla 2	Criterios de inclusión y de exclusión.	30
Tabla 3	Equipos seleccionados según criterios de inclusión.....	30
Tabla 4	Pareto del costo total real.....	40
Tabla 5	El Jack Knife de la motoniveladora 43026016.	43
Tabla 6	El Jack Knife del tractor de oruga 43018008.....	45
Tabla 7	Jack Knife del tractor oruga 43016010R	47
Tabla 8	Jack Knife de la excavadora de orugas 43005009L1.....	50
Tabla 9	Jack Knife del tractor de oruga 43018009R	52
Tabla 10	El Jack Knife de los cinco equipos.	54
Tabla 11	Estudio de los modos de falla del tractor de orugas 43018008.....	56
Tabla 12	Plan de mantenimiento preventivo tractor s/oruga cada 10 horas (sistema motor).	58
Tabla 13	Plan de mantenimiento preventivo tractor s/oruga cada 10 horas (sistema hidráulico)	60
Tabla 14	Plan de mantenimiento preventivo tractor oruga cada 10 horas (sistema eléctrico)	61
Tabla 15	Plan de mantenimiento preventivo del tractor oruga (sistema implementos).....	62
Tabla 16	Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 10 horas (sistema tren de fuerza).....	63
Tabla 17	Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 10 horas (tren de rodamiento).....	64

Tabla 18	Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 10 horas (cabina y estructura)	65
Tabla 19	Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 60 horas.....	66
Tabla 20.	Plantilla de mantenimiento preventivo de tractor de orugas D8T	68
Tabla 21	Cartilla de mantenimiento preventivo 250 horas de tractor s/orugas D8T	69
Tabla 22	Cartilla de mantenimiento preventivo 500 h de tractor s/orugas D8T.....	73
Tabla 23	Cartilla de mantenimiento preventivo 1000 h de tractor s/orugas D8T....	74
Tabla 24	Cartilla de mantenimiento preventivo 2000 h del tractor s/orugas D8T ...	75
Tabla 25	Cartilla de mantenimiento preventivo del tractor cada 3 años, 6,000 y 12,000 horas	77
Tabla 26	Responsabilidades de ejecución del plan de mantenimiento	78
Tabla 27	Costo de Recursos Humanos del proyecto	82
Tabla 28	Costo de recursos de materiales del proyecto	82
Tabla 29	Costo de la planificación del proyecto	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zonas del gráfico de Jack Knife.....	20
Figura 2	Gráfico de Jack Knife. Problema en confiabilidad.	21
Figura 3	Gráfico de Jack Knife. Problema en disponibilidad.....	21
Figura 4	Gráfico de Jack Knife. Problema en mantenibilidad.	22
Figura 5	Histograma Pareto del tiempo de inactividad eléctrica de pala no planificada.	24
Figura 6	Organigrama del área de mantenimiento del proyecto Punta Lomitas, Cosapi S.A.....	35
Figura 7	Diagrama de Pareto del costo total real de las maquinarias seleccionadas del mes de noviembre 2021 y julio 2022.....	41
Figura 8	El diagrama de Jack Knife de la motoniveladora 43026016	44
Figura 9	El diagrama de Jack Knife del tractor de oruga 43018008	46
Figura 10	El diagrama de Jack Knife del tractor de oruga 43016010R	48
Figura 11	El diagrama del Jack Knife excavadora de oruga 43005009L1	50
Figura 12	El diagrama del Jack Knife de excavadora sobre orugas 43018009R ..	53
Figura 13	El diagrama del Jack Knife de los 5 equipos.	55

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento De La Realidad Problemática

1.1.1. Ámbito Del Desarrollo De La Investigación

El presente trabajo académico fue desarrollado en el contexto del Proyecto Obras Civiles y Eléctricos de Media Tensión Parque Eólico Punta Lomitas en el distrito de Ocucaje, provincia y región de Ica. Constituye uno de los proyectos más esperados de la organización ENGIE Energía Perú, porque será considerado como el parque eólico de mayor extensión en el territorio nacional al contar con una capacidad de 260 megavatios. El proyecto Punta Lomitas no solo se caracterizará por permitir la introducción de una mayor cantidad de energía renovable no convencional al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), sino también por ser un impulsor de la reactivación económica del país.

1.1.2. Descripción De La Realidad Problemática

Con la finalidad de identificar las principales causas que originan dificultades al interior de las empresas que cuentan con la operación de maquinaria pesada, se efectúa un análisis y se referencia a una serie de expertos para tener un conocimiento más profundo del tema.

Según Candama et al., (2020), las más grandes dificultades del sector maquinaria a nivel mundial se originan por los altos tiempos utilizados en los mantenimientos. Alvarado et al. (2018), por su parte, señala que numerosos proyectos de construcción no cuentan con una clara información sobre la productividad que genera cada equipo pesado, lo que conlleva a su posterior sobrestimación o subutilización en la obra, y al sobrecosto en el presupuesto final por no haber calculado la cantidad de máquinas a utilizar.

Por último, la problemática de estudio se define como la falta de conciencia por parte del gerente porque no considera que sea útil invertir en un sistema de mantenimiento preventivo, ya que poco sirve la documentación y planificación de las labores o de los requisitos de mantenimiento para los equipos o la maquinaria, si esta no es ejecutada correctamente.

En este marco, los autores citados hacen referencia a lo que se expone a continuación:

- Las más grandes dificultades del sector maquinaria a nivel mundial se originan por los altos tiempos utilizados en los mantenimientos.
- La ausencia de contar con un determinado índice de productividad de los equipos pesados ocasiona que se subutilicen o sobreestimen en una obra y provoquen sobrecostos en los presupuestos finales.
- No resulta útil tener un plan de mantenimiento preventivo con una adecuada documentación y una buena planificación de actividades y requerimientos, si estos no se llevan a cabo o se aplican deficientemente.

Los autores Martínez y Carbonell (2020) enrostran la razón de ser de una empresa, el cual es producir óptimamente y generar utilidades, por lo que afirman que, en los últimos años, las empresas procuran ser más productivas, competitivas y mostrar un mejor desempeño debido al contexto dinámico donde se desarrollan. Por este motivo, están en la obligación de gestionar sus recursos adecuadamente, disponer de trabajadores altamente capacitados y contar con normas organizacionales enfocadas en incrementar la productividad para disminuir el tiempo que requiere la realización de los procesos y lograr reducir los costos de operación y garantizar que los clientes siempre puedan encontrar los productos que desean.

Alvarado y Sabando (2021) aconsejan que, hoy en día, las directrices estratégicas confiables en materia de gestión de mantenimiento ayudan a que las estructuras de planta garanticen la accesibilidad de los activos fijos y mantengan sus indicadores de gestión en un nivel apropiado según los estándares y condiciones solicitados.

La maquinaria pesada utilizada para la construcción del Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica está a cargo de la empresa Cosapi S.A. no se encuentra exenta de ejecutar la mayor cantidad de inversión para realizar un proyecto de mantenimiento centrado en optimizar la producción de las actividades realizadas por los equipos. Para ello, se propone el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basándose en la criticidad de la maquinaria considerando los indicadores de desempeño, costos de mantenimiento y factores externos como condiciones climáticas y características del terreno, el cual asegure la rentabilidad del proyecto y evite la generación de gastos ostentosos en mantenimientos correctivos y sea reemplazado por pequeños costos efectuados en forma periódica.

Con base a la realidad problemática expuesta, se plantean los problemas, objetivos, hipótesis y la justificación de la investigación.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en base a la criticidad, aplicado a la maquinaria de la empresa Cosapi en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas permitirá optimizar su proceso productivo?

1.2.2. Problemas Secundarios

- ¿Cómo identificar los equipos críticos que mayor afectación presentan de la empresa Cosapi por la exigencia del trabajo que realizan?

- ¿Cómo plantear estrategias de diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa constructora, que les permita extender su vida útil y reducir las paralizaciones intempestivas?
- ¿Cómo incrementar la disponibilidad mecánica de la maquinaria de la empresa constructora y optimizar su proceso productivo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa Cosapi del Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica para optimizar su proceso productivo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estudiar y analizar el proceso productivo de la maquinaria de la empresa constructora Cosapi S.A, para identificar los puntos vulnerables que mayor afectación tienen en las máquinas, por la exigencia del trabajo que realizan.
- Establecer los parámetros de diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el estudio de la criticidad de la maquinaria, para plantear estrategias de diseño que les permita extender su vida útil y minimizar las paralizaciones intempestivas.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo constituido en el estudio de la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora Cosapi, para incrementar la disponibilidad mecánica y optimizar su proceso productivo.

1.4. Justificación E Importancia De La Investigación

Los beneficios más esenciales y fundamentales que brinda la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada del ente constructor Cosapi, se tipifican en los siguientes:

- Permite conseguir una mayor disponibilidad mecánica expresada en horas – máquina, de las diversas máquinas, equipos e instalaciones que constituyen el parque requerido en la obra.
- Posibilita un mejor nivel de operación y uso de la maquinaria en general, y motiva a los operadores en la responsabilidad de supervisar y mantener el correcto funcionamiento y conservación de los equipos.
- Reduce el nivel de desabastecimiento de materiales, repuestos, consumibles e insumos que retrasan el mantenimiento e inmovilizan los equipos.
- Se plantean nuevas técnicas que permitan detectar fallas a tiempo, corrigiéndolas en su etapa inicial, sin que estas lleguen a magnificarse y causen deterioros trascendentes.
- Se aplican técnicas de control para favorecer al desarrollo de programas planificados.
- Se disminuye el costo de mantenimiento y, como consecuencia, el costo total de la operación, lo cual propicia una mayor rentabilidad para las obras.
- Se propicia un ambiente de trabajo más ordenado, más equitativo y con mayor motivación.
- Se protege la vida media de los equipos, máquinas e instalaciones, y se asegura la conservación del patrimonio de la empresa.

1.5. Alcance De La Investigación

Para desarrollar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad para la maquinaria de la empresa Cosapi S.A del Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica, estudiaremos y analizaremos el proceso productivo de la maquinaria de la empresa constructora para identificar los puntos vulnerables que mayor afectación tienen en las máquinas, por la exigencia del trabajo que realizan. Seguidamente, estableceremos los parámetros de diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el estudio de la criticidad de la maquinaria para plantear estrategias de diseño. Por último, se desarrollará dicho diseño para la empresa constructora Cosapi, a fin de incrementar la disponibilidad mecánica y optimizar su proceso productivo.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Antecedentes De La Investigación

Para el estudio, se revisaron diversos documentos como publicaciones, artículos y tesis relacionados con el título de la investigación, en especial, los trabajos que se realizaron en el ámbito nacional y, posteriormente, los de origen internacional, debido a que brindan información teórica, metodológica y objetiva de las variables objeto de estudio, las cuales son necesarias para ejecutar el proceso de investigación correspondiente.

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Valverde (2021), en su tesis de maestría de la especialidad Gerencia de Mantenimiento titulada “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en minera Chinalco Perú S.A.”, tuvo como problema el tema del bajo uso efectivo y las constantes fallas del equipo utilizado para la producción, y la elevada regularidad de fallas que presenta la flota de equipos pesados pertenecientes a la Gerencia General de Operaciones (GGO) de la Unidad Minera Chinalco, Proyecto Toromocho (MCHPT). Por ello, estableció por propósito analizar el tiempo de operación de cada equipo de carguío, perforación y acarreo con el fin de mejorar los indicadores claves de desempeño (KPI) y lograr el aumento de la producción. De este modo, considerando la problemática del estudio, se aplicó una metodología descriptiva, pues sirvió para realizar una descripción y conocer de mejor forma cómo funcionan todos los equipos pesados que componen la flota de la GGO; así también, fue evaluativo porque uno de los objetivos establecidos en la investigación de Valverde se enfocó en analizar si tal plan sirve para optimar la funcionalidad de las máquinas pesadas o de equipos y para elevar su productividad. El procedimiento consistió en realizar un análisis en un estado inicial sobre los KPI de la maquinaria, en este caso, de los siguientes indicadores: uso

efectivo, disponibilidad mecánica, rendimiento efectivo y operativo para, posteriormente, compararlos con los KPI optimizados. Esta comparación fue ejecutada después de haber realizado una comparación y análisis con los instrumentos respectivos (diagrama de Pareto y de causa) en la Unidad Minera Chinalco, Proyecto Toromocho. Los resultados obtenidos permitieron proyectar que, si las intervenciones son realizadas con el tiempo suficiente, se evitará la generación de graves consecuencias y se dará paso al incremento de la disponibilidad operativa de las máquinas pesadas.

Hinostroza (2019), en su tesis de titulación sustentada en la Universidad César Vallejo titulada "Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de las perforadoras diamantinas en la empresa Geotecnia Peruana S.R.L.", estableció como problemática la manera en la cual la instauración de un SGMP es útil para optimizar la disponibilidad de las perforadoras de diamantina. Su objetivo fue establecer la forma en que la instauración de un SGMP sirve para optimizar la disponibilidad de las perforadoras diamantinas. La hipótesis planteada señaló que la instauración de un SGMP mejora la disponibilidad de las perforadoras diamantinas. El marco metodológico de la investigación fue explicativo porque tuvo como fin instituir una hipótesis, que sirvió para corroborar si la información difiere de los eventos empíricos y si es eficiente para, según el escenario, pueda ser detallado. El procedimiento fue, en primera instancia, analizar los indicadores de mantenibilidad y confiabilidad, los cuales pueden cuantificarse por medio del Tiempo Medio Para Reparación (MTTR) y el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF). Luego, se realizó la comparación estadística con una muestra de datos medidos después de implementar el nuevo SGMP. Luego de realizar el análisis, el resultado obtenido expuso que la disponibilidad inherente logró mejorar un 9.53 %, el MTBF un promedio de 2.13 % y

la reducción del MTTR un 0.4 %. A partir de esto se concluyó que la optimización de la disponibilidad de las perforadoras de diamantina en el ente empresarial objeto de estudio se observa en los resultados alcanzados. Por último, se recomendó que el SGMP sea revisado periódicamente para mantener la mejora continua.

Nayhua (2018) en su tesis de ingeniería de mantenimiento de maestría titulada "Diseño de un plan mantenimiento con la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad para perforadoras Atlas COPCO CT20 en la Empresa Explo Drilling" estableció a manera de problemática cómo realizar el diseño de un plan de mantenimiento utilizando el criterio de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), con el objeto de optimizar el MTBF que se usa en la flota de perforadores previamente manifestada. Para esto, se estableció como objetivo la propuesta de un proyecto de mantenimiento basándose en el RCM a fin de incrementar el MTBF de la flota objeto de estudio. De esta forma, la hipótesis sugirió que de existir dicho plan se aumentará el MTBF de la flota. La metodología de estudio fue no experimental transversal, ya que se registraron datos que ocurrieron tiempo atrás y se utilizó información de estudios pasados. El procedimiento consistió en inspeccionar registros, en el análisis documental y en las entrevistas grupales para recolectar datos y, finalmente, diseñar el proceso de gestión de mantenimiento. El autor obtuvo como resultado la mejora del MTBF en un 13% y concluyó que el uso del plan de RCM para perforadoras Atlas Copco CT20 representa un aumento en el tiempo medio que transcurre entre dos averías. Por ello, el investigador sugirió que se aplicase a otros equipos de la organización que se encuentran en un estado crítico.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Alvarado y Sabando (2021) tuvieron una publicación en la revista científica INGENAR titulada "Sistema de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad. Caso de

estudio: Planta de tratamiento de agua empresa DIALILIFE". La metodología de estudio usada fue RAM, ya que identificó y validó el nivel de severidad relacionado con dos aspectos en específico: las consecuencias y la probabilidad de ocurrencia relativo a un hecho no deseado, con la finalidad de instaurar medidas que tengan como meta la implementación de una gestión efectiva y sólida del riesgo. Todo esto fue efectuado utilizando un modelo de gestión por fases enfocado en la búsqueda de procesos más eficientes para una apropiada planificación, programación y ejecución del mantenimiento preventivo, lo cual permitirá conseguir un determinado procedimiento en materia de gestión de mantenimiento más confiable. En esa línea, se tuvo como propósito procesar los datos adquiridos a partir de los análisis sistematizados para generar un tipo de teoría enfocado en la evolución del mismo; asimismo, se planteó instituir los efectos que genera la aplicación de la gestión respecto a la mejora de los tiempos promedios para reparar "TPPR" y entre fallas "TPEF" y, por último, reducir la cantidad numérica de paradas sistematizadas o no de planta como contribución esencial al incremento confiable de las máquinas que se usan en la planta para tratar el agua.

Candama et al. (2020) afirma que uno de los problemas del sector de maquinaria pesada son los tiempos prolongados que se usan para el mantenimiento. Esta problemática fue el motivo por el que la investigación fue realizada en una empresa especializada en el sostenimiento de partes de maquinarias pesadas, la cual es reconocida por el buen servicio que brinda; sin embargo, esta calidad ha disminuido en el último periodo, específicamente, en el área de producción. Debido a esto, el estudio fue ejecutado usando diversas herramientas: diagrama de Ishikawa, gráfica de Pareto y diagrama sinóptico, a partir de las cuales se evidenciaron diferentes problemáticas asociadas con la ineficiente gestión del tiempo tomando como base las

máquinas en un estado deteriorado, la falta de secuenciación de tareas y la escasez de repuestos o suministros para realizar el mantenimiento. Como resultado de esto, el área de pedido fue el departamento que sufrió las consecuencias en mayor medida, lo que provocó la reducción de la eficiencia del servicio proporcionado por la organización y la elaboración de propuestas de mejora a fin de reducir el tiempo en el área de taller.

Rubio (2019), en su tesis para titulación denominada "Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de Motavita", estableció como problemática la ausencia de ciertos tipos de mantenimiento que pueden aplicarse en la flota de vehículos y maquinaria pesada que son actualmente administrados por el Municipio de Motavita. Por esto, planteó como objetivo desarrollar e instaurar un plan de mantenimiento destinado a equipamiento de línea amarilla y de transporte. Con el fin de cumplir dicho objetivo, el estudio se inclinó en diagnosticar las máquinas para saber su situación actual, para lo cual verificó el comportamiento que asimilaba durante su uso; posteriormente, se aplicó el análisis de criticidad, que sirvió para determinar el estado de las maquinarias. Por otro lado, se crearon herramientas con el fin de operacionalizar cada clase de equipo y un plan de mantenimiento provisorio sistematizado. Luego de realizar el análisis, se obtuvo como resultado la mejora del funcionamiento de las máquinas, la reducción de pérdidas de tiempo en producción y el número de veces de fallas. Por último, se concluyó que al implementar tal plan se garantiza que las máquinas puedan seguir brindando su servicio.

Calderón (2018), en su trabajo académico de pregrado "Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa METALPAR SAS", estableció como problemática la ausencia de control documentario necesaria para asociar dos

factores: la cantidad de trabajo disponible y realizado. Por ello, planteó por objetivo instaurar un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada. Para esto, comenzó con un diagnóstico presuntivo y prosiguió con la revisión respectiva de toda la maquinaria pesada disponible en la entidad, para establecer el estado y la necesidad de cada una. El tesista justificó su trabajo en prolongar la vida útil de cada equipo o máquina que estarían sujetas a las acciones efectuadas en el sistema de mantenimiento preventivo. Luego de una evaluación inicial, pudo constatarse que METALPAR efectuaba los mantenimientos de las maquinarias pesadas sin una programación previa, lo cual es considerado como un mantenimiento correctivo. Se concluyó que la implementación del plan de mantenimiento logró reducir los costos para reparar los equipos pesados, aumentar el tiempo de duración de las máquinas, y realizar pertinente y adecuadamente el mantenimiento de todas las maquinarias. Por último, se recomendó que, si se tiene como meta lograr que el plan de mantenimiento sea más efectivo, es necesario delegar a una persona para que monitoree el sistema de mantenimiento de la organización.

2.2 Marco Teórico General

2.2.1 Introducción

Al iniciar la elaboración de la tesis, se realizó una exhaustiva búsqueda de la bibliografía de origen nacional e internacional, para seleccionar los conceptos más apropiados que sustenten la viabilidad del proyecto, desde las variables a estudiar hasta los términos básicos a emplearse en cada capítulo.

Es muy importante dejar establecido las teorías modernas que son empleadas en el análisis, diagnóstico e implementación de los planes de mantenimiento preventivo.

2.2.2 Proceso De Mantenimiento

Está constituido por la medición, seguimiento y optimización de las actividades de mantenimiento. Para realizar estos procesos, es preciso identificar los rasgos distintivos y establecer un vínculo con las actividades que son internas y externas al proceso entre las que se encuentran las salidas, entradas, clientes y controles (Majin et al., 2019).

2.2.3 Proceso Productivo

Es una secuencia de etapas establecidas en un diagrama de flujo, las cuales son fundamentales para instituir una guía secuencial de subproductos, productos y equipos principales, a los que se les otorga un nombre descriptivo (Majin et al, 2019).

2.2.4. Plan De Mantenimiento

El plan de mantenimiento es el acervo de labores de mantenimiento sistematizadas que debe ejecutarse en una planta con el fin de garantizar las fases de accesibilidad establecidos. Es un documento vivo, ya que sufre de modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta y el análisis de los diversos indicadores de gestión (Garrido, 2004).

2.2.5 Programación De Mantenimiento

Una vez que las tareas de mantenimiento han sido determinadas, se procede a establecer el orden a seguir para realizar los trabajos planificados considerando los siguientes factores: urgencia, disponibilidad de personal y materiales, los cuales, a su vez, siguen tres programas: maestros de mantenimiento, que comprende un lapso de 30 a 365 días; semanal, que comprende el trabajo de una semana; diario, que comprende el trabajo a realizarse a diario (Majin et al, 2019).

2.2.6. Mantenimiento Correctivo

Conocido también como mantenimiento reactivo. A nivel industrial, en el territorio peruano, latinoamericano y en otros países que se encuentran en desarrollo, este tipo de mantenimiento es empleado en gran medida. Su uso depende del estado de la máquina, ya que solo se aplica cuando ha dejado de funcionar por averías o fallas a fin de asegurar su funcionamiento para evitar que la productividad disminuya. Usualmente, la maquinaria vuelve a estar activa luego de pasar por el proceso de reparación o cuando el componente afectado del equipo es reemplazado en el menor tiempo posible (Pérez, 2021).

2.2.7. Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se fundamenta en actividades planificadas o en una serie de labores, las cuales son realizadas en un tiempo establecido. El mantenimiento preventivo es diseñado con el objeto de asegurar que el personal de la entidad cumpla con las labores que se les asigne dentro de su área a fin de mejorar la eficiencia de cada proceso y prevenir el fallo de los equipos. Este término también se refiere a las diversas acciones que se realizan, tales como los reemplazos, inspecciones, restauraciones, evaluaciones y demás, efectuadas en un tiempo establecido (Pérez, 2021).

2.2.8. Mantenimiento Proactivo

En este punto, se efectúa el mantenimiento, siempre y cuando sea menester, centralizando y reuniendo la información de mantenimiento. Así, cuando las organizaciones implementan el mantenimiento proactivo no abordan las máquinas en sí, sino los factores más sistemáticos de un programa de mantenimiento (Gonzales, 2020).

2.2.9. Mantenimiento Predictivo

Puede ser interpretado como un tipo de mantenimiento en el cual se vincula los parámetros físicos con el estado o el desgaste de un equipo. En este mantenimiento se considera el cálculo y monitoreo de intervalos, la instalación y las contingencias operacionales con respecto a las maquinarias. Al producto, se le gestiona y precisa los valores de actuación y pre alarma de las variables más importantes para gestionar y medir (Pérez, 2021).

2.2.10 Vida Útil De Maquinaria

La existencia útil de un activo se relaciona con el tiempo, cuya empresa supone adquirir los beneficios y ventajas financieras como consecuencia de las unidades que se pretenden fabricar gracias a dicho activo. La vida útil no puede establecerse como una política contable, pues es muy poco probable que todos los activos lleguen a depreciarse en los mismos años de vida útil (Hernández, 2019, pp4).

2.2.11 Mantenibilidad

La mantenibilidad de un sistema es la probabilidad de que un componente o sistema en fallo sea restaurado completamente a su nivel operacional dentro de periodo de tiempo dado, cuando la acción de reparación se efectúa de acuerdo con procedimientos preestablecidos (Creus Sole, 1991).

2.2.12 Confiabilidad

Es la probabilidad de un sistema o equipo opere sin fallar durante un periodo de tiempo determinado bajo condiciones operacionales definidas y constantes tales como: presión, temperatura, caudal, pH. (Fuenmayor, 2018)

La confiabilidad se expresa:

$$R(t) = e^{-\lambda*t}$$

Donde:

$R(t)$: Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado

e : Constante Neperiana ($e=2.71828\dots$)

λ : Tasa de fallas (número total de fallas por periodo)

t : tiempo

2.2.13. Número de fallas (#fallas)

Es la cantidad de veces que un equipo genera paradas no programadas en un determinado periodo. Las intervenciones se consideran como mantenimientos correctivos.

2.2.14. Horas taller (H. taller)

Es la cantidad de tiempo cronológico empleados en trabajos de mantenimientos debido a alguna falla, por ende, la paralización perjudica en el uso programado del equipo.

2.2.15. Indicadores De Mantenimiento (KPI)

El Key Performance Indicators (KPI), traducido al español como indicadores clave de desempeño, se refiere a las métricas usadas para efectuar la cuantificación respectiva de los resultados conseguidos de una estrategia o acción con relación a los objetos preestablecidos, dicho de otro modo, son los indicadores que ayudan a medir el éxito de las acciones ejecutadas (Parmenter, 2012).

2.2.15.1 Tiempo Medio Entre Paradas (MTBS). Son las siglas de Mean Time Between Shutdowns o en español TMEP (Tiempo Medio Entre Paradas). Es un indicador cuya finalidad es dar a conocer el tiempo promedio que el equipo ha trabajado hasta su detención por motivos mecánicos. Proporciona información sobre cómo debe ser una gestión del mantenimiento apropiada, pues, de este modo, se brindará un óptimo MTBS (Zegarra, 2016).

$$MTBS = \frac{H_{prog} - H_{taller}}{\#paradas}$$

Donde:

H_{prog} : Tiempo cronológico esperado para hacer uso del equipo en un día de trabajo.

2.2.15.2 Tiempo Medio Para Reparar (MTTR). Son las siglas de Mean Time To Repair o en español TMPR (Tiempo Medio Para Reparar). Es un indicador que manifiesta el tiempo promedio que una intervención o reparación maquinaria demora al ser tratada por un mecánico. También se refiere al periodo al cual un equipo se encuentra en reparación; es decir, el tiempo de inoperatividad de la máquina. Brinda información sobre cómo debe ser una gestión del taller y del planeamiento apropiada, tomando en cuenta el área logística y a aquellas que guardan relación con la atención de los recursos ineludibles para realizar los servicios (Zegarra, 2016).

$$MTTR = \frac{H_{taller}}{\#Fallas}$$

2.2.15.3 Disponibilidad Mecánica (DM). La disponibilidad mecánica de una máquina se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$DM = \frac{H_u}{H_u + H_{taller}} * 100\%$$

Donde:

H_u : Horas de uso reales.

2.2.15.4 Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF). Son las siglas de Mean Time Between Failures (Tiempo Medio Entre Fallas). Se refiere al tiempo promedio o medio que el equipo o la máquina ha trabajado sin tener falla alguna (Zegarra, 2016).

$$MTBF = \frac{H_u}{\#fallas}$$

H_u : Hora de uso reales.

2.2.15.5 Tiempo Promedio De Servicio (MTTS). Índice de mantenimiento que mide el tiempo de inactividad de un dispositivo o flota con relación a las horas programadas, y es idéntico a la sumatoria de horas de taller fraccionado por el número de veces de paradas.

$$MTTS = \frac{H_{taller}}{\#Paradas}$$

2.2.15.6 Utilización (U). El uso de los equipos se efectúa en función de la relación entre las horas reales invertidas y las horas programadas, exceptuando las horas de taller.

$$U = \frac{H_u}{H_{prog} - H_{taller}}$$

2.2.16 Método De Jack Knife

Se trata de un enfoque de priorización en función de la metodología de dispersión logarítmica, que emplea como base el tiempo implícito de restauración (MTTR) y la gama de desastres relacionados con el equipo. Esta técnica se aplica especialmente para jerarquizar los problemas que provocan el tiempo de inactividad de los equipos y también sirve para categorizar los equipos en función de sus fallas.

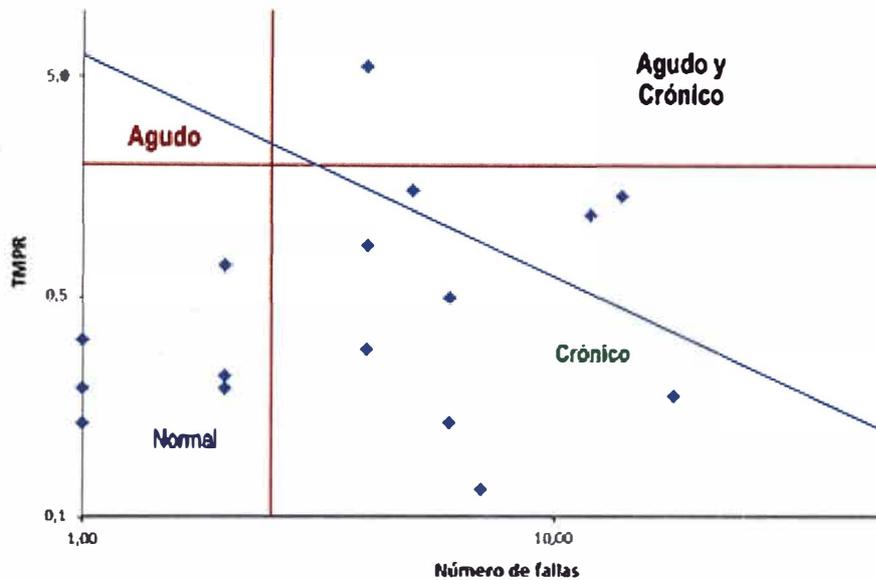
El grafico de Jack Knife consta de cuatro cuadrantes:

- El cuadrante superior izquierdo o segundo cuadrante: este cuadrante corresponde a los errores consistentes (fallos controlados, pero el equipo permanece buen tiempo inhabilitado).
- El cuadrante inferior derecho o cuarto cuadrante: responde a los fallos más gravitantes (errores con inferior tiempo de restauración, pero de elevada frecuencia).
- El cuadrante superior derecho o primer cuadrante: implica un fallo considerable (fallo con durabilidad de restauración y de frecuencia elevada).
- El cuadrante inferior izquierdo o tercer cuadrante: conlleva un fallo menor (es decir, con menor duración de restauración y menor frecuencia).

Estos cuadrantes se forman a partir de dos valores promedio del MTTR, tasa de fallas e indisponibilidades.

Figura 1

Zonas del gráfico de Jack Knife



Nota. Adaptado de "Jackknife vs Pareto, ¿cuál es mejor y por qué?" recuperado de AUNSECO RYLSON: <https://ausencorylsones.wordpress.com/2016/11/16/jackknife-vs-pareto-cual-es-mejor-y-por-que/>

Para la elaboración de gráfico, se necesita contar con los tres indicadores, uno es el MTTR (tiempo promedio en reparar una falla). El segundo es el de MTBF (tiempo promedio para que ocurra una falla) y finalmente la tasa de fallas que viene a ser la inversa del tiempo medio entre fallas.

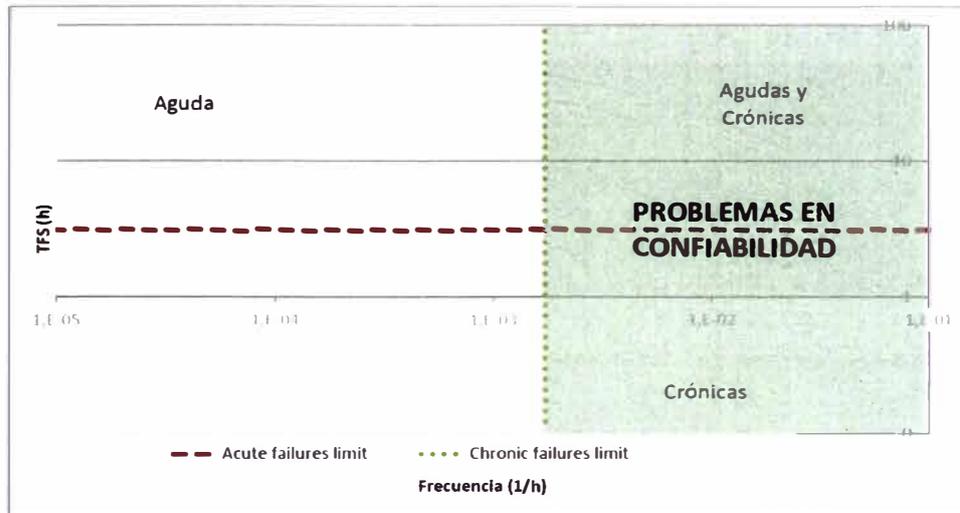
$$\text{Tasa de fallas} = 1/\text{MTBF}$$

La indisponibilidad es el producto de la tasa de errores y el tiempo medio para restaurar.

$$\text{Indisponibilidad} = \text{Tasa de fallas} \times \text{MTTR}$$

Figura 2

Gráfico de Jack Knife. Problema en confiabilidad.

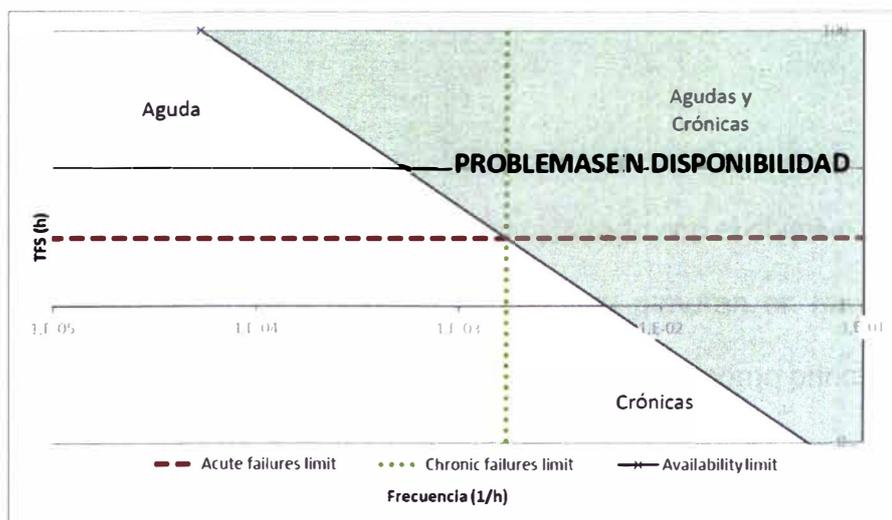


Nota. Adaptado de "Downtime priorities, jack-knife diagrams, and the business cycle. Maintenance Journal" (p. 21), por P. Knights, 2004, *Maintenance journal MJ*.

Los puntos que recaen en la zona gris de la imagen 2, son aquellos equipos que presentan bajo MTBF y, por ende, elevada tasa de fallas.

Figura 3

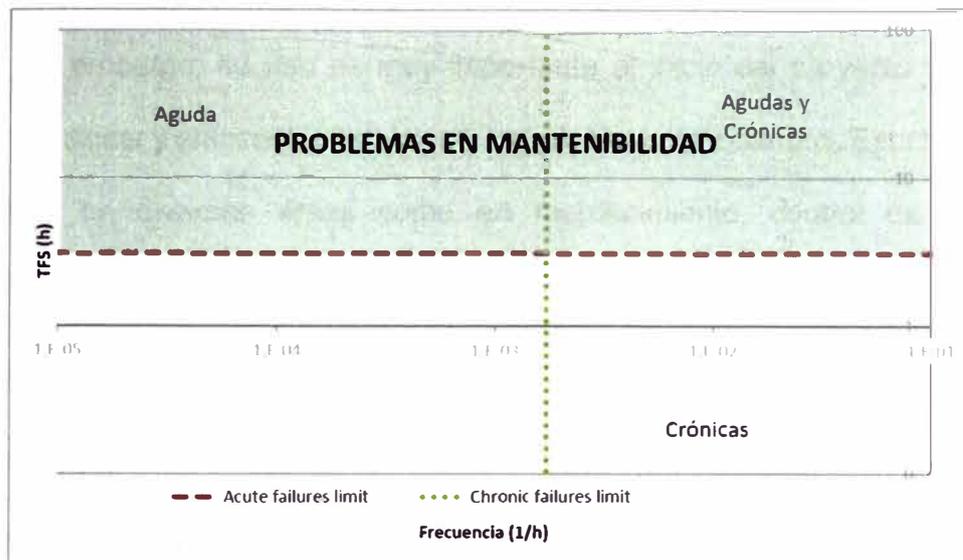
Gráfico de Jack Knife. Problema en disponibilidad.



Nota. Adaptado de "Downtime priorities, jack-knife diagrams, and the business cycle. Maintenance Journal" (p. 21), por P. Knights, 2004, *Maintenance journal MJ*.

Figura 4

Gráfico de Jack Knife. Problema en mantenibilidad.



Nota. Adaptado de "Downtime priorities, jack-knife diagrams, and the business cycle. Maintenance Journal" (p. 21), por P. Knights, 2004, *Maintenance journal MJ*.

En la Figura 3, la zona gris representa aquellos equipos que poseen elevada indisponibilidad y en la Figura 4, representa aquellos con elevado tiempo de reparación (MTTR).

2.2.17. Diagrama De Pareto

El diagrama de Pareto es un instrumento gráfico utilizado con el objetivo de determinar y priorizar los principales problemas y/o causas que generan en mayor medida al desarrollo inadecuado de lo esperado. Este diagrama toma como principio la famosa regla 80/20, el cual establece que aproximadamente el 80% de los problemas que surgen en una empresa, proyectos o procesos tienen origen en el 20% de las causas.

El empleo del diagrama de Pareto nos facilita realizar la visualización de forma clara y rápida los principales problemas, lo que nos permite realizar acciones de manera

informada y de este modo priorizar los esfuerzos de mejora. Al identificar y abordar las causas más significativas, se puede lograr una mejora sustancial en la situación general. Se debe destacar que esta herramienta, no nos da una solución de manera directa; sin embargo, su uso es muy importante al inicio del proyecto ya que nos permite identificar y enfocar los recursos a los principales problemas. Esta herramienta se emplea en diversas áreas como en mantenimiento, control de proyectos, producción, etc.

Para la elaboración del diagrama de Pareto, se debe seguir el siguiente procedimiento:

➤ Paso 1

Identificación del problema o causas: Consiste en la recopilación de datos para la identificación de los problemas o las causas que guardan relación con la obtención de resultados no esperados.

➤ Paso 2

Clasificación de los problemas o causas: En este proceso, nos encargamos de ordenar los problemas previamente identificados de manera descendente, con respecto a las frecuencias y/o influencia en el resultado.

➤ Paso 3

Calcular el porcentaje acumulado: Se procede a realizar el cálculo de los porcentajes acumulados de cada problemática identificada en función al total. Dicha operación consiste en realizar la suma de porcentajes de cada problema y realizar una representación de manera gráfica con el empleo de barras de porcentajes

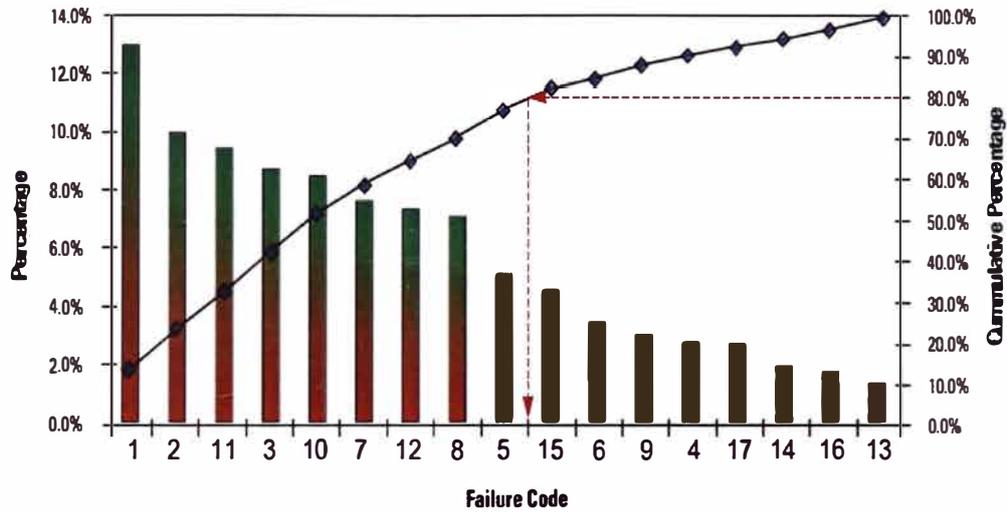
➤ Paso 4

Gráfico de barras y línea acumulativa: Consiste en la elaboración de un gráfico de barras para representar las frecuencias o los impactos de los problemas identificados,

este proceso se debe realizar de manera descendente. Adicionalmente, se realiza en trazo de una línea acumulativa para representar los porcentajes.

Figura 5

Histograma Pareto del tiempo de inactividad eléctrica de pala no planificada.



Nota. Adaptado de "Downtime priorities, jack-knife diagrams, and the business cycle. Maintenance Journal" (p. 18), por P. Knights, 2004, *Maintenance journal MJ*.

2.3. Marco teórico conceptual

- **Mantenimiento:** Tratamiento a un equipo determinado de acuerdo con las necesidades que disponga debido al tiempo de uso.
- **Plan:** Es un proceso de actividades descritas detalladamente que son ejecutados durante el tiempo.
- **Análisis de criticidad:** Proceso de jerarquización de activos de acuerdo con el impacto global y que permite asignar los recursos correctamente.
- **Recopilar:** Actividad de reunir datos.
- **Disponibilidad:** Persona u objeto disponible para su utilización cuando se requiere.
- **Fallas:** Motivo de deficiencia de un equipo
- **Técnicas:** Es el procedimiento con habilidad de acuerdo con una inspección de equipos.
- **Optimización:** Es una ayuda para capacitar y resolver un acto de manera eficiente generando una mejora.
- **Análisis:** Detalla de manera práctica y eficaz un objeto o equipo.
- **CAF:** Código de activo fijo empleado en el sistema de gestión de activos de Cosapi.
- **Oracle PeopleSoft:** Software utilizado para gestionar, procesar y ejecutar operaciones diarias de la empresa.
- **Modo de falla:** Es un evento que pueda causar una falla funcional de un activo físico, sistema o proceso (Moubray, 1997).

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa constructora Cosapi S.A en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas permitirá optimizar su proceso productivo.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- El estudio y análisis del proceso productivo de la maquinaria de la empresa constructora Cosapi S.A facilitará la identificación de los puntos vulnerables que mayor afectación tienen en las máquinas, por la exigencia del trabajo que realizan.
- El establecimiento de los parámetros de diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el estudio de la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora contribuirá a extender su vida útil y minimizar las paralizaciones intempestivas.
- El diseño de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en el estudio de la criticidad de la maquinaria de la empresa Cosapi permitirá incrementar la disponibilidad mecánica y optimizará su proceso productivo.

3.2 Operacionalización De Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables.

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización		Dimensiones	Indicador	Nivel de Medición
	Según su naturaleza	Definición Conceptual	Definición Operacional	Horas de mantenimiento	Tiempo de demoras por mantenimiento	
Variable Dependiente: Optimizar el proceso productivo	Cuantitativas Discretas	La función de la optimización en el proceso productivo es aumentar el rendimiento de maquinaria de acuerdo a la utilización o vida útil que se le quiere dar, por lo que satisface en el mejoramiento de condiciones tanto en la seguridad y utilización (Egas y Minango, 2018).	Adaptación de un proceso que hace que las maquinarias tengan un funcionamiento eficiente mejorando durante el proceso la vida útil.	Horas de reserva Horas de perdida	Tiempo de demoras por paradas Tiempo de demoras por fallas	De Razón
Variable Independiente: Plan de mantenimiento preventivo	Cuantitativas Discretas	El plan de mantenimiento trata de prevenir posibles averías dentro de las maquinarias por una sobrecarga de utilización en su vida útil, por lo que, las empresas tratan de tener una probabilidad para diversos fallos logrando a llegar a disminuir mediante el plan (EAEBusinessSchool, 2018)	Actividades necesarias para aumentar la productividad y bajar las fallas de las maquinarias dentro de una empresa.	Índice operacional Análisis de fallas	KPI Confiabilidad	De Razón

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio aplicó los siguientes métodos: análisis, deducción, síntesis, observación, estudio documental, encuestas, entrevistas y sistemas informáticos.

4.1. Tipo De Investigación

El trabajo académico es de carácter aplicado (tecnológico) porque su objetivo se enfocó en la resolución de problemas prácticos y concretos que afectan a la comunidad. Entonces, es aplicada, debido a que ayuda a solucionar problemas de la realidad; asimismo, para lograr este fin se basa en la investigación básica, pues brinda la información teórica necesaria para resolver la problemática y/o mejorar la calidad de vida.

4.2. Nivel De Investigación

El nivel adoptado en el presente estudio es descriptivo-correlacional, incluye los métodos de análisis, deducción, síntesis, observación, estudio documental, encuestas, entrevistas y sistemas informáticos.

También es descriptivo porque describe el proceso productivo de la maquinaria de la organización y el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basándose en la criticidad de la maquinaria del ente empresarial constructora Cosapi S.A.

Por último, es correlacional porque establece la relación que existe entre el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria del ente empresarial Cosapi S.A y su implementación, y la posibilidad de optimizar el proceso productivo.

4.3. Enfoque De La Investigación

La investigación tiene un enfoque de carácter cuantitativo.

- El problema planteado demanda un estudio concreto y delimitado.

- Para que se adquieran los resultados, es preciso que el investigador recolecte datos numéricos del fenómeno, de los participantes y de los objetos, los cuales serán estudiados y analizados mediante métodos estadísticos.
- La recolección de los datos está fundamentada en la medición, pues la se miden dos aspectos principales: las variables y los conceptos que contienen las hipótesis. La recolección es efectuada empleando los métodos aceptados y estandarizados por la comunidad académica.

4.4. Variables De La Investigación

4.4.1. Variable Independiente

V(x): Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora Cosapi en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas.

4.4.2. Variable Dependiente

V(y): Optimizar el proceso productivo.

4.5. Unidades De Análisis

4.5.1. Universo

Lo constituye la maquinaria pesada usada para los trabajos de construcción en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica, que está a cargo de la empresa Cosapi S.A.

4.5.2. Población

La población es la maquinaria pesada que es de propiedad de la empresa Cosapi, es decir, aquellos que se categorizan como equipos propios.

4.5.3. Muestra

Para efectos de la investigación, se consideraron criterios de inclusión y de exclusión, los cuales se basan en el análisis de criticidad y se asocian con los siguientes factores: seguridad, producción, ambiente, costos de mantenimiento y operación, frecuencia de fallas y el tiempo destinado para la reparación (Padura et.al., 2017).

Tabla 2

Criterios de inclusión y de exclusión.

FACTORES	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
-Seguridad -Producción -Ambiente	Equipos de propiedad de la empresa Cosapi S.A.	Equipos alquilados por la empresa Cosapi, empleados en el proyecto.
-Costos de mantenimiento -Costos de operación	Equipos cuyas horas acumuladas de trabajo sea mayor a las 12,000 horas.	Equipos cuyas horas acumuladas de trabajo sea menor a las 12,000 horas.
-Frecuencia de fallas -Tiempo destinado para la reparación	Posea participación en los meses de noviembre 2021 a julio 2022.	

Nota. Elaboración propia.

Tras aplicar los criterios mencionados se procedió a analizar los siguientes equipos:

Tabla 3

Equipos seleccionados según criterios de inclusión.

Ítem	Características	Imagen referencial
1	<ul style="list-style-type: none"> - CAF: 43018008 y 43018009R - Horómetro: 20,197 h y 16,976 h - Marca: Caterpillar - Modelo: D8T - Potencia neta: 325 HP - Capacidad de hoja: 10.3 m³ 	

- 2
- CAF: 43026016
 - Horómetro: 15,315 h
 - Marca: Caterpillar 140K
 - Modelo: 140K
 - Potencia neta: 171 HP
 - Ancho de hoja: 4.3 m



- 3
- CAF: 43016010R
 - Horómetro: 14,576 h
 - Marca: Caterpillar
 - Modelo: D7R
 - Potencia neta: 265 HP
 - Capacidad de hoja: 7.42 m3



- 4
- CAF: 43005009L1
 - Horómetro: 13,982 h
 - Marca: Caterpillar
 - Modelo: 324DL
 - Potencia neta: 188HP
 - Capacidad de cucharón: 1.1 m3



Nota. Las imágenes son referenciales. Adaptado de *Ferreyros Perú.* (s. f.). Maquinaria pesada en venta para minería y construcción | Ferreyros. <https://www.ferreyros.com.pe/maquinaria-pesada/>

4.6. Técnicas De Recolección Y Procesamiento De Datos

El estudio aplicó los siguientes métodos: análisis, deducción, síntesis, observación, estudio documental, encuestas, entrevistas y sistemas informáticos.

a. Análisis

El análisis es un método enfocado en la descomposición de un todo en elementos constitutivos o en sus partes, con el fin de visualizar la esencia del objeto, las causas y los efectos (si se trata de un fenómeno), para comprender su naturaleza. Por otro lado, el uso de este método se debe a que permite que el investigador tenga más información sobre la naturaleza del objeto estudiado, pueda explicar y comprender de mejor manera su comportamiento, hacer analogías e instituir nuevas teorías.

b. Deducción

Según estudios lingüísticos, es un término que proviene de la palabra deductiva que se traduce como descender. Es el método que parte de afirmaciones generales para pasar a hechos particulares. Fue usado por el filósofo Aristóteles, específicamente, en la silogística, que se basaba en partir de una serie de premisas, las cuales derivaban en conclusiones.

c. Síntesis

Es el método de investigación que constituye un tipo de razonamiento centrado en la reconstrucción de un todo, partiendo de componentes desintegrados por el proceso de análisis con el objeto de comprender apropiadamente la naturaleza de lo que se conoce de cada parte.

La síntesis como proceso de reconstrucción trae consigo una superación en cuanto a la operación analítica de descomposición porque esta reconstrucción lleva consigo la

comprensión de la esencia de cada una de las partes del todo, estudiadas por el análisis.

d. Observación

Es una técnica que permite brindar la información necesaria para elaborar fichas de inspección de la maquinaria o los equipos. El instrumento a usar es la ficha de datos que sirve para registrar el estado de la maquinaria y las fallas mecánicas.

e. Estudio documental

También denominado bibliográfico. Es un tipo de estudio que se enfoca en adquirir, escoger, agrupar, organizar, analizar e interpretar la información obtenida de fuentes documentales de un objeto de estudio. Estas fuentes son los registros audiovisuales, libros, hemerografía, documentos de archivo, entre otros.

f. Encuestas

Es una técnica que ayuda a observar los puntos más relevantes que no lograron ser obtenidos en la entrevista. El instrumento que se emplea es el cuestionario de encuesta.

g. Entrevistas

Es una técnica que ayuda a que la información pueda ser recolectada, lo cual se debe a que el cuestionario, que es el instrumento por emplear, en este caso, comprende diversas preguntas estructuradas asociadas con el tema de investigación.

Además de ello, se emplea entrevistas semiestructuradas, ya que presentan mayor grado de flexibilidad y se ajustan a los entrevistados a fin de obtener información del personal técnico involucrado en las labores de mantenimiento de la empresa.

CAPÍTULO V. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

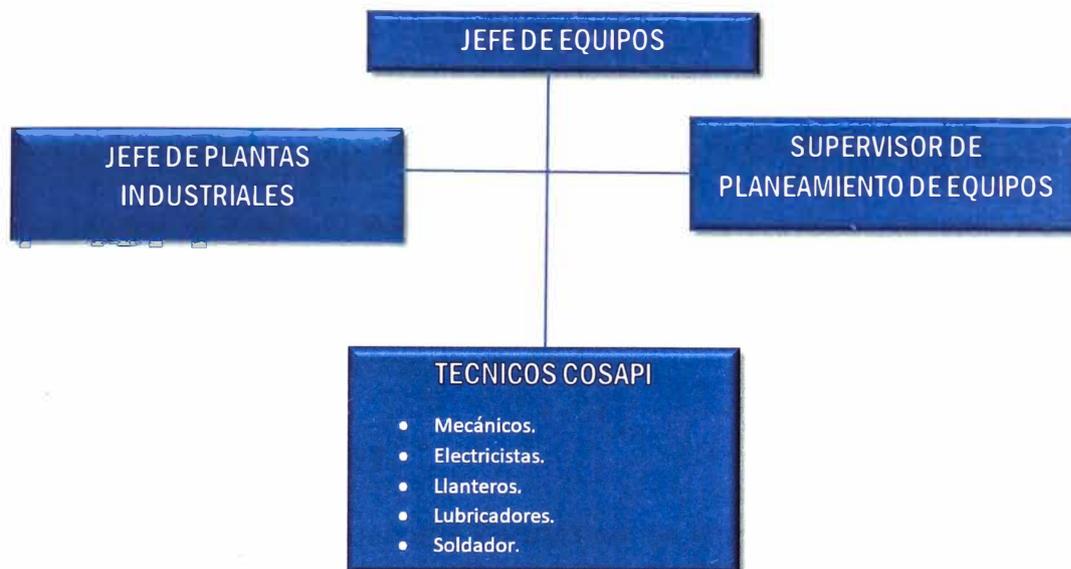
5.1. Diagnóstico Del mantenimiento Aplicado A La Maquinaria

La maquinaria pesada de la empresa Cosapi que trabaja en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas presenta frecuentes y extensos tiempos en mantenimientos, generalmente del tipo correctivo. En muchas ocasiones, las causantes suelen ser las elevadas horas acumuladas de trabajo de los equipos, sumado por los factores externos como el clima (humedad y vientos) y características del terreno (roca). Por otro lado, usualmente los repuestos para los trabajos correctivos no programados no se cuentan en stock dentro del almacén de proyecto, por ende, para adquirir debe realizarse, según los procedimientos de la empresa, mediante el área de procura, quienes tienen tiempos establecidos del proceso.

En el arranque del proyecto se careció de un adecuado cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo rutinario, semanal y mensual, así como de una adecuada planificación, control, registro y documentación al respecto, y si es que se llevaron a cabo, éstos se aplicaron deficientemente. El mantenimiento rutinario aplicado, generalmente se limitó al engrase de la maquinaria, únicamente basándose en los conocimientos del técnico lubricador y del operador. Además, no se contó con un programa de inspección diaria ni semanal de los equipos. Las inspecciones mensuales generalmente no se cumplían por ser un formato de Check List engorroso que normalmente se aplica en ingresos y desmovilizaciones de equipos del proyecto, además que no se ajustaban a las condiciones ambientales y geográficas de la zona. Por último, se limitó al cumplimiento de los mantenimientos preventivos sistemáticos de acuerdo con los periodos establecidos en las plantillas de mantenimiento del Oracle PeopleSoft.

Figura 6

Organigrama del área de mantenimiento del proyecto Punta Lomitas, Cosapi S.A.



Nota. Elaboración propia.

5.2. Análisis De Indicadores De Mantenimiento (noviembre 2021 - julio 2022).

Para efectuar el análisis del histórico de fallas y paradas que ha tenido la maquinaria previamente seleccionada en el presente estudio, entre los meses de noviembre del 2021 a julio del siguiente año, procedimos a aplicar los siguientes indicadores de mantenimiento (KPI): tiempo medio para reparar (MTTR), tiempo medio entre fallas (MTBF) y disponibilidad mecánica (DM).

5.2.1. KPI De Noviembre 2021

La flota de maquinarias pesadas que iniciaron las operaciones en noviembre del año 2021 fueron las excavadoras sobre orugas, las cisternas de agua, cargador frontal, motoniveladoras, tractores sobre oruga, volquetes y rodillos. Sin embargo, para la investigación, solo se seleccionaron aquellos que pertenecen a la empresa Cosapi y cumplan con los criterios de inclusión.

El proyecto inició con trabajos de movimiento de tierras, preparación de plataformas de campamento, subestación, oficinas auxiliares y planta de concreto. Para las tareas de corte se usó las excavadoras y tractores sobre orugas; para nivelación y compactación con la motoniveladora y rodillo vibratorio, respectivamente. En este caso, la motoniveladora con código 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 185 h y un tiempo medio en reparaciones de 4 h. El tractor de orugas tuvo un MTBF y MTTR de 26 h y 4.5 h, respectivamente. Cabe precisar ambos equipos ingresaron con elevado horómetro de trabajo (>12,000 horas).

5.2.2. KPI De Diciembre 2021

La maquinaria pesada continuó con los trabajos en el mes de diciembre. Ingresaron mayor número de equipos como tractores y excavadoras sobre orugas, volquetes, motoniveladoras, cisternas de agua, cargador frontal y rodillos vibratorios.

En el presente periodo, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 150 h y un tiempo medio de reparaciones de 4 h. El tractor sobre orugas con código 43018008, por su parte, presentó un tiempo medio entre fallas de 59 h y un tiempo medio en reparaciones de 2 h.

5.2.3. KPI De Enero 2022

Los equipos que se sumaron a las operaciones en el mes de enero fueron motoniveladoras, tractores sobre orugas, excavadoras sobre orugas, cargadores frontales y rodillos de 12 toneladas. Además, se inició la instalación de las plantas de chancado y zarandeo.

Respecto a los equipos a analizar, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 161 h y un tiempo medio de reparaciones de 1 h. El tractor sobre oruga 43018008 presentó un tiempo medio entre fallas de 150 h y un tiempo medio en

reparaciones de 2 h. Por último, la excavadora de oruga 43005009L1 no presentó fallas en este mes.

5.2.4. KPI De Febrero 2022

La maquinaria pesada que continuaron dentro de operaciones en el mes de febrero fueron las motoniveladoras, tractores sobre orugas, excavadoras sobre orugas, retroexcavadoras, cargadores frontales, rodillos vibratorios de 12 toneladas, grúa hidráulica, set de chancadoras, grupos electrógenos, volquetes y cisternas de agua.

En este periodo, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 213 h y un tiempo medio de reparaciones de 7 h. El tractor sobre oruga 43018008 y 43018009R, por su parte, presentaron un tiempo medio entre fallas de 21 h y 29 h, y un tiempo medio en reparaciones de 1 h para ambos. La excavadora sobre oruga 43005009L1 tuvo los siguientes valores: 90 h MTBF y 10 h MTTR. Por último, el tractor de cadenas 43016010R no presento ninguna falla en este mes.

5.2.5. KPI De Marzo 2022

Los equipos presentes en el mes de marzo fueron las motoniveladoras, tractores y excavadoras sobre orugas, retroexcavadoras, rodillos vibratorios de 12 toneladas, cargadores frontales, volquetes, cisternas de agua, grúa hidráulica, grupos electrógenos y set de chancado. Tener en cuenta que, para la investigación se seleccionaron aquellos equipos que pertenecen a la empresa Cosapi y superen las 12,000 horas de trabajo acumulado, según los criterios de inclusión.

En este caso, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 189.4 h y un tiempo medio de reparaciones de 1.5 h. Los tractores sobre orugas 43018008 y 43016010R, por su parte, presentaron un tiempo medio entre fallas de 1 h y 61.96 h, y un tiempo medio en reparaciones de 270 h y 9 h, respectivamente; en cambio, el

tractor sobre oruga 43018009R, tuvo un tiempo medio entre fallas de 45.42 h y un tiempo medio en reparaciones de 0.9 h. Por último, la excavadora sobre oruga 43005009L1 no presentó ninguna avería en este mes.

5.2.6. KPI De Abril 2022

La maquinaria pesada que continuaron sus operaciones en abril fueron las motoniveladoras, tractores sobre orugas, excavadoras de orugas, retroexcavadoras, cargadores frontales, rodillos vibratorios de 12 toneladas, set de chancado, grúa hidráulica, grupos electrógenos, volquetes y cisternas de agua.

En este mes, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 74.53 h y un tiempo medio de reparaciones de 2.67 h. Los tractores sobre orugas 43018008 y 43016010R, por su parte, presentaron un tiempo medio entre fallas de 21.07 h y 56.73, y un tiempo medio en reparaciones de 2.67 h y 3.17 h, respectivamente; en cambio, el tractor sobre oruga 43018009R tuvo un tiempo medio entre fallas de 20.67 h y un tiempo medio en reparaciones de 0.53. Por último, la excavadora oruga 43005009L1 presentó los siguientes valores: 347 h MTBF y 1 h MTTR (ver anexo).

5.2.7. KPI De Mayo 2022

La maquinaria pesada en el mes de mayo que continuaron fueron motoniveladoras, tractores sobre orugas, excavadoras sobre orugas, retroexcavadoras, rodillos vibratorios de 12 toneladas, camiones con grúa, grúa hidráulica, cargadores frontales, cisternas de agua, volquetes y set de chancado.

En este periodo, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 105.45 h y un tiempo medio de reparaciones de 5 h. Los tractores sobre orugas 43018008, 43018009R y 43016010R, por su parte, presentaron un tiempo medio entre fallas de 24.78 h, 12.5 h y 108.25 h, y un tiempo medio en reparaciones de 0.78 h,

0.82 h y 2.5 h, respectivamente. Por último, la excavadora de orugas 43005009L1 presentó los siguientes valores: 56.25 h de MTBF y 2.5 h de MTTR (ver Anexo).

5.2.8. KPI De Junio 2022

En el mes de junio, continuaron los trabajos con la misma maquinaria pesada del mes anterior, a diferencia de minicargadores.

En este caso, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 21.51 h y un tiempo medio de reparaciones de 3.09 h. Los tractores sobres orugas de 43018008 y 43008009R, por su parte, presentaron un tiempo medio entre fallas de 40 h y 22.43 h, y un tiempo medio en reparaciones de 1.1 h y 1.45 h respectivamente. Por último, la excavadora de orugas 43005009L1 presentó los siguientes valores: 71.4 h de MTBF y 2 h de MTTR (ver Anexo).

5.2.9. KPI De Julio 2022

En esta etapa, se culminaron trabajos de obras civiles y movimiento de tierras. Por lo que, a partir de este mes, se inició la desmovilización de gran parte de los equipos. Permanecieron, en menor proporción motoniveladoras, tractores sobre orugas, excavadoras sobre orugas, retroexcavadoras, rodillos vibratorios de 12 toneladas, volquetes, minicargadores y cisternas de aguas.

En este periodo, la motoniveladora 43026016 tuvo un tiempo medio entre fallas de 29 h y un tiempo medio de reparaciones de 2.83 h. Los tractores sobres orugas de 43018008 y 43008009R, por su parte, presentaron un tiempo medio entre fallas de 29 h y 42 h, y un tiempo medio en reparaciones de 2.83 h y 4.79 h respectivamente. Por último, la excavadora oruga 43005009L1 presentó los siguientes valores: 94.33 h de MTBF y 1.33 h de MTTR (ver Anexo).

5.3 Aplicación De Diagrama De Pareto

De acuerdo con el procedimiento descrito en el marco teórico, se realiza el análisis del costo total real de noviembre 2021 hasta julio 2022. El costo real total está compuesto por la suma del inventario (repuestos e insumos), costo de las horas hombre (hh) y compras (servicios o materiales) que se generaron producto de los imperfectos de las maquinarias y, fueron registrados en las ordenes de trabajo (OT) en el sistema Oracle PeopleSoft.

Tabla 4

Pareto del costo total real.

Equipo	Frecuencia/costo total real	Porcentaje	Suma de frecuencia	Porcentaje Acumulado
Tractor s/orugas 43018008	S/ 206,341.407	36.00%	S/ 206,341.407	36.00%
Motoniveladora 43026016	S/ 144,952.395	25.29%	S/ 351,293.802	61.29%
Excavadora s/orugas 43005009L1	S/ 103,548.387	18.07%	S/ 454,842.189	79.36%
Tractor s/orugas 43016010R	S/ 78,876.661	13.76%	S/ 533,718.85	93.12%
Tractor s/orugas 43018009R	S/ 39,405.028	6.88%	S/ 573,123.878	100.00%

Nota: Elaboración propia con datos de la empresa

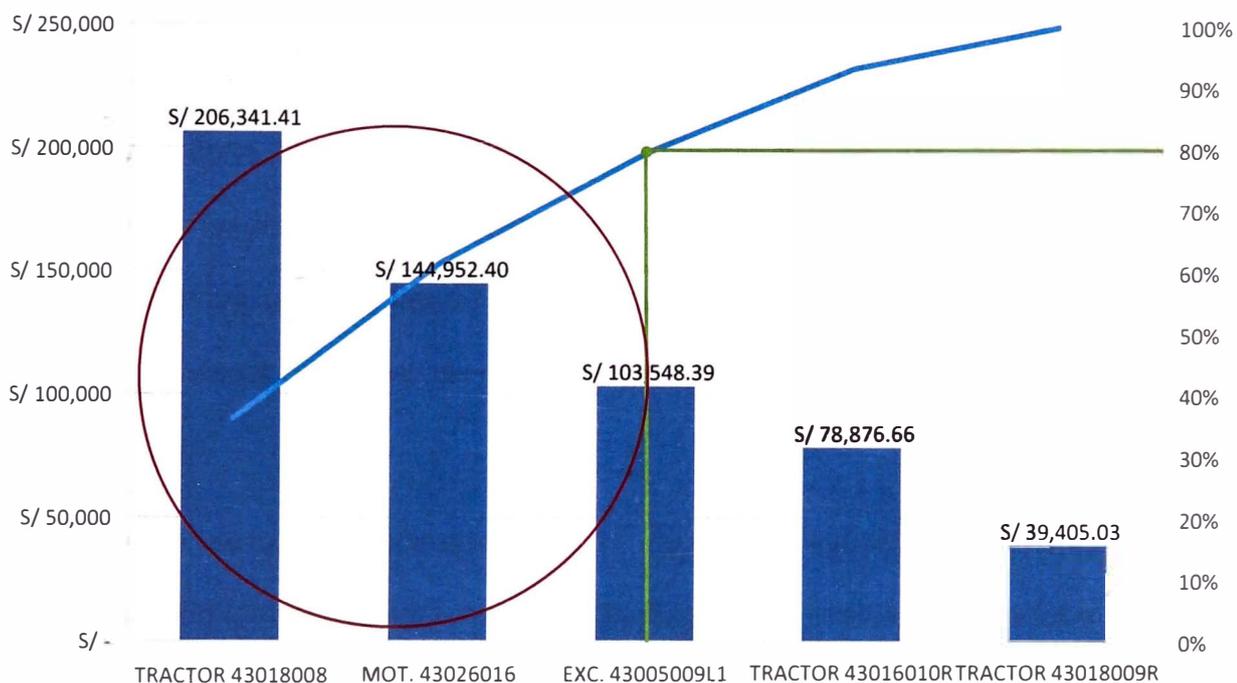
Al haberse ejecutado el análisis de los datos proporcionados en la tabla 4, se puede extraer información importante acerca del costo total real, que están asociados directamente a la reparación de cada máquina.

El tractor de orugas de código 43018008 resalta como la maquinaria que genera un mayor costo, con un total de S/. 206,341.407. Le sigue la motoniveladora 43026016, que tiene un costo de S/.144,952.395. Posteriormente, se encuentra la excavadora de orugas 43005009L1, con un costo de S/.103,548.387. Por otro lado, el tractor de orugas 43016010R tienen el costo total real que llega a la suma de S/ 78,876.661

Finalmente, el tractor de orugas 43018009R tiene un costo que es de S/. 39405.028; siendo el que menos aporta entre todas las maquinarias analizadas.

Figura 7

Diagrama de Pareto del costo total real de las maquinarias seleccionadas del mes de noviembre y julio 2021-2022



Nota. Elaboración propia con datos de la empresa

Al realizar el procedimiento de ordenamiento de las principales maquinarias causantes de problemas con respecto a la frecuencia acumulada de mayor a menor, se puede identificar cuáles son los que contribuyen al 80% del total acumulado. En nuestro análisis, se puede observar que los que destacan son:

Los costos originados por la tractor s/orugas 43018008 representa el 36% del total acumulado hasta el momento. Dicha cifra nos indica que este problema es uno de los más críticos, si se evalúa el factor del costo total real. Su resolución eficiente y la

optimización de los recursos asignados a este problema podrían tener un impacto significativo si se desea reducir los costos en general.

La motoniveladora 43026016 acumula el 61.29% del total de costos generados. De ello se puede interpretar que también es un problema de importancia en cuanto a sus costos asociados. Enfocar los esfuerzos y los recursos en este problema específico podría contribuir a una mejora sustancial en la eficiencia general del proyecto.

Estos dos problemas representan cerca del 80% del total acumulado hasta el momento, según la regla del 80/20. Por tal motivo, se recomienda enfocar las atenciones y los recursos en la resolución de estos problemas prioritarios. Si bien los otros problemas también tienen una contribución a los costos totales reales, su impacto individual es menor en comparación con los dos problemas mencionados anteriormente.

En resumen, se podría decir que el tractor de orugas 43018008 y motoniveladora 43026016 son las maquinarias más significativas, si se evalúa el costo total real de estas maquinarias. Para lograr la eficiencia y disminuir los costos en proyectos futuros, se recomienda priorizar estos problemas y asignar recursos de manera efectiva para abordarlos de manera adecuada.

5.4 Aplicación del método de Jack Knife

Implica la identificación de los equipos que tuvieron problemas de mantenibilidad, disponibilidad y/o confiabilidad, ya que en las gráficas se exponen variables de indisponibilidades, frecuencia de fallas y tiempos medio de reparación. Para ello, extraeremos los indicaremos de mantenimiento (KPI), como tiempo medio de reparación (MTTR) y tiempo medio entre fallas (MTBF) del periodo de trabajo de los meses de noviembre 2021 hasta julio 2022.

Cabe resaltar que la mayoría de los equipos analizados tuvieron valores de MTTR menor a 4 horas, por debajo del límite permitido de acuerdo con la estrategia de gestión de mantenimiento de la empresa, a excepción de algunos equipos.

En principio, la tabla 5 y figura 8, muestra el análisis del primer equipo a analizar. La motoniveladora 43026016.

Tabla 5

El Jack Knife de la motoniveladora 43026016.

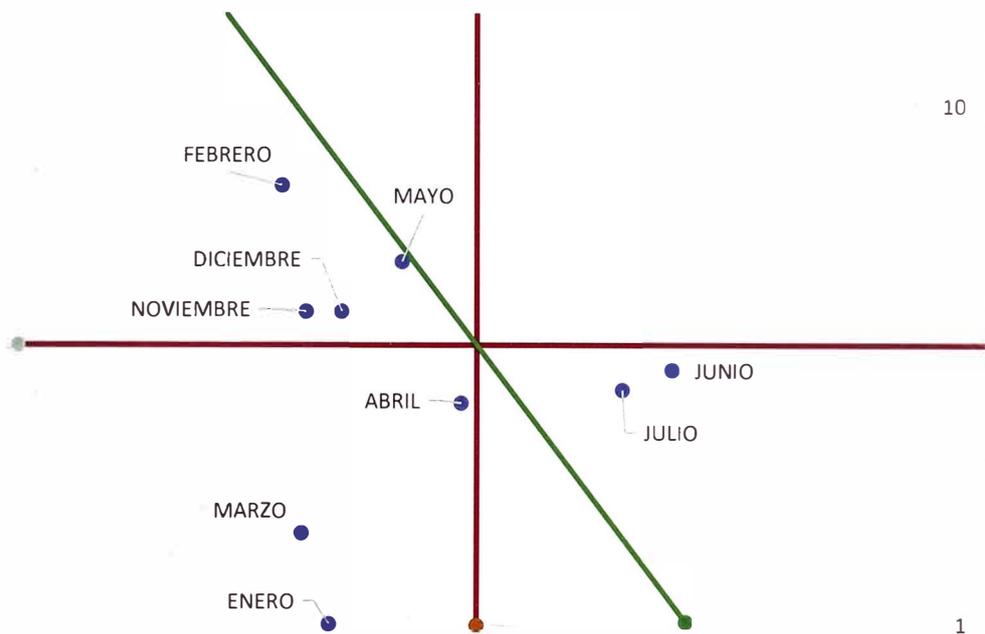
Motoniveladora	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre	4	0.005405	0.02162
Diciembre	4	0.006667	0.02667
Enero	1	0.006211	0.00621
Febrero	7	0.004717	0.03302
Marzo	1.5	0.005280	0.00792
Abril	2.67	0.013417	0.03582
Mayo	5	0.009483	0.04742
Junio	3.09	0.046488	0.14375
Julio	2.83	0.034483	0.09759

Nota. Elaboración propia.

Con el análisis de datos realizado en la tabla 5, se elabora el diagrama de Jack Knife para evaluar los periodos donde se generaron mayores inconvenientes con la motoniveladora.

Figura 8

El diagrama de Jack Knife de la motoniveladora 43026016



Nota. Elaboración propia.

Al analizar los datos de la tabla 5 y el gráfico 8 proporcionados, se observa el desempeño de la motoniveladora en términos de MTTR, tasa de fallas e indisponibilidad a través de algunos meses.

El MTTR varía en cada mes y varían entre 1 y 7 horas. También, la tasa de falla muestra una variación relevante, con valores promedio que van desde 0.004717 hasta 0.046488. Dicha información se traduce a que la motoniveladora experimenta diferentes niveles de problemas y fallos en varios momentos.

Analizando la indisponibilidad, se puede notar que algunos meses presentan tasas mayores (meses de junio y julio), con valores de indisponibilidad de 0.14375 y 0.09759 respectivamente. Estos meses se encuentran en el cuarto cuadrante que corresponde al tipo crónico, que resalta por tener relativamente elevada indisponibilidad, por ende,

baja confiabilidad. Sin embargo, posee muy buena mantenibilidad. Por último, no se observa ningún resultado en el primer cuadrante de tipo crónico-agudo.

Estos resultados sugieren que junio y julio son períodos en los que la motoniveladora enfrentó mayores desafíos, con una mayor tasa de fallas y una mayor indisponibilidad, por lo tanto, afectaron significativamente en el rendimiento global del equipo.

Continuamos con la siguiente maquinaria, en la tabla 6 y en la figura 9, se hace un análisis de la misma forma con los datos de MTTR y MTBF del tractor de oruga 43018008.

Tabla 6

El Jack Knife del tractor de oruga 43018008.

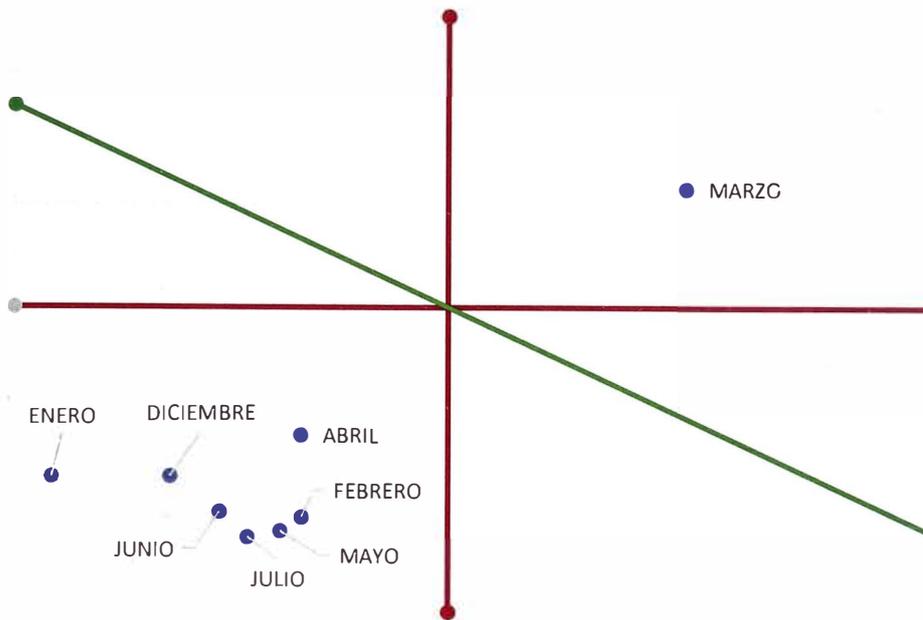
Tractor s/orugas	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre	-	-	-
Diciembre	2	0.016949	0.033898
Enero	2	0.006667	0.013333
Febrero	1	0.047619	0.047619
Marzo	270	1	270
Abril	4.04	0.047461	0.191742
Mayo	0.78	0.040348	0.031701
Junio	1.10	0.025000	0.027500
Julio	0.72	0.031250	0.022500

Nota. En el mes de marzo, el equipo estuvo inoperativo por falla en el paquete de embrague de sistema de tren de potencia.

Elaboración propia.

Figura 9

El diagrama de Jack Knife del tractor de oruga 43018008



Nota: Elaboración propia.

Respecto al análisis de los datos del tractor s/orugas se obtiene información relevante sobre su disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad. Durante el período considerado, se registraron valores variables para el tiempo medio de reparación (MTTR), la tasa de fallas e indisponibilidad.

En términos de MTTR, el tractor de orugas mostró tiempos de reparación que oscilaron entre 0.72 y 270 horas. Siendo este último valor elevado correspondiente al mes de marzo, esto debido a una falla en el paquete de embrague que requirió intervención de un proveedor especialista. Es importante resaltar que el promedio general del MTTR para el período evaluado fue de 35.2057 horas. Esta cifra nos proporciona una medida general del tiempo requerido para abordar las fallas y llevar el equipo nuevamente a su funcionamiento normal.

La tasa de fallas es otro aspecto clave en el análisis de confiabilidad de la maquinaria. En este caso, los datos revelan variaciones notables en la frecuencia de fallas a lo largo del tiempo. Los valores de la tasa de fallas fluctuaron entre 0.006667 y 1, siendo marzo el mes con la tasa de fallas más alta, por ende, el punto se encuentra en el primer cuadrante de tipo agudo y crónico, lo que significa que posee elevado tiempo fuera de servicio y alta frecuencia. Esto demuestra que el equipo tuvo problemas en disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad. Este es un factor importante por considerar en nuestro análisis de criticidad.

Prosiguiendo con el siguiente equipo, en la tabla 7 y en la figura 10, se hace un análisis empleando como principio el método de Jack Knife para el tractor de oruga 43016010R.

Tabla 7

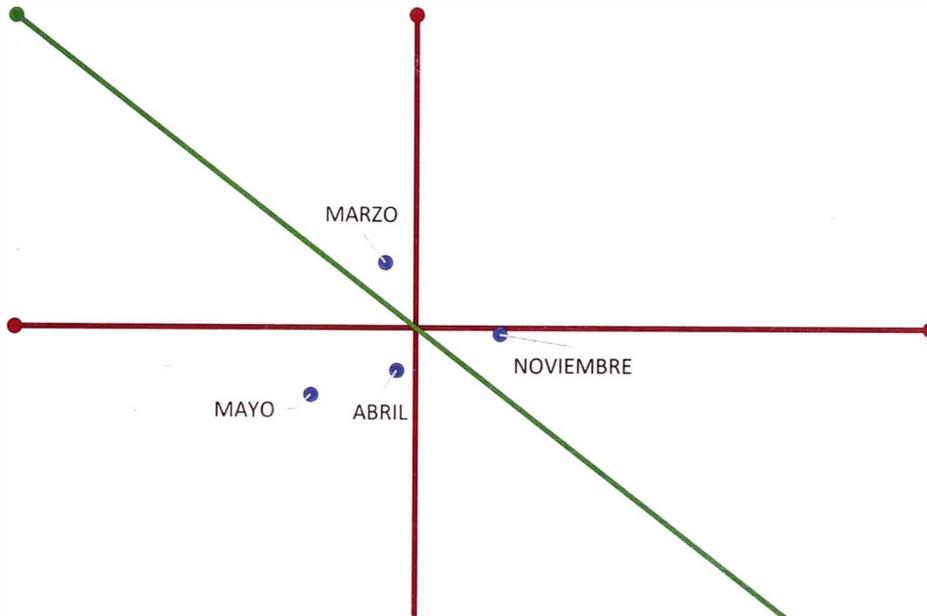
Jack Knife del tractor oruga 43016010R

Tractor oruga	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre	0.038462	0.173077	0.038462
Diciembre	-	-	-
Enero	-	-	-
Febrero	No fallo	No fallo	No fallo
Marzo	0.016139	0.145255	0.016139
Abril	0.017627	0.055879	0.017627
Mayo	0.009238	0.023095	0.009238
Junio	-	-	-
Julio	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura 10

El diagrama de Jack Knife del tractor de oruga 43016010R



Nota: Elaboración propia.

Respecto a los datos del tractor de oruga 43016010R, nos proporciona una visión más detallada de su confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad en los diferentes meses donde presentó fallas. Al observar el tiempo medio de reparación (MTTR), se identifican variaciones significativas a lo largo del período analizado. Los valores de MTTR varían desde 2.5 horas hasta 9 horas en marzo. Estos datos reflejan el tiempo promedio necesario para reparar el tractor de oruga en cada mes. Un MTTR más bajo indica una capacidad de recuperación más rápida y eficiente del equipo en caso de fallas o averías. Por el contrario, un MTTR más alto indica que se requiere más tiempo para llevar a cabo las reparaciones necesarias.

La tasa de fallas es otro indicador clave para evaluar la confiabilidad y el desempeño del tractor de oruga. En este caso, los datos muestran una amplia variabilidad, con valores que oscilan entre 0.009238 y 0.038462. La tasa de fallas se refiere a la frecuencia o probabilidad de que ocurran fallos en el equipo durante un determinado período de tiempo. Un valor más bajo de la tasa de fallas indica una mayor confiabilidad y un menor número de fallas, mientras que un valor más alto sugiere una mayor probabilidad de experimentar problemas o averías.

En cuanto a la indisponibilidad, que representa el tiempo que el tractor de oruga no está disponible para su uso debido a reparaciones o mantenimiento. Observamos dos puntos de diferente nivel en los meses de marzo y noviembre, que se encuentran en el segundo (agudo) y cuarto cuadrante (crónico), respectivamente. Cabe resaltar que, se debe jerarquizar los problemas según el orden de prioridades de Jack Knife, Valdivia (2018) señala que “baja criticidad < crónico < agudo < agudo y crónico” (p. 38). Estos resultados se considerarán en el análisis para seleccionar el equipo crítico.

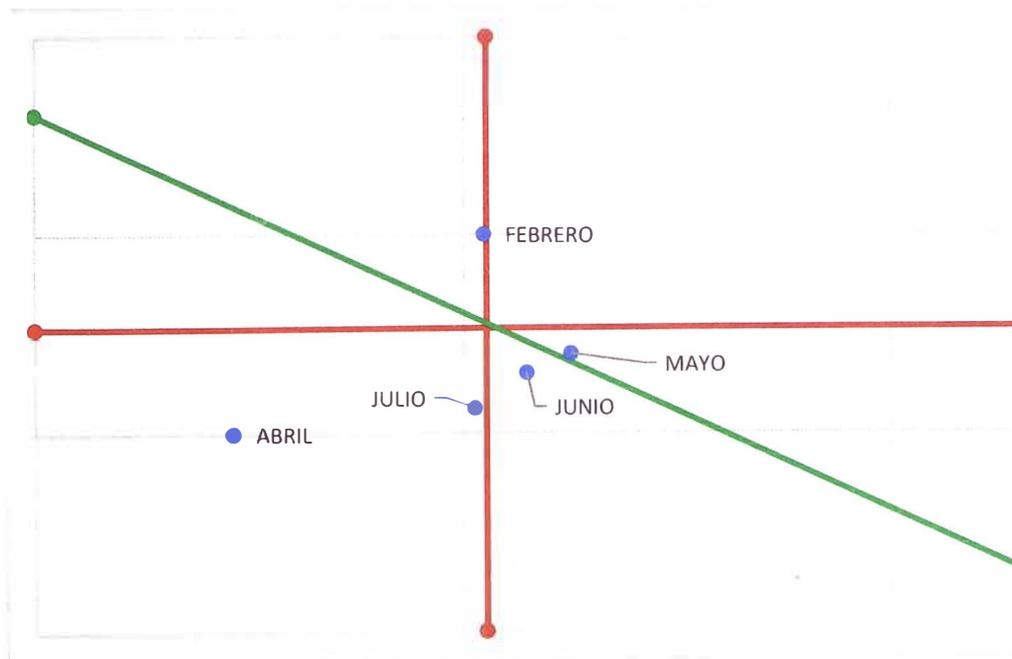
En resumen, los datos del tractor oruga revelan patrones variables en términos de MTTR, tasa de fallas e indisponibilidad a lo largo del período analizado. Estos indicadores son fundamentales para evaluar la confiabilidad y el rendimiento del equipo, y pueden ser utilizados para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento, la planificación de actividades y la gestión general del equipo.

El cuarto equipo para analizar es la excavadora de orugas 43005009L1. En la siguiente tabla 8 y en la figura 11, se aplicará el principio del método de Jack Knife empleando los datos de los indicadores de mantenimiento.

Tabla 8*Jack Knife de la excavadora de orugas 43005009L1*

Excavadora s/orugas	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
Enero	No fallo	No fallo	No fallo
Febrero	10	0.011111	0.111111
Marzo	No fallo	No fallo	No fallo
Abril	1	0.002882	0.002882
Mayo	2.5	0.017778	0.044444
Junio	2	0.014006	0.028011
Julio	1.33	0.010601	0.014099

Nota: Elaboración propia.

Figura 11*El diagrama del Jack Knife excavadora de oruga 43005009L1*

Nota: Elaboración propia.

En primer lugar, es importante destacar que no se disponen de datos para los meses de noviembre y diciembre, ya que el equipo ingreso a operaciones después de esos meses.

En enero y marzo, no se registró alguna falla, lo que significa que no se requirió tiempo de reparación en esos periodos. Esto indica un buen funcionamiento y un bajo número de averías o fallas en la excavadora. Sin embargo, es importante tener en cuenta que un MTTR de 0 puede ser resultado de la falta de registros o de la ausencia de problemas significativos en el equipo.

En febrero, se observó un MTTR de 10 horas, lo que indica que las reparaciones llevadas a cabo en la excavadora tuvieron una duración ligeramente larga. Este valor sugiere la necesidad de evaluar y mejorar los procesos de reparación. Sin embargo, este punto recae en el segundo cuadrante de tipo agudo.

En marzo, el MTTR disminuyó significativamente a 2.5 horas, lo que indica una mejora en los tiempos de reparación. Esto puede atribuirse a la implementación de medidas correctivas y a una menor complejidad en las tareas de mantenimiento.

En abril, el MTTR se redujo aún más a solo 1 hora, lo que indica una eficiencia destacable en las reparaciones realizadas durante ese mes. Esta mejora puede atribuirse a la optimización de procedimientos de mantenimiento, la identificación temprana de fallas y la implementación de acciones correctivas de manera oportuna.

La tasa de fallas es otro indicador clave que muestra la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de fallos en la excavadora. Los valores de la tasa de fallas registrados oscilan entre 0.002882 y 0.017778. Un valor más bajo de la tasa de fallas indica una mayor confiabilidad y una menor probabilidad de experimentar problemas o averías.

En términos de indisponibilidad, que representa el tiempo en el que la excavadora no está disponible para su uso debido a reparaciones o mantenimiento, se observan valores que van desde 0.002882 hasta 0.111111. La indisponibilidad más alta registrada en febrero indica que la excavadora pasó un tiempo significativo fuera de servicio debido a reparaciones.

En el mes de mayo, se aprecia baja confiabilidad, pero buena mantenibilidad. Razón por la cual el punto se encuentra en el cuarto cuadrante de tipo crónico. Finalmente, el análisis de los datos de la excavadora sobre orugas nos proporciona resultados que son fundamentales para evaluar la confiabilidad y la eficiencia de la máquina, asimismo, detectar posibles áreas de mejora en materia de mantenimiento y gestión.

El quinto y último equipo para analizar en la tabla 9 y en la figura 12, es el tractor de orugas 43018009R. De igual forma, se hace un análisis empleando el principio del método de Jack Knife.

Tabla 9

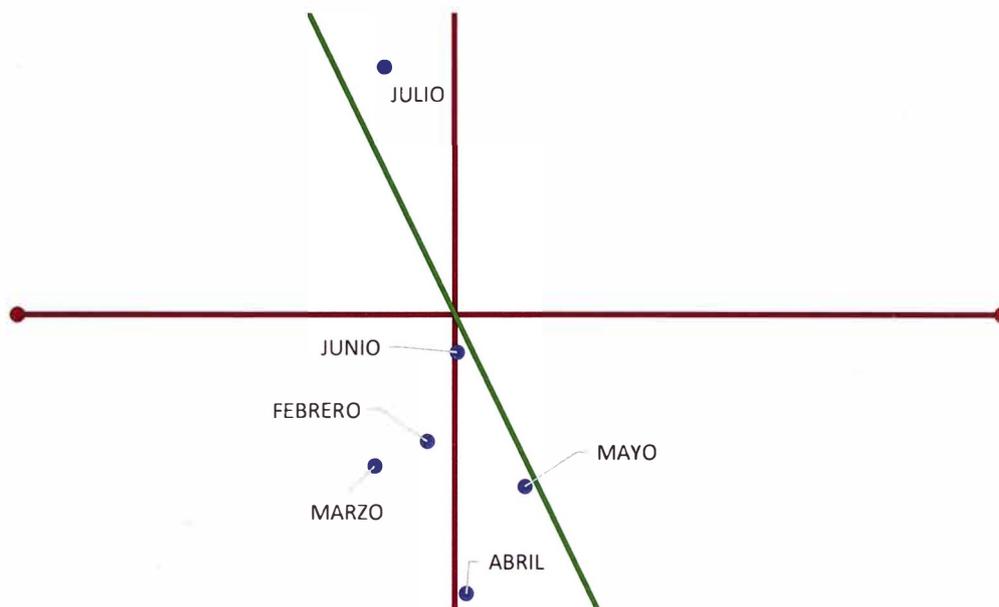
Jack Knife del tractor de oruga 43018009R

Tractor s/orugas	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
Enero	-	-	-
Febrero	1.00	0.034483	0.034483
Marzo	0.90	0.022017	0.019815
Abril	0.53	0.048379	0.025641
Mayo	0.83	0.080000	0.066248
Junio	1.45	0.044583	0.064735
Julio	4.79	0.023810	0.114048

Nota: Elaboración propia.

Figura 12

El diagrama del Jack Knife de excavadora sobre orugas 43018009R



Nota: Elaboración propia.

En primer lugar, el tiempo medio de reparación (MTTR) es un indicador clave que nos muestra el tiempo promedio que se requiere para reparar el tractor cuando ocurre una falla. En los meses de febrero y marzo observamos una mejora significativa en el MTTR, con valores de 1 y 0.9 horas respectivamente. Estos tiempos de reparación relativamente bajos indican que el equipo fue reparado de manera eficiente y se puso nuevamente en funcionamiento rápidamente, lo que minimizó el tiempo de inactividad. Sin embargo, es importante destacar que en julio se registró un MTTR más alto de 4.79 horas, lo cual sugiere que durante ese mes el tractor experimentó una falla significativa que requirió un tiempo de reparación considerablemente mayor. Esto puede haber afectado la disponibilidad y el rendimiento general del equipo.

La tasa de fallas nos indica la recurrencia con la que el tractor experimenta problemas o averías. Observamos que la tasa de fallas varía ligeramente, con valores que oscilan

entre 0.022017 y 0.080. Esto indica que, durante todos los meses, el tractor tuvo una tasa de fallas relativamente bajas.

La indisponibilidad del tractor es un factor crítico que muestra el tiempo total en el que el equipo estuvo inhabilitado debido a reparaciones o mantenimiento. En este caso, la indisponibilidad varía desde 0.019815 hasta 0.114048, siendo en el mes julio el más elevado, donde además se observa ligera baja mantenibilidad e indisponibilidad. Sin embargo, se encuentra en el segundo cuadrante de tipo agudo.

Finalmente, se realiza el análisis de los indicadores de mantenimiento promedios en el mismo periodo de noviembre 2021 a julio 2022 de los cinco equipos seleccionados. A continuación, en la tabla 10 y gráfico 13 se muestra los resultados.

Tabla 10

El Jack Knife de los cinco equipos.

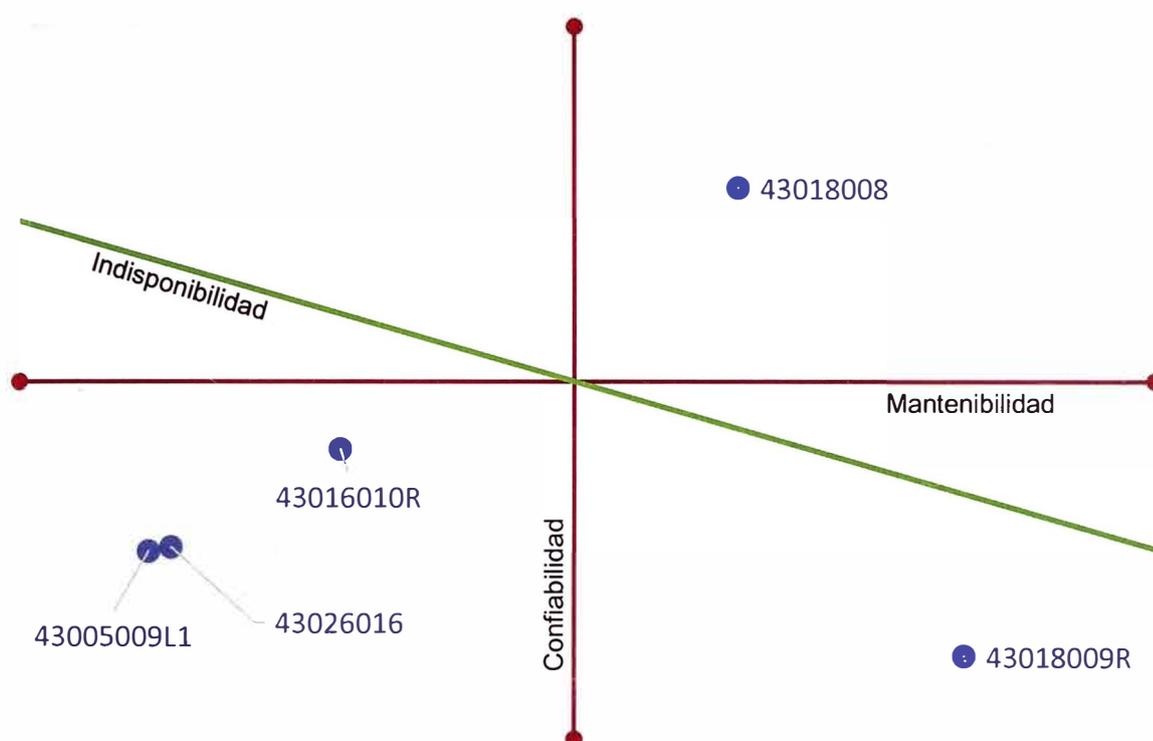
Código de equipos	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
43026016	3.454689	0.007972	0.027542
43018008	35.205713	0.022932	0.807344
43016010R	6.500000	0.010917	0.070959
43005009L1	3.366000	0.007645	0.025735
43018009R	1.700020	0.034960	0.059433

Nota: El equipo con código 43018008 presenta alto promedio de MTTR por falla que tuvo en el sistema de transmisión en el mes de marzo 2022.

Elaboración propia.

Figura 13

El diagrama del Jack Knife de los 5 equipos.



Nota: Elaboración propia.

Se aprecia que hay un solo equipo, el tractor de orugas 43018008, que figura en el primer cuadrante de tipo crónico y agudo. El cual demuestra tener baja mantenibilidad (alto MTTR), elevada indisponibilidad y baja confiabilidad. Definitivamente, superando el límite superior de MTTR permitido para la empresa de 4h. El otro tractor de orugas 43018009R, se ubica en el segundo cuadrante de tipo crónico y debajo de la línea de indisponibilidad, lo que indica es que tiene baja confiabilidad, pero muy buena mantenibilidad y disponibilidad. El resto de los equipos 43016010R, 43026016 y 43005009L1, se encuentran en el tercer cuadrante, que de acuerdo con las prioridades del método de Jack Knife son considerados de baja criticidad.

5.5 Modos de falla del equipo crítico

Tabla 11

Estudio de los modos de falla del tractor de orugas 43018008.

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de falla)	EFECTO DE FALLA	CONTROL	MEDIDAS PREVENTIVAS
Hidráulico	Manguera de elevación de lampón	Conducir fluido hidráulico	Incapaz de conducir fluido hidráulico	1. Resequedad de la manguera. 2. Abrasión.	Fuga de aceite hidráulico	Inspección visual	1. Cambio de manguera hidráulica. 2. inspección de mangueras a inicio de jornada.
Implementos	Pasador de pin del ripper	Contener el pin del Ripper en su posición	Incapaz de contener el pin de ripper	Horas de trabajo	Caída del pin y ripper	Inspección visual	1. Verificar posición o cambiar pasador del pin del ripper.
Tren de rodaje	Rodillo superior	Guiar y cargar la cadena de orugas	Incapaz de guiar la cadena de orugas	Desgaste de componente	Desalineamiento de cadena de oruga	Inspección visual	1. Realizar mediciones del tren de carrilería para evitar desgastes excesivos. 2. Al inicio de jornada debe revisarse el tren de rodamiento por posible contaminación.
Tren de potencia	Paquete de embrague	Transmitir potencia al tren de rodamiento	Incapaz de transmitir la potencia del motor	1. Horas de trabajo. 2. Sobreesfuerzo en la operación	1. Fuga de aceite por sello del pistón de los paquetes de transmisión. 2. Desgaste de los platos del embrague. 3. Perdida de potencia en la transmisión	Medición de presiones	1. Verificar las presiones del tren de rodamiento 2. Los operadores deben ser claros en sus reportes de pre usos de equipo.

Admisión	Cambio de pre cleaner	Pre filtrar el aire que ingresa a los filtros de aire	No retiene ingreso de partículas pesadas del aire	Horas de trabajo	Contaminación del sistema de admisión con partículas más pesadas	Inspección visual	1. Cambio de componente. 2. Inspeccionar estado de componente a inicio de jornada laboral.
Eléctrico	Conjunto de electroválvulas	Controlar flujo de fluido hacia la transmisión	Problemas en cambio de marchas	1. Contaminación con polvo y presencia de excesiva de humedad. 2. Problemas en el cable eléctrico.	Dificultad en cambio de marchas	Inspección visual	1. Limpieza de componente. 2. Programar inspección periódica por personal electricista.
Cabina	Luna de puerta de cabina LH	Proteger interior de cabina	No existe protección a los instrumentos internos de la cabina y al operador	Impacto de objeto extraño en la luna	Desprotección y contaminación dentro de cabina.	Inspección visual	Inspeccionar rajaduras o rayaduras de lunas al inicio de jornada.
Admisión	filtro de aire	filtrar el aire que ingresa hacia el motor	Obstrucción del ingreso de aire limpio	Polución excesiva de la zona de trabajo	Perdida de potencia del motor	Inspección visual	Inspeccionar estado de filtro diario considerando las condiciones de trabajo con presencia excesiva de polución.
Motor	Guarda de radiador	Proteger el radiador	Incapaz de proteger el radiador	1. Desajuste de pernos de sujeción 2. Daño en la estructura de la guarda del radiador	Daño en la estructura del radiador	Inspección visual	1. Reparar estructura de guarda de radiador. 2. Inspección visual al inicio de jornada.

Nota: Análisis de los modos de fallas de los trabajos correctivo reactivo del tractor de orugas 43018008 (Ver anexo 7).

5.6 Plan De Mantenimiento Preventivo Del Tractor Sobre Orugas 43018008

El plan fue realizado en base al análisis de las cinco maquinarias propias de la empresa Cosapi S.A. Mediante las metodologías de Pareto, relacionado con los costos de mantenimiento, y Jack Knife referente a los indicadores, los cuales identificaron que el equipo de código de activo fijo 43018008, el tractor sobre orugas de marca Caterpillar y modelo D8T es la maquinaria crítica por lo demostrado en el análisis cada mes y en comparación con los demás equipos, por consiguiente, se diseña el siguiente plan de mantenimiento preventivo conformado de tareas diarias, semanales, cada 250 h, 500h, 1 000 h, 2 000 h, 6 000 h y 12 000 horas.

Tabla 12

Plan de mantenimiento preventivo tractor s/oruga cada 10 horas (sistema motor).

SISTEMA		ACTIVIDADES	verificación	
			SI	NO
		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T – PROYECTO PARQUE EOLICO ICA		
		EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:
CODIGO EQUIPO:		43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:			EMPRESA:	
TÉCNICO:				
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS				
MOTOR		Verificar posibles fugas de refrigerante en el radiador.		
		Inspeccionar estado del protector del radiador.		
		Verificar acumulación de basura o daños en aletas y tuberías en el radiador y post enfriador.		
		Verificar daños en las aspas, juego radial o fugas de aceite en el ventilador.		
		Inspeccionar presencia de basuras y ajuste de pernos de fijación del protector y/o rejilla del cárter.		

Verificar fuga de aceite por retenes delantero y posterior del cárter.		
Verificar posible fuga de aceite en la tapa de balancines.		
Verificar posible fuga en las líneas de lubricación del turbo.		
Inspeccionar el estado de la correa del ventilador.		
Verificar posible fuga de aceite en la tapa de distribución.		
Verificar posibles fugas en los filtros de aceite, combustible y líneas de los filtros.		
Verificar fugas en la bomba de transferencia.		
Inspeccionar saturación del filtro de aire primario.		
Revisar temperatura del refrigerante de motor.		
Revisar el nivel de aceite de motor.		
Revisar el nivel de refrigerante del motor.		
Revisar indicador de restricción del filtro de aire.		
Inspeccionar el estado de múltiple, silenciador y tubo de escape.		
Inspeccionar las guardas del motor.		
Inspeccionar daños o fugas en el tanque de combustible.		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 13

Plan de mantenimiento preventivo tractor s/oruga cada 10 horas (sistema hidráulico)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T – PROYECTO PARQUE EOLICO ICA	
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:	
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:		EMPRESA:	
TÉCNICO:			
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS			
SISTEMA	ACTIVIDADES	verificación	
		SI	NO
HIDRAÚLICO	Inspeccionar daños y/o fuga de aceite en las mangueras de cilindro de levante, inclinación de la topadora y del ripper.		
	Inspeccionar daños y/o fuga en los cilindros de levante, inclinación de la topadora y del ripper.		
	Verificar el nivel de aceite hidráulico.		
	Verificar daños o fugas en el tanque hidráulico.		
	Inspeccionar posible fuga de aceite por el cuerpo de válvulas del implemento		
	Verificar posible fuga de aceite por el motor hidráulico del ventilador.		
	Verificar sonido anormal de la bomba de implementos y de dirección.		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 14

Plan de mantenimiento preventivo tractor oruga cada 10 horas (sistema eléctrico)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T – PROYECTO PARQUE EOLICO ICA	
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:	
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:		EMPRESA:	
TÉCNICO:			
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS			
SISTEMA	ACTIVIDADES	verificación	
		SI	NO
ELECTRICO	Inspeccionar condición de las baterías.		
	Evaluar la carga del alternador.		
	Verificar estado de los switches de luces.		
	Verificar las entradas de los sensores switch del motor.		
	Verificar funcionamiento de las luces delanteras y posteriores		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 15

Plan de mantenimiento preventivo del tractor oruga (sistema implementos)

	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T - PROYECTO PARQUE EOLICO ICA		
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:	
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:		EMPRESA:	
TÉCNICO:			
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS			
SISTEMA	ACTIVIDADES	verificación	
		SI	NO
IMPLEMENTOS	Verificar desgaste y ajuste de pernos de las cantoneras RH y LH, cuchillas y punta de ripper.		
	Verificar posicionamiento correcto del pin del ripper.		
	Inspeccionar posibles daños en el brazo de la hoja y pines de sujeción del brazo.		
	Inspeccionar daños y ajuste de pernos de las tapas del brazo de empuje o trunion.		
	Verificar el varillaje de la topadora y del desgarrador. Además de la tornillería del varillaje.		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 16

Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 10 horas (sistema tren de fuerza)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T - PROYECTO PARQUE EOLICO ICA	
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:	
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:		EMPRESA:	
TÉCNICO:			
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS			
SISTEMA	ACTIVIDADES	verificación	
		SI	NO
TREN DE FUERZA	Verificar posibles fuga o daños en los mandos finales.		
	Inspeccionar las mangueras del filtro de transmisión.		
	Verificar el nivel de aceite de transmisión.		
	Inspeccionar fuga de aceite por debajo de la guarda inferior (coraza).		
	Consultar al operador sobre alguna pérdida de potencia de la transmisión. *		

Nota: *En caso haber algún reporte del operador, comunicar al supervisor para programar inspecciones más específicas como revisión del filtro magnético para verificar si presenta partículas. En caso de presenciar partículas ferrosas y/o persistir el problema, programar una evaluación de presiones de la transmisión.

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 17

Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 10 horas (tren de rodamiento)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T - PROYECTO PARQUE EOLICO ICA	
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:	
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:		EMPRESA:	
TÉCNICO:			
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS			
SISTEMA	ACTIVIDADES	verificación	
		SI	NO
TREN DE RODAMIENTO	Verificar los bujes, rodillos inferiores y superiores, bastidor, rueda guía y rueda motriz.		
	Inspeccionar desgaste, daños y ajuste de pernos del conjunto de cadenas, pines y eslabones.		
	Comprobar el tensado de las cadenas.		
	Verificar posibles fugas por retenes del vástago de los templadores de cadenas.		
	Inspeccionar/limpiar la tierra, barro o acumulación de objetos en el tren de rodamiento en general.		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 18

Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 10 horas (cabina y estructura)

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T PROYECTO PARQUE EOLICO ICA	
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:	
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:	
FECHA / HORA:		EMPRESA:	
TÉCNICO:			
INSPECCION DIARIA O CADA 10 HORAS			
SISTEMA	ACTIVIDADES	verificación	
		SI	NO
CABINA Y ESTRUCTURA	Inspeccionar estado de los estribos.		
	Inspeccionar las puertas, ventanas, parabrisa, ROPS, FOPS, asiento, cinturón de seguridad y controles.		
	Inspeccionar el panel, horómetro y ET/códigos.		
	Verificar que los módulos funcionan correctamente.		
	Verificar si destellan los indicadores de alerta.		
	Inspeccionar/limpiar filtro de cabina de aire fresco.		
	Probar funcionamiento de alarma de retroceso y bocina.		
	Probar el sistema de freno.		
	Revisar estado y juego de los pines laterales de la barra estabilizadora.		
	Verificar el nivel de eje de pivot.		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 19

Plan de mantenimiento preventivo del tractor cada 60 horas

SISTEMA		ACTIVIDADES	verificación	
			SI	NO
 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR DE ORUGA D8T - PROYECTO PARQUE EOLICO ICA				
EQUIPO:	Tractor de oruga	HOROMETRO:		
CODIGO EQUIPO:	43018008	TURNO:		
FECHA / HORA:		EMPRESA:	Cosapi	
TÉCNICO:				
INSPECCION SEMANAL O CADA 60 HORAS				
			verificación	
			SI	NO
-		Realizar las inspecciones de 10 horas.		
MOTOR	Verificar/limpiar la acumulación de objetos externos, polvo o fugas en el compartimiento del motor.			
	Comprobar posible fuga de aceite por retenes del cigüeñal.			
	Realizar el drenaje del filtro separador de agua. *			
	Asegurar ajuste de los pernos de protector del cárter.			
	Revisar y si se requiere limpiar el pre filtro, porta filtro y filtro de aire primario.			
	Inspeccionar las líneas de admisión y ajuste de las abrazaderas.			
	Revisar el radiador que no esté obstruido o presente fugas.			
	Inspeccionar la bomba de agua si no presenta fuga por el testigo.			
	Inspeccionar la bomba de inyección si no presenta fugas.			
	Inspeccionar líneas de alimentación del tanque a la bomba de combustible.			
	Inspeccionar posible fuga en el enfriador de aceite.			
	Verificar líneas de aceite de ingreso y salida del turbo.			
ELECTRICO	Revisar agrietamiento y ajustar, de ser requerido, las correas del ventilador y alternador.			
	Realizar limpieza en general de pernos y tuercas flojas de los bornes de la batería y sujetadores.			

	Realizar limpieza de los sensores del motor, sistema hidráulico y transmisión.		
TREN DE RODAMIENTO	Inspeccionar posibles fugas por los retenes de los vástagos de los templadores de cadenas.		
	Comprobar tensado de cadena.		
	Inspeccionar los pasadores de las cadenas.		
IMPLEMENTOS	Lubricar cojinetes de los cilindros de levantamiento.		
	Lubricar tirante de inclinación y cilindro de inclinación de la hoja topadora.		
	Lubricar varillaje y cojinetes del cilindro del desgarrador.		
CABINA	Limpiar/cambiar el filtro de la cabina de recirculación.		
TREN DE FUERZA	Inspeccionar posibles fugas de aceite por debajo del protector de la transmisión.		

Observaciones:

.....

.....

.....

Tabla 20.*Plantilla de mantenimiento preventivo de tractor de orugas D8T*

REPUESTOS	N/P	CANT.	Horas de servicio							
			250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Filtro de aceite de motor	1R-0716	1	c	c	c	c	c	c	c	c
Filtro de combustible primario	1R-0749	2	c	c	c	c	c	c	c	c
Filtro de combustible secundario	326-1644	1	c	c	c	c	c	c	c	c
Filtro de aire primario	6I-2505	1		c		c		c		c
Filtro de aire secundario	6I-2506	1								c
Filtro de aceite hidráulico de dirección	465-6502	1		c		c		c		c
Filtro de aceite hidráulico-drenaje de caja (piloto)	126-1818	1		c		c		c		c
Elemento de filtro de aceite de tanque hidráulico	1R-0777	1								c
Filtro de aceite de transmisión	183-3873	1				c				c
Elemento de filtro de aceite de transmisión.	337-5270	1		c		c		c		c
Filtro de aire recirculación cabina	209-8217	1		c		c		c		c
Filtro de aire fresco de cabina	238-0479	1		c		c		c		c
Seal oring / Tanque de combustible.	9X-8600	1		c		c		c		c
Seal oring / Grupo respiradero	6V-3831	1		c		c		c		c
Seal oring / Transmisión.	130-0229	1		c		c		c		c
Seal oring / Transmisión.	6V-5188	1				c				c
Seal oring / Hidráulico	5H-6733	1								c
Sello de tapa de válvula / Juego de empaquetaduras de culata de cilindro	242-9537	3								c
Empaquetadura / cubierta de tapa hidráulica	9H-6454	1								c
Aceite de motor	15W-40	11.80 gal	c	c	c	c	c	c	c	c
Aceite de transmisión.	SAE 30	41 gal				c				c
Aceite del sistema hidráulico.	SAE 10W	19.80 gal				c				c
Aceite de mandos finales	SAE 50	6.80 gal								c
Refrigerante	Mobil Mining Coolant	19.80 gal	Cada 6000 horas							
Aceite de eje pivót	SAE 30	11.60 gal	CSR							
Aceite de tensador de cadena.	SAE 30	35 gal	CSR							
Grasa multipropósito	MobilGrease CM-P	-	Diario*							

Nota. - *Revisar anexos sobre los puntos de lubricación. - C: Cambiar y CSN: Cuando sea requiera.

Tabla 21

Cartilla de mantenimiento preventivo 250 horas de tractor s/orugas D8T

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR S/ORUGA PROYECTO PARQUE EOLICO PUNTA LOMITAS		
EQUIPO:	Tractor sobre orugas	FECHA:		
MARCA:	Caterpillar	HOROMETRO:		
MODELO:	D8T	TIPO DE PM:	250 H	
CODIGO EQUIPO:	43018008	RESPONSABLE		
SISTEMA	DESCRIPCION	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
-	Tomar muestra de aceite de motor.			
-	Tomar muestra de aceite de transmisión.			
-	Tomar muestra de aceite de los mandos finales.			
-	Tomar muestra de aceite hidráulico.			
-	Tomar muestra del aceite de eje pivot.			
MOTOR	Cambiar el filtro de aceite.			
	Cambiar aceite de motor			
	Cambiar filtro de combustible primario.			
	Cambiar los 02 filtros de combustible secundario.			
	Limpiar y lavar respiradero de motor.			
	Limpiar depósito de filtro separador de agua.			
	Limpiar colador de tapa de tanque de combustible.			
	Inspeccionar montajes y seguros de puerta de motor.			
	Inspeccionar montajes de purificador y silenciador de aire.			
	Lubricar el rodamiento de la polea del ventilador			
	Inspeccionar condición y ajuste de fajas.			
	Inspeccionar abrazaderas y mangueras del radiador.			
	Inspeccionar condición de ventilador y cojinetes de base de polea.			

TREN DE POTENCIA	Revisar nivel de aceite de mandos finales.			
	Verificar operatividad de la transmisión y tren de potencia			
	Verificar fugas de aceite de transmisión			
	Verificar eje de transmisión/juntas universales (cruquetas)			
	Verificar fuga de aceite de mandos finales			
	Verificar rajaduras y fugas de aceite por bastidor de carril			
	Verificar soportes y seguros de pivot de bastidor			
	Verificar condición de rodillos y rueda guía			
	Verificar cojinetes/seguros de barra ecualizadora			
	Verificar pernos de eslabón máster			
	Verificar templado de cadena			
	Verificar condición general de la cadena, desgaste de buges			
	Verificar operatividad del pedal de frenos de servicio, y desacelerador			
	Verificar operatividad freno de parqueo y manubrio de sentido de marcha y cambio de velocidad.			
	Medición de nivel de aceite de transmisión.			
	Medición de aceite de mandos finales.			
	Limpia respiraderos de tanque de aceite de transmisión.			
	Engrase de todas las cruetas.			
	Verificar tapones magnéticos de mandos finales.			
HIDRÁULICO	Verificar fuga de aceite hidráulico.			
	Medición de nivel de aceite hidráulico.			
	Verificar cilindros hidráulicos, fugas, golpes, rajaduras.			
IMPLEMENTOS	Verificar pines/muñones de montaje de la hoja topadora.			
	Inspeccionar condicionar de la hoja topadora.			
	Verificar desgaste de cuchilla.			
	Verificar pines/retenes de la estructura del ripper.			

	Verificar condición del brazo del ripper.			
	Verificar estado de herramientas de corte y sus bases (soldar si es necesario).			
TREN DE RODAMIENTO	Ejecutar una evaluación de desgaste de tren de rodamiento.			
	Verificar pernos rotos o dañados de carrilera.			
	Comprobar/Ajustar tensado de las cadenas.			
ESTRUCTURA	Verificar nivel de aceite de resorte tensor de cadena de orugas.			
	Verificar pernos de la coraza.			
	Verificar rajaduras/condición de estructura principal			
	Verificar tuercas de retención del guarda correas			
	Verificar holgura entre los brazos de empuje y el trunion (1.00 mm.)			
	Verificar holgura entre barra estabilizadora y el trunion (1.00 mm.)			
ELECTRICO	Eliminar todos los códigos activos.			
	Verificar el estado de cables, harness, luces, tablero.			
	Verificar el estado externo del alternador, arrancador.			
	Verificar el estado de las baterías (bornes, postes, cables, nivel si el caso lo requiere).			
CABINA	Verificar estado y funcionamiento del limpiaparabrisas.			
	Verificar funcionamiento de circulina, alarma de retroceso.			
	Verificar alarma / luz de retroceso.			
	Verificar operatividad de la bocina.			
	Verificar luces de peligro, indicadores, y alarmas.			
	Verificar todas las luces: delanteras, posteriores, de tablero, circulina, etc).			
	Verificar condición de parabrisas.			

Verificar operatividad y condición de limpiaparabrisas.			
Verificar operatividad del sistema de aire acondicionado.			
Verificar todos los controles eléctricos.			
Verificar condición de asiento del operador y cinturón de seguridad.			
Verificar escaleras de acceso y barandas.			
Verificar condición general de la cabina.			
Verificar condición y montaje del ROPS.			
Limpiar el filtro de aire de cabina (revisar/limpiar purificador de aire acondicionado).			
Verificar estado de cinturón de seguridad.			
Verificar estado de chapas de puertas, pasamanos, escaleras y vidrios.			
Verificar estado de manubrios, pedales, perillas.			
Verificar guardas en general.			
Verificar estado y fecha de vencimiento del extintor.			

Comentarios:

.....

.....

.....

Tabla 22

Cartilla de mantenimiento preventivo 500 h de tractor s/orugas D8T

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR S/ORUGA PROYECTO PARQUE EOLICO PUNTA LOMITAS			
EQUIPO:	Tractor sobre orugas	FECHA:			
MARCA:	Caterpillar	HOROMETRO:			
MODELO:	D8T	TIPO DE PM:	500 H		
CODIGO EQUIPO:	43018008	RESPONSABLE			
SISTEMA	DESCRIPCION	REALIZADO		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
-	Realizar tareas del mantenimiento de 250 H.				
MOTOR	Cambio de filtro aire primario.				
	Limpiar el respiradero del cárter.				
	Limpiar o reemplazar filtro y colador de la tapa del tanque de combustible.				
TREN DE POTENCIA	Limpiar el respiradero del tren de fuerza.				
	Cambiar filtro de aceite de la transmisión.				
	Cambio de protector de sello del mando final.				
	Verificar filtro magnético de aceite de transmisión.				
HIDRAÚLICO	Cambiar filtro del sistema hidráulico.				
CABINA	Limpiar o cambiar filtro de aire fresco				
	Limpiar o cambiar filtro de aire de recirculación.				
ESTRUCTURA	Comprobar nivel de aceite del compartimiento del resorte.				

Comentarios:

.....

.....

Tabla 23

Cartilla de mantenimiento preventivo 1000 h de tractor s/orugas D8T

SISTEMA		DESCRIPCION	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
EQUIPO:		Tractor sobre orugas	FECHA:		
MARCA:		Caterpillar	HOROMETRO:		
MODELO:		D8T	TIPO DE PM:		1,000 H
CODIGO EQUIPO:		43018008	RESPONSABLE		
-		Realizar tareas de mantenimiento de 500 H.			
MOTOR		Cambiar filtro de aire secundario.			
TREN DE POTENCIA	Cambio de aceite de transmisión.				
	Cambio de aceite de los mandos finales.				
	Cambio de respirador del tanque de aceite de transmisión.				
	Cambiar filtro de aceite de transmisión.				
	Cambiar filtro del convertidor.				
ELECTRICO		Inspeccionar estado de las baterías (bornes, postes, cables).			

Comentarios:

.....

.....

.....

Tabla 24

Cartilla de mantenimiento preventivo 2000 h del tractor s/oruga D8T

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TRACTOR S/ORUGA PROYECTO PARQUE EOLICO PUNTA LOMITAS		
EQUIPO:	Tractor sobre orugas	FECHA:		
MARCA:	Caterpillar	HOROMETRO:		
MODELO:	D8T	TIPO DE PM:	2,000 H	
CODIGO EQUIPO:	43018008	RESPONSABLE		
SISTEMA	DESCRIPCION	REALIZADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
-	Realizar las tareas del mantenimiento de 1,000H			
-	Realizar un muestreo general de los fluidos de todos los sistemas.			
MOTOR	Realizar el reemplazo del filtro de aceite de motor con N/P 1R-0716.			
	Rellenar de aceite al motor, dejándolo en el nivel especificado			
	Realizar el reemplazo del filtro de combustible con N/P 1R-0749.			
	Reemplazar el filtro separador de agua del combustible N/P 326-1644.			
	Inspeccionar, limpiar y reemplazar el respiradero de la tapa del tanque de combustible.			
	Purgar el sistema de combustible			
	Reemplazar el filtro primario y secundario de aire de admisión.			
	Realizar calibración de válvulas de admisión y escape del motor ¹ .			
	Realizar la calibración de los Inyectores.			
	Realizar pruebas de arranque.			

	Inspeccionar los calces de montaje del motor y barra estabilizadora. Lubricar.			
	Inspeccionar junta del pasador protector del radiador.			
TREN DE POTENCIA	Reemplazar el elemento del filtro de aceite de la transmisión N/P 337-5270.			
	Rellenar el aceite a los mandos finales derecho e izquierdo, dejándolo en el nivel especificado.			
HIDRÁULICO	Reemplazar el elemento del filtro de aceite del tanque hidráulico de alta eficiencia con N/P 1R-0777.			
	Reemplazar el filtro de aceite hidráulico de dirección con N/P 465-6506.			
	Realizar pruebas de operación			
	Realizar evaluación electrónica del motor con la herramienta ET.			
	Revisar estado de códigos de diagnóstico y eventos con la herramienta ET de los sistemas.			
	Realizar la evaluación general de equipos AT1 ² .			
	Realiza la inspección general de equipos AT2 ³ .			
TREN DE RODAMIENTO	Cambiar aceite de eje pivot.			
	Cambiar aceite de resorte de cadena de orugas.			
	Realizar medición de los elementos del tren de rodaje (eslabón de cadena, bushing interior y exterior, altura de zapata, rueda guía delantera, rueda guía trasera, rodillos inferiores y rueda motriz).			

Nota:

- ¹ El ajuste el juego de válvulas del motor debe estar dentro del rango permisible Admisión: $0,38 \pm 0,08$ mm ($0,015 \pm 0,003$ pulg) y escape: $0,76 \pm 0,08$ mm ($0,030 \pm 0,003$ pulg)
- ² AT1: Inspección visual con opciones de prueba de rendimiento e informe completo. Se recomienda realizar con proveedores especialistas.
- ³ AT2: Inspección visual e informes que se encuentran en un TA1, así como una inspección detallada de los sistemas, componentes, fluidos y presiones de la máquina. Se recomienda realizar con proveedores especialistas.

Comentarios:

.....

.....

.....

Tabla 25

Cartilla de mantenimiento preventivo del tractor cada 3 años, 6,000 y 12,000 horas

HORAS		DESCRIPCION	REALIZADO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Cada 3 años		Reemplazar cinturón de seguridad.			
Cada 6,000 horas		Reemplazar termostato del agua del sistema de enfriamiento.			

	Añadir prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) en el sistema de enfriamiento.			
Cada 12,000 horas	Cambiar refrigerante del sistema de enfriamiento.			

Comentarios:

.....

.....

.....

5.7 Responsabilidades De Ejecución Del Plan De Mantenimiento

Tabla 26

Responsabilidades de ejecución del plan de mantenimiento

ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	Planificar el mantenimiento preventivo: Planificar, preparar, prever insumos y coordinar las actividades de los próximos mantenimientos preventivos de las maquinarias y equipos de la organización.	- Supervisor de planeamiento de equipos. - Jefe de equipos.
2	Ubicar el equipo en el taller de mantenimiento: Ubicar el área donde se encuentra el equipamiento que corresponde	Supervisor de mantenimiento

	<p>al responsable del servicio. Excluir dicho equipamiento y llevar a cabo la capacitación de mantenimiento. Colocar el equipo en el espacio designado. El equipo que no puede ser desplazado al taller de mantenimiento debido a su tamaño o peso, será mantenido in situ. De ser un mantenimiento mayor, se solicitará apoyo a un camabaja para el traslado al taller.</p>	
3	<p>Realizar el mantenimiento preventivo: Seguir las indicaciones del protocolo de mantenimiento preventivo establecido para cada maquinaria, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad. Si durante la ejecución del mantenimiento se encuentra un accesorio defectuoso que requiera cambio, se realizará la solicitud al supervisor de mantenimiento de turno, para su posterior entrega al supervisor de planeamiento. Verificar la correcta operación del equipo posterior a la intervención (aprox. 15 min). Diligenciar el formato de orden de trabajo de mantenimiento preventivo, especificando los datos solicitados. Si se realizó un cambio o entrega de un accesorio, consumible o repuesto, se diligencia en el formato de entrega.</p>	<p>Técnicos mecánicos y/o electricistas bajo supervisión del Sup. de mantenimiento.</p>

4	<p>Retorno de la maquinaria o equipo al área usuaria:</p> <p>Hacer de conocimiento y transportar cualquier equipo o maquinaria que se encuentre en buen estado al área correspondiente y solicitar al prestador del servicio que se lo lleve.</p> <p>Instalar la maquinaria o equipo en el lugar designado y realizar una prueba funcional con el usuario que recibe para garantizar el cumplimiento.</p>	<p>Supervisor de mantenimiento</p>
5	<p>Manejo de la documentación: El formato original del mantenimiento preventivo se archiva en la hoja de vida del equipo. Si se cuentan con formatos de entrega de insumos y accesorios, se anexa copia de este, junto con factura de compra o servicio a la hoja de vida del equipo, tanto en físico y escaneado en el sistema de gestión de mantenimiento.</p>	<p>-Supervisor de planeamiento de equipos.</p> <p>-Asistente de planeamiento de equipos</p>

Nota: elaboración propia.

CAPITULO VI. ESTRUCTURA DE COSTOS

6.1 Generalidades

El presente capítulo tiene como objetivo evaluar el costo de desarrollo del diseño del plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa Cosapi, del Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica para optimizar su proceso productivo.

Se considera que participará en el desarrollo e implementación del plan de mantenimiento, el personal técnico que labora en la planta, y los costos por recursos humanos, se consideraran como incentivos que se les va a extender al personal participante, como labores extra a sus funciones habituales.

Se considera también en cuanto a materiales, la inversión en documentación necesaria para la implementación.

Para el funcionamiento del mantenimiento que se propone, lo ejecutará el personal de mantenimiento con los equipos con que cuenta la empresa.

6.2 Costo De Recursos Humanos

El tiempo de preparación de planificación de la implementación del proyecto: 2 meses, que se puede apreciar en la tabla 27.

Tabla 27*Costo de Recursos Humanos del proyecto*

ÍTEM	PERSONAL	TIEMPO DE TRABAJO	COSTO (S/.)
1	01 jefe de equipos y 01 supervisor de planeamiento de equipos.	2 meses	5,000.00
2	01 técnico mecánico para desarrollar la parte mecánica.	3 semanas	1,875.00
3	01 técnico electricista para desarrollar la parte eléctrica.	2 semanas	1,250.00
4	01 técnico lubricador para desarrollar la parte de lubricación.	1 mes	625.00
3	01 asistente de ingeniería.	3 semanas	1,000.00
		SUB TOTAL:	S/. 9,750.00

*Nota: elaboración propia.***6.3 Costo De Recursos Materiales**

El costo de los recursos materiales para la planificación de la implementación del proyecto se encuentra en la tabla 28.

Tabla 28*Costo de recursos de materiales del proyecto*

ÍTEM	MATERIALES	COSTO (S/.)
1	Registros	350.00
2	Impresiones	350.00
3	Útiles de oficina.	150.00
		SUB TOTAL: S/. 850.00

Nota: elaboración propia.

6.4 Costo Del Proyecto

El costo total de la planificación de la implementación del proyecto se encuentra en la tabla 29.

Tabla 29

Costo de la planificación del proyecto

DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
Costo de materiales	850.00
Costo por incentivos	9,750.00
TOTAL	S/. 10,600.02

Nota: elaboración propia.

El costo total de la implementación del proyecto asciende a: S/. 10,600.00 < > US\$ 2,796.83

Cambio del dólar americano al 22/12/2022: 1 US\$ = S/. 3.79

6.5 Análisis De Los Resultados

De implementarse un plan de mantenimiento preventivo, habrá que añadirle, además de la inversión para elaborar puntualmente el plan, los costos de los repuestos a invertir. Se garantiza la recuperación de la inversión en un tiempo corto, puesto que el análisis y desarrollo específico de cada uno de los sistemas de los equipos, responde a un estudio exhaustivo lo que conducirá a reducir al mínimo número de paradas no programadas por fallas de las máquinas consideradas, así como, para extenderles su vida útil. La condición descrita asegura la optimización de la producción del área, tomando en cuenta que el costo de inversión es bastante moderado y accesible para la empresa.

Por último, el diseño propuesto se hizo en base al estudio entre los meses de noviembre 2021 hasta julio de 2022, posterior a este mes los equipos fueron

removidos a otros proyectos. Por ende, la aplicación del plan de mantenimiento preventivo del tractor Caterpillar modelo D8T en futuros proyectos con similares condiciones de trabajo será una herramienta para implementar o seguir la metodología de criticidad para obtener resultados favorables en la gestión de mantenimiento y optimizar los procesos productivos.

CONCLUSIONES

- Se cumplió satisfactoriamente con el objetivo de diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa Cosapi, en el Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas en Ica.
- El estudio y análisis del proceso productivo de la maquinaria de la empresa constructora Cosapi ha permitido identificar los puntos vulnerables de mayor afectación en la maquinaria. Esta situación ha facilitado la fijación de los parámetros de diseño del plan de mantenimiento preventivo sujetas a mayor desgaste de sus sistemas. En el tractor sobre orugas 43018008 se encontraron los siguientes puntos vulnerables: elevado costo de mantenimiento correctivos en los sistemas de transmisión, tren de rodamiento, implementos y lubricación. Sumándose a ello, bajo MTBF (tiempo medio entre fallas) y elevado MTTR (tiempo medio de reparación).
- La definición de los parámetros de funcionamiento, operatividad, antigüedad, historial de la maquinaria, estado de conservación, permitieron diseñar el plan de mantenimiento preventivo del equipo, atendiendo cada uno de los sistemas que lo compone.
- En base al estudio de la criticidad realizado a la maquinaria de la empresa Cosapi en el proyecto Parque Eólico Punta Lomitas, se tuvo como resultado al tractor sobre orugas 43018008. El plan de mantenimiento preventivo elaborado para el equipo en mención va a permitir incrementar su disponibilidad mecánica y optimizar su proceso productivo. Esta estrategia va a constituir una rutina de seguimiento, que facilitará las actividades de mantenimiento en su aplicación y control.

- La implementación del plan de mantenimiento preventivo de la máquina considerada asciende a la suma de US\$ 2,796.83, que es una cantidad asequible para la empresa. Inversión que permitirá implementar el plan para optimizar el proceso productivo del área correspondiente de la empresa Cosapi.

RECOMENDACIONES

- Es aconsejable que se ejecute un plan de mantenimiento a todos los equipos del proyecto, para que cada una de estas máquinas cuente con su plan de mantenimiento propio, teniendo en consideración los factores geográficos y ambientales donde se desarrolle la obra.
- Se recomienda realizar el esfuerzo de mantener capacitado al personal de mantenimiento, accediendo a nuevas técnicas, para que se mantenga actualizado.
- Motivar al personal de mantenimiento, a través de charlas y capacitaciones haciéndoles sentir que se les está dotando de un valor agregado a su especialidad laboral, para conseguir que se comprometan con la empresa y con el trabajo que realizan.
- Generar un ambiente de trabajo agradable, con el equipamiento de trabajo adecuado y oportuno, a fin de comprometer al técnico a tener un eficiente rendimiento en su trabajo.
- Se deberá considerar el número adecuado de técnicos capacitados, talleres mecánicos eficientemente implementados, todo ello, para servir a cualquier tipo de emergencia. .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, E., & Sabando, L. (2021). Sistema de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad. Caso de estudio: Planta de tratamiento de agua empresa DIALILIFE. *Revista científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8), 46–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0023>
- Alvarado, J., Alarcón, S., & Arroyo, J. (2018). Cálculo de productividad y optimización del equipo pesado utilizado en movimiento de tierras. *Journal of Science and Research*, 3, 28–35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7364563>
- Calderón, J. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Metalpar S.A.S.* [Tesis de licenciatura, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/12547>
- Candama, A., Mulford, S., Mendoza, B., Gomez, C., & Troncoso, A. (2020). Propuesta para mejorar el tiempo de permanencia de maquinaria pesada en talleres de mantenimiento. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 66–72. <https://doi.org/10.17981/bilo.2.1.2020.12>
- Gonzales, V. (2020). Tipos de mantenimientos en las empresas prestatarias de equipos pesados a la industria petrolera. *Revista Boliviana de Ingeniería*, 2(2), 52–60.
- Hinostroza, J. (2019). *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las perforadoras diamantinas en la empresa Geotecnia Peruana S.R.L.* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44234>
- Majin, J. W., Gomez, H. D., & Florez, J. F. (2019). Guía para la generación de planes de mantenimiento basados en ISO 9001: 2008 y ANSI/ISA 88, 95. Caso de estudio: Planta trilladora de Café Pergamino. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (Rcta)*, 1(33), 141–150. <https://doi.org/10.24054/16927257.v33.n33.2019.3333>
- Martínez, M., & Carbonell, D. (2020). Indicadores de gestión de mantenimiento en empresas de servicio petrolero. *Revista Ingeniería*, 4(9), 143–162. <https://doi.org/https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v4i9.62>

- Nayhua, J. (2018). *Diseño de un plan mantenimiento con la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad para perforadoras Atlas COPCO CT20 en la empresa Explo Drilling* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8371>
- Padura, Y., Rodríguez, A., García, A., Hourné, M., Díaz, A., & Cedrón, G. (2017). Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos. *Revista de Ingeniería Energética*, 38(3), 224–230.
- Parmenter, D. (2012). *Key performance indicators for government and non profit agencies : implementing winning KPIs* (Third Edit). Wiley.
- Pérez, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial* (1.^a ed.). Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33276?show=full>
- Rubio, W. A. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de Motavita* [Tesis de licenciatura, Universidad Santo Tomás]. <http://hdl.handle.net/11634/19188>
- Valverde, A. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en minera Chinalc* (Moubray, 1997) o Perú S.A. [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Callao]. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5884>
- Fuenmayor, E. (2018). *Análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de un sistema de bombeo*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/analisis-de-confiabilidad-disponibilidad-y-un-sistema-edgar/?originalSubdomain=es>
- Zegarra, M. (2016). Indicadores para gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo*, 19(1), 25–37. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v19i1.1219>
- Moubray, J. (1997). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. (Sueiro. E, Trad.). Aladon LLC. (Obra original publicada en 1993)

ANEXOS

ANEXO 1.	Matriz de consistencia	1
ANEXO 2.	KPI de los equipos noviembre 2021- julio 2022	2
ANEXO 3.	Tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparaciones y disponibilidad mecánica de los equipos noviembre 2021 – julio 2022	33
ANEXO 4.	Tabla de tasa de fallas e indisponibilidad de los equipos	34
ANEXO 5.	Cuadro de cálculo del diagrama de Pareto	36
ANEXO 6.	Especificaciones técnicas del tractor sobre orugas 43018008	36
ANEXO 7.	Ordenes de trabajo de mantenimiento correctivos del tractor de orugas 43018008	38
ANEXO 8.	Puntos de engrase del tractor Caterpillar D8T	39
ANEXO 9.	Fotografías del proceso de construcción del proyecto	40
ANEXO 10.	Inspección técnica AT2 de tractor de cadenas D8T	42

ANEXO 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE
<p>¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en base a la criticidad, aplicado a la maquinaria de la empresa COSAPI, le permitiría a ésta, optimizar su proceso productivo?</p>	<p>Diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad para la maquinaria de la empresa COSAPI, para optimizar su proceso productivo.</p>	<p>El diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad, para la maquinaria de la empresa constructora COSAPI, permitirá optimizar su proceso productivo.</p>	<p>“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora COSAPI Proyecto Parque Eólico Punta Lomitas.”</p>
PROBLEMAS SECUNDARIOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo identificar los puntos vulnerables que mayor afectación presentan las máquinas de la empresa constructora, por la exigencia del trabajo que realizan? 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar y analizar el proceso productivo de la maquinaria de la empresa constructora, para identificar los puntos vulnerables que mayor afectación tienen en las máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El estudio y análisis del proceso productivo de la maquinaria de la empresa constructora, facilitará la identificación de los puntos vulnerables que mayor afectación tienen en las máquinas. 	<p>“Optimizar el proceso productivo”.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo plantear estrategias de diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa constructora, que les permita extender su vida útil y reducir las paralizaciones intempestivas? 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los parámetros de diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la criticidad de la maquinaria, para plantear estrategias de diseño que les permita extender su vida útil y minimizar las paralizaciones intempestivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El establecimiento de los parámetros de diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el estudio de la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora contribuirá a extender su vida útil y minimizar las paralizaciones intempestivas. 	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo incrementar el tiempo entre paradas por mantenimiento de la maquinaria de la empresa constructora y optimizar su proceso productivo? 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar un plan de mantenimiento preventivo basado en el estudio de la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora, para incrementar el tiempo entre paradas por mantenimiento y optimizar su proceso productivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en el estudio de la criticidad de la maquinaria de la empresa constructora permitirá incrementar el tiempo entre paradas por mantenimiento y optimizar su proceso productivo 	

ANEXO 2. KPI de los equipos noviembre 2021- julio 2022

KPI Maquinarias del mes de noviembre 2021												
Categoría	Maquinarias	Código	Lectura inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
									Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-001	381.0	690.4	248	309	8	3	97.48	129	103	3
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-002	13,696.0	13,947.0	248	251	4	1	98.43	103	251	4
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-003	4,730.0	4,930.0	248	200	10	4	95.24	84	50	3
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-004	18,316.0	18,560.0	248	244	4	1	98.39	100	244	4
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-005	14,679.0	14,895.0	248	216	36	1	85.71	102	216	36
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-006	60.0	232.5	168	173	3	1	98.30	105	173	3
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-001	207.0	423.7	248	217	2	1	99.09	88	217	2
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-002	2,215.0	2,416.7	248	202	20	1	90.99	88	202	20
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-001	249.0	455.1	248	206	30	2	87.29	95	103	15
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-002	215.0	445.5	248	231	2	1	99.14	94	231	2
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-003	1,661.0	1,880.6	248	220	4	1	98.21	90	220	4
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-004	901.0	1,143.0	248	242	3	0	98.78	99	No Falló	No Falló
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-005	10.3	91.0	128	81	1	1	98.78	64	81	1
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-006	359.0	396.5	64	38	0	0	100.00	59	No Falló	No Falló
ALQUILADO	MINICARGADOR	MCA-001	2,278.0	2,404.0	248	126	6	1	95.45	52	126	6
ALQUILADO	MONTACARGA	MON-001	344.0	381.0	192	37	1	1	97.37	19	37	1
PROPIO	MOTONIVELADORA	MOT-001	15,544.0	15,729.3	248	185	4	1	97.88	76	185	4
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-002	1,525.0	1,729.0	248	204	6	2	97.14	84	102	3
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-001	176.7	366.0	248	189	2	0	98.95	77	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-002	8.0	80.7	88	73	1	1	98.65	84	73	1

ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-001	1,267.0	1,406.7	248	140	2	0	98.59	57	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-002	822.0	980.5	248	159	0	0	100.00	64	No Falló	No Falló
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-002	3,095.0	3,320.0	248	225	3	1	98.68	92	225	3
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43016010R	14,690.0	14,767.4	248	77	16	3	82.80	52	26	4.5
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-004	3,498.0	3,709.0	248	211	8	2	96.35	88	106	4
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-005	3,156.0	3,376.0	248	220	2	1	99.10	89	220	2
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-006	11.0	122.0	128	111	0	0	100.00	87	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038010	18,295.0	18,488.4	248	193	1	1	99.48	78	193	1
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038005	18,210.0	18,383.5	248	174	28	1	86.14	79	174	28
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-003	8,869.0	9,087.0	248	218	4	1	98.20	89	218	4
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-004	7,956.0	8,143.3	248	187	20	1	90.34	82	187	20
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-005	9,813.0	10,012.2	248	199	20	3	90.87	87	66	7
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-006	7,075.0	7,244.0	248	169	12	1	93.37	72	169	12
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-007	8,783.0	9,002.0	248	219	2	1	99.10	89	219	2
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-008	7,784.0	7,956.0	240	172	16	1	91.49	77	172	16
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038003	17,885.3	17,982.0	120	97	3	1	97.00	83	97	3
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038008	19,227.0	19,323.6	120	97	1	1	98.98	81	97	1
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038004	16,934.0	17,026.1	120	92	0	0	100.00	77	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038002	17,499.0	17,591.2	96	92	0	0	100.00	96	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	52036059	16,423.0	16,469.0	96	46	0	0	100.00	48	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038006	15,551.0	15,594.0	56	43	0	0	100.00	77	No Falló	No Falló

KPI Maquinarias del mes de diciembre 2021

Categoria	Maquinarias	Código	Lectura inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
									Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-001	690.4	956.3	240	266	8	2	97.08	0	133.00	4.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-002	13,947.0	14,126.0	240	179	88	1	67.04	118	179.00	88.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-003	4,930.0	5,111.0	240	181	2	1	98.91	76	181.00	2.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-004	18,560.0	18,722.0	240	162	40	1	80.20	81	162.00	40.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-005	14,895.0	15,076.0	240	181	24	2	88.29	84	90.50	12.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-006	232.5	468.0	408	235	10	2	95.92	59	117.50	5.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-007	78.0	306.0	200	228	2	2	99.13	115	114.00	1.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-008	15,977.0	16,093.2	144	116	24	2	82.86	97	58.00	12.00
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-001	423.7	610.0	240	186	3	1	98.41	78	186.00	3.00
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-002	2,416.7	2,625.0	240	208	4	1	98.11	88	208.00	4.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-001	455.1	662.0	240	207	2	1	99.04	87	207.00	2.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-002	445.5	630.0	240	185	2	1	98.93	78	185.00	2.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-003	1,880.6	2,055.0	240	174	3	1	98.31	74	174.00	3.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-004	1,143.0	1,326.0	240	183	3	1	98.39	77	183.00	3.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-005	91.0	294.0	368	203	3	1	98.54	56	203.00	3.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-006	396.5	618.0	304	222	3	1	98.67	74	222.00	3.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-007	4,687.0	4,735.0	120	48	6	2	88.89	42	24.00	3.00
ALQUILADO	MINICARGADOR	MCA-001	2,404.0	2,600.0	240	196	6	2	97.03	84	98.00	3.00
ALQUILADO	MONTACARGA	MON-002	1,263.0	1,374.0	312	111	1	1	99.11	36	111.00	1.00
PROPIO	MOTONIVELADO RA	43026016	15,729.3	15,879.0	240	150	4	1	97.40	63	150.00	4.00
ALQUILADO	MOTONIVELADO RA	MOT-002	1,729.0	1,904.0	240	175	1	1	99.43	73	175.00	1.00
ALQUILADO	MOTONIVELADO RA	MOT-003	523.0	589.0	88	66	2	1	97.06	77	66.00	2.00

ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-001	366.0	599.0	240	233	6	3	97.49	100	77.67	2.00
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-002	80.7	294.0	328	213	2	1	99.07	65	213.00	2.00
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-001	1,406.7	1,512.0	240	105	1	1	99.06	44	105.00	1.00
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-002	980.5	1,121.0	240	141	1	1	99.30	59	141.00	1.00
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-003	6.0	41.0	80	35	1	1	97.22	44	35.00	1.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-002	3,320.0	3,419.0	240	99	96	2	50.77	69	49.50	48.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-004	3,709.0	3,898.0	240	189	6	3	96.92	81	63.00	2.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-005	3,376.0	3,572.0	240	196	3	3	98.49	83	65.33	1.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-006	122.0	276.0	368	154	24	1	86.52	45	154.00	24.00
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43018008	20,200.0	20,318.0	168	118	4	2	96.72	71	59.00	2.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-008	152	113	2	1	98.26	71	113.00	2.00	152	113
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038010	18,488.4	18,683.0	240	195	2	2	98.98	82	97.50	1.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038005	18,383.5	18,451.0	240	68	132	1	34.00	63	68.00	132.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-003	9,087.0	9,248.0	240	161	40	1	80.10	81	161.00	40.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-004	8,143.3	8,326.0	240	183	16	1	91.96	82	183.00	16.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-005	10,012.2	10,143.0	240	131	96	1	57.71	91	131.00	96.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-006	7,244.0	7,374.0	240	130	36	2	78.31	64	65.00	18.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-007	9,002.0	9,198.0	240	196	2	1	98.99	82	196.00	2.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-008	7,956.0	8,123.0	480	167	2	1	98.82	35	167.00	2.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038003	17,982.0	17,992.0	360	10	232	1	4.13	8	10.00	232.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038008	19,323.6	19,520.0	360	196	3	1	98.49	55	196.00	3.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038004	17,026.1	17,219.3	360	193	3	1	98.47	54	193.00	3.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038002	17,591.2	17,793.0	336	202	6	2	97.12	61	101.00	3.00
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	52036059	16,469.0	16,650.0	336	181	5	1	97.31	55	181.00	5.00

KPI Maquinarias del mes de enero 2022

Categoría	Maquinarias	Código	Lectura Inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
									Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
ALQUILADO	CHANCADORA SECUNDARIA	40007003	6,357.0	6,358.0	310	1	0.0	0	100	0	No Falló	No Falló
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	43010018	5,978.0	6,001.0	310	23	0.0	0	100	7	No Falló	No Falló
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43018008	20,197.0	20,497.0	310	300	4	2	98.68	100	150	2
PROPIO	MOTONIVELADOR A	43026016	15,879.0	16,040.0	310	161	1.0	1	99.38	52	161	1
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	52036059	16,650.0	16,757.0	310	107	8.0	2	93.04	35	53.5	4
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038001	15375	15,419.0	310	44	0.0	0	100.00	14	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038002	17,793.0	17,934.0	310	141	2.0	1	98.60	46	141	2
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038003	17,992.0	18,135.0	310	143	2.0	0	98.62	46	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038004	17,219.3	17,398.1	310	179	4.0	1	97.81	58	178.8	4
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038005	18,451.0	18,590.0	310	139	5.0	1	96.53	46	139	5
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038006	15789	15,978.0	310	189	0.0	0	100.00	61	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038007	17487	17,527.5	310	41	0.0	0	100.00	13	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038008	19,520.0	19,661.8	310	142	2.0	1	98.61	46	141.8	2
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038010	18,683.0	18,729.0	310	46	81.0	4	36.22	20	11.5	20.25
ALQUILADO	CHANCADORA PRIMARIA	40006001L1	8,521.0	8,521.0	310	0	0.0	0	0.00	0	No Falló	No Falló
ALQUILADO	PLANTA DE ZARANDEO	40102003R	6,989.0	7,004.0	310	15	0.0	0	100.00	5	No Falló	No Falló
PROPIO	EXCAVADORA S/ORUGAS	43005009L1	13,982.0	14,093.0	310	111	2.0	0	98.23	36	No Falló	No Falló
ALQUILADO	GRUA TELESCOPICA	55006003R	15,330.0	15,330.0	310	0	0.0	0	0.00	0	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-004	18,722.0	18,756.0	310	34	230.0	1	12.88	43	34	230
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-004	3,898.0	4,084.0	310	186	78.6	7	70.29	80	26.57142857	11.22857143
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-008	964.0	1,112.0	310	148	73.0	4	66.97	62	37	18.25
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-005	15,076.0	15,326.0	310	250	60.0	2	80.65	100	125	30
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-006	468.0	623.2	310	155	44.0	2	77.89	58	77.6	22
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-005	3,572.0	3,748.0	310	176	24.5	1	87.78	62	176	24.5

ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-002	3,419.0	3,632.0	310	213	24.0	3	89.87	74	71	8
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-003	2,055.0	839.7	310	-1215	19.5	2	101.63	-418	-607.65	9.75
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-009	674.0	785.0	310	111	0.0	0	100.00	36	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-010	3,959.0	4,004.5	310	46	0.0	0	100.00	15	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-011	10,191.0	10,219.6	310	29	0.0	0	100.00	9	No Falló	No Falló
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-005	294.0	492.0	310	198	14.0	0	93.40	67	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-001	599.0	760.0	310	161	11.0	2	93.60	54	80.5	5.5
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-003	589.0	770.4	310	181	10.0	1	94.76	60	181.4	10
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-001	662.0	844.5	310	183	9.0	1	95.31	61	182.5	9
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-002	630.0	839.7	310	210	9.0	1	95.89	70	209.7	9
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-007	4,735.0	4,955.8	310	221	7.4	1	96.76	73	220.8	7.4
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-001	610.0	809.5	310	200	7.0	1	96.62	66	199.5	7
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-004	1,326.0	1,509.7	310	184	7.0	0	96.34	61	No Falló	No Falló
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-002	1,904.0	2,089.0	310	185	7.0	0	96.35	61	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-003	41.0	160.0	310	119	7.0	3	94.44	39	39.66666667	2.333333333
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-010	2,965.0	3,001.5	310	37	0.0	0	100.00	12	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-003	9.6	168.5	310	159	5.5	0	96.66	52	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-002	14,126.0	14,324.0	310	198	5.0	1	97.54	65	198	5
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-006	618.0	795.8	310	178	5.0	1	97.27	58	177.8	5
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-002	2,625.0	2,810.1	310	185	4.5	1	97.63	61	185.1	4.5
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-006	276.0	447.0	310	171	4.2	0	97.60	56	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-001	1,512.0	1,651.6	310	140	0.0	0	100.00	45	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-001	956.3	1,206.2	310	250	4.0	1	98.43	82	249.9	4
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-007	306.0	562.0	310	256	3.0	1	98.84	83	256	3
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-008	16,093.2	16,213.2	310	120	3.0	2	97.56	39	60	1.5
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-006	7,374.0	7,490.0	310	116	2.5	1	97.89	38	116	2.5

ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-002	294.0	471.6	310	178	1.5	0	99.16	58	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-002	1,121.0	1,226.4	310	105	1.5	1	98.59	34	105.4	1.5
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-003	5,111.0	5,325.0	310	214	1.0	1	99.53	69	214	1
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-003	371.0	396.7	310	26	1.0	0	96.30	8	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-004	8,326.0	8,481.0	310	155	0.5	0	99.68	50	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-005	10,143.0	10,230.0	310	87	0.0	0	100.00	28	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-003	9,248.0	9,423.0	310	175	2.0	1	98.87	57	175	2
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-007	9,198.0	9,361.0	310	163	0.0	0	100.00	53	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-008	8,123.0	8,295.0	310	172	0.0	0	100.00	55	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-017	6594	6,743.2	310	149	0.0	0	100.00	48	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-018	9231	9,310.0	310	79	0.0	0	100.00	25	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CHANCADORA SECUNDARIA	40007003	6,357.0	6,358.0	310	1	0.0	0	100.000	0	No Falló	No Falló

KPI Maquinarias del mes de febrero 2022

Categoría	Maquinarias	Código	Lectura inicial	Lectura final	H. programa da	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
									D (%)m	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 12T	CG-002	4,140.0	4,433.0	310	293	3.30	2	98.89	98	146.5	1.65
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 12T	CG-003	8,685.0	9,009.0	310	324	1.00	1	99.69	105	324	1
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 30T	CG-004	4,763.0	4,998.0	310	235	4.00	1	98.33	77	235	4
ALQUILADO	CAMION GRUA + PLATAFORMA	CG-005	8,369.0	8,393.0	310	24	0.00	0	100.00	8	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-001	835.7	1,065.0	310	229	6.40	5	97.28	76	45.8	1.28
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-002	2,828.5	3,241.0	310	413	2.10	2	99.49	134	206.5	1.05
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-003	389.0	608.0	310	219	1.40	1	99.36	71	219	1.4
PROPIO	CHANCADORA PRIMARIA	CHA-001	8,521.0	8,521.0	310	0	0.00	0	0.00	0	No Falló	No Falló
PROPIO	CHANCADORA SECUNDARIA	CHA-001	6,358.0	6,358.0	310	0	0.00	0	0.00	0	No Falló	No Falló

ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-001	1,206.2	1,456.0	310	250	6.00	2	97.66	82	125	3
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-006	623.2	864.0	310	241	6.00	1	97.57	79	241	6
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-003	5,333.0	5,557.0	310	224	5.00	1	97.82	73	224	5
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-013	15,157.0	15,259.0	310	102	5.00	2	95.33	33	51	2.5
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-008	16,213.2	16,411.0	310	198	4.00	2	98.02	65	99	2
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-011	10,219.6	10,481.0	310	261	4.00	2	98.49	85	130.5	2
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-010	4,004.5	4,246.0	310	242	4.00	1	98.37	79	242	4
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-004	18,756.0	19,051.0	310	295	3.50	1	98.83	96	295	3.5
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-009	785.0	1,037.0	310	252	3.00	3	98.82	82	84	1
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-012	45.0	214.0	310	169	3.00	2	98.26	55	84.5	1.5
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-007	562.0	884.0	310	322	1.50	1	99.54	104	322	1.5
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-002	14,324.0	14,596.0	310	272	0.30	0	99.89	88	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-014	1,306.0	1,442.0	310	136	0.00	0	100.00	44	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-015	4,485.0	4,592.0	310	107	0.00	0	100.00	35	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-016	1.0	80.0	310	79	0.00	0	100.00	25	No Falló	No Falló
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-010	3,009.0	3,431.0	310	422	15.90	10	96.37	143	42.2	1.59
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-006	852.0	1,223.0	310	371	7.50	5	98.02	123	74.2	1.5
PROPIO	EXCAVADORA S/ORUGAS	43005009L1	14,093.0	14,183.0	310	90.00	10	1	90.00	78	90.00	10.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-007	4,964.8	5,169.0	310	204	22.90	4	89.91	71	51.00	5.73
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-005	501.0	708.0	310	207	9.40	6	95.66	69	34.50	1.57
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-002	848.0	1,107.0	310	259	8.10	6	96.97	97 86	43.17	1.35
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-004	1,509.7	1,723.0	310	213	6.90	6	96.86	86 70	35.50	1.15
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-003	2,234.9	2,558.0	310	323	2.60	1	99.20	105	323.00	2.60
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-009	6,001.0	6,262.0	310	261	2.00	0	99.24	85	No Falló	No Falló
PROPIO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-001	844.0	965.0	310	121	2.40	1	98.06	39	121.00	2.40
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-008	14,093.0	14,349.0	310	256	1.00	1	99.61	83	256.00	1.00
ALQUILADO	GRUA TELESCOPICA	GRU-002	1,533.0	1,680.0	310	147	1.00	0	99.32	48	No Falló	No Falló
PROPIO	MOTONIVELADROA	43026016	16,011.4	16,223.9	310	213	7.00	1	96.82	72	213	7

ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-002	2,089.0	2,313.0	310	224	12.30	5	94.79	75	44.8	2.46
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-003	785.0	1,005.0	310	220	8.60	4	96.24	73	55	2.15
PROPIO	MOTONIVELADORA	MOT-001	16,018.0	16,230.0	310	212	7.00	1	96.80	70	212	7
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-004	2,074.0	2,305.0	310	231	1.90	2	99.18	75	115.5	0.95
ALQUILADO	PLANTA DE ZARANDEO	ZAR-001	7,010.0	7,280.0	310	270	3.00	0	98.90	88	No Falló	No Falló
ALQUILADO	PLANTA DE ZARANDEO	ZAR-002	273.0	273.0	310	0	0.00	0	0	0	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-004	2,389.0	2,595.0	310	206	72.90	6	73.86	87	34.33	12.15
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-002	494.0	778.0	310	284	9.80	10	96.66	95	28.40	0.98
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-001	826.0	1,210.0	310	384	9.20	6	97.66	128	64.00	1.53
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-005	96.0	445.0	310	349	3.70	3	98.95	114	116.33	1.23
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-003	240.0	520.0	310	280	3.57	4	98.74	91	70.00	0.89
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-001	1,651.6	1,852.0	310	200	8.00	3	96.15	66	66.67	2.67
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-003	160.0	327.0	310	167	5.50	1	96.81	55	167.00	5.50
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-004	1,395.0	1,583.0	310	188	2.50	1	98.69	61	188.00	2.50
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-002	1,226.0	1,415.0	310	189	1.80	1	99.06	61	189.00	1.80
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-004	4,085.0	4,263.0	310	178	48.09	13	78.73	68	13.69	3.70
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-008	1,112.0	1,319.0	310	207	11.80	8	94.61	69	25.88	1.48
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-002	3,632.0	3,862.0	310	230	7.50	10	96.84	76	23.00	0.75
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43016010R	14,772.0	14,857.0	310	85	0	0	100	57	No Falló	No Falló
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-006	447.0	586.0	310	139	3.80	2	97.34	45	69.50	1.90
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43018008	20,500.0	20,521.0	310	21	1	1	80.77	7	21.00	1.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-005	3,748.0	3,787.0	310	39	1.00	1	97.50	13	39.00	1.00
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43018009R	16,970.1	17,085.2	220	115	4	4	97.46	53	28.75	1.00
PROPIO	VOLQUETE 16 M3	VOL-013	16,757.0	16,903.0	310	146	2.00	0	98.65	47	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	VOL-021	16,111.0	16,201.0	310	90	0.30	0	99.67	29	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-015	15419	15,564.0	310	145	8.00	2	94.77	48	72.50	4.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-016	17527.5	17,740.0	310	213	6.00	2	97.26	70	106.50	3.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-014	15978	16,219.0	310	241	5.00	2	97.97	79	120.50	2.50
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-010	19,661.8	19,887.0	310	225	4.00	2	98.25	74	112.50	2.00

ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-001	18,736.0	18,899.0	310	163	3.00	0	98.19	53	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-002	18,590.0	18,749.0	310	159	2.00	0	98.76	52	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-011	17,398.1	17,401.0	310	3	2.00	1	60.00	1	3.00	2.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-009	18,143.0	18,350.0	310	207	2.00	0	99.04	67	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-017	6,743.0	6,925.0	310	182	3.00	1	98.38	59	182.00	3.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-023	3463	3,570.0	310	107	2.50	1	97.72	35	107.00	2.50
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-012	17,934.0	18,152.0	310	218	2.00	0	99.09	71	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-004	8,481.0	8,696.0	310	215	2.30	1	98.94	70	215.00	2.30
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-003	9,423.0	9,636.0	310	213	0.30	0	99.86	69	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-020	9,030.0	9,196.0	310	166	0.30	0	99.82	54	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-007	9,361.0	9,398.0	310	37	0.00	0	100.00	12	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-008	8,304.0	8,471.0	310	167	0.00	0	100.00	54	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-018	9,310.0	9,316.0	310	6	0.00	0	100.00	2	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-019	7,278.0	7,502.0	310	224	0.00	0	100.00	72	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-022	3,448.0	3,544.0	310	96	0.00	0	100.00	31	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 12T	CG-002	4,140.0	4,433.0	310	293	3.30	2	98.89	96	146.50	1.65
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 12T	CG-003	8,685.0	9,009.0	310	324	1.00	1	99.69	105	324.00	1.00
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 30T	CG-004	4,763.0	4,998.0	310	235	4.00	1	98.33	77	235.00	4.00
ALQUILADO	CAMION GRUA + PLATAFORMA	CG-005	8,369.0	8,393.0	310	24	0.00	0	100.00	8	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-001	835.7	1,065.0	310	229	6.40	5	97.28	76	45.80	1.28
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-002	2,828.5	3,241.0	310	413	2.10	2	99.49	134	206.50	1.05
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-003	389.0	608.0	310	219	1.40	1	99.36	71	219.00	1.40
ALQUILADO	CHANCADORA PRIMARIA	CHA-001	8,521.0	8,521.0	310	0	0.00	0	0.00	0	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CHANCADORA SECUNDARIA	CHA-001	6,358.0	6,358.0	310	0	0.00	0	0.00	0	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-001	1,206.2	1,456.0	310	250	6.00	2	97.66	82	125.00	3.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-006	623.2	864.0	310	241	6.00	1	97.57	79	241.00	6.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-003	5,333.0	5,557.0	310	224	5.00	1	97.62	73	224.00	5.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-013	15,157.0	15,259.0	310	102	5.00	2	95.33	33	51.00	2.50

ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-008	16,213.2	16,411.0	310	198	4.00	2	98.02	65	99.00	2.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-011	10,219.6	10,481.0	310	261	4.00	2	98.49	85	130.50	2.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-010	4,004.5	4,246.0	310	242	4.00	1	98.37	79	242.00	4.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-004	18,756.0	19,051.0	310	295	3.50	1	98.83	96	295.00	3.50
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-009	785.0	1,037.0	310	252	3.00	3	98.82	82	84.00	1.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-012	45.0	214.0	310	169	3.00	2	98.26	55	84.50	1.50
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-007	562.0	884.0	310	322	1.50	1	99.54	104	322.00	1.50
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-002	14,324.0	14,596.0	310	272	0.30	0	99.89	88	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-014	1,306.0	1,442.0	310	136	0.00	0	100.00	44	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-015	4,485.0	4,592.0	310	107	0.00	0	100.00	35	No Falló	No Falló

KPI Maquinarias del mes de marzo 2022

Categoría	Maquinarias	Código	Lectura inicial	Lectura final	H. programa da	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
									Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
ALQUILADO	COMPRESORA	21018003	728.00	728.00	280	0.00	0.00	0	0	0.00	No Falló	No Falló
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43018008	20518.50	20519.50	270	1	270	1.00	0.369	11.11	1	270
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	52036055	17450.00	17470.00	40	20.00	0.00	0	100.0	50.00	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-002	14596.00	14629.00	30	33.00	0.00	0	100.0	110.00	No Falló	No Falló
ALQUILADO	MOTOSOLDADORA PETROLERA	22002006	10258.80	10298.20	280	39.40	0.00	0	100.0	14.07	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	52036051	15099.00	15142.00	30.00	43.00	0.00	0	100.0	143.33	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	43013017	5556.00	5599.50	50.00	43.50	14.00	1	75.7	120.83	43.5	14
ALQUILADO	RODILLO	ROD-005	378.00	430.00	80.00	52.00	0.00	0	100.0	65.00	No Falló	No Falló
ALQUILADO	ZARANDA VIBRATORIA	ZAR-002	2763.00	2820.00	270	57.00	25.50	1	69.1	23.31	57	25.5
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-005	1389.30	1446.6	270	57.30	1.00	1	98.3	21.30	57.3	1
ALQUILADO	CHANCADORA PRIMARIA	40006001L1	8521.00	8591.00	280	70.00	3.00	1.00	95.9	25.27	70	3
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038001	15564.00	15637.00	280	73.00	140.00	2.00	34.3	52.14	36.5	70

ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-008	16411.30	16487.20	80	75.90	0.00	0	100.0	94.88	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-014	1442.30	1528.50	270.00	86.20	60.00	1	59.0	41.05	86.2	60
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038004	17393.80	17482.50	280.00	88.70	91.00	3.00	49.4	46.93	29.57	30.33
ALQUILADO	CHANCADORA SECUNDARIA	40007003	6358.00	6447.00	280.00	89.00	1.00	0	98.9	31.90	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-020	9196.70	9288.00	120.00	91.30	0.00	0	100.0	76.08	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CAMION CON GRUA	CG-001	14072.10	14167.00	90.00	94.90	0.00	0	100.0	105.44	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-016	80.20	189.00	270.00	108.80	1.00	1	99.1	40.45	108.8	1
PROPIO	VOLQUETE 16 M3	52036049	16130.00	16240.00	160.00	110.00	0.00	0	100.0	68.75	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 22T	CG-006	1502.20	1616.00	130.00	113.80	0.00	0	100.0	87.54	No Falló	No Falló
PROPIO	VOLQUETE 16 M3	52036052	14424.00	14542.00	160.00	118.00	0.00	0	100.0	73.75	No Falló	No Falló
PROPIO	VOLQUETE 16 M3	52036043	16201.00	16326.00	280.00	125.00	162.30	1.00	43.5	106.20	125	162.3
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-019	7502.10	7627.10	130.00	125.00	0.00	0	100.0	96.15	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-017	6925.20	7052.70	270.00	127.50	67.00	2	65.6	62.81	63.75	33.5
PROPIO	VOLQUETE 16 M3	52036053	14620.00	14749.00	160.00	129.00	1.50	1.00	98.9	81.39	129	1.5
ALQUILADO	MINICARGADOR	MCA-002	3068.00	3199.00	130.00	131.00	0.00	0	100.0	100.77	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-004	1583.00	1715.50	270.00	132.50	0.33	1	99.8	49.13	132.5	0.33
ALQUILADO	RODILLO BERMERO	ROB-001	1396.00	1529.50	270.00	133.50	25.00	1	84.2	54.49	133.5	25
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-003	326.90	461.00	270.00	134.10	0.00	0	100.0	49.67	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-019	6195.90	6331.00	210.00	135.10	0.00	0	100.0	64.33	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-001	1852.50	1992.30	270.00	139.80	0.00	0	100.0	51.78	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-020	13311.50	13452.70	130.00	141.20	0.00	0	100.0	108.62	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 30T	CG-004	8393.00	8544.00	270.00	151.00	0.00	0	100.0	55.93	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CAMION GRUA + PLATAFORMA	CG-005	8393.00	8544.00	270.00	151.00	0.00	0	100.0	55.93	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RODILLO BERMERO	ROB-002	42.50	199.00	270.00	156.50	0.00	0	100.0	57.96	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-006	2166.70	2328.50	270.00	161.80	2.00	1	98.8	60.37	161.8	2
PROPIO	VOLQUETE 20 M3	52038005	18741.70	18907.70	240.00	166.00	0.67	1	99.6	69.36	166	0.67
PROPIO	EXCAVADORA S/ORUGAS	43010015	14167.00	14336.00	280.00	169.00	24.50	4	87.3	66.14	42.25	6.125
PROPIO	VOLQUETE 20 M3	52038010	18935.00	19104.00	280.00	169.00	2.83	1	98.4	60.97	169	2.83
PROPIO	GRUA HIDRAULICA	55006003R	11660.80	11830.30	280.00	169.50	2.00	0	98.8	60.97	No Falló	No Falló
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-004	2305.00	2476.00	270.00	171.00	3.50	2	98.0	64.17	85.5	1.75

ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-002	2313.00	2485.00	270.00	172.00	20.50	5	89.4	68.94	34.4	4.1
ALQUILADO	RODILLO 12T	ROD-002	1415.30	1589.50	270.00	174.20	0.00	0	100.0	64.52	No Falló	No Falló
PROPIO	VOLQUETE 16 M3	52036047	16592.00	16769.00	250.00	177.00	3.00	3	98.3	71.66	59	1
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-017	1181.00	1359.00	240.00	178.00	0.00	0	100.0	74.17	No Falló	No Falló
PROPIO	VOLQUETE 20 M3	52038002	18145.00	18325.00	280.00	180.00	54.50	3	76.8	79.82	60	18.166666 67
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-003	9636.70	9817.00	270.00	180.30	21.00	1	89.6	72.41	180.3	21
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-004	4263.00	4444.00	270.00	181.00	58.00	9	75.7	85.38	20.11	6.44
PROPIO	VOLQUETE 20 M3	52038007	17733.60	17918.60	280.00	185.00	3.50	4	98.1	66.91	46.25	0.875
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43016010R	14857.40	15043.30	280	185.90	27	3	87.30	70.15	61.97	9.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-002	3862.00	4048.00	270.00	186.00	46.00	6	80.2	83.04	31.00	7.67
PROPIO	MOTONIVELADORA	43026016	16223.90	16413.30	280.00	189.40	1.50	1	99.20	68.50	189.40	1.50
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-005	708.00	900.00	270.00	192.00	7.00	5	96.5	73.00	38.40	1.40
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-018	8420.90	8613.10	180.00	192.20	0.00	0	100.0	106.78	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 16 M3	52036059	16903.00	17097.00	270.00	194.00	0.00	1	100.0	71.85	194.00	0.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-004	8696.00	8897.00	270.00	201.00	50.00	1	80.1	91.36	201.00	50.00
ALQUILADO	MOTONIVELADORA	MOT-003	1005.30	1207.90	270.00	202.60	2.00	1	99.0	75.60	202.60	2.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038003	18350.00	18555.00	280.00	205.00	2.00	1	99.0	73.74	205.00	2.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-004	1723.50	1929.00	270.00	205.50	7.00	3	96.7	78.14	68.50	2.33
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-022	3544.00	3751.00	270.00	207.00	0.00	0	100.0	76.67	No Falló	No Falló
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038006	16219.50	16431.30	270.00	211.80	6.00	2	97.2	80.23	105.90	3.00
ALQUILADO	TRACTOR S/ORUGAS	TRA-008	1319.00	1532.00	270.00	213.00	11.00	5	95.1	82.24	42.60	2.20
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-009	1037.00	1251.10	270.00	214.10	0.00	0	100.0	79.30	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-006	864.20	1079.00	270.00	214.80	0.00	0	100.0	79.56	No Falló	No Falló
ALQUILADO	PLANTA DE ZARABDEO	40102003R	7280.00	7495.00	280.00	215.00	2.00	0	99.1	77.34	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-003	617.30	835.00	270.00	217.70	24.50	5	89.9	88.68	43.54	4.90
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	52038008	19887.30	20110.00	280.00	222.70	20.67	13	91.5	85.87	17.13	1.59
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-007	5169.00	5391.80	270.00	222.80	57.25	6	79.6	104.72	37.13	9.54
PROPIO	TRACTOR S/ORUGAS	43018009R	17085.20	17312.30	280.00	227.10	4.50	5	98.10	83.34	45.42	0.90
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 12T	CG-002	4433.00	4662.00	270.00	229.00	1.00	1	99.6	85.13	229.00	1.00

ALQUILADO	CAMION LUBRICADOR	51025011	9970.00	10201.00	280.00	231.00	2.00	0	99.1	83.09	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-004	19051.00	19282.00	270.00	231.00	0.00	0	100.0	85.56	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-001	1065.00	1297.20	270.00	232.20	5.00	5	97.9	87.62	46.44	1.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	43010018	6262.10	6495.70	280.00	233.60	1.00	0	99.6	83.73	No Falló	No Falló
ALQUILADO	GRUPO ELECTROGENO	20022003	744.70	980.47	280.00	235.77	127.00	1	65.0	154.10	235.77	127.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-003	2548.00	2784.60	270.00	236.60	0.00	0	100.0	87.63	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-003	5557.00	5794.00	270.00	237.00	0.00	0	100.0	87.78	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-010	4246.30	4485.10	270.00	238.80	0.67	1	99.7	88.66	238.80	0.67
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-001	1456.30	1698.40	270.00	242.10	1.00	1	99.6	90.00	242.10	1.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-011	10481.60	10724.00	270.00	242.40	30.00	1	89.0	101.00	242.40	30.00
ALQUILADO	VOLQUETE 20 M3	VOL-023	3570.20	3817.50	270.00	247.30	19.00	1	92.9	98.53	247.30	19.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/ORUGAS	EXC-002	1098.60	1346.60	270.00	248.00	1.00	1	99.6	92.19	248.00	1.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-007	884.00	1133.00	270.00	249.00	0.00	0	100.0	92.22	No Falló	No Falló
ALQUILADO	GRUPO ELECTROGENO	20016002	577.15	826.25	280.00	249.10	2.00	0	99.2	89.60	No Falló	No Falló
ALQUILADO	GRUPO ELECTROGENO	20016003	566.40	815.90	280.00	249.50	2.00	0	99.2	89.75	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-015	4592.50	4856.10	270.00	263.60	0.00	0	100.0	97.63	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-004	2595.00	2863.50	270.00	268.50	26.00	6	91.2	110.04	44.75	4.33
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-012	214.80	483.40	270.00	268.60	0.00	0	100.0	99.48	No Falló	No Falló
ALQUILADO	CAMION CON GRUA 12T	CG-003	9009.10	9280.10	270.00	271.00	10.00	1	96.4	104.23	271.00	10.00
ALQUILADO	CISTERNA DE AGUA	CA-013	15259.00	15536.70	270.00	277.70	25.00	1	91.7	113.35	277.70	25.00
PROPIO	EXCAVADORA S/ORUGAS	43005009L1	14349.00	14654.50	280	305.50	0	0	100	113.57	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-002	778.00	1086.40	270.00	308.40	3.00	3	99.0	115.51	102.80	1.00
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-006	1223.50	1579.00	270.00	355.50	10.00	9	97.3	136.73	39.50	1.11
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-001	1210.50	1594.00	270.00	383.50	3.75	1	99.0	144.04	383.50	3.75
ALQUILADO	EXCAVADORA S/NEUMATICO	EXC-010	3431.40	3818.50	270.00	387.10	28.00	8	93.3	159.96	48.39	3.50
ALQUILADO	CARGADOR FRONTAL	CAF-002	3241.60	3631.70	270.00	390.10	22.50	3	94.5	157.62	130.03	7.50
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-003	520.60	917.30	270.00	396.70	4.50	4	98.9	149.42	99.18	1.13
ALQUILADO	GRUPO ELECTROGENO	20035003	778.80	1187.78	280.00	408.98	2.00	0	99.5	147.12	No Falló	No Falló

ALQUILADO	GRUPO ELECTROGENO	20016001	471.10	882.47	280.00	411.37	2.00	0	99.5	147.97	No Falló	No Falló
ALQUILADO	GRUPO ELECTROGENO	20035004	788.70	1203.80	280.00	415.10	2.00	0	99.5	149.32	No Falló	No Falló
ALQUILADO	RETROEXCAVADORA	RET-005	445.00	864.00	270.00	419.00	5.00	3	98.8	158.11	139.67	1.67

KPI Maquinarias del mes de abril 2022

Código	Maquinarias	Lectura inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI				
								Dm (%)	U (%)	A (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
20016001	GRUPO ELECTROGENO	882.47	1311.67	310.00	429.20	1.00	0	99.77	138.90	99.54	No Falló	No Falló
20016002	GRUPO ELECTROGENO	826.25	1150.20	310.00	323.95	0.00	0	100.00	104.50	100.00	No Falló	No Falló
20016003	GRUPO ELECTROGENO	815.90	1181.20	310.00	365.30	2.00	0	99.46	118.60	99.46	No Falló	No Falló
20022003	GRUPO ELECTROGENO	980.47	1296.21	310.00	315.74	4.00	0	98.75	103.18	98.75	No Falló	No Falló
20035003	GRUPO ELECTROGENO	1187.78	1636.90	310.00	449.12	1.00	0	99.78	145.35	99.56	No Falló	No Falló
20035004	GRUPO ELECTROGENO	1203.80	1555.30	310.00	351.50	2.00	0	99.43	114.12	99.43	No Falló	No Falló
21018003	COMPRESORA	728.00	733.80	310.00	5.80	0.00	0	100.00	1.87	100.00	No Falló	No Falló
22002006	MOTOSOLDADORA PETROLERA	10298.20	10314.60	310.00	16.40	0.00	0	100.00	5.29	100.00	No Falló	No Falló
40007003	CHANCADORA SECUNDARIA	6447.00	6727.00	430.00	280.00	22.00	3	92.72	68.63	88.33	93.33	7.33
43010015	Excavadora s/orugas	14336.00	14561.00	310.00	225.00	5.00	1	97.83	73.77	97.83	225.00	5.00
43010018	EXCAVADORA S/ORUGAS	6495.70	6567.80	310.00	72.10	3.00	1	96.01	23.49	96.01	72.10	3.00
43013017	RETROEXCAVADORA	5596.90	5750.20	360.00	153.30	107.00	2	58.89	60.59	37.64	76.65	53.50
43018008	TRACTOR S/ORUGAS	20518.50	20666.00	310.00	147.50	28.25	7	83.93	58.82	51.98	21.07	4.04
43026016	MOTONIVELADORA	16413.30	16636.90	310.00	223.60	7.50	3	96.75	73.92	96.34	74.53	2.50
43051011	MINICARGADOR	1701.00	1750.50	130.00	49.50	2.62	0	94.97	38.86	94.98	No Falló	No Falló
51025011	CAMION LUBRICADOR	10201.00	10455.00	310.00	254.00	1.00	0	99.61	82.20	99.61	No Falló	No Falló
52036043	VOLQUETE 16 M3	16326.00	16502.00	310.00	176.00	44.75	4	79.73	66.35	63.60	44.00	11.19
52036047	VOLQUETE 16 M3	16781.00	16829.00	320.00	48.00	197.00	3	19.59	39.02	9.38	16.00	65.67
52036048	VOLQUETE 16 M3	16162.00	16170.00	190.00	8.00	1.07	1	88.20	4.23	78.05	8.00	1.07
52036049	VOLQUETE 16 M3	16240.00	16462.00	310.00	222.00	0.00	0	100.00	71.61	100.00	No Falló	No Falló

52036051	VOLQUETE 16 M3	15152.00	15460.00	350.00	308.00	34.00	3	90.06	97.47	84.15	102.67	11.33
52036052	VOLQUETE 16 M3	14542.00	14760.00	310.00	218.00	0.00	0	100.00	70.32	100.00	No Falló	No Falló
52036053	VOLQUETE 16 M3	14749.00	15006.00	320.00	257.00	2.00	0	99.23	80.82	99.23	No Falló	No Falló
52036055	VOLQUETE 16 M3	17470.00	17686.00	310.00	216.00	1.00	0	99.54	69.90	99.54	No Falló	No Falló
52036056	VOLQUETE 16 M3	16562.00	16703.00	230.00	141.00	4.50	2	96.91	62.53	96.25	70.50	2.25
52036059	VOLQUETE 16 M3	17105.00	17317.00	300.00	212.00	6.33	4	97.10	72.19	96.66	53.00	1.58
52038001	VOLQUETE 20 M3	15637.00	15788.00	340.00	151.00	79.92	5	65.39	58.06	44.95	30.20	15.98
52038002	VOLQUETE 20 M3	18325.00	18536.00	310.00	211.00	4.00	0	98.14	68.95	98.14	No Falló	No Falló
52038003	VOLQUETE 20 M3	18555.00	18797.50	310.00	242.50	4.92	3	98.01	79.49	98.01	80.83	1.64
52038004	VOLQUETE 20 M3	17482.50	17713.70	310.00	231.20	3.00	2	98.72	75.31	98.72	115.60	1.50
52038005	VOLQUETE 20 M3	18934.10	19207.70	420.00	273.50	7.50	5	97.33	66.30	96.99	54.70	1.50
52038006	VOLQUETE 20 M3	16439.00	16689.00	310.00	250.00	31.00	2	88.97	89.61	80.65	125.00	15.50
52038007	VOLQUETE 20 M3	17918.60	18137.60	310.00	219.00	5.67	2	97.48	71.96	97.48	109.50	2.84
52038008	VOLQUETE 20 M3	20110.00	20303.00	410.00	193.00	33.00	5	85.40	51.19	75.69	38.60	6.60
52038010	VOLQUETE 20 M3	19104.00	19330.00	310.00	226.00	7.00	2	97.00	74.59	97.00	113.00	3.50
40006001L1	CHANCADORA PRIMARIA	8591.00	8825.00	440.00	234.00	101.00	4	69.85	90.35	35.78	58.50	25.25
40102003R	PLANTA DE ZARANDEO	7495.00	7771.00	440.00	276.00	11.15	2	96.12	64.36	95.45	138.00	5.58
43005009L1	EXCAVADORA S/ORUGAS	14654.50	15001.50	420.00	347.00	1	1	99.71	83.61	98.58	347.00	1.00
43016010R	TRACTOR S/ORUGAS	15043.30	15213.50	310.00	170.20	9.50	3	94.71	56.45	94.71	58.73	3.17
43018009R	TRACTOR S/ORUGAS	17312.30	17519.00	310.00	206.70	5.33	10	97.49	68.29	96.57	20.67	0.53
52038009R	VOLQUETE 20 M3	19411.30	19661.90	390.00	248.20	40.50	5	85.97	71.02	80.93	49.64	8.10
55006003R	GRUA HIDRAÚLICA	11830.30	11973.30	310.00	143.00	40.00	1	78.14	52.96	59.83	143.00	40.00
VOL-003	VOLQUETE 20 M3	9817.00	9967.00	300.00	150.00	80.00	1	65.22	68.18	65.22	150.00	80.00
TRA-008	TRACTOR S/ORUGAS	1532.00	1676.00	300.00	144.00	45.83	8	75.86	56.66	75.86	18.00	5.73
CAF-003	CARGADOR FRONTAL	835.00	1075.00	300.00	240.00	45.00	4	84.21	94.12	84.21	60.00	11.25
TRA-002	TRACTOR S/ORUGAS	4048.00	4237.00	300.00	189.00	37.33	4	83.51	71.95	83.51	47.25	9.33
CA-004	CISTERNA DE AGUA	19282.00	19491.00	300.00	209.00	37.00	2	84.96	79.47	84.96	104.50	18.50
CA-020	CISTERNA DE AGUA	13452.70	13667.00	300.00	214.30	36.00	2	85.62	81.17	85.62	107.15	18.00
RET-004	RETROEXCAVADORA	2863.50	3060.00	300.00	196.50	35.75	6	84.61	74.36	84.61	32.75	5.96

CA-015	CISTERNA DE AGUA	4856.10	4933.00	70.00	76.90	8.00	1	90.58	12 403	90.58	76.90	8.00
MCA-002	MINICARGADOR	3199.00	3460.00	300.00	261.00	33.50	3	88.62	97.94	88.62	87.00	11.17
CG-005	CAMION GRUA	8544.00	8715.00	300.00	171.00	32.50	3	84.03	63.93	84.03	57.00	10.83
CG-003	CAMION CON GRUA 12T	9280.10	14464.00	300.00	5183.90	31.00	2	99.41	1927.10	99.41	2591.95	15.50
RET-003	RETROEXCAVADORA	917.30	1210.00	300.00	292.70	29.00	4	90.99	108.01	90.99	73.18	7.25
TRA-004	TRACTOR S/ORUGAS	4444.00	4500.00	300.00	56.00	21.00	7	72.73	20.07	72.73	8.00	3.00
VOL-004	VOLQUETE 20 M3	8897.00	9124.00	300.00	227.00	17.00	2	93.03	80.21	93.03	113.50	8.50
RET-008	RETROEXCAVADORA	181.00	370.00	180.00	189.00	8.00	2	95.94	109.88	95.94	94.50	4.00
MOT-002	MOTONIVELADORA	2485.00	2683.50	300.00	198.50	13.00	2	93.85	69.16	93.85	99.25	6.50
CA-010	CISTERNA DE AGUA	4485.10	4738.00	300.00	252.90	12.00	1	95.47	87.81	95.47	252.90	12.00
RET-005	RETROEXCAVADORA	864.00	1270.00	300.00	406.00	12.00	3	97.13	140.97	97.13	135.33	4.00
EXC-005	EXCAVADORA S/ORUGAS	900.00	1272.00	300.00	372.00	11.25	4	97.06	128.83	97.06	93.00	2.81
CAF-002	CARGADOR FRONTAL	3631.70	3897.00	300.00	265.30	11.00	3	96.02	91.80	96.02	88.43	3.67
EXC-010	EXCAVADORA S/NEUMATICO	3818.50	4108.50	300.00	290.00	10.00	5	96.67	100.00	96.67	58.00	2.00
CAF-001	CARGADOR FRONTAL	1297.20	1602.00	300.00	304.80	9.33	3	97.03	104.86	97.03	101.60	3.11
CA-003	CISTERNA DE AGUA	5794.00	6029.00	300.00	235.00	8.00	1	96.71	80.48	96.71	235.00	8.00
CA-012	CISTERNA DE AGUA	483.40	701.00	300.00	217.60	8.00	1	96.45	74.52	96.45	217.60	8.00
CA-017	CISTERNA DE AGUA	1359.00	1602.00	300.00	243.00	8.00	1	96.81	83.22	96.81	243.00	8.00
CA-018	CISTERNA DE AGUA	8613.10	8754.00	300.00	140.90	8.00	1	94.63	48.25	94.63	140.90	8.00
EXC-003	EXCAVADORA S/ORUGAS	2784.60	2998.60	300.00	214.00	8.00	1	96.40	73.29	96.40	214.00	8.00
MOT-005	MOTONIVELADORA	1446.60	1632.60	300.00	186.00	8.00	3	95.88	63.70	95.88	62.00	2.67
RET-001	RETROEXCAVADORA	1594.00	1974.00	300.00	380.00	8.00	4	97.94	130.14	97.94	95.00	2.00
RET-002	RETROEXCAVADORA	1086.40	1393.00	300.00	306.60	7.20	4	97.71	104.71	97.71	76.65	1.80
RET-006	RETROEXCAVADORA	2328.50	2632.00	300.00	303.50	5.50	2	98.22	103.06	98.22	151.75	2.75
EXC-007	EXCAVADORA S/ORUGAS	5391.80	5598.60	300.00	206.80	5.00	4	97.64	70.10	97.64	51.70	1.25
MOT-004	MOTONIVELADORA	2476.00	2643.00	300.00	167.00	4.50	4	97.38	56.51	97.38	41.75	1.13
ROD-006	RODILLO 12T	510.80	587.20	140.00	76.40	2.00	1	97.45	55.36	97.45	76.40	2.00
EXC-002	EXCAVADORA S/ORUGAS	1346.60	1656.50	300.00	309.90	4.00	1	98.73	104.70	98.73	309.90	4.00

MOT-006	MOTONIVELADORA	847.40	983.70	190.00	136.30	2.50	2	98.20	72.69	98.20	68.15	1.25
EXC-006	EXCAVADORA S/NEUMATICO	1579.00	1743.00	300.00	164.00	3.50	2	97.91	55.31	97.91	82.00	1.75
EXC-004	EXCAVADORA S/ORUGAS	1929.00	2109.50	300.00	180.50	3.50	1	98.10	60.88	98.10	180.50	3.50
MOT-003	MOTONIVELADORA	1207.90	1416.10	300.00	208.20	3.00	2	98.58	70.10	98.58	104.10	1.50
ROD-001	RODILLO 12T	1992.30	2180.80	300.00	188.50	3.00	0	98.43	63.47	98.43	No Falló	No Falló
ROD-002	RODILLO 12T	1589.50	1751.00	300.00	161.50	3.00	1	98.18	54.38	98.18	161.50	3.00
ROD-005	RODILLO 12T	430.00	612.20	300.00	182.20	3.00	0	98.38	61.35	98.38	No Falló	No Falló
ROD-004	RODILLO 12T	1715.50	1867.50	300.00	152.00	2.20	1	98.57	51.04	98.57	152.00	2.20
CG-002	CAMION CON GRUA 12T	4662.00	4855.00	300.00	193.00	1.00	1	99.48	64.55	99.48	193.00	1.00
CG-001	CAMION CON GRUA	14167.00	14456.50	300.00	289.50	0.00	0	100.00	96.50	100.00	No Falló	No Falló
CG-006	CAMION CON GRUA 22T	1616.00	1884.30	300.00	268.30	0.00	0	100.00	89.43	100.00	No Falló	No Falló
CA-001	CISTERNA DE AGUA	1698.40	1946.00	300.00	247.60	0.00	0	100.00	82.53	100.00	No Falló	No Falló
CA-006	CISTERNA DE AGUA	1079.00	1311.00	300.00	232.00	0.00	0	100.00	77.33	100.00	No Falló	No Falló
CA-007	CISTERNA DE AGUA	1133.00	1412.00	300.00	279.00	0.00	0	100.00	93.00	100.00	No Falló	No Falló
CA-009	CISTERNA DE AGUA	1251.10	1509.00	300.00	257.90	0.00	0	100.00	85.97	100.00	No Falló	No Falló
CA-011	CISTERNA DE AGUA	10724.00	11009.00	300.00	285.00	0.00	0	100.00	95.00	100.00	No Falló	No Falló
CA-013	CISTERNA DE AGUA	15536.70	15658.00	130.00	121.30	0.00	0	100.00	93.31	100.00	No Falló	No Falló
CA-016	CISTERNA DE AGUA	189.00	441.00	300.00	252.00	0.00	0	100.00	84.00	100.00	No Falló	No Falló
CA-019	CISTERNA DE AGUA	6331.00	6548.00	300.00	217.00	0.00	0	100.00	72.33	100.00	No Falló	No Falló
ROD-003	RODILLO 12T	461.00	600.00	300.00	139.00	0.00	0	100.00	46.33	100.00	No Falló	No Falló
ROB-001	RODILLO BERMERO	1529.50	1592.60	140.00	63.10	0.00	0	100.00	45.07	100.00	No Falló	No Falló
ROB-002	RODILLO BERMERO	199.00	346.90	300.00	147.90	0.00	0	100.00	49.30	100.00	No Falló	No Falló
VOL-017	VOLQUETE 20 M3	7052.70	7239.60	300.00	186.90	0.00	0	100.00	62.30	100.00	No Falló	No Falló
VOL-023	VOLQUETE 20 M3	3817.50	4170.30	300.00	352.80	0.00	0	100.00	117.60	100.00	No Falló	No Falló
VOL-008	VOLQUETE 20 M3	8612.00	8821.00	300.00	209.00	0.00	0	100.00	69.67	100.00	No Falló	No Falló
VOL-022	VOLQUETE 20 M3	3751.00	3833.50	300.00	82.50	0.00	0	100.00	27.50	100.00	No Falló	No Falló
VOL-034	VOLQUETE 20 M3	1035.00	1117.00	90.00	82.00	0.00	0	100.00	91.11	100.00	No Falló	No Falló
VOL-035	VOLQUETE 20 M3	161.00	235.00	80.00	74.00	0.00	0	100.00	92.50	100.00	No Falló	No Falló
VOL-033	VOLQUETE 20 M3	5331.10	5413.40	90.00	82.30	0.00	0	100.00	91.44	100.00	No Falló	No Falló

KPI Maquinarias del mes de mayo 2022

Código	Maquinarias	Lectura Inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
								Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
52036048	VOLQUETE 16M3	16170	16170	300.00	0.00	300	1	0	0.00	0	300
52038009R	VOLQUETE 20 M3	19661.9	19698	300.00	36.10	260	2	12.19	90.25	18.05	130
52036055	VOLQUETE 16M3	17686	17866	390.00	180.00	150.00	1	54.55	75.00	180	150
52038008	VOLQUETE 20 M3	20303.00	20456	300.00	153.00	94.50	5	61.82	74.45	30.6	18.9
43010018	EXCAVADORA S/ORUGAS	6567.80	6724.5	300.00	156.70	90.00	2	63.52	74.62	78.35	45
52038004	VOLQUETE 20 M3	17713.70	17877.5	300.00	163.80	87.5	7	65.18	77.08	23.4	12.5
52036055	VOLQUETE 16 M3	17686.00	17866.00	300.00	180.00	80.00	1	69.23	81.82	180	80
43013017	RETROEXCAVADORA	5750.20	5881.4	300.00	131.20	52.5	2	71.42	53.01	65.6	26.25
52036051	VOLQUETE 16M3	15460	15632	300.00	172.00	37.8333	2	81.97	65.61	86	18.91665
52038010	VOLQUETE 20 M3	19330	19537	300.00	207.00	30	3	87.34	76.67	69	10
40007003	CHANCADORA SECUNDARIA	6725	7030	600.00	303.00	25	1	92.38	52.70	303	25
43005009L1	EXCAVADORA S/ORUGAS	15001.5	15339	600.00	337.5	15	6	95.74	58.19	56.25	2.5
52038001	VOLQUETE 20 M3	15788	15985.6	300.00	197.60	19	4	91.23	70.32	49.4	4.75
40006001L1	CHANCADORA PRIMARIA	8823	9123	600.00	298.00	18	1	94.30	51.20	298	18
55006003R	GRUA TELESCOPICA	11973.3	12134.3	300.00	161.00	17.50	2	90.20	56.99	80.5	8.75
52038003	VOLQUETE 20 M3	18797.5	19025	300.00	227.50	16.5	4	93.24	80.25	56.875	4.125
40102003R	PLANTA DE ZARANDEO	7769	8074	600.00	303.00	15	1	95.28	51.79	303	15
43018009R	TRACTOR S/ORUGAS	17519	17719	300.00	200.00	13.25	16	93.79	69.75	12.50	0.83
43026016	MOTONIVELADORA	16636.9	16847.8	300.00	210.90	12	2	95.47	73.23	105.45	5.00
52036052	VOLQUETE 16M3	14760	14937	300.00	177.00	11.66	2	93.82	61.39	88.50	5.83
43018008	TRACTOR S/ORUGAS	20666	20839.5	300.00	173.50	5.5	7	96.93	59.32	24.79	0.79
43016010R	TRACTOR S/ORUGAS	15213.5	15430	300.00	216.50	5	2	97.74	73.89	108.25	2.50
52036053	VOLQUETE 16M3	15006	15196	300.00	190.00	5.5	3	97.19	64.52	63.33	1.83
52036056	VOLQUETE 16M3	16703	16920	300.00	217.00	4.5833	5	97.93	73.46	43.40	0.92
52036047	VOLQUETE 16 M3	16829	17037	300.00	208.00	4.0833	2	98.07	70.29	104.00	2.04
51025011	CAMION LUBRICADOR	10455	10671	300.00	216.00	4	0	98.18	72.97	No Falló	No Falló

20016001	GRUPO ELECTROGENO 54KW	1311.67	1861.12	600.00	549.45	4	0	99.28	92.19	No Falló	No Falló
52038005	VOLQUETE 20 M3	19207.7	19414.2	300.00	206.50	3	1	98.57	69.53	206.50	3.00
52036049	VOLQUETE 16M3	16462	16667	300.00	198.00	3	1	98.51	66.67	198.00	3.00
22002006	MOTOSOLDADORA	10314.6	10334.8	300.00	20.20	2.75	1	88.02	6.80	20.20	2.75
52038002	VOLQUETE 20 M3	18536	18751	300.00	215.00	2.5	2	98.85	72.27	107.50	1.25
43010015	EXCAVADORA S/ORUGAS	14561	14769	300.00	208.00	2	0	99.05	69.80	No Falló	No Falló
52038006	VOLQUETE 20 M3	16689	16905	300.00	216.00	2	0	99.08	72.48	No Falló	No Falló
20016003	GRUPO ELECTROGENO 54KW	1181.2	1729.9	600.00	548.70	1.5	0	99.73	91.68	No Falló	No Falló
52036043	VOLQUETE 16 M3	16502	16587	300.00	185.00	1.5	1	99.20	61.98	185.00	1.50
20016002	GRUPO ELECTROGENO 54KW	1150.2	1592.95	600.00	442.75	1	0	99.77	73.91	No Falló	No Falló
43051011	MINICARGADOR	1750.5	1984	300.00	233.50	1	1	99.57	78.09	233.50	1.00
52038007	VOLQUETE 20 M3	18137.6	18365.6	300.00	228.00	1	1	99.56	76.25	228.00	1.00
52036059	VOLQUETE 16M3	17323.8	17535	300.00	211.20	0.5	1	99.76	70.52	211.20	0.50
20022003	GRUPO ELECTROGENO 123KW	1296.21	1296.21	300.00	0.00	0	0	0.00	0.00	No Falló	No Falló
20035003	GRUPO ELECTROGENO 183 KW	1670.5	1670.5	300.00	0.00	0	0	0.00	0.00	No Falló	No Falló
21018003	COMPRESORA DE AIRE	733.8	738	300.00	4.20	0	0	100.00	1.40	No Falló	No Falló
EXC-005	EXCAVADORA S/ORUGAS	1277.00	1497.00	300.00	220.00	37.00	8	85.60	83.65	27.50	4.63
CA-020	CISTERNA DE AGUA	13667.00	13851.00	300.00	184.00	34.00	3	84.40	69.17	61.33	11.33
VOL-003	VOLQUETE 20 M3	9967.00	10166.00	300.00	199.00	29.33	3	87.15	73.52	66.33	9.78
CG-005	CAMION GRÚA	8728.00	8921.00	300.00	193.00	28.00	1	87.33	70.96	193.00	28.00
MOT-004	MOTONIVELADORA	2643.00	2861.00	300.00	218.00	27.83	3	88.68	80.10	72.67	9.28
RET-001	RETROEXCAVADORA	1978.00	2250.00	300.00	272.00	27.42	4	90.84	99.79	68.00	6.86
EXC-012	EXCAVADORA S/NEUMATICO	18.30	215.00	300.00	196.70	24.50	6	88.92	71.40	32.78	4.08
VOL-008	VOLQUETE 20 M3	8821.00	8979.00	300.00	158.00	24.00	1	86.81	57.25	158.00	24.00
CA-016	CISTERNA DE AGUA	491.00	675.00	300.00	184.00	20.00	2	90.20	65.71	92.00	10.00
RET-004	RETROEXCAVADORA	3060.00	3257.00	300.00	197.00	17.00	6	92.06	69.61	32.83	2.83
CG-006	CAMION CON GRUA 22T	1884.00	2076.00	300.00	192.00	16.00	1	92.31	67.61	192.00	16.00
CA-007	CISTERNA DE AGUA	1412.00	1692.00	300.00	280.00	16.00	1	94.59	98.59	280.00	16.00
MOT-002	MOTONIVELADORA	2683.00	2892.00	300.00	209.00	13.50	5	93.93	72.95	41.80	2.70

RET-006	RETROEXCAVADORA	2635.00	2923.00	600.00	288.00	13.00	4	95.68	49.06	72.00	3.25
VOL-023	VOLQUETE 20 M3	4170.00	4395.00	300.00	225.00	12.00	1	94.94	78.13	225.00	12.00
EXC-007	EXCAVADORA S/ORUGAS	5598.00	5867.00	300.00	269.00	10.16	4	96.36	92.81	67.25	2.54
CAF-002	CARGADOR FRONTAL	3897.00	4072.00	300.00	175.00	10.00	2	94.59	60.34	87.50	5.00
ROD-002	RODILLO 12T	1751.00	1929.00	300.00	178.00	10.00	2	94.68	61.38	89.00	5.00
VOL-017	VOLQUETE 20 M3	7239.00	7459.00	300.00	220.00	9.00	2	96.07	75.60	110.00	4.50
CA-006	CISTERNA DE AGUA	1311.00	1556.00	300.00	245.00	9.00	2	96.46	84.19	122.50	4.50
CG-001	CAMION CON GRUA	14446.00	14636.00	300.00	190.00	8.00	0	95.96	65.07	No Falló	No Falló
MOT-003	MOTONIVELADORA	1416.00	1630.00	300.00	214.00	8.00	1	96.40	73.29	214.00	8.00
TRA-008	TRACTOR S/ORUGAS	1676.00	1768.00	300.00	92.00	7.50	5	92.46	31.45	18.40	1.50
MOT-005	MOTONIVELADORA	1632.00	1828	300.00	196.00	7.00	2	96.55	66.89	98.00	3.50
RET-002	RETROEXCAVADORA	1393.00	1604.00	300.00	211.00	6.33	6	97.09	71.85	35.17	1.06
CAF-001	CARGADOR FRONTAL	1620.00	1923.00	600.00	303.00	5.00	5	98.38	50.92	60.60	1.00
RET-005	RETROEXCAVADORA	1277.00	1582.00	600.00	305.00	4.50	4	98.55	51.22	76.25	1.13
ROD-004	RODILLO 12T	1867.00	2089.00	300.00	222.00	4.00	1	98.23	75.00	222.00	4.00
RET-003	RETROEXCAVADORA	1210.00	1447.00	300.00	237.00	4.00	1	98.34	80.07	237.00	4.00
CA-023	CISTERNA DE AGUA	15776.00	15880.00	130.00	104.00	1.50	1	98.58	80.93	104.00	1.50
ROD-005	RODILLO 12T	612.00	790.00	300.00	178.00	2.00	1	98.89	59.73	178.00	2.00
CG-003	CAMION CON GRUA 12T	14481.00	14698.00	300.00	217.00	2.00	2	99.09	72.82	108.50	1.00
EXC-002	EXCAVADORA S/ORUGAS	1656.00	1942.00	300.00	286.00	2.00	3	99.31	95.97	95.33	0.67
EXC-006	EXCAVADORA S/NEUMATICO	1749.00	1873.00	300.00	124.00	1.00	2	99.20	41.47	62.00	0.50
EXC-003	EXCAVADORA S/ORUGAS	2998.00	3139.00	300.00	141.00	1.00	1	99.30	47.16	141.00	1.00
ROD-003	RODILLO 12T	600.00	773.00	300.00	173.00	1.00	0	99.43	57.86	No Falló	No Falló
EXC-004	EXCAVADORA S/ORUGAS	2109.00	2322.00	300.00	213.00	1.00	1	99.53	71.24	213.00	1.00
ROD-006	RODILLO 12T	587.00	807.00	300.00	220.00	1.00	0	99.55	73.58	No Falló	No Falló
CA-017	CISTERNA DE AGUA	1602.00	1832.00	300.00	230.00	1.00	1	99.57	76.92	230.00	1.00
MOT-006	MOTONIVELADORA	991.00	1221	300.00	230.00	1.00	1	99.57	76.92	230.00	1.00
CAF-003	CARGADOR FRONTAL	1084.00	1318.00	300.00	234.00	1.00	1	99.57	78.26	234.00	1.00
RET-008	RETROEXCAVADORA	375.00	710.00	600.00	335.00	1.00	1	99.70	55.93	335.00	1.00

CG-007	CAMI ONGRÚA 18 TN	11569.00	11594.00	120.00	25.00	0.00	0	100.00	20.83	No Falló	No Falló
CA-021	CI STERNADE AGUA	249.00	364.00	300.00	115.00	0.00	0	100.00	38.33	No Falló	No Falló
CA-022	CI STERNA DE AGUA	126.00	308.00	240.00	182.00	0.00	0	100.00	75.83	No Falló	No Falló
CA-012	CI STERNADE AGUA	703.00	885.00	300.00	182.00	0.00	0	100.00	60.67	No Falló	No Falló
CA-004	CI STERNADE AGUA	19499.00	19689.00	300.00	190.00	0.00	0	100.00	63.33	No Falló	No Falló
ROD-001	RODILLO 12T	2180.00	2374.00	300.00	194.00	0.00	0	100.00	64.67	No Falló	No Falló
CA-019	CI STERNADE AGUA	6549.00	6745.00	300.00	196.00	0.00	0	100.00	65.33	No Falló	No Falló
MCA-002	MINCARGADOR	3463.00	3682.00	300.00	219.00	0.00	0	100.00	73.00	No Falló	No Falló
CA-011	CI STERNADE AGUA	11009.00	11240.00	300.00	231.00	0.00	0	100.00	77.00	No Falló	No Falló
CA-003	CI STERNADE AGUA	6029.00	6265.00	300.00	236.00	0.00	0	100.00	78.67	No Falló	No Falló
CA-009	CI STERNADE AGUA	1509.00	1745.00	300.00	236.00	0.00	0	100.00	78.67	No Falló	No Falló
VOL-004	VOLQUETE 20 M3	9124.00	9360.00	300.00	236.00	0.00	0	100.00	78.67	No Falló	No Falló
CA-010	CI STERNA DE AGUA	4739.00	4985.00	300.00	246.00	0.00	0	100.00	82.00	No Falló	No Falló
VOL-035	VOLQUETE 20 M3	235.00	491.00	300.00	256.00	0.00	0	100.00	85.33	No Falló	No Falló
CA-001	CI STERNADE AGUA	1946.00	2206.00	300.00	260.00	0.00	0	100.00	86.67	No Falló	No Falló
VOL-034	VOLQUETE 20 M3	1119.00	1379.00	300.00	260.00	0.00	0	100.00	86.67	No Falló	No Falló
VOL-033	VOLQUETE 20 M3	5415.00	5676.00	300.00	261.00	0.00	0	100.00	87.00	No Falló	No Falló

KPI Maquinarias del mes de junio 2022

Código	Maquinarias	Lectura inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
								Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
52038001	CAMI ON VOLQUETE	15992.50	16016.00	300.00	23.50	300.00	2	7.26	0.00	11.75	150
52036048	CAMION VOLQUETE	16170.00	16290.00	300.00	120.00	170.00	1	41.38	92.31	120.00	170.00
52036043	CAMI ON VOLQUETE	16742.60	16826.00	300.00	83.40	96.25	3	46.42	40.93	27.80	32.08
52036049	CAMI ONVOLQUETE	16705.40	16917.60	300.00	212.20	75.42	4	73.78	94.49	53.05	18.86
52036059	CAMI ON VOLQUETE	17543.00	17823.00	300.00	280.00	36.32	10	88.52	106.19	28.00	3.63
52036047	CAMI ON VOLQUETE	17044.50	17212.00	300.00	167.50	54.38	3	75.49	68.19	55.83	18.13
52038009R	CAMION VOLQUETE	19698.00	19887.00	300.00	189.00	48.54	5	79.57	75.16	37.80	9.71
52038008	CAMION VOLQUETE	20456.00	20555.00	170.00	99.00	24.58	3	80.11	68.08	33.00	8.19

52038003	CAMION VOLQUETE	19026.00	19313.00	300.00	287.00	42.34	4	87.14	111.39	71.75	10.59
52036056	CAMION VOLQUETE	16929.00	17157.00	300.00	228.00	36.25	6	86.28	86.45	38.00	6.04
52038010	CAMION VOLQUETE	19537.00	19812.00	300.00	275.00	21.67	2	92.70	98.80	137.50	10.84
40006001L1	CHANCADORA SECUNDARIA	9123.00	9254.00	300.00	131.00	0.00	0	100.00	43.67	No Falló	No Falló
52038004	CAMION VOLQUETE	17877.50	18075.50	300.00	198.00	31.04	4	86.45	73.62	49.50	7.76
52036052	CAMION VOLQUETE	14985.80	15254.00	300.00	268.20	20.63	6	92.86	96.00	44.70	3.44
55006003R	GRUA HIDRAÚLICA	12134.30	12254.30	300.00	120.00	10.33	1	92.07	41.43	120.00	10.33
52038007	CAMION VOLQUETE	18375.90	18591.60	300.00	215.70	16.67	6	92.83	76.13	35.95	2.78
43010015	EXCAVADORA S/ORUGAS	14769.00	15024.30	300.00	255.30	16.67	7	93.87	90.11	36.47	2.38
43013017	RETROEXCAVADORA	5907.80	6138.40	300.00	230.60	15.88	7	93.56	81.16	32.94	2.27
43018009R	TRACTOR S/ORUGAS	17726.70	17951.00	300.00	224.30	14.52	10	93.92	79.97	22.43	1.45
43018008	TRACTOR S/ORUGAS	20845.00	21045.00	300.00	200.00	5.50	5	97.32	69.08	40.00	1.10
43026016	MOTONIVELADORA	16862.20	17055.80	300.00	193.60	27.83	9	87.43	67.52	21.51	3.09
43005009L1	EXCAVADORA S/ORUGAS	15344.80	15559.00	300.00	214.20	6.00	3	97.28	74.38	71.40	2.00
43051011	MINICARGADOR	1988.43	2188.50	300.00	200.07	5.00	2	97.56	67.82	100.04	2.50
40007003	CHANCADORA PRIMARIA	7030.00	7162.00	300.00	132.00	1.00	0	99.25	44.15	No Falló	No Falló
40102003R	PLANTA DE ZARANDEO	8074.00	8210.00	300.00	136.00	3.00	0	97.84	45.79	No Falló	No Falló
52036051	CAMION VOLQUETE	15680.00	15936.00	300.00	256.00	11.33	8	95.76	88.68	32.00	1.42
52038006	CAMION VOLQUETE	16912.10	17184.00	300.00	271.90	11.00	3	96.11	94.08	90.63	3.67
20016001	GRUPO ELECTROGENO	1861.12	2351.00	600.00	489.88	13.00	1	97.41	83.45	489.88	13.00
52038005	CAMION VOLQUETE	19414.20	19661.70	300.00	247.50	9.00	6	96.49	85.05	41.25	1.50
52038002	CAMION VOLQUETE	18759.50	19001.00	300.00	241.50	8.50	4	96.60	82.85	60.38	2.13
52038014	CAMION VOLQUETE	9251.00	9259.00	0.00	8.00	0.00	0	100.00	0.00	No Falló	No Falló
52038012	CAMION VOLQUETE	8155.00	8165.00	320.00	10.00	0.00	0	100.00	3.13	No Falló	No Falló
52038017	CAMION VOLQUETE	7358.00	7365.00	320.00	7.00	0.00	0	100.00	2.19	No Falló	No Falló
43010018	EXCAVADORA S/ORUGAS	6732.58	7013.20	300.00	280.62	4.50	1	98.42	94.96	280.62	4.50
20016003	GRUPO ELECTROGENO	1729.90	2236.00	300.00	506.10	4.00	0	99.22	170.98	No Falló	No Falló
52036053	CAMION VOLQUETE	15261.00	15632.00	600.00	371.00	5.00	5	98.67	62.35	74.20	1.00
51025011	CAMION VOLQUETE	10671.00	10918.00	300.00	247.00	3.50	1	98.60	83.31	247.00	3.50

20016002	GRUPO ELECTROGENO	1592.95	2056.74	600.00	463.79	4.50	1	99.04	77.88	463.79	4.50
52036055	CAMION VOLQUETE	17866.00	17866.00	300.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	No Falló	No Falló
21018003	COMPRESORA	738.00	755.00	300.00	17.00	0.00	0	100.00	5.67	No Falló	No Falló
22002006	MOTOSOLDADORA PETROLERA	10347.30	10378.80	300.00	31.50	0.00	0	100.00	10.50	No Falló	No Falló
CA-029	CISTERNA DE AGUA	2511.00	2559.00	50.00	48.00	40.00	1	54.55	480.00	48.00	40.00
CA-017	CISTERNA DE AGUA	1832.00	1977.00	300.00	145.00	129.00	5	52.92	84.80	29.00	25.80
CA-032	CISTERNA DE AGUA	3457.20	3529.20	80.00	72.00	32.00	1	69.23	150.00	72.00	32.00
CA-010	CISTERNA DE AGUA	4985.00	5200.00	300.00	215.00	76.00	1	73.88	95.98	215.00	76.00
RET-002	RETROEXCAVADORA	1604.00	1823.70	300.00	219.70	46.50	6	82.53	86.67	38.62	7.75
CA-020	CISTERNA DE AGUA	13851.00	14041.90	300.00	190.90	45.50	5	80.75	75.01	38.18	9.10
EXC-004	EXCAVADORA S/ORUGAS	2322.00	2608.70	300.00	286.70	45.17	6	86.39	112.50	47.78	7.53
CA-019	CISTERNA DE AGUA	6745.00	6935.00	300.00	190.00	42.00	3	81.90	73.64	63.33	14.00
EXC-005	EXCAVADORA S/ORUGAS	1497.00	1733.50	300.00	236.50	39.33	11	85.74	90.73	21.50	3.58
RET-004	RETROEXCAVADORA	3257.00	3534.70	300.00	277.70	28.50	5	90.69	102.28	55.54	5.70
RET-005	RETROEXCAVADORA	1582.00	2057.70	300.00	475.70	23.00	7	95.39	171.73	67.96	3.29
RET-008	RETROEXCAVADORA	710.00	1100.00	300.00	390.00	20.75	7	94.95	139.66	55.71	2.96
RET-001	RETROEXCAVADORA	2250.00	2623.00	300.00	373.00	20.50	6	94.79	133.45	62.17	3.42
MOT-002	MOTONIVELADORA	2892.00	3124.10	300.00	232.10	20.50	4	91.88	83.04	58.03	5.13
CG-005	CAMION GRÚA	8921.00	9075.00	300.00	154.00	19.50	2	88.78	54.90	77.00	9.75
CA-025	CISTERNA DE AGUA	158.00	433.00	300.00	275.00	16.00	1	94.50	96.83	275.00	16.00
ROD-008	RODILLO 12T	2652.00	2716.20	110.00	64.20	5.50	0	92.11	61.44	No Falló	No Falló
EXC-012	EXCAVADORA S/NEUMATICO	215.00	535.00	300.00	320.00	12.00	9	96.39	111.11	35.56	1.33
CA-004	CISTERNA DE AGUA	19689.00	19881.00	300.00	192.00	12.00	1	94.12	66.67	192.00	12.00
EXC-002	EXCAVADORA S/ORUGAS	1942.00	2344.10	300.00	402.10	11.83	9	97.14	139.54	44.68	1.31
RET-003	RETROEXCAVADORA	1447.00	1771.60	300.00	324.60	11.50	7	96.58	112.51	48.37	1.64
RET-006	RETROEXCAVADORA	2923.00	3178.50	300.00	255.50	11.50	3	95.69	88.56	85.17	3.83
MOT-006	MOTONIVELADORA	1221.00	1443.30	300.00	222.30	9.17	4	96.04	76.44	55.58	2.29
CAF-002	CARGADOR FRONTAL	4072.00	4219.50	300.00	147.50	9.00	7	94.25	50.69	21.07	1.29
CA-001	CISTERNA DE AGUA	2206.00	2447.00	300.00	241.00	8.25	3	96.69	82.60	80.33	2.75

CA-031	CISTERNA DE AGUA	1732.40	1770.00	40.00	37.60	1.00	1	97.41	96.41	37.60	1.00
CAF-003	CARGADOR FRONTAL	1318.00	1522.00	300.00	204.00	7.50	5	96.45	69.74	40.80	1.50
CA-021	CISTERNA DE AGUA	364.00	578.00	300.00	214.00	7.00	2	96.83	73.04	107.00	3.50
MCA-002	MINICARGADOR	3682.00	3896.70	300.00	214.70	6.50	3	97.08	73.15	71.57	2.17
CAF-001	CARGADOR FRONTAL	1923.00	2236.50	300.00	313.50	6.25	3	98.05	106.72	104.50	2.08
EXC-013	EXCAVADORA S/ORUGAS	82.00	289.00	300.00	207.00	6.00	5	97.18	70.41	41.40	1.20
CA-022	CISTERNA DE AGUA	308.00	571.00	300.00	263.00	6.00	0	97.77	89.46	No Falló	No Falló
CA-011	CISTERNA DE AGUA	11240.00	11446.40	300.00	206.40	5.00	2	97.63	69.97	103.20	2.50
CA-003	CISTERNA DE AGUA	6265.00	6564.00	300.00	299.00	5.00	2	98.38	101.36	149.50	2.50
CA-009	CISTERNA DE AGUA	1745.00	1966.00	300.00	221.00	5.00	1	97.79	74.92	221.00	5.00
EXC-007	EXCAVADORA S/ORUGAS	5867.00	6118.50	300.00	251.50	4.74	4	98.15	85.18	62.88	1.19
MOT-004	MOTONIVELADORA	2861.00	3061.10	300.00	200.10	4.17	2	97.98	67.64	100.05	2.09
EXC-006	EXCAVADORA S/NEUMATICO	1873.00	1963.00	300.00	90.00	4.00	0	95.74	30.41	No Falló	No Falló
ROD-002	RODILLO 12T	1929.00	2117.60	300.00	188.60	4.00	1	97.92	63.72	188.60	4.00
CA-023	CISTERNA DE AGUA	15880.00	16150.00	300.00	270.00	4.00	0	98.54	91.22	No Falló	No Falló
ROD-004	RODILLO 12T	2089.00	2273.80	300.00	184.80	3.67	1	98.05	62.36	184.80	3.67
MOT-003	MOTONIVELADORA	1630.00	1876.80	300.00	246.80	3.50	3	98.60	83.24	82.27	1.17
CA-028	CISTERNA DE AGUA	5764.40	5842.80	150.00	78.40	1.50	2	98.12	52.79	39.20	0.75
CG-006	CAMION CON GRUA 22T	2076.00	2256.50	200.00	180.50	2.00	2	98.90	91.16	90.25	1.00
MOT-005	MOTONIVELADORA	1828.00	2047.80	300.00	219.80	2.50	2	98.88	73.88	109.90	1.25
MOT-008	MOTONIVELADORA	2071.10	2005.20	140.00	-65.90	1.00	1	101.54	-47.41	-65.90	1.00
CG-003	CAMION CON GRUA 12T	14698.00	14877.00	300.00	179.00	2.00	2	98.90	60.07	89.50	1.00
EXC-015	EXCAVADORA S/ORUGAS	1001.00	1131.10	210.00	130.10	1.09	2	99.17	62.27	65.05	0.55
ROD-001	RODILLO 12T	2374.00	2521.50	300.00	147.50	1.50	0	98.99	49.41	No Falló	No Falló
CA-006	CISTERNA DE AGUA	1556.00	1769.00	300.00	213.00	1.00	1	99.53	71.24	213.00	1.00
CA-024	CISTERNA DE AGUA	106.00	357.70	300.00	251.70	1.00	1	99.60	84.18	251.70	1.00
ROD-003	RODILLO 12T	773.00	966.80	300.00	193.80	1.00	1	99.49	64.82	193.80	1.00
EXC-014	EXCAVADORA S/ORUGAS	5103.00	5268.50	210.00	165.50	0.66	1	99.60	79.06	165.50	0.66
TRA-008	TRACTOR S/ORUGAS	1768.00	1990.00	300.00	222.00	0.00	0	100.00	74.00	No Falló	No Falló

TRA-010	TRACTOR S/ORUGAS	4555.00	4657.00	150.00	102.00	0.00	0	100.00	68.00	No Falló	No Falló
VOL-004	CAMION VOLQUETE	9360.00	9548.00	300.00	188.00	0.00	0	100.00	62.67	No Falló	No Falló
VOL-033	CAMION VOLQUETE	5676.00	5956.40	300.00	280.40	0.00	0	100.00	93.47	No Falló	No Falló
VOL-038	CAMION VOLQUETE	2513.00	2680.00	260.00	167.00	0.00	0	100.00	64.23	No Falló	No Falló
VOL-041	CAMION VOLQUETE	677.29	787.40	140.00	110.11	0.00	0	100.00	78.65	No Falló	No Falló
VOL-003	CAMION VOLQUETE	10166.00	10322.00	300.00	156.00	0.00	0	100.00	52.00	No Falló	No Falló
VOL-037	CAMION VOLQUETE	7966.40	8193.60	260.00	227.20	0.00	0	100.00	87.38	No Falló	No Falló
VOL-034	CAMION VOLQUETE	1379.00	1693.00	300.00	314.00	0.00	0	100.00	104.67	No Falló	No Falló
CA-007	CISTERNA DE AGUA	1692.00	1999.00	300.00	307.00	0.00	0	100.00	102.33	No Falló	No Falló
CA-016	CISTERNA DE AGUA	675.00	732.00	70.00	57.00	0.00	0	100.00	81.43	No Falló	No Falló
CA-026	CISTERNA DE AGUA	13100.00	13130.00	70.00	30.00	0.00	0	100.00	42.86	No Falló	No Falló
CA-027	CISTERNA DE AGUA	13.00	200.80	230.00	187.80	0.00	0	100.00	81.65	No Falló	No Falló
CA-030	CISTERNA DE AGUA	6475.20	6542.30	90.00	67.10	0.00	0	100.00	74.56	No Falló	No Falló
CA-033	CISTERNA DE AGUA	9088.00	9136.60	60.00	48.60	0.00	0	100.00	81.00	No Falló	No Falló
EXC-003	EXCAVADORA S/ORUGAS	3139.00	3479.10	300.00	340.10	0.00	0	100.00	113.37	No Falló	No Falló
MOT-007	MOTONIVELADORA	656.00	821.50	300.00	165.50	0.00	0	100.00	55.17	No Falló	No Falló
ROD-005	RODILLO 12T	790.00	987.00	300.00	197.00	0.00	0	100.00	65.67	No Falló	No Falló
ROD-006	RODILLO 12T	807.00	966.50	300.00	159.50	0.00	0	100.00	53.17	No Falló	No Falló
ROD-007	RODILLO 12T	2523.00	2683.80	300.00	160.80	0.00	0	100.00	53.60	No Falló	No Falló
VOL-023	CAMION VOLQUETE	4395.00	4683.00	300.00	288.00	0.00	0	100.00	96.00	No Falló	No Falló
VOL-035	CAMION VOLQUETE	491.00	794.00	300.00	303.00	0.00	0	100.00	101.00	No Falló	No Falló
VOL-036	CAMION VOLQUETE	5408.50	5591.30	260.00	184.80	0.00	0	100.00	71.08	No Falló	No Falló
VOL-039	CAMION VOLQUETE	769.60	920.10	140.00	150.50	0.00	0	100.00	107.50	No Falló	No Falló
VOL-040	CAMION VOLQUETE	588.03	763.40	140.00	175.37	0.00	0	100.00	125.26	No Falló	No Falló
VOL-042	CAMION VOLQUETE	684.30	848.10	140.00	163.80	0.00	0	100.00	117.00	No Falló	No Falló
VOL-043	CAMION VOLQUETE	384.20	523.50	140.00	139.30	0.00	0	100.00	99.50	No Falló	No Falló
VOL-044	CAMION VOLQUETE	477.00	591.00	120.00	114.00	0.00	0	100.00	95.00	No Falló	No Falló
VOL-045	CAMION VOLQUETE	6656.00	6776.30	120.00	120.30	0.00	0	100.00	100.25	No Falló	No Falló

KPI Maquinarias del mes de julio 2022

Código	Maquinarias	Lectura inicial	Lectura final	H. programada	H. útil	H. taller	# Fallas	KPI			
								Dm (%)	U (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
20016001	GRUPO ELECTROGENO	2351.00	2919.50	380.00	568.50	3	0	99.48	150.80	No Falló	No Falló
20016002	GRUPO ELECTROGENO	2056.74	2432.00	250.00	375.26	4	0	98.95	152.54	No Falló	No Falló
20016003	GRUPO ELECTROGENO	2236.00	2630.00	270.00	394.00	3	0	99.24	147.57	No Falló	No Falló
21018003	COMPRESORA	755.00	760.00	300.00	5.00	1	0	83.33	1.67	No Falló	No Falló
22002006	MOTOSOLDADORA PETROLERA	10378.80	10398.80	280.00	20.00	1	0	95.24	7.16	No Falló	No Falló
40007003	CHANCADORA SECUNDARIA	7162.00	7461.00	480.00	299.00	25	3	92.28	65.71	99.67	8.33
43010015	EXCAVADORA S/ORUGAS	15024.30	15265.00	410.00	240.70	23	3	91.28	62.15	80.23	7.67
43010017	EXCAVADORA S/ORUGAS	8101.30	8128.30	90.00	27.00	2	0	93.10	30.51	No Falló	No Falló
43010018	EXCAVADORA S/ORUGAS	7013.20	7284.00	360.00	270.80	3	1	98.90	75.80	270.8	3
43013017	RETROEXCAVADORA	6138.40	6384.70	310.00	246.30	6	0	97.62	81.02	No Falló	No Falló
43018008	TRACTOR S/ORUGAS	21045.00	21333.00	410.00	288.00	6.5	9	97.79	71.73	32	0.72
43026016	MOTONIVELADORA	17055.80	17229.80	250.00	174.00	17	6	91.10	75.32	29	2.83
43026017	MOTONIVELADORA	4598.00	4747.00	210.00	149.00	11	5	93.13	74.69	29.8	2.2
43051011	MINICARGADOR	2188.50	2364.00	300.00	175.50	43	1	80.32	68.38	175.5	43
51025011	CAMION LUBRICADOR	10918.00	11167.00	300.00	249.00	2	0	99.20	83.56	No Falló	No Falló
52036043	CAMION VOLQUETE	16826.00	16984.00	340.00	158.00	143	3	52.49	80.00	52.67	47.67
52036047	CAMION VOLQUETE	17212.00	17280.00	300.00	68.00	170	3	28.57	52.31	22.67	56.67
52036048	CAMION VOLQUETE	16325.00	16389.00	300.00	64.00	201	2	24.15	64.81	32	100.5
52036049	CAMION VOLQUETE	16917.60	17120.00	270.00	202.40	5	1	97.59	76.45	202.4	5
52036051	CAMION VOLQUETE	15936.00	15981.00	60.00	45.00	18	2	71.43	105.88	22.5	9
52036052	CAMION VOLQUETE	15254.00	15469.00	310.00	215.00	16	3	93.07	73.09	71.67	5.33
52036053	CAMION VOLQUETE	15652.00	15858.00	260.00	206.00	6	2	97.17	81.08	103	3
52036056	CAMION VOLQUETE	17157.00	17383.00	300.00	226.00	6	2	97.41	76.87	113	3

52036059	CAMION VOLQUETE	17823.00	18066.00	340.00	243.00	13	2	94.92	74.20	121.5	6.5
52038001	CAMION VOLQUETE	16016.00	16165.80	300.00	149.80	111	2	57.44	79.36	74.9	55.5
52038002	CAMION VOLQUETE	19001.00	19201.00	300.00	200.00	10	5	95.24	68.97	40	2
52038003	CAMION VOLQUETE	19313.00	19567.00	340.00	254.00	1	1	99.61	74.93	254	1
52038004	CAMION VOLQUETE	18075.50	18232.50	310.00	157.00	21	2	88.20	54.37	78.5	10.5
52038005	CAMION VOLQUETE	19681.70	19855.70	300.00	194.00	10	3	95.10	66.92	64.67	3.33
52038006	CAMION VOLQUETE	17184.00	17388.00	350.00	204.00	34	4	85.71	64.63	51	8.5
52038007	CAMION VOLQUETE	18591.60	18855.60	380.00	264.00	62	4	80.98	82.99	66	15.5
52038010	C AMION VOLQUETE	19812.00	19992.00	350.00	180.00	86	4	67.67	68.25	45	21.5
52038011	CAMION VOLQUETE	8467.10	8623.00	190.00	155.90	1	1	99.36	82.49	155.9	1
52038012	CAMION VOLQUETE	8223.20	8499.00	350.00	275.80	6	3	97.87	80.23	91.93	2
52038013	CAMION VOLQUETE	8164.00	8300.00	170.00	136.00	2	1	98.55	80.95	136	2
52038014	CAMION VOLQUETE	9341.30	9648.30	360.00	307.00	2	2	99.35	85.75	153.5	1
52038015	CAMION VOLQUETE	8856.00	9146.00	330.00	290.00	1	1	99.66	88.15	290	1
52038016	CAMION VOLQUETE	8395.00	8457.00	80.00	62.00	1	1	98.41	78.48	62	1
52038017	CAMION VOLQUETE	7354.20	7757.20	520.00	403.09	5	0	98.77	78.18	No Falló	No Falló
40006001L1	CHANCADORA PRIMARIA	9254.00	9546.00	480.00	292.00	9	1	97.01	62.00	292.00	9.00
40102003R	PLANTA DE ZARANDEO	8210.00	8504.00	480.00	294.00	15	1	95.15	63.17	294.00	15.00
43005009L1	EXCAVADORA S/ORUGAS	15559.00	15842.00	340.00	283.00	4	3	98.61	84.73	94.33	1.33
43018009R	TRACTOR S/ORUGAS	17951.00	18245.00	420.00	294.00	33.5	7	89.77	72.78	42.00	4.79
52038009R	CAMION VOLQUETE	19887.00	20118.00	300.00	231.00	6	2	97.47	78.57	115.5	3
55006003R	GRUA HIDRAÚLICA	12254.30	12341.60	280.00	87.30	8	1	91.61	32.09	87.3	8
CA-001	CISTERNA DE AGUA	2447.00	2657.00	290.00	210.00	25.80	5	89.06	79.49	42	5.16
CA-003	CISTERNA DE AGUA	6564.00	6812.00	290.00	248.00	4.00	1	98.41	86.71	248	4
CA-004	CISTERNA DE AGUA	19881.00	20071.00	290.00	190.00	20.00	5	90.48	70.37	38	4
CA-006	CISTERNA DE AGUA	1769.00	2036.00	290.00	267.00	7.00	1	97.45	94.35	267	7
CA-007	CISTERNA DE AGUA	1999.00	2301.00	580.00	302.00	6.50	1	97.89	52.66	302	6.5
CA-009	CISTERNA DE AGUA	1966.00	2189.00	290.00	223.00	8.50	2	96.33	79.22	111.5	4.25
CA-010	CISTERNA DE AGUA	5200.00	5442.00	290.00	242.00	12.00	1	95.28	87.05	242	12

CA-011	CISTERNA DE AGUA	11446.40	11635.00	290.00	188.60	27.00	3	87.48	71.71	62.86	9
CA-017	CISTERNA DE AGUA	1977.00	2192.00	290.00	215.00	4.00	1	98.17	75.17	215	4
CA-019	CISTERNA DE AGUA	6935.00	7160.00	290.00	225.00	26.00	4	89.64	85.23	56.25	6.5
CA-021	CISTERNA DE AGUA	578.00	848.00	290.00	270.00	5.00	2	98.18	94.74	135	2.5
CA-022	CISTERNA DE AGUA	571.00	781.00	290.00	210.00	4.00	1	98.13	73.43	210	4
CA-023	CISTERNA DE AGUA	16150.00	16360.00	290.00	210.00	32.00	3	86.78	81.40	70	10.66
CA-024	CISTERNA DE AGUA	357.70	580.00	290.00	222.30	4.00	1	98.23	77.73	222.3	4
CA-025	CISTERNA DE AGUA	433.00	673.00	290.00	240.00	17.00	3	93.39	87.91	80	5.66
CA-028	CISTERNA DE AGUA	5842.80	6027.00	290.00	184.20	4.00	1	97.87	64.41	184.2	4
CA-029	CISTERNA DE AGUA	2559.00	2768.00	290.00	209.00	4.00	1	98.12	73.08	209	4
CA-030	CISTERNA DE AGUA	6542.30	6764.00	290.00	221.70	4.00	1	98.23	77.52	221.7	4
CA-031	CISTERNA DE AGUA	1770.00	1986.00	290.00	216.00	6.00	2	97.30	76.06	108	3
CA-032	CISTERNA DE AGUA	4668.00	4839.00	290.00	171.00	48.00	2	78.08	70.66	85.5	24
CA-033	CISTERNA DE AGUA	9136.60	9342.00	290.00	205.40	37.00	3	84.74	81.19	68.46	12.33
CA-034	CISTERNA DE AGUA	7654.00	7855.00	290.00	201.00	4.00	1	98.05	70.28	201	4
CA-035	CISTERNA DE AGUA	12176.00	12368.00	290.00	192.00	6.00	2	96.97	67.61	96	3
CA-036	CISTERNA DE AGUA	845.00	1035.00	280.00	190.00	4.00	1	97.94	68.84	190	4
CAF-001	CARGADOR FRONTAL	2236.50	2665.00	580.00	428.50	21.50	7	95.22	76.72	61.21	3.07
CAF-002	CARGADOR FRONTAL	4219.50	4498.00	290.00	278.50	74.50	8	78.90	129.23	34.8125	9.3125
CAF-003	CARGADOR FRONTAL	1522.00	1811.00	290.00	289.00	6.50	2	97.80	101.94	144.5	3.25
CAF-004	CARGADOR FRONTAL	285.00	380.00	90.00	95.00	4.00	1	95.96	110.47	95	4
CG-005	CAMION GRÚA	9075.00	9244.00	290.00	169.00	4.00	1	97.69	59.09	169	4
CG-006	CAMION GRÚA	2256.50	2572.00	580.00	315.50	4.00	1	98.75	54.77	315.5	4
EXC-002	EXCAVADORA S/ORUGAS	2344.10	2777.00	580.00	432.90	13.00	2	97.08	76.35	216.45	6.5
EXC-003	EXCAVADORA S/ORUGAS	3479.10	3782.00	580.00	302.90	33.50	3	90.04	55.43	100.96	11.16
EXC-004	EXCAVADORA S/ORUGAS	2608.70	2968.00	580.00	359.30	6.00	1	98.36	62.60	359.3	6
EXC-005	EXCAVADORA S/ORUGAS	1733.50	1991.00	290.00	257.50	39.50	5	86.70	102.79	51.5	7.9
EX 006	EXCAVADORA S/NEUMATICO	1963.00	2057.00	260.00	94.00	4.00	1	95.92	36.72	94	4

EXC-007	EXCAVADORA S/ORUGAS	6118.50	6478.00	580.00	359.50	33.00	3	91.59	65.72	119.83	11
EXC-012	EXCAVADORA S/NEUMATICO	535.00	773.00	290.00	238.00	51.00	4	82.35	99.58	59.5	12.75
EXC-013	EXCAVADORA S/ORUGAS	289.00	593.00	580.00	304.00	5.50	2	98.22	52.92	152	2.75
EXC-014	EXCAVADORA S/ORUGAS	5268.50	5683.00	580.00	414.50	28.58	3	93.55	75.17	138.16	9.52
EXC-015	EXCAVADORA S/ORUGAS	1131.10	1565.00	580.00	433.90	32.00	2	93.13	79.18	216.95	16
EXC-016	EXCAVADORA S/ORUGAS	6851.00	7000.00	290.00	149.00	4.00	1	97.39	52.10	149	4
EXC-017	EXCAVADORA S/ORUGAS	10.00	156.00	580.00	146.00	4.00	1	97.33	25.35	146	4
EXC-018	EXCAVADORA S/ORUGAS	15.00	132.00	580.00	117.00	4.00	1	96.69	20.31	117	4
MCA-002	MINICARGADOR	3896.70	4046.00	290.00	149.30	8.50	3	94.61	53.04	49.76	2.83
MOT-002	MOTONIVELADORA	3124.10	3356.00	290.00	231.90	12.50	6	94.89	83.57	38.65	2.08
MOT-003	MOTONIVELADORA	1876.80	2060.00	290.00	183.20	16.00	2	91.97	66.86	91.6	8
MOT-004	MOTONIVELADORA	3061.10	3273.00	290.00	211.90	15.80	5	93.06	77.28	42.38	3.16
MOT-005	MOTONIVELADORA	2047.80	2249.00	290.00	201.20	34.00	3	85.54	78.59	67.06	11.33
MOT-006	MOTONIVELADORA	1443.30	1648.00	290.00	204.70	19.00	2	91.51	75.54	102.35	9.5
MOT-007	MOTONIVELADORA	821.50	1059.00	290.00	237.50	6.50	2	97.34	83.77	118.75	3.25
MOT-008	MOTONIVELADORA	2005.20	2413.00	580.00	407.80	11.00	3	97.37	71.67	135.93	3.66
MOT-010	MOTONIVELADORA	817.00	1046.00	240.00	229.00	4.00	1	98.28	97.03	229	4
RET-001	RETROEXCAVADORA	2623.00	2943.00	580.00	320.00	8.50	2	97.41	55.99	160	4.25
RET-003	RETROEXCAVADORA	1771.60	1932.00	290.00	160.40	7.00	3	95.82	56.68	53.46	2.33
RET-004	RETROEXCAVADORA	3534.70	3718.00	290.00	183.30	38.00	6	82.83	72.74	30.55	6.33
RET-005	RETROEXCAVADORA	2057.70	2473.00	580.00	415.30	9.50	1	97.76	72.80	415.3	9.5
RET-006	RETROEXCAVADORA	3178.50	3465.00	290.00	286.50	8.00	2	97.28	101.60	143.25	4
RET-008	RETROEXCAVADORA	1100.00	1379.00	290.00	279.00	13.00	5	95.55	100.72	55.8	2.6
RET-009	RETROEXCAVADORA	10.30	276.00	290.00	265.70	6.00	2	97.79	93.56	132.85	3
RET-010	RETROEXCAVADORA	6.80	280.00	290.00	273.20	6.00	1	97.85	96.20	273.2	6
ROD-001	RODILLO 12T	2521.50	2682.00	290.00	160.50	4.00	1	97.57	56.12	160.5	4
ROD-002	RODILLO 12T	2117.60	2308.00	290.00	190.40	7.00	2	96.45	67.28	95.2	3.5
ROD-003	RODILLO 12T	966.80	1152.00	290.00	185.20	5.00	2	97.37	64.98	92.6	2.5

ROD-004	RODILLO 12T	2273.80	2496.00	290.00	222.20	9.00	2	96.11	79.07	111.1	4.5
ROD-005	RODILLO 12T	987.00	1244.00	290.00	257.00	8.00	1	96.98	91.13	257	8
ROD-006	RODILLO 12T	966.50	1108.00	290.00	141.50	7.50	1	94.97	50.09	141.5	7.5
ROD-007	RODILLO 12T	2683.80	2909.00	290.00	225.20	6.00	2	97.40	79.30	112.6	3
ROD-008	RODILLO 12T	2716.20	2894.00	290.00	177.80	8.33	3	95.52	63.12	59.26	2.77
ROD-009	RODILLO 12T	3267.00	3386.00	250.00	119.00	44.50	3	72.78	57.91	39.66	14.83
ROD-010	RODILLO 12T	990.00	1108.00	250.00	118.00	20.00	2	85.51	51.30	59	10
TRA-008	TRACTOR S/ORUGAS	1990.00	2234.00	290.00	244.00	34.00	5	87.77	95.31	48.8	6.8
TRA-010	TRACTOR S/ORUGAS	4657.0	4881.00	290.00	224.00	20.50	5	91.62	83.12	44.8	4.1
VOL-033	CAMION VOLQUETE	5956.0	6139.00	140.00	182.60	2.25	2	98.78	132.56	91.3	1.125
VOL-034	CAMION VOLQUETE	1693.00	1915.00	140.00	222.00	4.50	4	98.01	163.84	55.5	1.125
VOL-035	CAMION VOLQUETE	794.00	1081.00	260.00	287.00	3.00	2	98.97	111.67	143.5	1.5
VOL-036	CAMION VOLQUETE	5591.30	5760.00	140.00	168.70	6.00	3	96.57	125.90	56.23	2
VOL-037	CAMION VOLQUETE	8193.60	8305.00	140.00	111.40	15.00	3	88.13	89.12	37.13	5
VOL-038	CAMION VOLQUETE	2680.00	2779.00	140.00	99.00	2.50	1	97.54	72.00	99	2.5
VOL-039	CAMION VOLQUETE	920.10	1227.00	580.00	306.90	4.00	2	98.71	53.28	153.45	2
VOL-040	CAMION VOLQUETE	763.40	1062.00	580.00	298.60	6.00	2	98.03	52.02	149.3	3
VOL-041	CAMION VOLQUETE	787.40	1217.00	580.00	429.60	3.00	1	99.31	74.45	429.6	3
VOL-042	CAMION VOLQUETE	848.10	1286.00	580.00	437.90	4.00	2	99.09	76.02	218.95	2
VOL-043	CAMION VOLQUETE	523.50	595.00	140.00	71.50	76.00	4	48.47	111.72	17.875	19
VOL-044	CAMION VOLQUETE	591.00	934.00	580.00	343.00	6.33	5	98.19	59.79	68.6	1.26
VOL-045	CAMION VOLQUETE	6776.30	7165.00	580.00	388.70	2.00	1	99.49	67.25	388.7	2

ANEXO 3. Tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparaciones y disponibilidad mecánica de los equipos noviembre 2021 – julio 2022

MTBF Y MTTR

ACTIVO	DESCRIPCIÓN	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR	MTBF	MTTR
		NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO									
43026016	MOTONIVELADORA	185	4	150	4	161	1	213	7	189.4	1.5	74.53	2.67	105.45	5	21.51	3.09	29	2.83
43018008	TRACTOR S/ORUGAS	-	-	59	2	150	2	21	1	1	270	21.07	4.04	24.78	0.79	40	1.1	32	0.72
43016010R	TRACTOR S/ORUGAS	26	4.5	-	-	-	-	No fallo	No fallo	61.96	9	56.73	3.17	108.25	2.5	-	-	-	-
43005009L1	EXCAVADORA S/ORUGAS	-	-	-	-	No fallo	No fallo	90	10	No fallo	No fallo	347	1	56.25	2.5	71.4	2	94.33	1.33
43018009R	TRACTOR S/ORUGAS	-	-	-	-	-	-	29	1	45.42	0.9	20.67	0.53	12.5	0.828	22.43	1.45	42	4.79

DISPONIBILIDAD MECÁNICA

ACTIVO	DESCRIPCIÓN	NOVIEMBRE %	DICIEMBRE %	ENERO %	FEBRERO %	% MARZO	ABRIL %	MAYO %	JUNIO %	JULIO %	PROMEDIO%
43026016	MOTONIVELADORA	97.88	97.4	99.38	96.82	99.21	96.75	95.47	87.43	91.1	95.72
43018008	TRACTOR S/ORUGAS	-	96.72	98.68	80.77	0.37	83.93	96.93	97.32	97.79	81.56
43016010R	TRACTOR S/ORUGAS	82.8	-	-	100	87.3	94.71	97.74	-	-	92.51
43005009L1	EXCAVADORA S/ORUGAS	-	-	98.23	90	100	99.71	95.74	97.28	98.61	97.08
43018009R	TRACTOR S/ORUGAS	-	-	-	97.46	98.1	97.49	93.79	93.92	89.77	95.09

ANEXO 4. Tabla de tasa de fallas e indisponibilidad de los equipos

MOTONIVELADORA 43026016

Mes	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre 2021	4	0.005405	0.02162
Diciembre 2021	4	0.006667	0.02667
Enero 2022	1	0.006211	0.00621
Febrero 2022	7	0.004695	0.03286
Marzo 2022	1.5	0.005280	0.00792
Abril 2022	2.67	0.013417	0.03582
Mayo 2022	5	0.009483	0.04742
Junio 2022	3.0922	0.046488	0.14375
Julio 2022	2.83	0.034483	0.09759
Promedio	3.4547	0.014681	0.050718

TRACTOR ORUGA 43018008

Mes	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre 2021	-	-	-
Diciembre 2021	2	0.016949	0.033898
Enero 2022	2	0.006667	0.013333
Febrero 2022	1	0.047619	0.047619
Marzo 2022	270	1.000000	269.999973
Abril 2022	4.04	0.047461	0.191742
Mayo 2022	0.7857	0.040348	0.031701
Junio 2022	1.1	0.025000	0.027500
Julio 2022	0.72	0.031250	0.022500
Promedio	35.2057	0.151912	5.348159

TRACTOR DE ORUGA 43016010R

Mes	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre 2021	4.5	0.038462	0.173077
Diciembre 2021	-	-	-
Enero 2022	-	-	-
Febrero 2022	No fallo	No fallo	No fallo
Marzo 2022	9	0.016139	0.145255
Abril 2022	3.17	0.017627	0.055879
Mayo 2022	2.5	0.009238	0.023095
Junio 2022	-	-	-
Julio 2022	-	-	-
Promedio	4.7925	0.020367	0.097607

EXCAVADORA DE ORUGA 43005009L1

Mes	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre 2021	-	-	-
Diciembre 2021	-	-	-
Enero 2022	No fallo	No fallo	No fallo
Febrero 2022	10	0.01111	0.11111
Marzo 2022	No fallo	No fallo	No fallo
Abril 2022	1	0.002882	0.002882
Mayo 2022	2.5	0.017778	0.044444
Junio 2022	2	0.014006	0.028011
Julio 2022	1.33	0.010601	0.014099
Promedio	3.366	0.0112755	0.0401096

TRACTOR DE ORUGA 43018009R

Mes	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
Noviembre 2021	-	-	-
Diciembre 2021	-	-	-
Enero 2022	-	-	-
Febrero 2022	1.00	0.034483	0.034483
Marzo 2022	0.90	0.022017	0.019815
Abril 2022	0.53	0.048379	0.025641
Mayo 2022	0.83	0.080000	0.066248
Junio 2022	1.45	0.044583	0.064735
Julio 2022	4.79	0.023810	0.114048
Promedio	1.70002	0.04375774	0.074389

LOS CINCO EQUIPOS

Mes	MTTR	Tasa de fallas	Indisponibilidad
43026016	3.454689	0.007972	0.027542
43018008	35.205713	0.022932	0.807344
43016010R	6.500000	0.010917	0.070959
43005009L1	3.366000	0.007645	0.025735
43018009R	1.700020	0.034960	0.059433
Promedio	10.0452843	0.016885	0.169619

ANEXO 5. Cuadro de cálculo del diagrama de Pareto

Equipo	Código	Frecuencia/costo total real	Porcentaje	Suma de frecuencia	Porcentaje Acumulado
TRACTOR S/ORUGAS	43018008	S/ 206,341.41	36.00%	S/ 206,341.41	36.00%
MOTONIVELADORA	43026016	S/ 144,952.40	25.29%	S/ 351,293.80	61.29%
EXCAVADORA S/ORUGAS	43005009L1	S/ 103,548.39	18.07%	S/ 454,842.19	79.36%
TRACTOR S/ORUGAS	43016010R	S/ 78,876.66	13.76%	S/ 533,718.85	93.12%
TRACTOR S/ORUGAS	43018009R	S/ 39,405.03	6.88%	S/ 573,123.88	100.00%

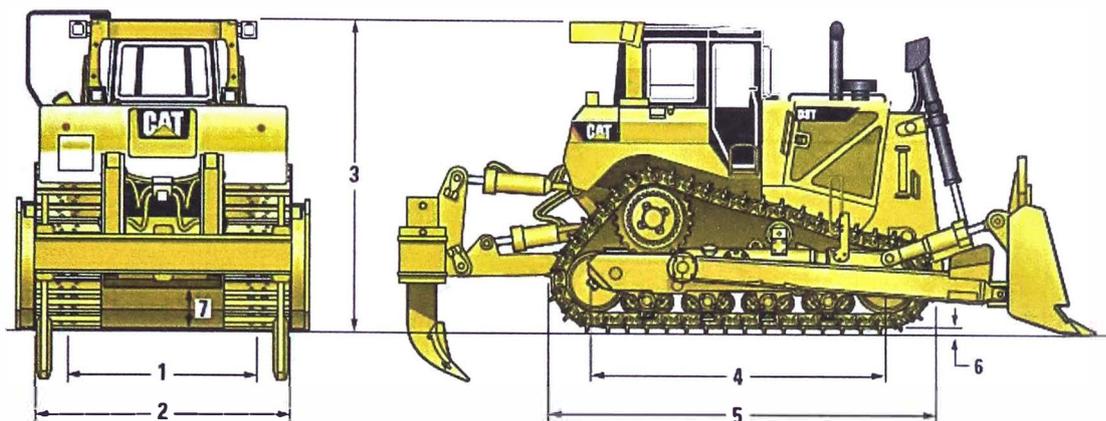
ANEXO 6. Especificaciones técnicas del tractor sobre orugas 43018008

Motor	
Modelo de motor	C15 ACERT
Potencia del motor (máxima*)	
SAE J1995	271 kW 363 hp
ISO 14396 (DIN)	268 kW 364 hp
Potencia neta (nominal**)	
ISO 9249/SAE J1349 (DIN)	233 kW 308 hp
Potencia neta (máxima*)	
ISO 9249/SAE J1349 DIN	252 kW 330 hp
Calibre	137 mm
Carrera	172 mm
Cilindrada	15.2 L

* Régimen del motor 1700 rev/min

** Velocidad nominal 1900 rev/min.

- La potencia neta anunciada es la potencia disponible al volante cuando el motor está equipado con ventilador, filtro de aire, silenciador y alternador.
- El motor mantiene la potencia especificada hasta los 3566 m. Por encima de esta altitud, la potencia disminuye automáticamente.
- Todos los motores diésel extraviales certificados Tier 4 Interim y Final, fase IIB y IV, Japón 2011 y 2014 (Tier 4 Interim y Tier 4 Final) y Tier 4 Final de Corea deben utilizar solo combustible diésel con contenido muy bajo en azufre (ULSD, Ultra Low Sulfur Diesel), con 15 ppm (mg/kg) de azufre o menos. Las mezclas de biodiésel hasta B20 (20% de mezcla por volumen) son aceptables cuando se mezclan con ULSD con 15 ppm (mg/kg) de azufre o menos. Los B20 deben cumplir con la especificación ASTM D7467 (la mezcla de biodiésel existente debe cumplir las especificaciones de biodiésel Cat ASTM D6751 o EN 14214). Se necesitan aceites Cat DEO-ULS™ o unos que cumplan las especificaciones Cat ECF-3, API CJ-4 y ACEA E9. Consulte el manual de funcionamiento y mantenimiento (OMM) para obtener recomendaciones de combustible aún más específica para la máquina.
- El fluido de escape diésel (DEF, Diesel Exhaust Fluid) utilizado en sistemas Cat de reducción catalítica selectiva (SCR, Selective Catalytic Reduction) debe cumplir los requisitos indicados en la norma 22241 de la Organización Internacional de Normalización (ISO).



	Estándar	Sin suspensión	LGP*
1 Ancho de vía	2083 mm	2083 mm	2337 mm
2 Anchura del tractor			
Sobre muñones	3057 mm	3057 mm	3311 mm
Sin muñones (anchura de zapata estándar)	2693 mm	2693 mm	3302 mm
3 Altura de la máquina**, desde la punta de la garra			
Tubo de escape vertical	3472 mm	3463 mm	3295 mm
EROPS (hasta la parte superior del barandilla)	3566 mm	3575 mm	3566 mm
4 Longitud de cadena sobre el suelo	3206 mm	3258 mm	3206 mm
5 Longitud del tractor básico (muñón del tirante estabilizador hasta la punta de la garra trasera)	4647 mm	4647 mm	4647 mm
Con los siguientes implementos añadir:			
Ripper: un diente (con la punta a nivel del suelo)	1519 mm	1519 mm	N/D
Ripper: varios dientes (con la punta a nivel del suelo)	1613 mm	1613 mm	N/D
Hoja SU	1844 mm	1844 mm	1844 mm
Hoja U	2241 mm	2241 mm	N/D
Hoja de Empuje A (sin ángulos)	2027 mm	2027 mm	N/D
Hoja de Empuje A (con ángulo de 25 grados)	3068 mm	3068 mm	N/D
Barra de tiro	406 mm	406 mm	406 mm
6 Altura de la garra	78 mm	78 mm	78 mm
7 Altura libre sobre el suelo	613 mm	606 mm	613 mm

*La anchura de la zapata estándar del Tractor D8T LGP con tren de rodaje sin suspensión es de 965 mm.

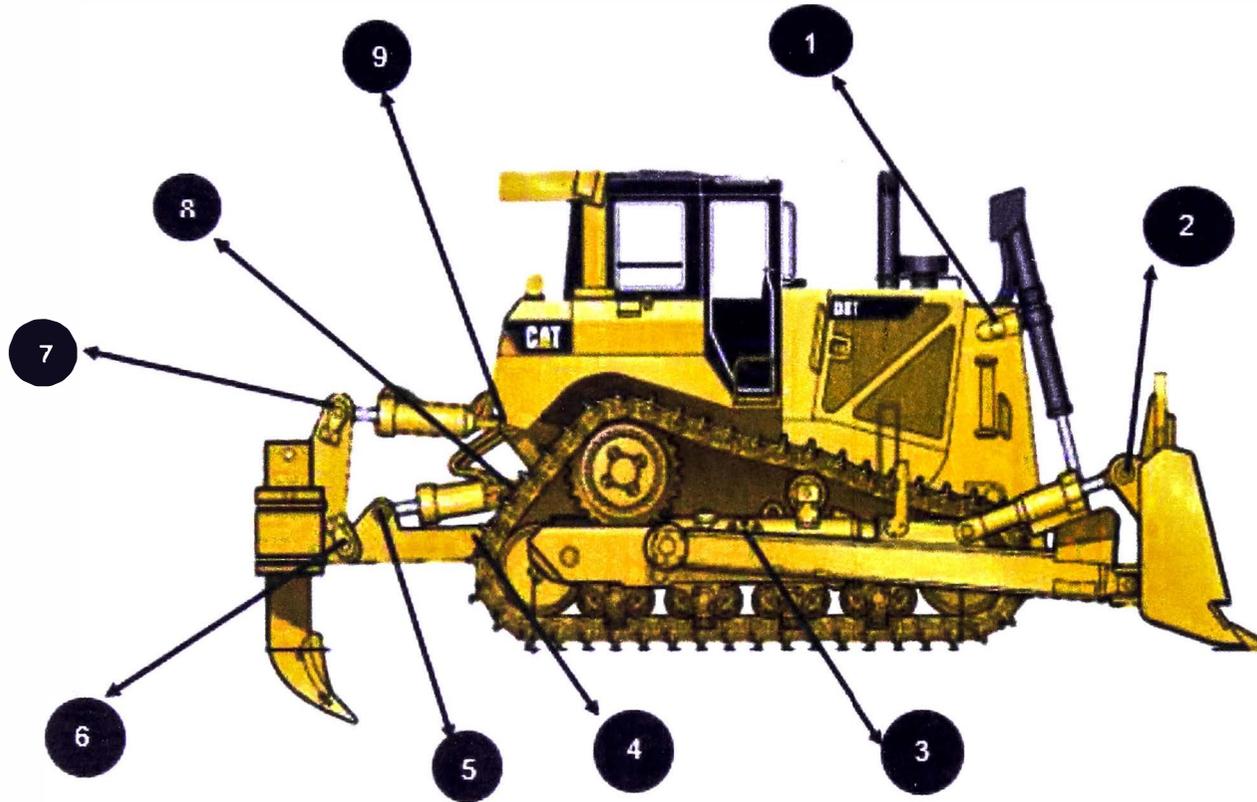
**Si se instalan las antenas del control de nivelación 3D Cat, la altura total de la máquina aumenta aproximadamente 82 mm.

Nota: Extraído de ficha técnica de tractor de cadenas D8T, CAT.

ANEXO 7. Ordenes de trabajo de mantenimiento correctivos del tractor de orugas 43018008

ID Activo	Número de OT	Parada Mantto	Descripción de OT	Tipo OT	Fecha de Inicio Obligatorio	Fecha de Final Obligatorio	H. Inicial	H. Final	Número de tareas	Horómetro	Motivo Fuera Servicio
43018008	73	SI	Cambio de filtro de aire por excesiva polución	MC	01/09/2022	01/09/2022	08:00 AM	08:30 AM	1.00	20,381.70	Reactivo
43018008	87	SI	Cambio de guiador y conjunto de estructura 217-4959	MC	01/19/2022	01/19/2022	08:00 AM	10:00 AM	1.00	20,450.60	Reactivo
43018008	93	SI	Cambio de perno de pin automático en sistema de implemento	MC	01/25/2022	01/25/2022	08:00 AM	10:00 AM	1.00	20,497.30	Reactivo
43018008	140	SI	Problemas en la transmisión: reemplazo de disco y platos del paquete de embrague	MC	01/30/2022	03/30/2022	08:00 AM	10:00 AM	1.00	20,512.20	Reactivo
43018008	142	SI	Cambio de pre - cleaner, desgaste de válvula de admisión de aire	MC	01/31/2022	01/31/2022	08:00 AM	11:00 AM	1.00	20,512.20	Reactivo
43018008	165	SI	Desmontaje y montaje de cadena de oruga LH y RH	MC	01/08/2022	01/08/2022	07:00 AM	12:00 PM	1.00	20,376.70	Reactivo
43018008	179	SI	Limpieza de conectores e intercambio de solenoide de transmisión	MC	01/13/2022	01/13/2022	12:00 PM	01:30 PM	1.00	20,407.70	Reactivo
43018008	300	SI	Cambio de guía de tren de rodamiento	MC	02/28/2022	02/28/2022	08:00 AM	09:00 AM	1.00	20,518.50	Reactivo
43018008	531	SI	Cambio de luna de puerta de cabina LH	MC	05/30/2022	05/30/2022	11:00 AM	01:00 PM	1.00	20,882.00	Reactivo
43018008	704	SI	Cambio manguera de elevación de lampón	MC	04/26/2022	04/26/2022	07:30 AM	10:00 AM	1.00	20,666.00	Reactivo
43018008	1020	SI	Colocación de perno de fijación de cilindro hyd del ripper	MC	05/05/2022	05/05/2022	07:00 AM	07:30 AM	1.00	20,716.00	Reactivo
43018008	1656	SI	Instalación de guarda de radiador	MC	07/23/2022	07/23/2022	03:30 PM	04:30 PM	1.00	21,319.00	Reactivo

ANEXO 8. Puntos de engrase del tractor Caterpillar D8T

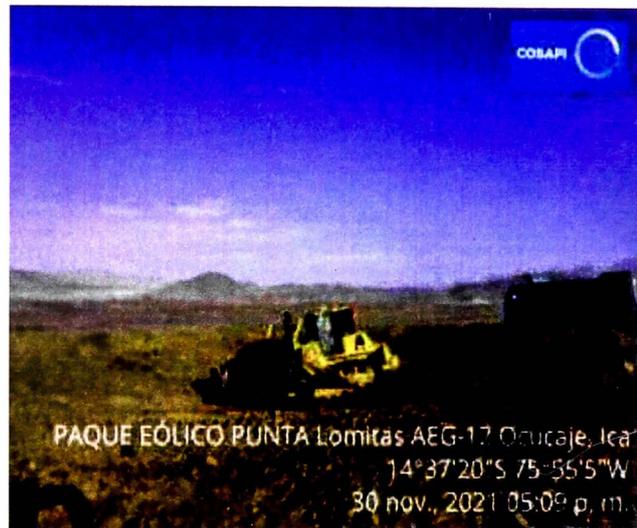


Nota: 1. Todos los puntos señalados tienen graseras compatibles con bombas de lubricación. 2. Todos los puntos se deben engrasarse por ambos lados. 3. Los puntos 1 y 2 deben lubricarse diario; el punto 3 cada 15 días y los puntos 4, 5, 6, 7, 8 y 9 dependerá del tipo de implemento que utilicen. Se recomienda lubricarse Inter diario.

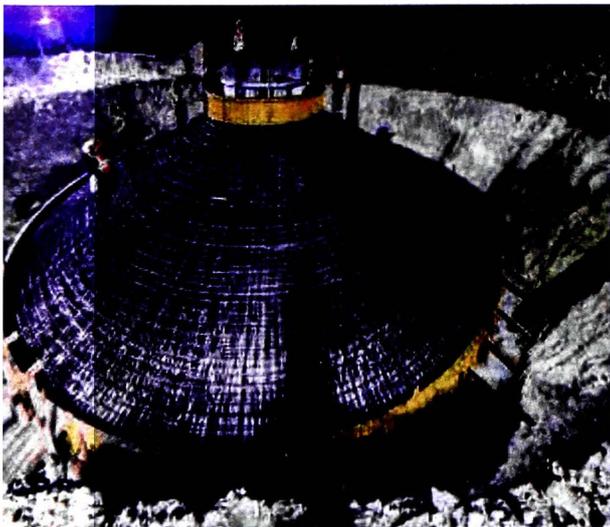
ANEXO 9. Fotografías del proceso de construcción del proyecto



Excavación de aerogenerador con ripper excéntrico



Corte de material con tractores s/orugas



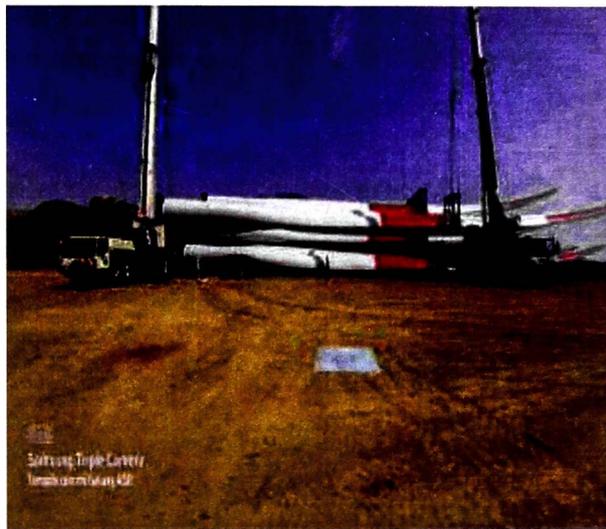
Armado de cemento



Vaciado de concreto



Compactación de zanjas de cables eléctricos.



Descarga de palas del aerogenerador



Aerogeneradores en operación.

ANEXO 10. Inspección técnica AT2 de tractor de cadenas D8T

12/3/2018

D8T TRACK-TYPE TRACTOR J8B00001-UP (MACHINE) POWERED BY C15 Engine(SEBP4195 - 106) - Documentación



Service Information System

Pantalla anterior

< Producto: TRACK-TYPE TRACTOR
 Modelo: D8T TRACK-TYPE TRACTOR J8B
 Configuración: D8T TRACK-TYPE TRACTOR J8B00001-UP (MACHINE)
 POWERED BY C15 Engine

Análisis técnico

D8T Track-Type Tractor TA2 Technical Inspection {0372, 1000, 7000, 753T, 7565}

Número de medio -REMS9912-00

Fecha de publicación -15/10/2015

Fecha de actualización -15/10/2015

006265679

D8T Track-Type Tractor TA2 Technical Inspection {0372, 1000, 7000, 753T, 7565}

SMCS - 0372; 1000; 7000; 753T; 7565

Track-Type Tractor

D8T (S/N: J8B1-UP; KP21-UP)

Introduction

Inspections are the most basic form of condition monitoring. They are easy to do and surprisingly effective at helping you spot equipment health issues. Proactive monitoring and analysis of equipment information will allow Dealers to intervene before problems occur.

Note: Before adjusting product settings to comply with listed baseline TA2 values, consult SIS for the latest specification values.

Creating an Electronic Copy

Use the following procedure to create an editable electronic copy from SIS Web.

1. Click format to print.
2. Save the document as an HTML format.
3. Open the document with Microsoft Word.

Electrical System

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Inspect Battery Cables	Cables between the battery, the starter, and the engine ground must be the correct size. Wires and cables must be free of corrosion. Wires and cables must have cable support clamps in order to prevent stress on battery connections (terminals).		

12/3/2018

D8T TRACK-TYPE TRACTOR J8B00001-UP (MACHINE) POWERED BY C15 Engine(SEBP4195 - 106) Documentation

	Battery Test	12.4 VDC or more		Refer to Special Instruction, SEHS7633, "Battery Test Procedure".
	Charging System Test	28 ± 1 V		Refer to Special Instruction, REHS0354, "Charging System Troubleshooting"
	Electric Starting System Test	12 to 16 V at -23° C (-10° F) to -7° C (19° F)		Refer to Testing and Adjusting, SENR9832, "Electric Starting System - Test"
		14 to 18 V at -7° C (19° F) to 10° C (50° F)		
		16 to 24 V at 10° C (50° F) to 27° C (80° F)		

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

Engine

Cooling System

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Radiator Pressure Relief (Radiator Cap)⁽²⁾			
	Freezing Point of Engine Coolant			
	Conditioner Test of Engine Coolant			
	Difference between the Upper and Lower Radiator Tank Temperatures			

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

(2) Test for the pressure that is listed on the cap.

Fuel System

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Fuel Pressure of the Low Pressure Fuel System			

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

Lubrication System

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Engine Oil Pressure at Low Idle	103 kPa (15 psi) to 303 kPa (44 psi)		
	Engine Oil Pressure at High Idle	400 kPa (58 psi) to 607 kPa (88 psi)		

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

Basic Engine

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Engine Speed at Low Idle	690 to 710 RPM		
	Engine Speed at High Idle	2060 to 2080 RPM		
	Torque Converter Stall Test Engine RPM	1290 to 1310 RPM		
	Cylinder Cutout Test			Cat ⁽²⁾ Electronic Technician (Cat ET) Service Tool

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Air Inlet and Exhaust System

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Boost Pressure at Torque Converter Stall Test Engine RPM			
	Cylinder # 1 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 2 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 3 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 4 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 5 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 6 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 7 Exhaust Temperature ⁽²⁾			
	Cylinder # 8 Exhaust Temperature ⁽²⁾			

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

(2) Compare the exhaust temperature variance at each exhaust port.

Performance Checks

Reference: Refer to Testing & Adjusting, REN7527, "Hydraulic System" for more detail on the following test.

Operational Tests

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Bulldozer Lift Cylinder (Full up to ground (Quick-drop))	0.9 to 1.3 seconds		
	Bulldozer Lift Cylinder (Ground to full up)	2.8 to 3.5 seconds		
	Bulldozer Lift Cylinder (Pause at ground after quick-drop)	1.4 to 2.5 seconds		
	Bulldozer Lift Cylinder (Full down to full up)	3.8 to 4.5 seconds		
	Bulldozer Lift Cylinder (From ground to full down after pause)	1.3 to 2.0 seconds		
	Bulldozer Tilt Cylinder (Full tilt right to full tilt left) Bulldozer Tilt Cylinder (Full tilt left to full tilt right) SU-Blade or U-Blade (single tilt)	2.4 seconds		
	Bulldozer Tilt Cylinder (Full tilt right to full tilt left) SU-Blade or U-Blade (dual tilt)	1.8 seconds		
	Bulldozer Tilt Cylinder (Full tilt left to full tilt right) SU-Blade or U-Blade (dual tilt)	2.2 seconds		
	Bulldozer Tilt Cylinder (Full tilt right to full tilt left) A blade	2.1 seconds		
	Bulldozer Tilt Cylinder (Full tilt left to full tilt right) A blade	2.5 seconds		
	Ripper Cylinder (Full down to full up)	4.2 seconds		
	Ripper Cylinder (Full up to full down)	3.0 seconds		
	Ripper Cylinder (Full shank in to full shank out) (retract cylinder)	4.9 seconds		
	Ripper Cylinder (Full shank out to full shank in) (extend cylinder)	6.1 seconds		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Cylinder Drift Test

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Bulldozer Lift Cylinder Drift Test	38 mm (1.50 inch) Maximum at 28° to 48° C (83° to 118°F) for 5 minutes		
		38 mm (1.50 inch) Maximum at 49° to 68° C (120° to 155°F) for 2.7 minutes		
		38 mm (1.50 inch) Maximum at 69° to 88° C (156° to 190°F) for 1.7 minutes		
	Bulldozer Tilt Cylinder Drift Test (Single Tilt)	11 mm (0.43 inch) Maximum at 28° to 48° C (83° to 118°F) for 5 minutes		
		11 mm (0.43 inch) Maximum at 49° to 68° C (120° to 155°F) for 2.7 minutes		
		11 mm (0.43 inch) Maximum at 69° to 88° C (156° to 190°F) for 1.7 minutes		
	Ripper Lift Cylinder Drift Test	10 mm (0.39 inch) Maximum at 28° to 48° C (83° to 118°F) for 5 minutes		
		10 mm (0.39 inch) Maximum at 49° to 68° C (120° to 155°F) for 2.7 minutes		
		10 mm (0.39 inch) Maximum at 69° to 88° C (156° to 190°F) for 1.7 minutes		
	Ripper Tip Cylinder Drift Test	6 mm (0.24 inch) Maximum at 28° to 48° C (83° to 118°F) for 5 minutes		
		6 mm (0.24 inch) Maximum at 49° to 68° C (120° to 155°F) for 2.7 minutes		
		6 mm (0.24 inch) Maximum at 69° to 88° C (156° to 190°F) for 1.7 minutes		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Hydraulic System

Reference: Refer to Testing & Adjusting, RENR7527, "Hydraulic System" for more detail on the following test.

Pilot System Pressure - Test and Adjust for D8T S/N:KPZ1-UP and ; S/N:J8B1-3999

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Pilot System Pressure at High Idle at Pressure Tap (HPS) with Blade Control Lever in Float	3275 ± 170 kPa (475 ± 25 psi)		
	Pilot System Pressure at High Idle at Pressure Tap (HPTR), (HPRR), and (HPSI)	3000 ± 515 kPa (435 ± 75 psi)		
	Pilot System Pressure at High Idle at Pressure Tap (HPDL)	1760 ± 380 kPa (255 ± 55 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Implement Pump - Test and Adjust

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Low Pressure Standby (HA) High Idle	2896 ± 758 kPa (420 ± 110 psi)		
	High Pressure Cutoff (HA) High Idle	24000 ± 500 kPa (3481 ± 73 psi)		
	Margin Pressure at High Idle (Difference between Pressure Tap (HA) and (HB))	2150 ± 350 kPa (312 ± 51 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Accumulator - Test and Charge - Pilot for D8T S/N:KPZ1-UP and ; S/N:J8B1-3999

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Accumulator Charge Pressure (AP) High Idle	3275 ± 170 kPa (475 ± 25 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Accumulator - Test and Charge - Pilot for D8T S/N:J8B4000-UP

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Accumulator Charge Pressure (AP) High Idle	2750 ± 300 kPa (399 ± 44 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Hydraulic Fan Speed (On Demand) - Test and Adjust

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Maximum Fan Pump Pressure at High Idle for Standard or Reversing 22 degree Fan	15700 ± 800 kPa (2275 ± 115 psi)		
	Maximum Fan Pump Pressure at High Idle for Standard or Reversing 26 degree Fan	17200 ± 800 kPa (2495 ± 115 psi)		
	Minimum Fan Pump Pressure at High Idle	2100 ± 250 kPa (305 ± 36 psi)		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Power Train System

Reference: Refer to Testing & Adjusting, RENR7526, "Power Train" for more detail on the following test.

Priority Valve - Test and Adjust for D8T S/N:KPZ1-UP and ; S/N:J8B1-3999

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Priority Valve Pressure at Low Idle with Brakes disengaged⁽²⁾	2676 ± 115 kPa (388 ± 17 psi)		
	Priority Valve Pressure at Low Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged	690 ± 170 kPa (100 ± 25 psi)		
	Priority Valve Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL	1035 ± 140 kPa (150 ± 20 psi)		
	Priority Valve Pressure at High Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL	1035 ± 170 kPa (150 ± 25 psi)		
	Priority Valve Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall	825 ± 150 kPa (120 ± 15 psi)		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

(2) The priority valve is at High Pressure if the engine speed is less than 1300 rpm. The valve remains at High Pressure until the engine speed is greater than 1350 rpm. The priority valve is at High Pressure during changes in transmission speed and direction. The priority valve is at High Pressure if oil temperature (M1) is less than 40° C (104° F). The valve remains at High Pressure until the oil temperature is greater than 45° C (113° F). The priority valve remains at Low Pressure whenever the parking brake is engaged.

Relief Valve (Transmission) - Test and Adjust for D8T S/N:KPZ1-UP and : S/N:J8B1-3999

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Transmission Relief Valve Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (P)	2585 + 170 kPa (375 ± 25 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at Low Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged at Pressure Tap (P)	2585 + 105 kPa (375 ± 15 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (P)	2760 + 140 kPa (400 ± 20 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at High Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (P)	2760 ± 140 kPa (400 ± 20 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (P)	2690 + 140 kPa (390 ± 20 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Relief Valve (Transmission) - Test and Adjust for D8T S/N:J8B4000-UP

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Transmission Relief Valve Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (P)	2585 + 105 kPa (375 ± 15 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at Low Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged at Pressure Tap (P)	2585 + 105 kPa (375 ± 15 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (P)	2760 + 140 kPa (400 ± 20 psi)		
	Transmission Relief Valve Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (P)	2690 + 140 kPa (390 ± 20 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Relief Valve (Torque Converter Inlet) Pressure - Test

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Torque Converter Inlet Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (M)	375 ± 70 kPa (55 ± 10 psi)		
	Torque Converter Inlet Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (M)	760 ± 100 kPa (110 ± 15 psi)		
	Torque Converter Inlet Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (M)	550 ± 70 kPa (80 ± 10 psi)		

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

Relief Valve (Torque Converter Outlet) Pressure - Test and Adjust

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Torque Converter Outlet Pressure at Low Idle	375 ± 70 kPa		
	with Brakes disengaged at Pressure Tap (N)	(55 ± 10 psi)		
	Torque Converter Outlet Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (N)	585 ± 100 kPa (85 ± 15 psi)		
	Torque Converter Outlet Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (N)	450 ± 70 kPa (65 ± 10 psi)		

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

Transmission Lubrication Oil Pressure - Test

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Transmission Lubrication Oil Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (L1)	14 ± 14 - 10 kPa (2 ± 2 - 1.5 psi)		
	Transmission Lubrication Oil Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (L1)	210 ± 35 kPa (30 ± 5 psi)		
	Transmission Lubrication Oil Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (L1)	105 ± 35 kPa (15 ± 5 psi)		

(1) N - Normal, M - Monitor, A - Action

Flywheel Lubrication Oil Pressure - Test

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Flywheel Lubrication Oil Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (L2)	205 + 105 kPa (30 ± 15 psi)		
	Flywheel Lubrication Oil Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL for European Union at Pressure Tap (L2)	380 + 170 kPa (55 ± 25 psi)		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Transmission Clutch Pressure - Test for D8T S/N:KPZ1-UP and ; S/N:J8B1-3999

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Clutch Engagement at Relief Pressure Setting of the Transmission No. 1 Clutch through No. 4 Clutch	Low Idle 2620 + 105 kPa (380 ± 15 psi)		
	Clutch Engagement at Relief Pressure Setting of the Transmission No. 5 Clutch	Low Idle 2240 + 105 kPa (325 ± 15 psi)		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Steering System

Reference: Refer to Testing & Adjusting, RENR7527, "Hydraulic System" for more detail on the following test.

Steering Pump - Test and Adjust

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Charge Pressure (High Idle) at Pressure Tap (F)	2930 + 240 kPa (425 ± 35 psi)		
	POR Valve Pressure (HC) and (HD) 1600 rpm	40505 + 1555 kPa (5875 ± 226 psi)		
	Mechanical Neutral Pressure (HC) and (HD) 1500 rpm	345 kPa (50 psi) between pressure taps		
	Hydraulic Neutral Pressure (X1) and (X2) 1500 rpm	48 kPa (7 psi) between pressure taps		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action

Braking System

Reference: Refer to Testing & Adjusting, RENR7526, "Power Train" for more detail on the following test.

Brake Pressure - Test for D8T S/N:KPZ1-UP and : S/N:J8B1-3999

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Brake Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (B)	2483 + 140 kPa (360 ± 20 psi)		
	Brake Pressure at Low Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged at Pressure Tap (B)	70 kPa (10 psi) Maximum		
	Brake Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (B)	2550 + 210 kPa (370 ± 30 psi)		
	Brake Pressure at High Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (B)	70 kPa (10 psi) Maximum		
	Brake Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (B)	70 kPa (10 psi) Maximum		
	Left Brake Lubrication Pressure at Low Idle with Brakes disengaged	18 - 18 - 17 kPa (2.6 ± 2.6 - 2.5 psi)		
	Right Brake Lubrication Pressure at Low Idle with Brakes disengaged	18 - 18 - 17 kPa (2.6 ± 2.6 - 2.5 psi)		
	Left Brake Lubrication Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL.	140 + 70 kPa (20 ± 10 psi)		
	Right Brake Lubrication Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL.	140 + 70 kPa (20 ± 10 psi)		
	Left Brake Lubrication Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall	70 ± 35 kPa (10 ± 5 psi)		
	Right Brake Lubrication Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall	70 ± 35 kPa (10 ± 5 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

Brake Pressure - Test for D8T S/N:J8B4000-UP

Status ⁽¹⁾	Description	Specification	Actual	Comments
	Brake Pressure at Low Idle with Brakes disengaged at Pressure Tap (B)	2386 + 187 kPa (346 ± 27 psi)		
	Brake Pressure at Low Idle with Parking Brake engaged and Service Brake disengaged at Pressure Tap (B)	70 kPa (10 psi) Maximum		
	Brake Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL at Pressure Tap (B)	2558 + 187 kPa (371 ± 27 psi)		
	Brake Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall at Pressure Tap (B)	70 kPa (10 psi) Maximum		
	Left Brake Lubrication Pressure at Low Idle with Brakes disengaged	18 - 18 - 17 kPa (2.6 + 2.6 - 2.5 psi)		
	Right Brake Lubrication Pressure at Low Idle with Brakes disengaged	18 - 18 - 17 kPa (2.6 + 2.6 - 2.5 psi)		
	Left Brake Lubrication Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL.	140 + 70 kPa (20 ± 10 psi)		
	Right Brake Lubrication Pressure at High Idle with Brakes disengaged and Transmission Gear at NEUTRAL.	140 + 70 kPa (20 ± 10 psi)		
	Left Brake Lubrication Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall	70 + 35 kPa (10 ± 5 psi)		
	Right Brake Lubrication Pressure at High Idle with Parking Brake disengaged and Service Brake engaged and Transmission Gear THIRD SPEED FORWARD Stall	70 + 35 kPa (10 ± 5 psi)		

⁽¹⁾ N = Normal, M = Monitor, A = Action

S.O.S

Reference: Refer to Operation and Maintenance Manual, SEBU7763, "Maintenance Interval Schedule" for more detail on performing S.O.S samples.

Status ⁽¹⁾	Description	Obtain	Comments
	Engine Oil Sample		
	Cooling System Coolant Sample (Level II)		
	Hydraulic Oil Sample		
	Power Train System Oil Sample		
	Final Drive Oil Sample		

(1) N = Normal, M = Monitor, A = Action