

**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



TESIS:

**“Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Pesados
de la Empresa Minera Argentum S.A.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Bach. Celedonio Andrés, Marcelino

ASESOR:

Mg. Hidalgo Palomino, Fernando Guillermo

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9155-445X>

DNI 06844769

LIMA- PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado y a mi madre por haberme formado.

Marcelino Andrés Celedonio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad por haber facilitado mi aprendizaje y al magister Fernando Hidalgo por haberme apoyado para lograr culminar mi tesis.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática, aprobado por Resolución N° 373-2019-UPCI-R; y en estricto cumplimiento del requisito establecido por el Artículo N° 45, de la ley N° 30220; donde se indica que “la obtención de grados y títulos se realizada de acuerdo a las exigencias académicas que cada universidad establezca” presentamos ante ustedes la tesis titulada “**Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa minera Argentum S.A.**”, la misma que será sometida a vuestra consideración, evaluación y juicio profesional; a fin de que su aprobación me lleve a ostentar el título profesional de Ingeniero Industrial

Bach. Celedonio Andres, Marcelino

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN	iv
ÍNDICE.....	v
INDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Planteamiento del problema.....	12
1.3. Objetivos de la investigación.....	13
1.4. Variables, dimensiones e indicadores.....	14
1.5. Justificación del estudio.....	15
1.6. Antecedentes nacionales e internacionales	16
1.7. Marco teórico.....	24
1.8. Definición de términos básicos.....	31
II. MÉTODO.....	35
2.1. Tipo de investigación.....	35
2.2. Diseño de la investigación	35
2.3. Escenario de estudio	36
2.4. Técnicas para la recolección de la información.....	46
2.5. Validez del instrumento cualitativo	47
2.6. Procesamiento y análisis de la información.....	47
2.7. Aspectos éticos	47
III. RESULTADOS.....	48
3.1. Análisis de resultados	48
IV. DISCUSIÓN.....	66
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	72
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos	73
Anexo 3: Base de datos.....	76
Anexo 4: Evidencia de similitud digital	95
Anexo 5: Autorización de publicación en repositorio	98
Anexo 6: Flota de equipos de la Zona Manuelita.....	99
Anexo 7: Informe Técnico – Servicio de Evaluación de Motor Diesel	119
Anexo 8: Programa de mantenimiento.....	123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Campo minero Argentum.....	44
Figura 2. Nueva planta concentradora de Argentum.....	46
Figura 3. Mantenimiento de Motor Eléctrico	59
Figura 4. Mantenimiento de Motor Diesel	60
Figura 5. Mantenimiento de Motor Hidrostático.....	61
Figura 6. Mantenimiento de Perforadora.....	62
Figura 7. Mantenimiento de Viga.....	63
Figura 8. Mantenimiento de Llanta en labor	64
Figura 9. Mantenimiento de Cable de Tambora	65
Figura 10. Formato de inspección de cable de potencia.....	75
Figura 11. Resumen total del Pareto de Fallas	118
Figura 12. Programa de Mantenimiento de Equipos Pesados	123
Figura 13. Programa de Mantenimiento de Motores Diesel.....	123
Figura 14. Administración de Mantenimiento de Perforadoras	123
Figura 15. Administración de Mantenimiento de Cucharas	124
Figura 16. Historial de Correctivos de Cucharas - Labio	124
Figura 17. Estatus de Neumáticos	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mantenimiento del Equipo Scoop R1600H - S608	48
Tabla 2. Mantenimiento del Equipo Scoop R1300G - S411	49
Tabla 3. Mantenimiento del Equipo Jumbo Frontonero SID - J122	51
Tabla 4. Mantenimiento del Equipo Scoop LH203 - S210	52
Tabla 5. Control de la vida útil de los Equipos Scoop R1300 50, Scoop R1300 51, Jumbo Frontonero SID 02	53
Tabla 6. Control de la vida útil de los Equipos: Scoop R1600H - S608, Scoop R1300G - S411, Jumbo Frontonero SID - J122, Scoop LH203 - S210	54
Tabla 7. Matriz FODA del Mantenimiento de equipos pesados	57
Tabla 8. Matriz de Consistencia	72
Tabla 9. Formato Control	73
Tabla 10. Inventario de Actividades y Tareas	74
Tabla 11. Resumen general (26 semanas - todos los equipos)	118

RESUMEN

Objetivo: Implementar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.

Metodología: La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño descriptivo - transaccional. El escenario de estudio fue la compañía minera Argentum S.A. es parte de la compañía minera internacional Pan American Silver y tiene una trayectoria de 28 años de construcción y operación de minas de manera responsable y de creciente producción, a nivel mundial.

Resultados: Principalmente, se ha podido programar el mantenimiento básicamente de los equipos pesados, mejorando la disponibilidad de los mismos. Por otro lado, el mantenimiento preventivo, que se da poco en la empresa Argentum, ha sido reforzado, para lo cual se tuvo que hacer un levantamiento de toda la data de la empresa, estrategia parecida a Valverde, porque este planifico inicialmente en razón al análisis de la gerencia de mantenimiento del Taller de Equipos pesados N°2, en función del número de fallas y demoras presentadas por los equipos pertenecientes al taller en mención, en un periodo de DOCE (12) meses-2018.

Conclusión: Con la implementación de un plan de mantenimiento se puede mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum, la cual se ha visto incrementadas en un 10%, pues las paradas son más cortas.

Palabras clave: Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Indicadores de Gestión, RCM.

ABSTRACT

Objective: To implement a maintenance plan to improve the mechanical availability of the heavy load equipment of the mining company Argentum S. A. **Methodology:** The research was of an applied type, descriptive level, with a descriptive - transactional design. The study scenario was the mining company Argentum S.A. is part of the international mining company Pan American Silver and has a 28-year track record of responsibly building and operating mines and increasing production worldwide. **Results:** Mainly, it has been possible to program the maintenance basically of the heavy equipment, improving their availability. On the other hand, preventive maintenance, which occurs little in the Argentum company, has been reinforced, for which a survey of all the company's data had to be carried out, a strategy similar to Valverde's, because he initially planned due to the analysis of the maintenance management of the Heavy Equipment Workshop No. 2, based on the number of failures and delays presented by the equipment belonging to the workshop in question, in a period of TWELVE (12) months-2018. **Conclusion:** With the implementation of a maintenance plan, the mechanical availability of the heavy load equipment of the Argentum mining company can be improved, which has been increased by 10%, since the stops are shorter.

Keywords: *Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Management Indicators, RCM.*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La compañía minera Argentum S.A. – Unidad Morococha, es parte de la compañía minera internacional Pan American Silver y tiene una trayectoria de 28 años de construcción y operación de minas de manera responsable y de creciente producción, a nivel mundial. Esta mina se dedica a la explotación y extracción de recursos minerales no renovables, entre los minerales que extrae se encuentran: la plata, el plomo, el zinc.

En el área de mantenimiento cuenta con maquinaria de bajo perfil y equipos de perforación para el proceso de explotación, extracción, exploración de recursos minerales. Se observa que los KPIs de la gestión de mantenimiento están por debajo del 85% de la disponibilidad. Para cumplir los propósitos y objetivos de la Empresa minera Argentum, se tiene que realizar un plan de mantenimiento para la mejora de la disponibilidad de los equipos que se relacionan y no cumplen los objetivos trazados.

1.2. Planteamiento del problema

Delimitación del Problema

Espacial

El estudio se ejecutó en la empresa minera Argentum S.A, dedicada al sector minero de la extracción explotación y exploración de los recursos minerales, siendo el lugar de la ejecución del proyecto.

Temporal

Para el estudio se ha tomado los datos desde mayo del 2020 a diciembre del 2021.

1.2.1. Problema General

- ¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento permite mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera los indicadores de gestión permiten mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.?

- ¿En qué medida el reforzamiento de las habilidades del personal del área de mantenimiento permite mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S.A.?
- ¿De qué manera el área del taller de mantenimiento puede mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S.A.?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

- Implementar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Incorporar indicadores de gestión para mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S. A.
- Reforzar las habilidades del personal del área de mantenimiento para mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S.A.

- Determinar como el área del taller de mantenimiento puede mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S.A.

1.4. Variables, dimensiones e indicadores

1.4.1. Variables Independientes

- Plan de mantenimiento.
- Indicadores de gestión.
- Habilidades del personal del área de mantenimiento.
- Taller de mantenimiento.

1.4.2. Variables Dependientes

- Disponibilidad mecánica.

1.4.3. Dimensiones

- Mantenibilidad.
- Disponibilidad mecánica.

1.4.4. Indicadores de las Variables Dependientes

- % MTTR, MTBF.
- Costo de mantenimiento unitario.
- Horas de disponibilidad.
- Horas de capacitación.
- Eficacia.

1.5. Justificación del estudio

Justificación Teórica

El ambiente competitivo donde se desenvuelven las empresas del rubro minero está relacionados a la seguridad de sus procesos, teniendo las oportunidades de ser líder internacional en comercialización de mineral y en la seguridad de sus trabajadores, para ello el área de mantenimiento se plantea nuevas estrategias para una producción eficaz, eficiente y efectiva en su totalidad.

Justificación Práctica

Los resultados de la presente investigación permitirán a los colaboradores del área de mantenimiento tener clara las funciones y mejorar con la disponibilidad de los equipos.

Justificación Legal

La importancia de tener una gestión adecuada y la operatividad de los equipos pesados renombran ciertas ISO's y normas internacionales, para su uso adecuado dentro de la operación de la empresa Argentum S.A., como se mencionó con anterioridad.

Justificación Económica

La propuesta de un plan de mantenimiento ayudara a mejorar la calidad, rentabilidad y el desempeño de los colaboradores en todas sus labores referentes a los equipos de carga pesada

Importancia del estudio

El trabajo de investigación porque permite cuantificar los índices de gestión de mantenimiento para incrementar de los equipos pesados con el consiguiente incremento de la producción y cumplir con la función encomendada.

La importancia de la investigación radica en que se propondrá un conjunto de acciones para poder incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada, de tal manera que esto repercuta en la mejora de la productividad.

1.6. Antecedentes nacionales e internacionales

1.6.1. Antecedentes nacionales

Según De la Rosa et al. (2020) en su investigación titulada “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de bombeo en una planta minera”, indica que:

El objetivo de la tesis fue diseñar un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de bombeo en una planta minera, para ello se establecieron objetivos específicos que fueron; realizar un diagnóstico actual de los equipos del sistema de bombeo, elaborar el plan de gestión de mantenimiento, realizar el análisis de las mejoras en la disponibilidad de los equipos y realizar la viabilidad económica del plan. La investigación fue aplicada, explicativa, cuantitativa y no experimental. El problema con mayor impacto en la planta es la baja disponibilidad de los equipos debido a un inadecuado plan de mantenimiento, la disponibilidad actual es 73% en promedio. El plan de gestión de mantenimiento de los equipos del sistema de bombeo consiste en la elaboración de las políticas de mantenimiento, formato para reporte de fallas, check list, el procedimiento estándar de trabajo para el mantenimiento de bombas y la ficha de control de parámetros de operación y funcionamiento. La disponibilidad de los equipos de bombeo con el plan de mantenimiento se incrementó en 13%. Este plan tiene un VAN de 267 176 dólares, TIR es 100.53% y la relación B/C es 0.71. por lo tanto, el proyecto es viable económicamente y representa altos ahorros para la empresa minera (pág. 10).

Como Valverde (2021) menciona en su investigación titulada “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en Minera Chinalco Perú S.A.”, indican que:

En el consiguiente trabajo de posgrado se presentó el “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en minera Chinalco Perú S.A”, éste se planifico inicialmente en razón al análisis de la gerencia de mantenimiento del Taller de Equipos pesados N°2, en función del número de fallas y demoras presentadas por los equipos pertenecientes al

taller en mención, en un periodo de DOCE (12) meses-2018, determinado de esta manera la disponibilidad mecánica y la utilización efectiva (indicadores claves de desempeño), así como la confiabilidad y criticidad de éstos. La presente tesis tuvo como objetivo determinar los tiempos operativos de los equipos de perforación, carguío y acarreo para optimizar sus indicadores clave de desempeño e incrementar la producción. Principalmente se realizó un diagnóstico de los tipos operacionales de los equipos de perforación, equipos de carguío y equipos de acarreo (camiones mineros principalmente) manejados en la UNIDAD MINERA CHINALCO - Proyecto Toromocho. Asimismo, se realizó sistemas de indicadores para la gestión del mantenimiento (KPIs) en el ciclo de operación, análisis y demoras en la ejecución del mantenimiento de los equipos las cuales se analizaron con diagramas de causa - efecto y diagrama de Pareto. Se utilizó la implementación de reportes con el objetivo de registrar los tiempos de las actividades de los equipos en los ciclos de operación para el cálculo de los de indicadores para la gestión de mantenimiento o indicadores clave de desempeño (KPIs). Al absolverse las limitaciones se ejecutó el plan de mantenimiento preventivo que permitió el estudio de los parámetros de operatividad asociados a las actividades de inicio y fin del mantenimiento en su totalidad, evolución de los análisis de fallas, para determinar en qué periodo de tiempo esas fallas van a tomar una relevancia importante de modo de proyectar todas las intervenciones con tiempo suficiente, evitando que las mismas generen consecuencias graves, aumentando la disponibilidad operativa de la maquinaria pesada (pág. 14).

Según Mescua & Li (2016) en su investigación titulada “Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado a una flota de camiones fuera de carretera en una mina de tajo abierto”, indican que:

La presente investigación busca explicar lo importante que es para las empresas que trabajan con maquinaria pesada, sobre todo en el rubro minero, contar con un elevado índice de confiabilidad y disponibilidad en sus flotas de equipos, ya que, de tener índices bajos, existirán múltiples consecuencias negativas. El problema que se identificó, en la minera Vale Bayovar, es que la flota de camiones 730E de Komatsu Mitsui cuenta con una inadecuada estrategia de mantenimiento, lo cual genera consecuencias como un elevado número de paradas no programadas, disminución en los ingresos, entre otros efectos nada beneficiosos. La propuesta fue desarrollar e implementar una estrategia de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad por un equipo de personas de Komatsu Mitsui para obtener un plan de mantenimiento más acorde a las condiciones de la mina y así se reduzcan las horas inoperativas de la maquinaria. Esto se traducirá en mayores ingresos y beneficios tanto para el cliente como para Komatsu. Esta investigación se dividió en cinco partes. Primero, se explicó un marco teórico de temas como la minería, tipos de maquinaria pesada, contratos y herramientas de gestión. La segunda, parte describió a Komatsu de manera detallada en cuanto a sus procesos de mantenimiento y también el problema actual de contar con una estrategia de mantenimiento inadecuada en los camiones 730E de Vale Bayóvar. El tercer capítulo se centró en el desarrollo de la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad como propuesta para la flota de camiones 730E hasta obtener el plan de

mantenimiento mejorado. En el cuarto capítulo, se valió la propuesta de aplicar RCM y el beneficio económico que se tendría de aplicarlo. Y, por último, las conclusiones y recomendaciones que sintetizan lo muy necesario que es desarrollar y aplicar esta nueva estrategia en la flota de camiones 730E en Vale Bayóvar (pág. 3).

1.6.2. Antecedentes internacionales

Como Soria (2017) menciona en su investigación titulada “Indicadores de clase mundial utilizados como herramienta de control en la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo pesado, en minería subterránea de oro”, indica que:

En Guatemala, en la última década, se ha desarrollado a grandes pasos la industria minera, esto se debe a la apertura de proyectos y a la ampliación de los existentes para la extracción de oro y otros metales. El área de Mantenimiento de Maquinaria pesada es de suma importancia, ya que del buen funcionamiento de esta área depende en gran parte la producción que se obtenga en el proyecto. Dicho funcionamiento se relaciona con varias áreas internas, la cual es medida en base a indicadores para reflejar la realidad en la que se encuentra la misma. En mantenimiento es fundamental tener en cuenta que la inteligencia, imaginación y prontitud en la toma de decisiones para solucionar los innumerables problemas que se presentan en el quehacer diario, son esenciales, únicamente la efectividad en el medio y largo plazo los convierte en resultados duraderos. Ello exige medidas objetivas que permitan evaluar situaciones de partida y proyecciones en el

medio y largo plazo. A través del tiempo se ha dado gran importancia a la optimización de costos para la generación de sus productos, es aquí donde la función mantenimiento juega un papel destacado en el cumplimiento de esta meta. Esto debido a que se pretende mayor disponibilidad de los sistemas productivos, para que la producción sea alta con un mínimo de retrocesos y paradas no programadas que afectan la capacidad de respuesta. Es así, como la función del mantenimiento debe estar en una continua evaluación para lograr la optimización del mismo. Una forma de encontrarlo es por medio de la generación, aplicación y evaluación de indicadores de gestión, a fin de llevar un control que permita minimizar los tiempos de entrega, lo que traerá como consecuencia mayor margen de ganancia o beneficio a través de mínimos costos operacionales. Lo que se debe definir es, cuáles serán esos indicadores. Hay que tener cuidado en la elección, pues se corre el riesgo de utilizar como tales una serie de números que no nos aporten ninguna información útil. Se requiere tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otra información. La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia, con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas, según sea el caso. Los indicadores de gestión aportan una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del Departamento (pág. 14).

Según Zavala (2018) en su investigación titulada “Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para El Chancador Primario Fuller, Operación Mantoverde”, indica que:

La minería es una de las principales actividades de la economía nacional. Aportando el 9% del PIB, siendo el área con mayor inversión extranjera con un tercio del total. Chile es el principal productor a nivel mundial de cobre. El 90% del cobre que actualmente se produce de la minería son de minas a rajo abierto. Como toda industria, la minería, requiere de planes de mantenimiento para sus equipos, los cuales deben cumplir con las metas de producción propuestas. Implementar un plan de mantenimiento que asegure la eficiencia de estas, requiere de un gran conocimiento de los equipos, de los procedimientos de reparación, de sus contextos operacionales, etc. Existe una gran cantidad de factores que pueden influir entre aplicar un tipo de mantenimiento u otro, y para ello se debe realizar un análisis y entender cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar.

En el presente trabajo se explica y desarrolla la metodología de gestión de mantenimiento denominada RCM (Reliability Centered Maintenance), que se traduce al español como Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Esta herramienta del mantenimiento es aplicada por las gerencias de grandes empresas, las cuales buscan aumentar principalmente la confiabilidad y disponibilidad de sus activos. Esta metodología se aplicó específicamente al equipo Chancador Fuller Traylor TCB 42"x 66". En el trabajo se entrega los principales conceptos de RCM y se desarrolló detalladamente el flujograma de implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, desde el planteamiento de las funciones de los subsistemas hasta determinar las tareas de mantenimiento, para los modos de fallas más frecuentes del equipo (pág. 3).

Según López & Valdiviezo (2017) en su investigación titulada “Optimización del Sistema de Gestión de Mantenimiento de la Maquinaria Pesada del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar, a través de la Gestión por Procesos”, indican que:

El proyecto planteado tiene como finalidad desarrollar una propuesta para lograr la optimización del actual sistema de gestión de mantenimiento de equipos pesados en Cañar, GAD, a través de la gestión por procesos. Satisfaga sus necesidades actuales de optimización de modelos. Como punto de partida, los métodos analíticos aplicados permiten recopilar información sobre la estructura y organización del proceso de gestión actual de los planes de gestión de prevención y reparación de equipos pesados para establecer un diagnóstico. Conjetura preliminar sobre el sistema de gestión. Sugerimos optimizar la gestión a través del proceso de mantener las instrucciones del proyecto, avanzar en el desarrollo y lograr aplicaciones efectivas. Además, se analiza la estructura y propósito de la gestión de operaciones de control de equipos viales de la agencia, como un mecanismo que permite desarrollar un manual de operaciones y procedimientos estructurado y mejorado para desarrollar métodos y estrategias adecuadas para el mantenimiento de la unidad. También existe la necesidad de una visión global de las operaciones del departamento mecánico y el ejercicio de sus poderes; Se propone como punto de partida la creación de una técnica DAFO, para obtener un diagnóstico objetivo de la situación actual que permita aplicar expectativas realistas y viables. Otro componente importante de la estructura es la Matriz RACI de

responsabilidades asociadas a cada mantenimiento aplicable a los equipos viales (pág. 09).

1.7. Marco teórico

1.7.1. Tipos de Mantenimiento

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, también conocido como reactivo, es la típica actividad que consiste en solucionar la falla luego que esta aparezca:

A su vez, el mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades realizadas tras el fallo de un bien o el deterioro de su función, para permitirle cumplir con una función requerida, al menos de manera provisional, solución de puntos débiles del equipo (Mescua & Li, 2016, pág. 18).

Mantenimiento preventivo

Esta “comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción. Las tareas de mantenimiento preventivo más comunes son sustituciones, renovaciones, revisiones generales, etc.” (Mescua & Li, 2016, pág. 18).

Mantenimiento predictivo

Consiste “en una serie de tareas destinadas a determinar la condición operativa de los equipos, midiendo las variables físicas y químicas más importantes con el objeto de predecir anomalías y corregirlas usando para tal fin instrumentos y sistemas de diagnóstico” (Mescua & Li, 2016, pág. 19).

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad según Mescua & Li (2016) se originó en la década de los 60 en la industria aeronáutica americana. Debido “al alto índice de fallas para la flota de aviones de la época, se formó un grupo entre la Administración de Aviación Federal (FAA) e ingenieros especializados para determinar a través de estudios cómo se podía mejorar esta situación” (pág. 22).

Este estudio resultó ser que la idea de ese entonces, sólo cambiando componentes a sus horas establecidas se prevenían fallas, equivocadamente y que se necesitaban nuevos planes de mantenimiento para asegurar el correcto mantenimiento de los aviones:

A finales de la década de los 80, John Moubray se encargó de corregir algunos primeros defectos de este estudio y adaptarlo para otras industrias. Él fue el responsable de introducirlo en industrias fuera de la aeronáutica. Desde su lanzamiento, la industria ha tenido un cambio masivo (Mescua & Li, pág. 22).

En los 90's, los nuevos procesos de RCM permitieron reducir la tasa de 60 accidentes por millón de vuelos a 2 accidentes por millón.

1.7.2. Indicadores de gestión de mantenimiento

1.7.2.1 Tiempo Promedio entre fallas (MTBF)

Según Carrasco (2018) manifiesta “Este indicador permite ver si las diversas actividades de mantenimiento tienen el efecto de mantener o ampliar la disponibilidad de la máquina” (pág. 22).

$$\text{Tiempo promedio entre fallas (MTBF)} = \frac{\text{Horas acumuladas del equipo}}{\text{Número de intervenciones}}$$

Donde:

Horas acumuladas del equipo: “La cantidad de horas que haya trabajado durante todos los días, donde las horas programadas diaria es 24h, de este se reduce a 22 por la hora inspección de equipo y refrigerio del personal” (Carrasco, 2018, pág. 38).

Número de intervenciones: Son las intervenciones a las máquinas desde las inspecciones hasta paradas que podrían ser por diferentes motivos tales como:

- Parada por trabajo mal realizado durante el correctivo o inspección en lo que respecta a localidad de material, calidad de mano de obra.

- Por cualquier tipo de accidente que podría tener el equipo, “está parada es considerado cuando se quiere calcular disponibilidades del equipo al 100% de horas programadas considerando tiempo de refrigerio, horas muertas/Tiempo donde el equipo no realiza trabajo” (Carrasco, 2018, pág. 38).

1.7.2.2 Tiempo promedio para la reparación (MTTR)

Manifiesta Carrasco (2018) que “Mediante este indicador podemos evaluar la probabilidad que un equipo que haya fallado sea separado en el menor tiempo posible, mediante este indicador se puede definir la mantenibilidad del equipo” (pág. 38).

$$\text{Tiempo para la reparacion} = \frac{\text{Tiempo total de intervenciones al equipo}}{\text{Número de intervenciones}}$$

Donde:

Tiempo total de intervenciones al equipo: Este tiempo viene a ser, según Carrasco (2018) las “horas acumuladas de los trabajos realizados en el equipo, este valor conviene que sea lo menos posible, eso lo conseguiremos cuando contemos con un personal altamente capacitado y efectivo en su respuesta, con una disponibilidad de repuesto (logística efectiva)” (pág. 39).

Número de intervenciones: Como su nombre lo indica la cantidad de intervenciones al equipo para cualquier tipo de reparación no programada, según Carrasco (2018) que también debe ser lo menos posible para que “suceda tenemos que trabajar con una asistencia técnica altamente capacitada y efectiva. Nos

conviene que el MTTR sea lo menor posible y para que ello ocurra los tiempos de intervención al equipo tienen que ser lo menos posible” (pág. 39).

1.7.2.3 Confiabilidad

Este indicador conjuga a los dos anteriores para medir la confiabilidad del equipo del contrato de servicio.

$$\text{Confiabilidad del equipo (C)} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Por otro lado, indica Carrasco (2018) permite “ver qué tan confiable es nuestro servicio técnico frente a las apreciaciones y exigencias del cliente, esto dependerá de todos los recursos con que contamos para realizar nuestro trabajo lo conveniente es que esta confiabilidad no baja de 85%, etc.” (págs. 39-40)

1.7.2.4 Unidades de transporte

Generalmente el sistema de transporte se lleva a cabo mediante el uso de volquetes de acarreo de distintas capacidades, como indica Carrasco (2018):

El sistema de acarreo es directo de la pala al camión y estas a los diferentes botaderos, tolvas de mineral o tolvas de mineral con sustancias lixiviable.

No existe el sistema pala camión directo a concentradora por que esta se encuentra a 5 Km. de la misma, esta distancia no es aconsejable para el

óptimo aprovechamiento económico de los camiones, solo se puede usar en distancias menores 3.5Km únicamente (pág. 42).

Referente a las rampas de tránsito de los camiones estas no exceden al 8% dentro de la mina, y aun menor las rampas de acceso a las carreteras que constituyen el recorrido regular de los camiones cuando se encuentran acarreando.

1.7.2.5 Camión Minero

El camión corresponde a la unidad de transporte más comúnmente utilizada en explotación de minas. Según Carrasco (2018) “los camiones mineros están especialmente diseñados para acarrear tonelajes mayores, además poseen características de diseño especiales para su utilización en minería. Pueden acarrear 300 Ton de material por ciclo, lo que genera un bajo costo de operación” (pág. 42).

1.7.2.6 Aceites

Menciona Carrasco (2018) “proporciona una película de aceite que reduce el contacto de metal contra metal, la fricción y el desgaste. Es importante la selección del aceite, basándose en los requisitos del compartimiento según los especifica el fabricante” (pág. 44).

1.7.2.7 Análisis del aceite

Carrasco (2018) manifiesta que el análisis programado del aceite permite prever fallas y detectar niveles de desgaste, pudiendo impedir que los problemas menores se vuelvan averías mayores:

Consiste en un examen al aceite lubricante de diferentes compartimientos como: sistema hidráulico, dirección hidráulica, enfriamiento de frenos, motor, transmisión, caja marina, mando de la bomba, ruedas delanteras, diferenciales o ejes, mandos finales, tándems, rola, tornamesa, circulo de giro, compresor, caja reductora, cabezal de rotación, bastidores, cubos delanteros, etc. (pág. 45).

3 factores que afectan el contenido de una Muestra de Aceite:

- **El Aceite Lubricante (tipo y estado)**, mala calidad, clasificación API errónea, viscosidad inapropiada y prolongar el intervalo de cambio de aceite, afectan los resultados del análisis.
- **La Contaminación**, exterior en la forma de agua, tierra, combustible o glicol (anticongelante).
- **Las Partículas de Desgaste**, resultan de la operación de las piezas. “El desgaste causado por los procedimientos de operación diaria, produce una cantidad inesperada de partículas de desgaste normal. Sin embargo, las piezas inapropiadamente instaladas o ajustadas, pueden causar desgaste prematuro o acelerado” (Carrasco, 2018, pág. 45)

Estos factores son a su vez afectados por los procedimientos de mantenimiento (intervalos de cambio de aceite/filtros, mantenimiento del sistema de enfriamiento, afinamientos programados, ajustes inspecciones, etc. Carrasco (2018) indica que:

El análisis de aceite no impide el desgaste de los componentes, esto indica un índice de desgaste o apunta hacia un desgaste anormal, mostrando la

necesidad de algún tipo de acción la cual requiera cambiar las prácticas de mantenimiento o también la posibilidad de una reparación (págs. 45-46).

1.8. Definición de términos básicos

1.8.1. Acarreo:

Según Carrasco (2018) es la “acción de transportar, cualquier tipo de material de un lugar determinado a otro” (pág. 46).

1.8.2. Carguío:

Específicamente Carrasco (2018) Se refiere “a la carga de material mineralizado del yacimiento. Ésta se realiza en las bermas de carguío, las que están especialmente diseñadas para la actividad” (pág. 46).

1.8.3. Correctivo:

Carrasco (2018) se refiere “a la labor de corregir o mitigar una falta, un defecto o un problema, es útil para ello” (pág. 46).

1.8.4. Disponibilidad:

Carrasco (2018) hace referencia “a la posibilidad de que algo, un producto o un fenómeno, esté disponible de ser realizado, encontrado utilizado” (pág. 46).

1.8.5. Diagnóstico de Mantenimiento:

Según Carrasco (2018) es el “proceso de análisis que permite identificar las fortalezas y debilidades del mantenimiento en la organización para validar así estrategias internas y levantar oportunidades de mejora” (págs. 46-47).

1.8.6. Desgaste:

Según Carrasco (2018) es la “erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie” (pág. 47).

1.8.7. Equipo:

Según Carrasco (2018) es la “unidad conformada por un conjunto de componentes y piezas, agrupadas para formar un sistema funcional” (pág. 47).

1.8.8. Falla:

Como Carrasco (2018) menciona “es la terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida” (pág. 47).

1.8.9. Filón:

Indica Carrasco (2018) “es la masa mineral que rellena la grieta de una formación rocosa y que puede ser objeto de explotación” (pág. 47).

1.8.10. Fiabilidad:

Como Carrasco (2018) indica “es la Probabilidad de que un sistema, aparato o dispositivo cumpla una determinada función bajo ciertas condiciones durante un tiempo determinado” (pág. 47).

1.8.11. Historial del mantenimiento:

“Es el registro que muestra las reparaciones, refacciones, entre otros, se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento” (Carrasco, 2018, pág. 47).

1.8.12. Indicador:

“Son los dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura” (Carrasco, 2018, pág. 47).

1.8.13. Inspeccionar:

“Es el acto de examinar y controlar atentamente una cosa o lugar” (Carrasco, 2018, pág. 47).

1.8.14. Lixiviación:

“Es la extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido” (Carrasco, 2018, pág. 47).

1.8.15. Lubricante:

Carrasco (2018) indica que es un “Sustancia grasa o aceitosa que se aplica a las piezas de un engranaje para que el rozamiento sea menor o más suave” (pág. 47).

1.8.16. Mantenimiento:

Es la “conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación” (Carrasco, 2018, pág. 47).

1.8.17. Monitoreo:

Según Carrasco (2018) es el “proceso mediante el cual se reúne, observa, estudia y emplea información para luego poder realizar un seguimiento de un programa o hecho particular” (pág. 47).

1.8.18. Overhaul:

“Es una compleja tarea que abarca el trabajo en las estructuras, interiores, sistemas y aviónica” (Carrasco, 2018, pág. 48).

1.8.19. Preventivo:

“Acción que previene un mal o un peligro o sirve para prevenirlo” (Carrasco, 2018, pág. 48).

1.8.20. Sistema Hidráulico:

Como Carrasco (2018) es un “mecanismo operado por la resistencia que ofrece la transmisión o la presión cuando el líquido es forzado a través de una pequeña abertura o tubo” (pág. 48).

1.8.21. Stock:

Según (2018) “es una voz inglesa que se usa en español con el sentido de existencias (todo lo referente a los bienes que una persona u organización posee y que sirven para la realización de sus objetivos)” (pág. 49).

1.8.22. Yacimiento:

Según Carrasco (2018) es el “lugar en el que se encuentran de forma natural minerales, rocas o fósiles, especialmente cuando puede ser objeto de explotación” (pág. 49).

II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

Según los autores Hernández-Sampieri & Mendoza (2018) “esta investigación realizada es del tipo aplicada” (pág. 36).

2.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo descriptivo transaccional, es decir los datos se recopilarán en un solo momento (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, pág. 41).

Nivel de la investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo, según Arias (2012) “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (pág. 27).

Enfoque de la investigación

El enfoque es cualitativo, esta investigación se centra más en la observación, el análisis de contenido, el análisis cualitativo y la interpretación de los datos recolectados a través de la observación y de la revisión de los registros administrativos.

2.3. Escenario de estudio

Minera Argentum S.A.

La compañía minera Argentum S.A. es parte de la compañía minera internacional Pan American Silver y tiene una trayectoria de 28 años de construcción y operación de minas de manera responsable y de creciente producción, a nivel mundial.

Historia

Fundada en 1994, Pan American ha crecido hasta convertirse en la segunda empresa minera de plata primaria más grande del mundo.

2020: Manejó el impacto de la pandemia COVID-19 y las restricciones gubernamentales relacionadas, que requirieron la transición temporal de la mayoría de nuestras minas a cuidado y mantenimiento. Montos totalmente reembolsados en nuestra línea de crédito corporativo. Duplicó el dividendo trimestral. Informó una estimación de recursos minerales inferiores para el

descubrimiento de skarn de La Colorada. Se convirtió en firmante en el Pacto Mundial de las Naciones Unidas.

2019: Completó la adquisición de Tahoe Resources Inc., agregando las minas Shahuindo, La Arena, Timmins West y Bell Creek a la cartera, así como la mina Escobal (actualmente suspendida).

2018: Hizo un importante descubrimiento de exploración en la mina La Colorada. Anunció la adquisición propuesta de Tahoe Resources Inc. Completó sustancialmente la recuperación activa en el sitio de Alamo Dorado.

2017: Completó la adquisición de los proyectos Joaquín y COSE en Santa Cruz, Argentina. Concluyó los proyectos de expansión de la mina La Colorada y Dolores. Adquirió una participación en New Pacific Metals Corp., proporcionando exposición al proyecto Silver Sand en Bolivia. Minería concluida en Álamo Dorado y transición de la mina a la fase de recuperación.

2016: Completó la venta de 13 regalías, flujos y acuerdos de pago no esenciales a Maverix Metals Inc. a cambio de acciones y warrants en Maverix. Vendimos el 75% de nuestra participación en el proyecto Shalipayco en Perú a Votorantim Metais –Cajamarquilla SA, conservando una participación libre de nuestro 25% restante para producción comercial.

2015: Aprobó la ampliación de la mina Dolores.

2014: Completó una evaluación económica preliminar para la construcción de una planta de aglomeración de pulpa y una mina subterránea en Dolores.

2013: Completó la evaluación económica preliminar y aprobó la expansión de la mina La Colorada.

2012: Adquirió Minefinders Corporation Ltd. y su mina emblemática Dolores en México. Desincorporó la mina Quiruvilca.

2011: Presentó una evaluación económica preliminar para el Proyecto Navidad.

2010: Completó la adquisición de Aquiline Resources. Comenzó a pagar un dividendo en efectivo.

2009: Lanzó una oferta amistosa para adquirir Aquiline Resources Inc. y su proyecto Navidad en Argentina. Publicado el primer Informe de Sostenibilidad de Pan American.

2008: Inicio de producción en Manantial Espejo. Ampliación sustancialmente completada de la mina San Vicente.

2007: Incrementé la participación en San Vicente al 95% y comencé la expansión de la mina. Construcción avanzada de Manantial Espejo.

2006: Completó la construcción de Álamo Dorado y aumentó la propiedad de Manantial Espejo al 100%.

2005: Comenzó la construcción de la mina Álamo Dorado y completó el estudio de factibilidad del proyecto Manantial Espejo.

2004: Adquirió la mina Morococha en Perú.

2003: Adquirió el proyecto Álamo Dorado en México.

2002: Adquirió una participación del 50% en el proyecto Manantial Espejo en Argentina.

2000: Adquirió la mina Huaron en Perú.

1999: Suscribió un acuerdo de empresa conjunta con la empresa minera estatal boliviana, Comibol, para obtener una participación del 100% en la mina San Vicente en Bolivia.

1998: Adquirió la mina La Colorada en México.

1995: Adquirió la primera mina en producción, Quiruvilca, en Perú y cotiza en Nasdaq.

1994: Ross Beaty fundó la empresa y se hizo cargo de Pan American Minerales, una empresa que cotiza en TSX (Pan American Silver, 2020).

VISIÓN

Pan American Silver fue creada con la intención de brindar a sus inversores el mejor vehículo para obtener acceso a los mejores precios de la plata. Nuestra visión es ser el principal productor de plata del mundo, con reputación de excelencia en el descubrimiento, la ingeniería, la innovación, y el desarrollo sustentable. Aspiramos a lograrlo a través de:

- Incrementar producción a bajo costo a partir de activos de calidad.
- Reemplazar en forma constante nuestras reservas y recursos mediante programas de exploración exitosos de nuestros yacimientos.

- Agregar nuevas reservas y recursos a través de los programas de exploración de nuevos proyectos e iniciativas de desarrollo de negocios.
- Generar flujos de caja sólidos y ganancias sustentables a través de la operación eficiente de nuestra cartera de activos mineros (Pan American Silver, 2020).

VALORES

Los valores fundamentales de Pan American están reflejados en todos los aspectos de nuestras operaciones diarias. Al llevar a cabo nuestro negocio, nos comprometemos a:

- Operar con ética y de manera responsable
- Brindar un lugar de trabajo seguro y saludable para todos nuestros empleados y contratistas.
- Gestionar nuestros asuntos de negocios sin favoritismo, miedo, coerción, discriminación o acoso.
- Proporcionar divulgación de información en forma completa, justa, precisa, oportuna y comprensible a nuestros grupos de interés”. (Pan American Silver, 2020)

DANDO RESPUESTA A LA PANDEMIA COVID-19

Pan American está dedicado a través de su comité de crisis a planificar y gestionar en forma proactiva los temas relacionados con la pandemia de COVID-19. Nuestra principal preocupación es la salud y la seguridad de nuestra gente y las comunidades en las que viven y trabajan. Estamos haciendo “seguimiento de la información que brindan los gobiernos y las autoridades de

salud a fin de determinar la situación actual del COVID-19 en las comunidades donde trabajamos y aquellas cercanas, y acatando las medidas recomendadas de prevención y contención” (Pan American Silver, 2021).

Tras la aprobación del gobierno para la reanudación de las operaciones suspendidas temporalmente por las restricciones del COVID-19, Pan American ha implementado los siguientes protocolos de salud y seguridad:

Protegiendo la salud y la seguridad:

- Cumplir con las recomendaciones de los protocolos de salud y seguridad en las jurisdicciones donde operamos.
- Evaluando a los empleados antes de su llegada al sitio, incluyendo los exámenes de COVID-19 obligatorios en ciertas jurisdicciones.
- Control de temperatura diaria de los empleados en los sitios.
- Protocolos estrictos relacionados al rastreo de contactos potencialmente expuestos al COVID-19 antes de la admisión al sitio.
- La suspensión de viajes nacionales e internacionales no esenciales de la compañía (Pan American Silver, 2021).

Cumplimiento y Regulaciones:

- Cumplir con las regulaciones del gobierno en las jurisdicciones donde operamos.
- Monitoreo y documentación regular y rigurosos del cumplimiento con los protocolos de seguridad y salud (Pan American Silver, 2021).

Planeación de la Producción:

- Aumento gradual de las operaciones para promover el distanciamiento físico y el ajuste de los protocolos.
- Estructurando una fuerza laboral independiente "cápsulas" para permitir el aislamiento de cualquier empleado (s) que presenten síntomas COVID-19, con revisión médica y aislamiento de los compañeros de equipo.
- Protocolos de trabajo desde la casa para aquellos que puedan realizarlo (Pan American Silver, 2021).

Instalaciones y Campamentos:

- Sanitación regular de todas las instalaciones (comedores, cuarto de reuniones, maquinaria, camiones, etc.)
- Estructuración de los campamentos en "capsulas" para evitar/limitar la entrada de personas extrañas.
- Las instalaciones de uso común reorganizadas para mantener el distanciamiento social.
- El transporte en ómnibus de los empleados a capacidad media
- Distribución amplia de máscaras faciales, gel anti bacteriana, y jabón (Pan American Silver, 2021).

Conciencia Cultural:

- Capacitación en la prevención del COVID-19 para todos los empleados.
- Cultivando una cultura en la cual trabajamos con los protocolos de COVID-19 como parte de las operaciones.

- Procesos de compartir practicas operativas buenas entre las operaciones (Pan American Silver, 2021).

Planeación de continuidad de negocio:

- Equipo multifuncional comprometido en la planificación y gestión de problemas de manera proactiva.
- Monitoreo de las cadenas de suministro y logística, estableciendo alternativas, según sea necesario.
- Se instituyeron controles de gastos a nivel corporativo (Pan American Silver, 2021).

Apoyando a nuestras comunidades:

- Una donación de \$2.0 millones en alimentos y suministros de higiene.
- Compromiso de asociación de \$1.5 millones con la UNICEF de Canadá para ayudar a los niños y familias afectadas por el COVID-19.
- Se contribuyó con material y suministros médicos para establecer un centro de vacunación COVID-19 en Huayllay, Perú, en asociación con la sucursal local de DIRESA, la Autoridad de Salud del Perú.
- Se comprometió a apoyar la campaña GiveAVax de UNICEF Canadá para brindar acceso global equitativo a las vacunas COVID-19 mediante la distribución de dos mil millones de dosis de vacunas COVID-19 a países de ingresos bajos y medianos para fines de 2021.
- Facilitando el acceso a la atención médica.
- Asistiendo en los esfuerzos de sanitación de las áreas comunes de la comunidad.

- Facilitando el acceso a la educación.
- Introducción de programas de salud mental y manejo del estrés en nuestras operaciones para apoyar a nuestros trabajadores.
- Comunicación con los trabajadores, incluyendo a aquellos que han sido desmovilizados o trabajando en sitios remotos acerca de su salud física y emocional” (Pan American Silver, 2021).

Minera Argentum modifica EIA para nueva planta concentradora en Junín

Figura 1.

Campo minero Argentum.



Nota: Fuente, (Teoría y Acción del MUNDO MINERO, 2019).

Subsidiaria de Pan American Silver, prevé invertir US\$111 millones. Procesará 2,600 toneladas métricas diarias.

La compañía Minera Argentum S.A. subsidiaria de Pan American Silver Perú SAC, prevé realizar modificaciones y traslado de una planta concentradora que opera en su Unidad Minera Morococha (Junín), el cual se prevé una inversión total de US\$ 111 millones.

La empresa presentó una Modificación de Estudio de Impacto Ambiental (EIA) al Senace en el cual se espera centralizar el procedimiento de mineral, necesita trasladar la planta Amistad al área denominada El Golf.

La nueva planta concentradora procesará 2,600 toneladas métricas diarias de minerales polimetálicos con contenidos de plata, plomo, cobre y zinc.

En las etapas del proyecto, se prevé que la construcción es de US\$ 65.3 millones, y la operación se considera en US\$ 45.7 millones. Las actividades constructivas tendrán una duración de 27 meses.

Según la empresa, la producción anual en la unidad Morococha será de 730,000 toneladas al año, y el tiempo de vida útil para la etapa de operación de la planta concentradora será de 10 años.

Características

En la construcción de su nueva Planta Concentradora, para su unidad Morococha, Argentum considera mantener el mismo concepto de operación de su actual planta Concentradora Amistad, dedicada al beneficio de minerales.

Morococha cuenta con diferentes minas en su unidad de operaciones como son Manuelita, Codiciada, Sierra Nevada, Buenaventura, Sulfurosa, San Antonio y Alapampa.

Minera Argentum estima que el 28% de mineral que actualmente maneja la planta concentradora proviene de la mina Manuelita, y el 72% de mineral es de Sierra Nevada. Este mineral es transportado hasta la planta mediante volquetes de 25 a 30 toneladas de capacidad.

Figura 2.

Nueva planta concentradora de Argentum.



Nota: Fuente, (Teoría y Acción del MUNDO MINERO, 2019).

La nueva planta concentradora procesará 2,600 toneladas métricas diarias de minerales polimetálicos con contenidos de plata, plomo, cobre y zinc (Teoría y Acción del MUNDO MINERO, 2019).

2.4. Técnicas para la recolección de la información

Técnicas

La técnica usada para el levantamiento de la información a sido documental, es decir, se ha recopilado información de los informes técnicos, documentos de trabajo y observación directa.

Instrumentos

El instrumento utilizado han sido formatos prediseñados para la toma de datos documentales.

2.5. Validez del instrumento cualitativo

Validez del instrumento

Como no se ha diseñado ningún tipo de encuesta no es necesario el juicio de expertos.

Criterio de confiabilidad de instrumento

Análogamente al punto anterior, al no haber diseñado ninguna encuesta, no es necesario validar ningún instrumento de recojo de datos.

2.6. Procesamiento y análisis de la información

Todo el procesamiento de la información ha sido realizado con el SPSS y con el MS Excel

2.7. Aspectos éticos

Dado que la empresa ha confiado su información para efectos del estudio, este se ha realizado con mucho cuidado para no delatar aspectos confidenciales de

las operaciones de la empresa, y por otro lado toda la información mostrada es fidedigna.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de resultados

3.1.1. Equipos con su control de horas trabajadas y su mantenimiento programado

Tabla 1.

Mantenimiento del Equipo Scooptram R1600H - S608.

Scooptram R1600H - S608	
Fecha de Compra	12-Feb-18
Vida Útil Económica esperado al momento de compra (Vida 1)	16,000 Hrs.
Horas trabajadas a la fecha	12,800 Hrs.
Fecha programada para su Overhaul	Ago-21
Horas trabajadas a la fecha programada de su Overhaul	16,800 Hrs.

Extensión de Vida Útil Económica (Vida 2)	10,000 Hrs.	
Vida útil total esperada del Activo	26,000 Hrs (Baja)	
Detalle del trabajo a realizar	Motor Diesel, cambio	
	Caja de transmisión, Reparación	
	Eje delantero, reparación	
	Eje posterior, reparación	
	Sistema hidráulico, cambio repuestos	
	Sistema eléctrico, cambio repuestos	
	Chasis y cuchara, reparación	
	Mano de obra (Solo para apoyo)	
Presupuesto Solicitado (US\$)	Componente	Costo \$
	Motor Diesel	50,000
	Caja Transmisión	30,000
	Eje Delantero	30,000
	Eje Posterior	35,000
	Sistema Hidráulico	30,000
	Sistema Eléctrico	25,000
	Chasis	10,000
	Cuchara	15,000
	Mano Obra	25,000
	TOTAL	250,000

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.

Tabla 2.

Mantenimiento del Equipo Scooptram R1300G - S411.

Scooptram R1300G - S411	
Fecha de Compra	30-May-17

Vida Útil Económica esperado al momento de compra (Vida 1)	16,000 Hrs.
Horas trabajadas a la fecha	15,700 Hrs.
Fecha programada para su Overhaul	Feb-21
<hr/>	
Horas trabajadas a la fecha programada de su Overhaul	17,300 Hrs.
Extensión de Vida Útil Económica (Vida 2)	10,000 Hrs.
Vida útil total esperada del Activo	26,000 Hrs (Baja)
Detalle del trabajo a realizar	Motor Diesel, cambio
	Caja de transmisión, Reparación
	Eje delantero, reparación
	Eje posterior, reparación
	Sistema hidráulico, cambio repuestos
	Sistema eléctrico, cambio repuestos
	Chasis y cuchara, reparación
	Mano de obra (Solo para apoyo)

Presupuesto Solicitado (US\$)	Componente	Costo \$
	Motor Diesel	50,000
	Caja Transmisión	30,000
	Eje Delantero	30,000
	Eje Posterior	35,000
	Sistema Hidráulico	30,000
	Sistema Eléctrico	11,000
	Chasis	10,000
	Cuchara	14,000
	Mano Obra	20,000

TOTAL**230,000**

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.

Tabla 3.*Mantenimiento del Equipo Jumbo Frontonero SID - J122.*

Jumbo Frontonero SID - J122		
Fecha de Compra	19-Abr-17	
Vida Útil Económica esperado al momento de compra (Vida 1)	7,000 Hrs. (Hrs. Perforación)	
Horas trabajadas a la fecha	6,500 Hrs.	
Fecha programada para su Overhaul	Abr-21	
Horas trabajadas a la fecha programada de su Overhaul	7,280 Hrs.	
Extensión de Vida Útil Económica (Vida 2)	3,000 Hrs.	
Vida útil total esperada del Activo	10,000 Hrs (Baja)	
Detalle del trabajo a realizar	Motor Diesel, cambio	
	Perforadora, reparación	
	Eje delantero, reparación	
	Eje posterior, reparación	
	Viga retráctil, reparación	
	Brazo, reparación	
	Chasis, reparación	
	Sistema hidráulico, cambio repuestos	
	Sistema eléctrico, cambio repuestos	
	Mano de obra (Solo para apoyo)	
Presupuesto Solicitado (US\$)	Componente	Costo \$
	Motor Diesel	20,000

Perforadora	40,000
Ejes	30,000
Viga	35,000
<hr/>	
Brazo	20,000
Chasis	10,000
Sistema Hidráulico	40,000
Sistema Eléctrico	20,000
Mano Obra	25,000
TOTAL	240,000

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.

Tabla 4.

Mantenimiento del Equipo Scooptram LH203 - S210.

Scooptram LH203 - S210	
Fecha de Compra	29-Dic-16
Vida Útil Económica esperado al momento de compra (Vida 1)	16,000 Hrs.
Horas trabajadas a la fecha	14,200 Hrs.
Fecha programada para su Overhaul	Jun-21
Horas trabajadas a la fecha programada de su Overhaul	17,240 Hrs.
Extensión de Vida Útil Económica (Vida 2)	10,000 Hrs.
Vida útil total esperada del Activo	26,000 Hrs (Baja)
Detalle del trabajo a realizar	Motor Diesel, cambio
	Caja de transmisión, Reparación
	Convertidor, reparación
	Eje delantero, reparación

	Eje posterior, reparación	
	Sistema hidráulico, cambio repuestos	
	Sistema eléctrico, cambio repuestos	
	<hr/>	
	Chasis y cuchara, reparación	
	Mano de obra (Solo para apoyo)	
Presupuesto Solicitado (US\$)	Componente	Costo \$
	Motor Diesel	30,000
	Caja Transmisión	10,000
	Eje Delantero	17,000
	Eje Posterior	17,000
	Sistema Hidráulico	20,000
	Sistema Eléctrico	15,000
	Chasis	10,000
	Cuchara	11,000
	Mano Obra	20,000
	TOTAL	150,000

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.

Tabla 5.

Control vida útil de los Equipos Scooptram R1300 50, Scooptram R1300 51, Jumbo Frontonero SID 02.

	Scooptram R1300 50	Scooptram R1300 51	Jumbo Frontonero SID 02
Fecha de Compra	15-Ene-17	17-May-17	12-Jul-13
Vida útil esperada al momento de compra (horas trabajadas y/o meses)	16,000 Hrs.	16,000 Hrs.	7,000 Hrs. (Hrs. Perforación)
Horas trabajadas al día de hoy	16,430 Hrs.	15,491 Hrs.	7,996 Hrs.
Fecha donde se realizará la reparación mayor.	Mar-21	May-21	Jul-21

Horas trabajadas a la fecha de la reparación mayor	17,396 Hrs.	16,312 Hrs.	8,326 Hrs.
Extensión de vida útil en horas trabajadas y/o meses	14,000 Hrs. (Baja en 30,000 Hrs.)	14,000 Hrs. (Baja en 30,000 Hrs.)	3,000 Hrs. (Baja en 10,000 Hrs.)
Detalle del trabajo a realizar (intercambio de motor, eje, transmisión, etc.)	Motor Diesel, cambio	Motor Diesel, cambio	Motor Diesel, cambio
	Caja de transmisión, Reparación	Caja de transmisión, Reparación	Perforadora, reparación
	Eje delantero, reparación	Eje delantero, reparación	Eje delantero, cambio
	Eje posterior, reparación	Eje posterior, reparación	Eje posterior, cambio
	Sistema hidráulico, cambio repuestos	Sistema hidráulico, cambio repuestos	Caja de transmisión, cambio
	Sistema eléctrico, cambio repuestos	Sistema eléctrico, cambio repuestos	Viga, reparación
	Chasis y cuchara, reparación	Chasis y cuchara, reparación	Brazo, reparación
	Mano de obra (Solo para apoyo)	Mano de obra (Solo para apoyo)	Chasis, reparación
			Sistema hidráulico, cambio repuestos
			Sistema eléctrico, cambio repuestos
		Mano de obra (Solo para apoyo)	
Presupuesto detallado	Componente Costo \$	Componente Costo \$	Componente Costo \$
	Motor Diesel 40,000	Motor Diesel 40,000	Motor Diesel 25,000
	Caja Transmisión 40,000	Caja Transmisión 40,000	Perforadora 40,000
	Eje Delantero 40,000	Eje Delantero 40,000	Ejes 30,000
	Eje Posterior 40,000	Eje Posterior 40,000	Caja Transmisión 15,000
	Sistema Hidráulico 20,000	Sistema Hidráulico 20,000	Viga 25,000
	Sistema Eléctrico 15,000	Sistema Eléctrico 15,000	Brazo 20,000
	Chasis 10,000	Chasis 10,000	Chasis 10,000
	Cuchara 10,000	Cuchara 10,000	Sistema Hidráulico 25,000
	Mano Obra 20,000	Mano Obra 20,000	Sistema Eléctrico 10,000
	TOTAL 235,000	TOTAL 235,000	Mano Obra 20,000
			TOTAL 220,000

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.

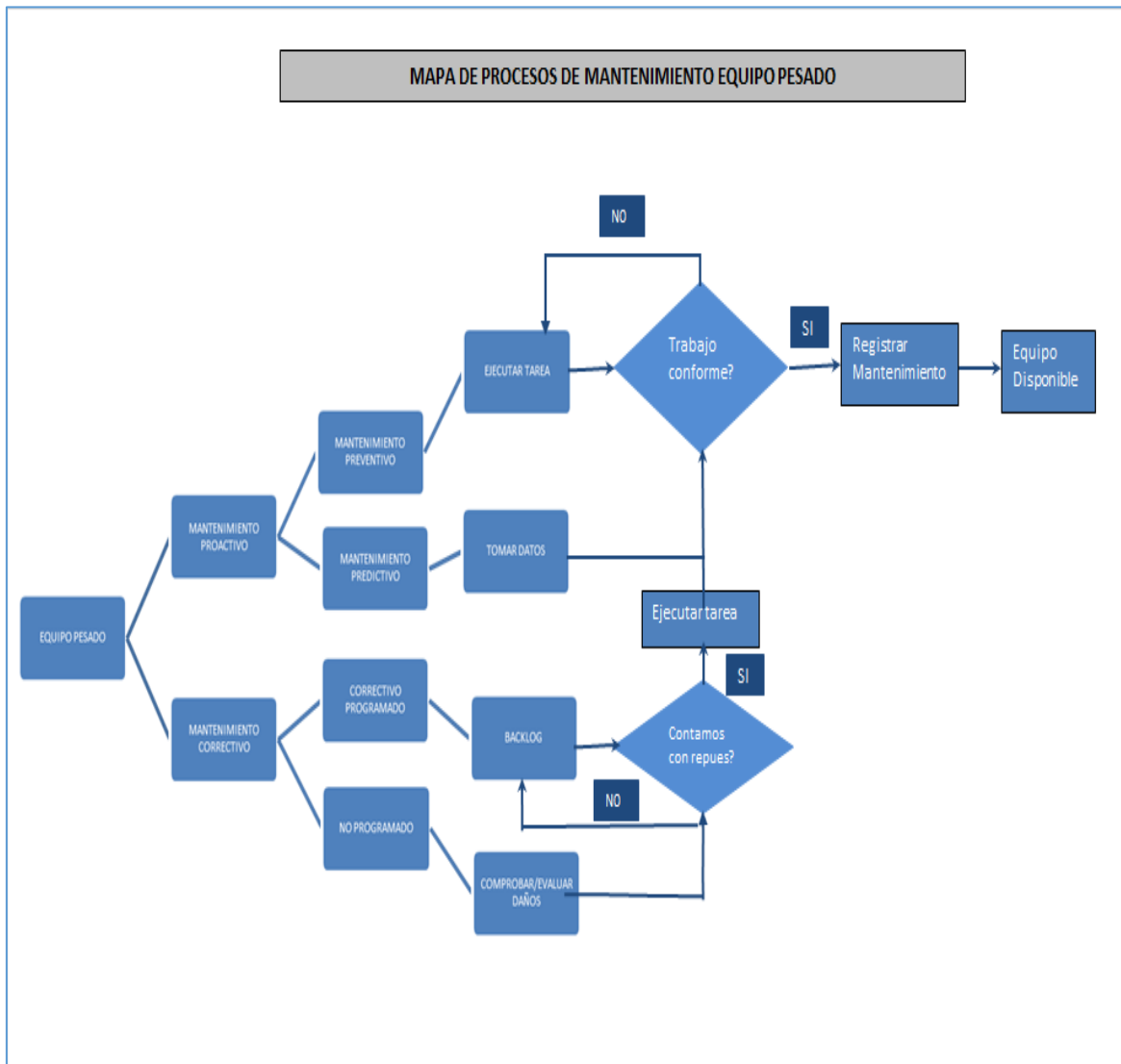
Tabla 6.

Control de la vida útil de los Equipos: Scooptram R1600H - S608, Scooptram R1300G - S411, Jumbo Frontonero SID - J122, Scooptram LH203 - S210.

	Scooptram R1600H - S608	Scooptram R1300G - S411	Jumbo Frontonero SID - J122	Scooptram LH203 - S210
Fecha de Compra	12-Feb-18	30-May-17	19-Abr-17	29-Dic-16

Primer Ciclo de vida (Hrs)	16,000 Hrs	16,000 Hrs.	7,000 Hrs. (Hrs. Perforación)	16,000 Hrs.				
Horas trabajadas a la fecha	12,800 Hrs	15,700 Hrs	6,500 Hrs.	14,200 Hrs.				
Fecha programada para su Overhaul	Ago-21	Feb-21	Abr-21	Jun-21				
Horas trabajadas a la fecha programada de su Overhaul	16,800 Hrs.	17,300 Hrs.	7,280 Hrs.	17,240 Hrs.				
Extensión de ciclo de vida útil (Hrs)	10,000 Hrs. (Baja en 26,000Hrs.)	10,000 Hrs. (Baja en 26,000 Hrs.)	3,000 Hrs. (Baja en 10,000 Hrs)	10,000 Hrs. (Baja en 26,000 Hrs.)				
Detalle del trabajo a realizar (intercambio de motor, eje, transmisión, etc.)	Motor Diesel, cambio	Motor Diesel, cambio	Motor Diesel, cambio	Motor Diesel, cambio				
	Caja de transmisión, Reparación	Caja de transmisión, Reparación	Perforadora, reparación	Caja de transmisión, Reparación				
	Eje delantero, reparación	Eje delantero, reparación	Eje delantero, reparación	Convertidor, reparación				
	Eje posterior, reparación	Eje posterior, reparación	Eje posterior, reparación	Eje delantero, reparación				
	Sistema hidráulico, cambio repuestos	Sistema hidráulico, cambio repuestos	Viga retráctil, reparación	Eje posterior, reparación				
	Sistema eléctrico, cambio repuestos	Sistema eléctrico, cambio repuestos	Brazo, reparación	Sistema hidráulico, cambio repuestos				
	Chasis y cuchara, reparación	Chasis y cuchara, reparación	Chasis, reparación	Sistema eléctrico, cambio repuestos				
	Mano de obra (Solo para apoyo)	Mano de obra (Solo para apoyo)	Sistema hidráulico, cambio repuestos	Chasis y cuchara, reparación				
			Sistema eléctrico, cambio repuestos	Mano de obra (Solo para apoyo)				
			Mano de obra (Solo para apoyo)					
Presupuesto Solicitado (US\$)	Componente	Costo \$	Componente	Costo \$	Componente	Costo \$	Componente	Costo \$
	Motor Diesel	50,000	Motor Diesel	50,000	Motor Diesel	20,000	Motor Diesel	30,000
	Caja Transmisión	30,000	Caja Transmisión	30,000	Perforadora	40,000	Caja Transmisión	10,000
	Eje Delantero	30,000	Eje Delantero	30,000	Ejes	30,000	Eje Delantero	17,000
	Eje Posterior	35,000	Eje Posterior	35,000	Viga	35,000	Eje Posterior	17,000
	Sistema Hidráulico	30,000	Sistema Hidráulico	30,000	Brazo	20,000	Sistema Hidráulico	20,000
	Sistema Eléctrico	25,000	Sistema Eléctrico	11,000	Chasis	10,000	Sistema Eléctrico	15,000
	Chasis	10,000	Chasis	10,000	Sistema Hidráulico	40,000	Chasis	10,000
	Cuchara	15,000	Cuchara	14,000	Sistema Eléctrico	20,000	Cuchara	11,000
	Mano Obra	25,000	Mano Obra	20,000	Mano Obra	25,000	Mano Obra	20,000
	250,000		TOTAL	230,000	TOTAL	240,000	TOTAL	150,000

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.



Nota: Fuente, Elaboración propia.

3.1.2. Matriz FODA Mantenimiento Equipo Pesado Manuelita

Tabla 7.

Matriz FODA del Mantenimiento de equipos pesados.

		ANÁLISIS INTERNO	
MATRIZ FODA MANTENIMIENTO EQUIPO PESADO MANUELITA		F1: Personal técnico con actitud de superación y mejora continua	D1: Equipos de perforación en Minera Argentum presentan alta disponibilidad y confiabilidad Operacional.
		F3: Equipo propios	D2: Soporte logístico en Minera Argentum deficiente, incremento de lead time.
		F4: Existen liderazgo a nivel organizacional.	D3: Infraestructura Deficiente
		F5: SIG gestión de SSO y MA.	D4: Nivel de Servicio de inventario muy bajo (repuestos).
		F6: Solo se cuenta con la experiencia en el uso del sistema de gestión de equipos "Oracle ".	D5: Falta de Capacidad técnica del personal de Mantenimiento para toda la flota instalada.
		F7: Implementar software soporte de transición para proyecto de migración a ERP SAP	D6. Deficiente proceso de abastecimiento de repuestos y componentes.
		F8: Eficiencia en el control de las cartillas de combustibles	D7: Herramientas y equipos de Mantenimiento inoperativas por tiempo de uso.
			D08. Incremento de gastos y costos operativos.
ANÁLISIS EXTERNO MANUELITA	OPORTUNIDADES	O1: Oportunidad de aprovechar la disponibilidad de presupuesto para la búsqueda de mejoras de Nivel Servicio de mantenimiento y reparación.	F1O3: Diseñar, Implementar, evaluar un programa de capacitación por competencias enfocado en la metodología del PMO) a todo el personal del área de mantenimiento, para mejorar el nivel de servicio (disponibilidad y confiabilidad
		O2: Aprovechar el enfoque holístico del ERP SAP y su aplicabilidad transaccional del módulo PM	F7O2: Implementación de software SYSMAN como software intermedio para su exportación a la implementación ERP SAP.
			D1O1: Monitorear, controlar la estrategia del Servicio de Mantenimiento para lograr mayor disponibilidad y alta Confiabilidad de equipos.
			D4O2: Implementación de nuevo sistema ERP aprovechando la experiencia del personal de mantenimiento, para control el nivel de servicio del Inventario.

AMENAZAS

O3. Capacitar al personal con Empresas externas (Sandvik- Resemin)	F4O1: Mejorar Contratos de Servicios, enfocados en mantenimiento mayores y a los equipos de mayor criticidad. F1O4: Implementar las herramientas de Lean Manufactura 5s , SMED,POKA YOKE. F4O5: Implementar estrategias de marketing Branding o Posicionamiento, liderada por la alta gerencia e ir avanzando con los requisitos legales. F1A1: Reforzar su nivel de competencias e invitarlos a formar parte de proyectos que generen impacto en la Corporación.	D2O3: Evaluar cambio de proveedores y mejorar el tiempo de llegada de componentes críticos D15O5: Evaluar, Mejorar la estrategia del Sistema deGestión de activos físicos. D08O5: Evaluar y definir la reducción de gastos y costos del ciclo de vida de los activos D1A1: Plan de contingencia de atención técnica durante conflicto sindical
O4. Incremento del precio del mineral ante la coyuntura de precios internacionales		
O5. Nuevos proyectos de extracción del mineral (Unidad Satélite)		
A1: Parar o disminuir producción por conflictos sindicales		
A2: Aumento de los costos en servicios de reparaciones	F3A2: Mejorar procesos, la mantenibilidad y disponibilidad de equipos.	D4A2: Evaluar optimización de la gestión de inventarios basados en la criticidad del equipo, lead time, riesgos y modos de falla.
A3. Incremento de costos en precios unitarios de insumos y repuestos	F4A3: Planeamiento debe controlar el desvío de lo presupuestado con el real (semanal / mensual). F3A4: Establecer contratos MARCO de abastecimiento de repuestos.	D6A3: Replantear el planeamiento de abastecimiento de repuestos y componentes. D4A4. Evaluar, determinar y Mejorar el nivel servicio de inventario realizando contratos Marco.
A4. Incremento de lead time de repuestos y componentes (proveedores y logística)		

Nota: Fuente, Elaboración propia con Data de la empresa Argentum.

Interpretación

Podemos observar que la empresa aprovecha sus fortalezas para: Cumplir con el programa de capacitación que tienen derecho los trabajadores, control/mantenimiento de los equipos para mejorar la mantenibilidad, y planificación de capacitaciones externas sobre todo con los proveedores de los equipos.

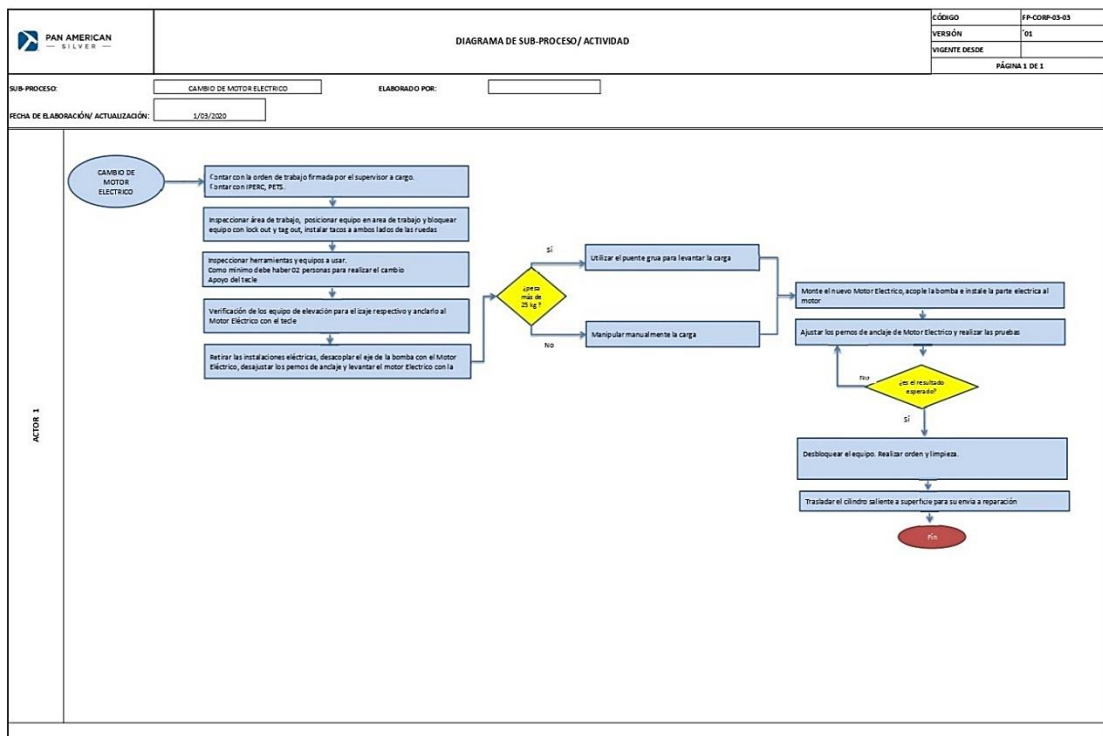
Asimismo, sus debilidades no cuentan con ERP propio en la cual perjudica en el proceso del mantenimiento de equipo pesados modernos, los va sufriendo con el cambio de los mismos en forma progresiva. Por otro lado, las amenazas del

sindicato, así como el aumento de los precios de los servicios los va superando a través de una política de mejora continua en la empresa que resulta atractiva para los sindicalistas, y un control actualizado de los precios de los servicios.

3.1.3. Procesos de mantenimiento de Equipos Pesados

Figura 3.

Mantenimiento de Motor Eléctrico.



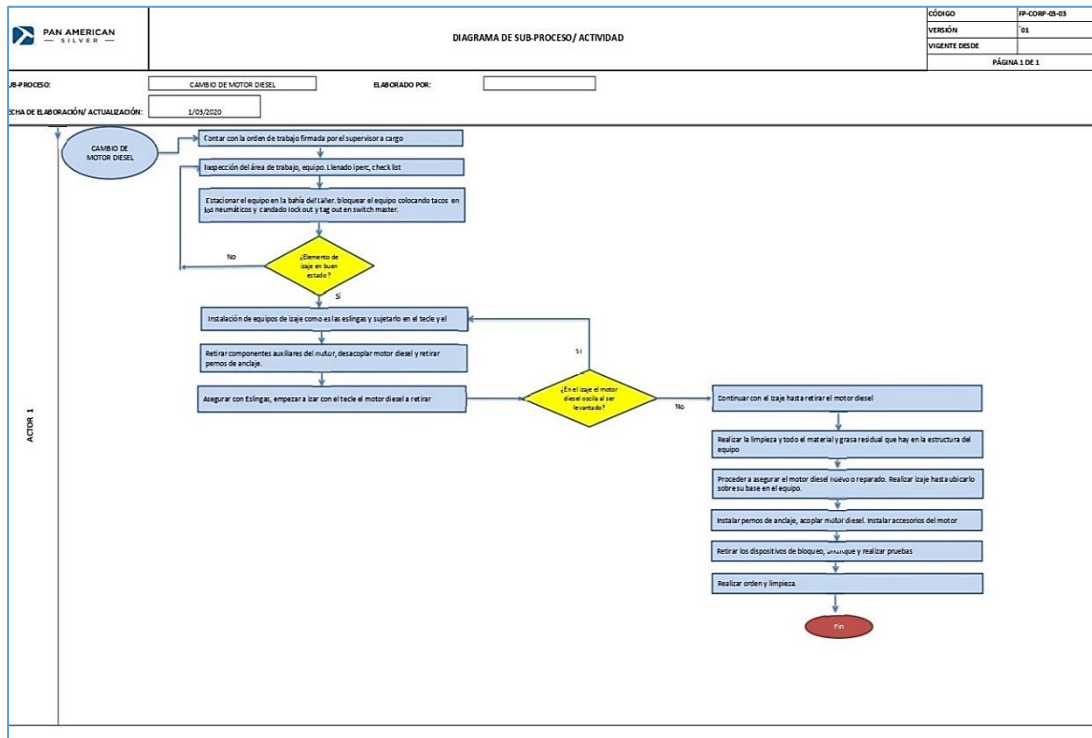
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Cambio del motor eléctrico. Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de un brazo mecánico para levantar el motor eléctrico. Se debe contar con un Motor Eléctrico en stand by.

Figura 4.

Mantenimiento de Motor Diesel.



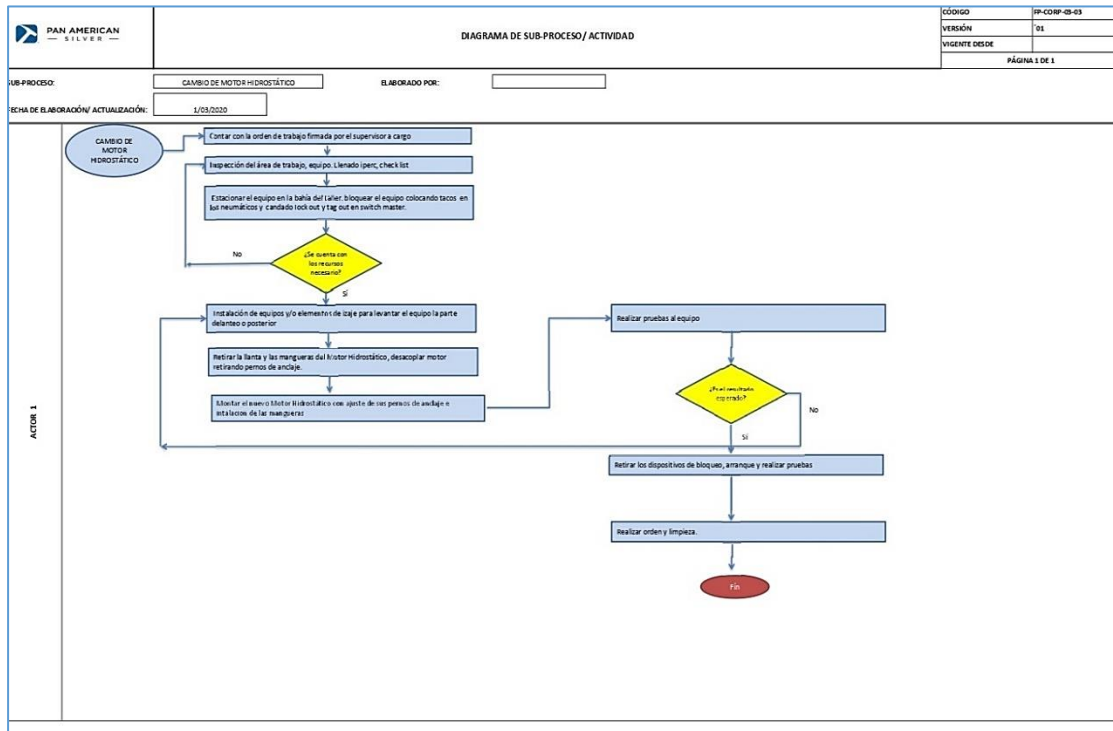
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Cambio del motor Diesel. Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de la grúa puente para el desmontaje y montaje del motor Diesel. Se requiere contar con un motor de stand by.

Figura 5.

Mantenimiento de Motor Hidrostático.



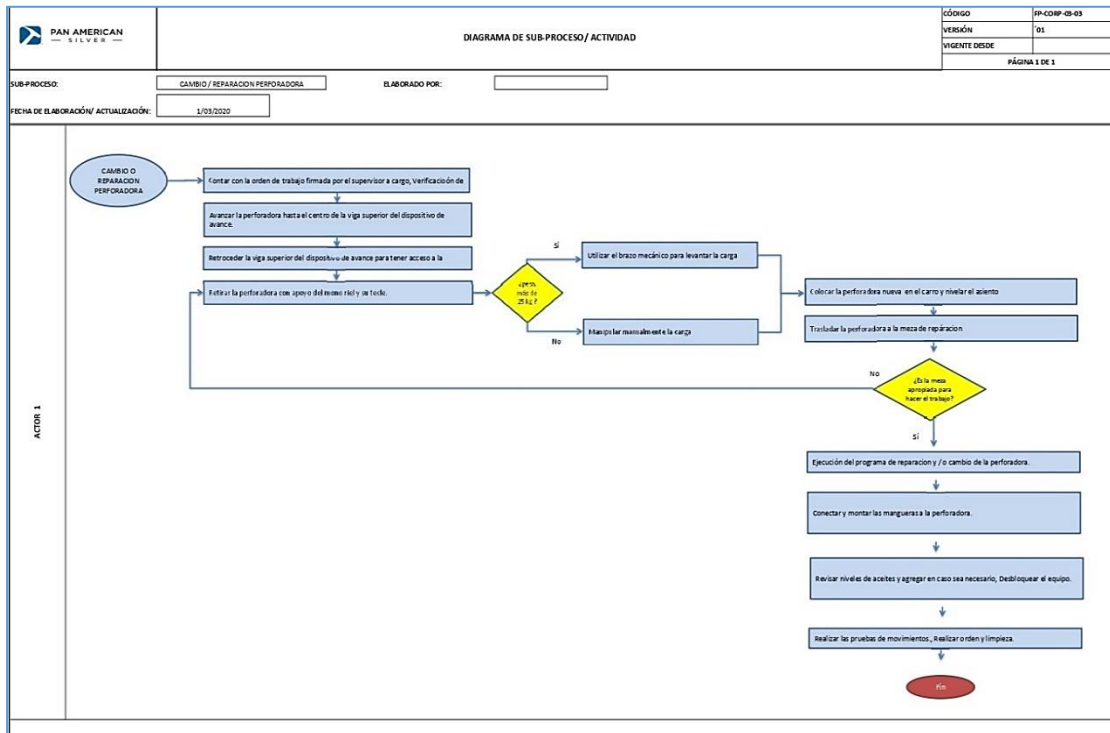
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Rep. O Cambio de Motor Hidrostático. Esta actividad requiere un tecle mecánico para sacar el Motor Hidrostático y con 2 personales, es necesario contar con un motor hidrostático como stand by.

Figura 6.

Mantenimiento de Perforadora.



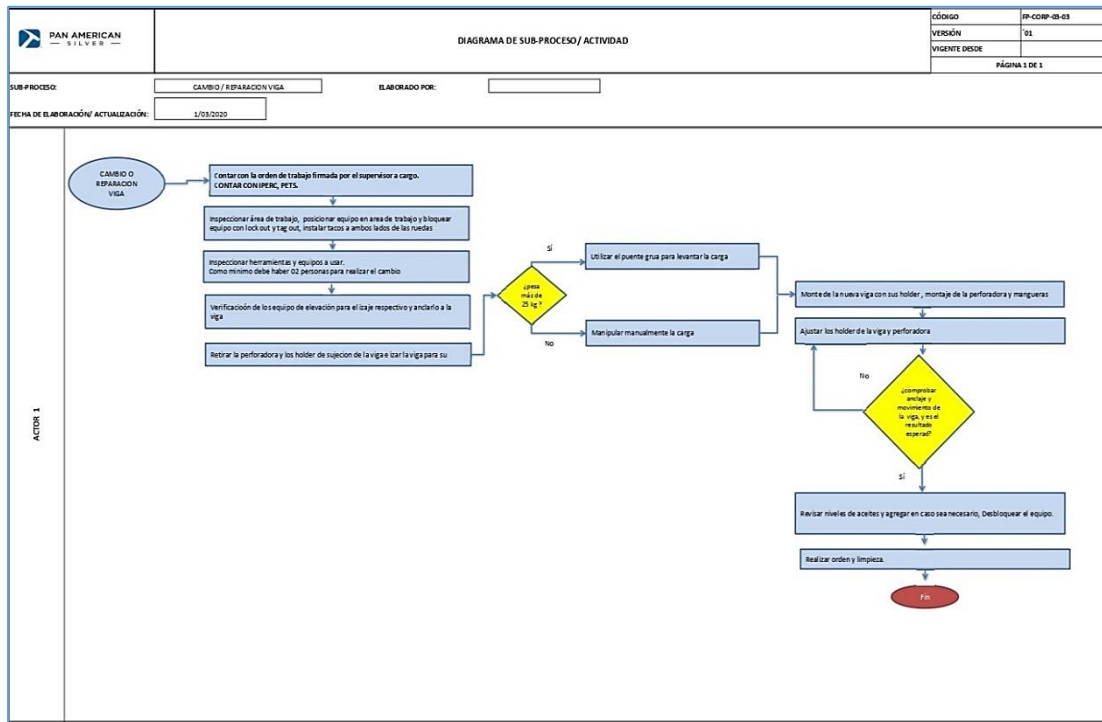
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Rep. O Cambio de perforadora COP. Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de un brazo mecánico para levantar la perforadora y ubicar en una meza diseñada especialmente para reparar dicha perforadora que no se cuenta. También es necesario contar con una perforadora en Stand by.

Figura 7.

Mantenimiento de Viga.



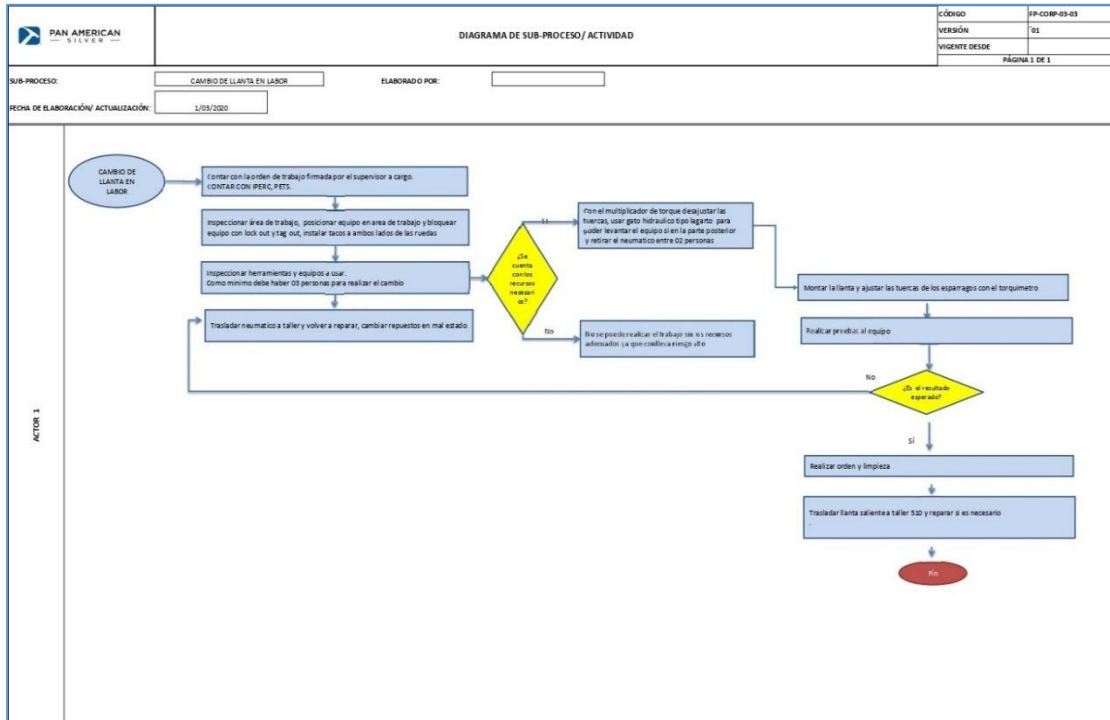
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Desmontaje de la viga superior. Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de un brazo mecánico para levantar la Viga retráctil.

Figura 8.

Mantenimiento de Llanta en labor.



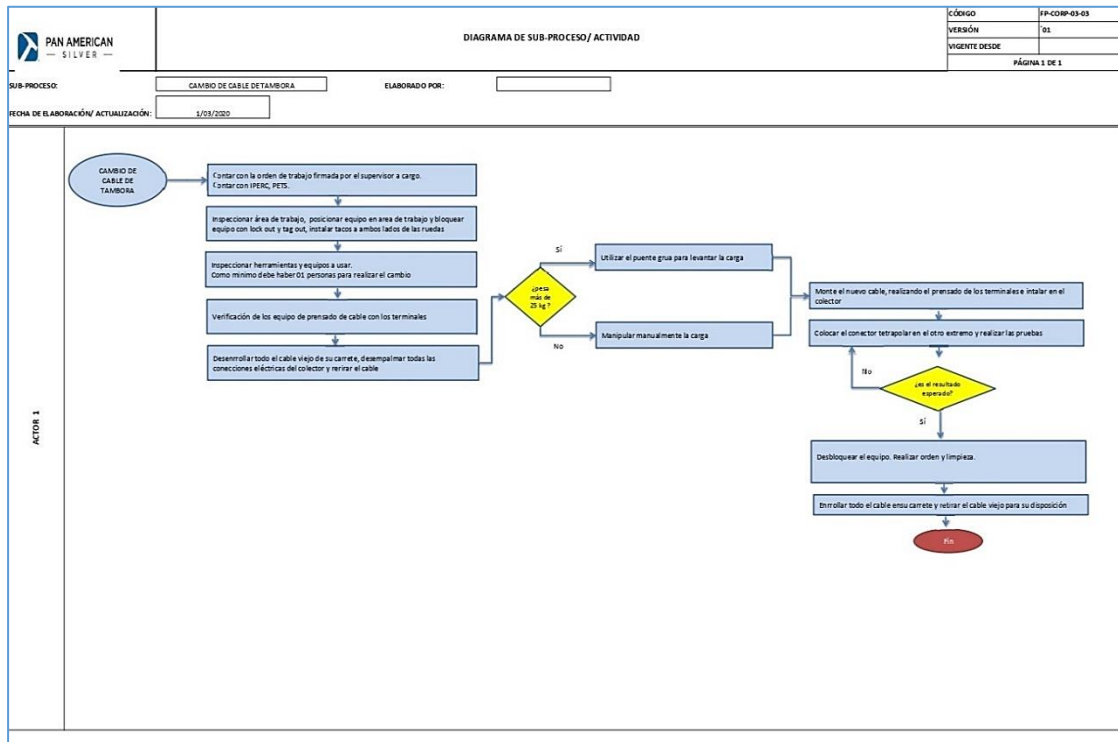
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Rep. O Cambio de llantas. Esta actividad requiere mecanizar con apoyo de 01 torquímetro y multiplicador de torque, actualmente se está dejando los neumáticos con una palanca que no presta seguridad.

Figura 9.

Mantenimiento de Cable de Tambora.



Nota: Fuente, Elaboración propia.

Comentario

Para la ejecución de esta actividad se requiere contar con un equipo de prensado de cables a sus terminales, que actualmente no se cuenta con dichas herramientas para la ejecución de la tarea.

IV. DISCUSIÓN

Con el programa de mantenimiento al igual que De la Rosa & Torres (2020) en su investigación titulada “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de bombeo en una planta minera “, se ha podido programar el mantenimiento básicamente de los equipos pesados, mejorando la disponibilidad de los mismos.

Por otro lado, el mantenimiento preventivo, que se da poco en la empresa Argentum, ha sido reforzado, logrando resultados parecidos a (Valverde, 2021) en su investigación titulada “plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada en Minera Chinalco Perú S.A.”, para lo cual se tuvo que hacer un levantamiento de toda la data de la empresa, estrategia parecida a Valverde, porque este planifico inicialmente en razón al análisis de la gerencia de mantenimiento del Taller de Equipos pesados N°2, en función del número de fallas y demoras presentadas por los equipos pertenecientes al taller en mención, en un periodo de DOCE (12) meses-2018, determinado de esta manera la disponibilidad mecánica y la utilización efectiva (indicadores claves de desempeño), así como la confiabilidad y criticidad de éstos.

V. CONCLUSIONES

- Podemos concluir que con la implementación de un plan de mantenimiento se puede mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum, la cual se ha visto incrementadas en un 10%, pues las paradas son más cortas.
- También concluimos que la incorporación de indicadores de gestión para mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S. A., es muy importante, pues permiten hacer un seguimiento de todo el proceso de mantenimiento, sea este preventivo o de reemplazo.
- Asimismo, concluimos que el reforzar las habilidades del personal del área de mantenimiento ha sido de utilidad para mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S.A., lo cual nos indica que la capacitación continua es de mucha utilidad.
- Finalmente concluimos que mejorando el área del taller de mantenimiento se puede incrementar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada”, esto porque parte del trabajo que se hacía fuera de la empresa, ha pasado a realizarse dentro de la misma.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la implementación de un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum, para lo cual se ha de llevar un buen control del uso de las horas de uso de los equipos.
- Se recomienda que se continúe con la incorporación de indicadores de gestión para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos, porque son muy importantes para hacer el seguimiento de las horas de uso de los equipos.
- Se recomienda continuar capacitando al personal de mantenimiento dado que ha dado buenos resultados, sin embargo, el mismo debe ser ampliado de tal manera que aparte de la capacitación técnica reciban capacitación administrativa para poder mejorar los procesos que se ejecutan en la empresa.
- Se recomienda también que se continúe reforzando el área del taller de mantenimiento pues ha dado buenos resultados incrementando la disponibilidad de los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. G.** (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la Metodología Científica*. (6ta. edición ed.). Caracas, Venezuela: Ed. Episteme.
- Carrasco, N. P.** (2018). Implementación de un nuevo plan de mantenimiento preventivo para la flota de camiones mineros- Mina Shougang. (*Informe de trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico*). Universidad Nacional del Callao. Facultad profesional de Ingeniería Mecánica y de Energía, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3334>
- CONCYTEC.** (2016). *I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación*. (T. e. Consejo Nacional de Ciencia, Ed.) Recuperado el 20 de Febrero de 2020, de https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/censo_2016/libro_censo_nacional.pdf
- De la Rosa, C. I., & Torres, S. D.** (2020). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos de bombeo en una planta minera. (*Tesis de licenciatura*). Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24370>
- García Garrido, S.** (2006). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento* (1 ed.). Colombia: Editorial Diaz de Santos.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (12 de 09 de 2014).

Metodología de la investigación (Quinta ed.). (M. G. S.A., Ed.) Mexico, Mexico: McGraw Hill.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. [Libro]*. Mc Graw Hill Education.

López, W. G., & Valdiviezo, L. G. (2017). Optimización del Sistema de Gestión de Mantenimiento de la Maquinaria Pesada del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Cañar, a través de la Gestión por Procesos. (*Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz*). Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1759/12/UPS-CT002328.pdf>

Mescua, R. C., & Li, C. (2016). Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado a una flota de camiones fuera de carretera en una mina de tajo abierto. (*Tesis de grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/619973>

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Ediciones de la U.

Pan American Silver. (2020). *Historia*. Obtenido de <https://www.panamericansilver.com/es/company/history/>

Pan American Silver. (2020). *Visión y Valores*. Obtenido de Nuestra Vision: <https://www.panamericansilver.com/es/company/vision-values/>

Pan American Silver. (agosto de 2021). *Company*. Obtenido de Dando respuesta a la pandemia de COVID-19: <https://www.panamericansilver.com/es/company/covid-19-response/>

- RAE.** (s.f.). *Mantenimiento*. Obtenido de Real Academia Española:
<https://dle.rae.es/mantenimiento>
- Sabino, C.** (1996). *El proceso de investigación*. Caracas: Editorial Panapo.
- Soria, O. E.** (2017). Indicadores de clase mundial utilizados como herramienta de control en la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo pesado, en minería subterránea de oro. (*Trabajo de graduación*). Universidad de San Carlos de Guatemala - Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Mecánica, Guatemala. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/94669147.pdf>
- Teoría y Acción del MUNDO MINERO.** (18 de julio de 2019). Minera Argentum modifica EIA para nueva planta concentradora en Junín. *Teoría y Acción del MUNDO MINERO*. Obtenido de <http://mundominero.com.pe/minera-argentum-modifica-eia-para-nueva-planta-concentradora-en-junin/#>
- Valverde, A. D.** (2021). PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA PESADA EN MINERA CHINALCO PERU S.A. (*PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO*). Universidad del Callao, Perú. Obtenido de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5884/TESIS_MAESTRO%20C3%8DA_VALVERDE%20OBREGON_FIME_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zavala, C. A.** (2018). PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN RCM PARA EL CHANCADOR PRIMARIO FULLER, OPERACIÓN MANTOVERDE. (*Memoria de titulación para optar el título de Ingeniero Mecánico Industrial*). Universidad Técnica Federico Santa María UTFSM. Casa Central Valparaíso, Chile. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11673/40797>

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 8.

Matriz de Consistencia.

Problemas General	Objetivos General	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento permite mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.?	Implementar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.	<i>plan de mantenimiento</i>	--,--	<i>disponibilidad mecánica</i>	--,--
Problemas Especifico	Objetivos Específicos				
¿De qué manera los indicadores de gestión permiten mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S. A.?	Incorporar indicadores de gestión para mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S. A.	indicadores de gestión	Si/No	disponibilidad mecánica	% MTTR, MTBF Costo de mantenimiento unitario Horas de disponibilidad
¿En qué medida el reforzamiento de las habilidades del personal del área de mantenimiento permite mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S.A.?	Reforzar las habilidades del personal del área de mantenimiento para mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S.A.	reforzamiento de las habilidades	Si/No	disponibilidad mecánica	Horas de capacitación
¿De qué manera el área del taller de mantenimiento puede mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada de la empresa minera Argentum S.A.?	Determinar como el área del taller de mantenimiento puede mejorar la “disponibilidad mecánica de los equipos de carga pesada” de la empresa minera Argentum S.A.	taller de mantenimiento	Si/No	disponibilidad mecánica	eficacia

Nota: Fuente, Elaboración propia.

EQUIPO					NEUMATICO			HOROMETRO	
MARCA Y MODELO					MEDIDA				
CODIGO INTERNO									
DATOS DEL NEUMATICO					PROFUND mm		PRES	OBSERVACIONES	
POSIC	MARCA	DISEÑO	SERIE	CODIGO	IZQ	DER			
EQUIPO					NEUMATICO			HOROMETRO	
MARCA Y MODELO					MEDIDA				
CODIGO INTERNO									
DATOS DEL NEUMATICO					PROFUND mm		PRES	OBSERVACIONES	
POSIC	MARCA	DISEÑO	SERIE	CODIGO	IZQ	DER			
	RESPONSABLE		JEFE GUARDIA		JEFE TALLER			PLANEAMIENTO	

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Tabla 10.

Inventario de Actividades y Tareas.


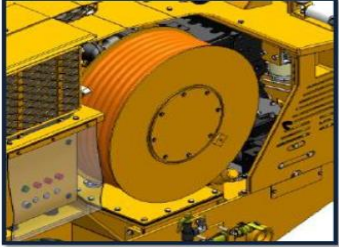
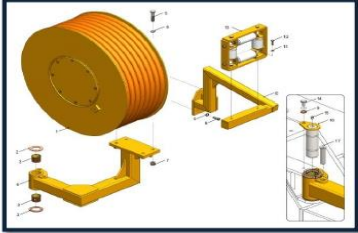
ACTIVIDAD	TAREA	ACTIVIDADES REQUIEREN MECANIZADO

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Formato de inspección de cable de potencia

Figura 10.

Formato de inspección de cable de potencia.

	HOJA DE INSPECCION CABLE ELECTRICO POTENCIA 440 VAC	CÓDIGO	
		VERSIÓN VIGENTE DESDE	01 01/03/2020
		PÁGINA 1 DE 1	
FECHA:		UBICACION CABLE POTENCIA  	
EQUIPO:			
HOROMETRO PERCUSION:			
HOROMETRO COMPRESOR:			
I.- DATOS RECOPIADOS EN CAMPO			
MARCAR CON UN ASPA (X)		BUENO	MALO
ESTADO DEL CABLE:			
ESTADO DEL CHUPON TETRAPOLAR			
II.- IDENTIFICAR NUMERO DE REFUERZOS ENCHAQUETADO			
	CANTIDAD DE REFUERZOS	DISTANCIA EN METROS	
TRAMO 1 (0 a 30 mt)			
TRAMO 2 (30 a 60 mt)			
TRAMO 3 (60 a 90 mt)			
III.- IDENTIFICAR NUMERO DE EMPALMES DEL CABLE			
	CANTIDAD DE EMPALMES	DISTANCIA EN METROS	
TRAMO 1 (0 a 30 mt)			
TRAMO 2 (30 a 60 mt)			
TRAMO 3 (60 a 90 mt)			
IV.- COMPROBACION Y MEGADO DEL CABLE ELECTRICO			
ADVERTENCIA. Por ningun motivo debera realizarse el trabajo si no cuenta con Autorizacion vigente y estar capacitado y entrenado.			
	voltaje	Valor Medido M ohm	Valor Referencial
Fase 1			Minimo 5 M ohm
Fase 2			Minimo 5 M ohm
Fase 3			Minimo 5 M ohm
RESULTADOS FINALES, MARCAR CON UN ASPA (X) :			
I.-SE RECOMIENDA CMBIO DEL CABLE CABLE		<input type="checkbox"/>	
II.- PUEDE SEGUIR TRABAJANDO MAX. 3 EMPALMES		<input type="checkbox"/>	
Observaciones Relevantes: _____			
RESTRICCIONES: 1. El cable no debe tener mayor a 3 empalmes 2. Si no se cuenta con autorizacion no se realizará el trabajo 3. Si el cable en su prueba de Megado tiene como resultado menor a 5 M ohm, se tiene que cambiar de inmediato.			
TECNICO ELECTRICISTA NOMBRE Y FIRMA		JEFE GUARDIA/ SUPERVISOR NOMBRE Y FIRMA	

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Anexo 3:

Base de datos

INVENTARIO DE ACTIVIDADES Y TAREAS**TABLA: MAPEO DE PROCESO EQUIPOS DE PERFORACION**

PROCESO: MANTENIMIENTO DE EQUIPO PESADO		
SUBPROCESO: MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS		
ACTIVIDAD	TAREA	ACTIVIDADES REQUIEREN MECANIZADO
Lavado de equipo	Inspeccionar área de lavado	
	Traslado y posicionamiento del equipo en el lavadero	
	Bloquear el equipo	
	Preparar el solvente para lavar	
	Manipular la manguera y graduar la presión de agua	
	Transitar por las zonas lisas del lavadero.	
	Desbloquear el equipo	
	Traslado al taller de mantenimiento	
	Realizar orden y limpieza	
Inspección previa al equipo - Mecánico	Cercar y colocado de cartel en lugar visible "Equipo en mantenimiento o reparación"	
	Inspeccionar elementos no negociables	
	Inspeccionar y verificar frenos	
	Inspeccionar las llantas	
	Verificar funcionamientos de marchas, dirección	
	Verificación de movimientos de brazo, Boom, cuchara,	
	Verificación de funcionamiento de perforadora	
	Verificar fugas de aceite/aire	
Bloquear el equipo		
Cambio de lubricantes y filtros	Inspeccionar área de trabajo	
	Bloquear el equipo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Traslado de materiales y herramientas	
	Inspeccionar materiales, herramientas y equipos	
	Colocar recipiente para el aceite drenado	
	Drenado y cambio de aceites	
	Extraer e instalar filtros combustibles; aceite motor y transmisión	
	Extraer e instalar filtros aire	
	Control de niveles de aceite, en todos los sistemas	
	Realizar orden y limpieza y lavado de los recipientes	

Engrase general (Neumático)	Llenar recipiente con grasa	
	Abrir la válvula de aire	
	Engrasar los puntos de articulación	
	Desmontar la cubierta protectora situada sobre el racor de llenado	
	Colocar la pistola de engrase en el racor de llenado y llenar hasta la marca "max"	
	Realizar orden y limpieza	
Monitoreo de parámetros	Monitoreo y toma de muestras de aceites	
	Monitoreo y toma de muestras de Refrigerante	
	Monitoreo y toma de muestras de Combustible	

PROCESO: MANTENIMIENTO DE EQUIPO PESADO

SUBPROCESO: MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPO PESADO

V4

ACTIVIDAD	TAREA	
Trabajo de soldadura en el equipo	Inspeccionar área de trabajo	
	Bloquear el equipo	
	Extraer todas las conexiones eléctricas de cualquier módulo de control del motor	
	Inspeccionar la maquina eléctrica de soldar e instalar	
	Ubique el cable a tierra tan cerca del área que va a soldar como sea posible.	
	Proteger las mangueras, conductores y componentes eléctricos.	
	Limpiar y esmerilar la zona que va a soldarse	
	Soldar la zona afectada	
	Esmerilar la superficie soldada	
	Pintar la superficie soldada contra la oxidación.	
	Realizar orden y limpieza	
Desmontaje de manguera hidráulica	Colocar bandejas debajo de las mangueras a cambiar	
	Bloquear el equipo	
	Limpiar área de componente hidráulico a cambiar	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Desmontar manguera.	
	Tapone mangueras para evitar derrame de aceite	
	Soplar con aire la manguera antes de instalar	
	Sacar el tapón y realizar el montaje de la manguera nueva	
	Llevar el aceite drenado a la zona de reciclaje	
	Realizar orden y limpieza y lavado de los recipientes	
	Rep. O Cambio de acumuladores	Bloquear el equipo
Despresurizar acumulador.		
Desmontar las mangueras y conductos hidráulicos del acumulador		

	Taponear las mangueras y conductos del acumulador	
	Afloje los pernos de apoyo que sujetan el acumulador	
	Desmante y montaje de monturas del acumulador	
	Realizar orden y limpieza	
	Desbloquear el equipo	
	Realizar las pruebas de movimientos.	
Rep. O cambio de bomba hidráulica	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	
	Bloquear las ruedas (colocar tacos en ambos lados de la rueda)	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Desconecte las mangueras de la bomba	
	Taponea los conductos hidráulicos de la bomba	
	Sacar los pernos de sujeción de la bomba	
	Montaje de la bomba nueva en orden inverso al desmontaje	
	Desbloquear el equipo	
	Proceda al cebado de la bomba	
	Realizar orden y limpieza	
Rep. O Cambio de motor hidráulico	Inspeccionar área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Traslado de equipo a la zona de lavado	
	Lavado del equipo con alta presión	
	Traslado del equipo a la zona de trabajo	
	Bloquear el equipo	
	Bloquear las ruedas (colocar tacos en ambos lados de la rueda)	
	Despresurizar acumulador de freno.	
	Colocar bandeja debajo del motor hidráulico para evitar derrames	
	Desconectar todas las mangueras del motor hidráulico	
	Traslado de materiales y herramientas	
	Fijar un teclé para sostener el motor hidráulico durante el desmontaje.	
	Izaje del motor hidráulico defectuoso, nuevo y/o reparado	
	Suelte y extraiga los pernos de sujeción del motor hidráulico	
	Sacar el motor hidráulico desacoplándolo de la transmisión.	
	Verificar fugas de aceite en las uniones del motor hidráulico	
Desbloquear el equipo		
Realizar orden y limpieza y lavado de los recipientes		
Rep. O cambio de válvula hidráulica	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	

	Bloquear las ruedas (colocar tacos en ambos lados de la rueda)	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Desconectar las mangueras hidráulicas.	
	Taponear las mangueras hidráulicas	
	Izaje de la válvula	
	Aflojar y sacar los pernos de montaje de válvula.	
	Desmontaje de la válvula	
	Montaje de la válvula en sentido inverso al desmontaje	
	Desmontar cartucho de la válvula	
	Inspeccionar para ver si hay rayaduras	
	Sumergir el cartucho en aceite hidráulico limpio	
	Instalar el cartucho en la válvula	
	Desbloquear el equipo	
	Realizar orden y limpieza	
Rep. O Cambio de cilindro hidráulico	Inspeccionar área de trabajo	
	Dejar en posición adecuada el equipo para realizar el trabajo	
	Bloquear el equipo	
	Inspeccionar materiales, herramientas y equipos	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Retirar los pernos y seguros del cilindro hidráulico	
	Desmontaje del pin lado vástago	
	Replegar el vástago del cilindro hidráulico	
	Retirar las mangueras hidráulicas del cilindro de dirección	
	Taponear las mangueras y conductos del cilindro hidráulico	
	Desmontaje del pin lado botella	
	Desmontar el cilindro hidráulico con ayuda del tecele	
	Inspeccionar cilindro orejas o rotulas	
	Cambiar las rotulas del cilindro hidráulico	
	Realizar despiece del cilindro hidráulico	
	Cambiar elementos del kit de sellos	
	Ensamblar cilindro hidráulico	
	Desmontaje de la válvula de contrabalance	
	Montar las válvulas de contrabalance	
	Montaje del cilindro hidráulico nuevo o reparado con ayuda del tecele	
	Colocar ambos pines y seguros y pernos	
	Instalar las mangueras al cilindro hidráulico	
	Revisar niveles de aceite y agregar en caso de ser necesario	
	Desbloquear el equipo	
Realizar las pruebas de movimientos.		
Realizar orden y limpieza		
	Inspeccionar área de trabajo	

Cambio del motor Diesel	Traslado de equipo, materiales y herramientas	Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de la grúa puente para el desmontaje y montaje del motor Diesel. Se requiere contar con un motor de stand by
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Lavar el motor y el compartimiento	
	Bloquear el equipo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Desmonte las cubiertas o guardas del motor,	
	Desconectar cables eléctricos del motor Diesel, armadura de cableado ECM	
	Sacar el acumulador del freno y el soporte de montaje	
	Cerrar el paso de combustible	
	Desmontaje de los conductos de combustible.	
	Desconecte y etiqúete todas las conexiones eléctricas.	
	Afloje y desmonte los pernos de montaje del motor.	
	Izaje del motor Diesel desmontaje y montaje	
	limpiar antes de montar el motor	
	Cambio de aceite e Instalación de filtros de aceite.	
	Ajustar los pernos de anclaje del motor con el torque adecuado	
	Desbloquear el equipo	
Realizar las pruebas verificaciones de parámetros de motor Diesel (T°, P,RPM max, RPM min y medición de gases).		
Realizar orden y limpieza		
Rep. O Cambio de pedales de frenos y aceleración	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Mediciones de presiones, para diagnosticar la falla de los pedales.	
	Bloquear el equipo	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Desmontar las mangueras hidráulicas	
	Taponear las mangueras y conductos de los pedales	
	Desmontar pernos de sujeción de los pedales	
	Desmontaje de los pedales	
	Proceder con el montaje de pedales nuevos o reparados	
	Montaje de las mangueras nuevas	
	Ajustes de pernos sobre sus soportes.	
	Desbloquear el equipo	
Realizar las pruebas de movimientos.		
Realizar orden y limpieza		
Rep. O Cambio de Motor Hidrostático	Inspeccionar área de trabajo	Esta actividad requiere un tecele mecánico para sacar el Motor Hidrostático y con 2 personales, es necesario contar con un motor hidrostático como stand by
	lavado de equipo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	

	Colocar el equipo con sus tacos y conos respectivos	
	Levantar el equipo la parte delantera Y/o trasera con ayuda de las gatas	
	Desmontaje de los neumáticos	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Retirar las mangueras hidráulicas del Motor	
	Tapone cada línea de conexión	
	Desmontar los pernos que sujetan el Motor	
	Desmontaje del Motor Hidrostático	
	Reparación o mantenimiento del eje delantero	
	Montaje del Motor Hidrostático nuevo o reparado	
	Instale los pernos que sujetan al Motor y dar su torque adecuado	
	Montaje de las mangueras hidráulicas al Motor	
	Montaje de los neumáticos	
	Retirar los tacos y conos respectivos	
	Verificar que no hay fuga de aceite	
	Desbloquear el equipo	
	Realizar pruebas de marcha	
Realizar orden y limpieza		
Rep. O Cambio de paquetes de frenos	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Traslado de equipo, materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Drenar los aceites de los mandos finales	
	Desmontaje de las tapas de los mandos finales.	
	Inspeccionar los discos de fricción y piñones solares,	
	Cambio de discos de fricción y piñones	
	Inspeccionar los semi ejes, para determinar el desgaste de los ejes piñones.	
	Montaje de los piñones y discos de fricción.	
	Montaje de las tapas de los mandos finales y torquar los pernos	
	Llenar aceite hidráulico a los mandos finales	
	Revisar niveles de aceite	
Desbloquear el equipo		
Realizar las pruebas de movimientos.		
Realizar orden y limpieza		
Rep. O Cambio de llantas	Inspeccionar área de trabajo	Esta actividad requiere mecanizar con apoyo de 01 torquímetro y multiplicador de torque, actualmente se está desllantando los neumáticos con una palanca que no presta seguridad,
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Bloquear el equipo	
	Bloquear las ruedas (colocar tacos en ambos lados de la rueda)	
	Inspeccionar materiales y herramientas	

	Desajustar las tuercas de los espárragos	
	Usando un gato, grúa levantar el equipo hasta que la rueda este libre del piso.	
	Colocar tacos para suspender el equipo	
	Desajustar completamente las tuercas en orden	
	Sacar la rueda usando una grúa y eslinga que sean capaces de sostener la carga.	
	Desmontar la llanta	
	montaje de la llanta reparada o nueva	
	Colocar y ajustar las tuercas de los espárragos	
	Levantar la gata para sacar los tacos	
	Bajar la gata y poner la llanta del vehículo en el piso	
	Sacar y guardar la barra de bloqueo de la articulación.	
	Realizar las pruebas de marchas y dirección.	
	Realizar orden y limpieza	
Cambio de acumuladores de perforadora cop (Jumbo)	Inspeccionar área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Desmontar las mangueras y conductos del acumulador	
	Taponear las mangueras y conductos del acumulador	
	Afloje los pernos de apoyo que sujetan el acumulador	
	Desmonte las monturas del acumulador	
	Desmontaje del acumulador dañado y gastado	
	Montaje del acumulador nuevo realizar los pasos de desmontaje en sentido inverso	
	Desbloquear el equipo	
	Realizar las pruebas de movimientos.	
	Realizar orden y limpieza	
Cambiar cabezal de barrido y pieza de arrastre	Sacar la manguera de barrido de la boquilla	
	Desmontar la boquilla y sus juntas tóricas.	
	Presionar la herramienta de desmontaje en la caja de engranajes	
	Sacar la pieza de arrastre y el cabezal de barrido dando ligeros golpes con el martillo	
	Verificar si se desmonto el casquillo de rotación volver a su lugar	
	Colocar la pieza de arrastre en el casquillo de perforación en la caja de engranajes	
	Montar las juntas tóricas y los cierres en el cabezal de barrido	
	Colocar el cabezal de barrido en la tapa	
	Montar las juntas tóricas y el anillo de apoyo en la boquilla	
	Montar las boquillas y la tuerca	
Rep. O Cambio de perforadora COP	Inspeccionar área de trabajo	Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de un brazo mecánico para levantar la perforadora y ubicar en una meza diseñada especialmente para reparar dicha perforadora que no se cuenta. También es necesario
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Deslizar las gatas para que las ruedas dejen de tocar el piso	
	Descansar el brazo sobre una meza de trabajo sobre el piso	

	Bloquear el equipo	contar con una perforadora en Stand by
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Desmontar las mangueras de la perforadora	
	Rotular y tapone las mangueras y conexiones de la perforadora	
	Desmontar los pernos de montaje del carro y la perforadora	
	Retirar la perforadora con apoyo de un Brazo mecánico	
	Colocar la perforadora nueva en el carro y nivelar el asiento	
	Montar los pernos de la perforadora y dar el torque adecuado	
	Conectar y montar las mangueras a la perforadora.	
	Revisar niveles de aceites y agregar en caso sea necesario.	
	Desbloquear el equipo	
	Realizar las pruebas de movimientos.	
	Realizar orden y limpieza	
Cambio de cables de avance o retorno	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Suspender el equipo con los cuatro estabilizadores	
	Descansar el brazo sobre una meza de trabajo sobre el piso	
	Desplazar la perforadora hasta aprox. la mitad de su recorrido desplazable.	
	Bloquear el equipo	
	Soltar la tensión en los cables tornillo y tuerca	
	Desmontar el cable de tracción de su fijación delantera en el carro de la perforadora.	
	Desmontar la placa de rascado "C" de la porta barrena intermedio.	
	Soltar el soporte E de la porta barrena.	
	Desmontar el cable del tensor D en la parte posterior de la viga	
	Montar el nuevo cable y volver a atornillar la placa de rascado.	
	Ajuste de cable de tracción y retorno	
	Ajustes de carro viga	
	Colocado de tablón entre el carro de perforadora y el porta barrena	
	Realizar orden y limpieza	
Revisar niveles de aceites y agregar en caso sea necesario.		
Desbloquear el equipo		
Realizar las pruebas de movimientos.		
Cambio de las piezas de deslizamiento	Inspección de área Y/O equipo	
	Traslado de equipo, materiales y herramientas	
	Bloqueo de equipo	
	Destornillar los pernos del soporte de las piezas de deslizamiento	
	sacar las piezas de deslizamiento.	
	Introducir una pieza de deslizamiento nueva en la ranura del soporte	
	Verificar si están montados correctamente los deslizamientos	
	Ajustar los soportes del soporte de las piezas de deslizamiento.	

cambio de la barra de deslizamiento	Inspección de área Y/O equipo	
	Desmontar la viga del carro de la perforadora, portabarrena intermedia y tambor de manguera.	
	Desmante las barras de deslizamiento con ayuda de un destornillador.	
	Limpiar minuciosamente las superficies de la viga.	
	Montar las barras de deslizamiento nuevas las barras deberán colocarse manualmente.	
	Monte de nuevo los carros para la perforadora, portabarrenas intermedio y tambor de manguera	
	Ajustar los pernos del carro de la perforadora	
Desmontaje de la viga superior	Bloquear el equipo	Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de un brazo mecánico para levantar la Viga
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Verificación de los equipos de elevación para el izaje respectivo	
	Avanzar la perforadora hasta el centro de la viga superior del dispositivo de avance.	
	Retroceder la viga superior del dispositivo de avance para tener acceso a la fijación trasera A del cilindro inferior.	
	Destornillar la fijación trasera A del cilindro de la viga superior del dispositivo de avance.	
	Fijar los cables de elevación en la viga superior del dispositivo de avance. Controlar que la elevación se realiza sobre el centro de gravedad.	
	Soltar los cuatro soportes	
	Elevar con cuidado la viga superior del dispositivo de avance.	
Desmontaje de cilindro de avance	Bloquear el equipo	
	Limpiar de inmediato el área alrededor del brazo	
	Despresurizar el sistema hidráulico	
	Fijar el dispositivo de avance con estrobo o apoyarlos sobre caballetes antes del desmontaje, de manera que no pueda caerse	
	Soltar todas las mangueras existentes en la fijación de mangueras del dispositivo de avance.	
	Desenrosque el cilindro del dispositivo de avance.	
	Desmontar el dispositivo de avance del brazo desatornillando los soportes (A) del soporte del dispositivo de avance.	
	En la división del cuerpo del brazo, Apuntalar o fijar con estrobo la viga delantera del brazo antes de comenzar el desmontaje.	
	Soltar las mangueras hidráulicas a los cilindros y tapone las mangueras y los racores.	
	Desacoplar los cables de los sensores.	
Desmante seguidamente los diez tornillos (A) con sus arandelas respectivas. A continuación, saque los diez tornillos (B) con sus correspondientes arandelas si va a desmontar el dispositivo de giro.		
Reparación de tablero de fuerza (440 vol.)	Inspeccionar área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	

	Suspender el equipo con los cuatro estabilizadores	
	Descansar el brazo sobre una meza de trabajo sobre el piso	
	Bloquear el equipo	
	Verificar la continuidad en los sistemas eléctricos del equipo	
	Verificar el funcionamiento del interruptor termomagnético, gran fault relay, contactor en vacío, termistor relay, RPH, monitor de corriente y diodo Zener.	
	Cambiar componentes eléctricos en mal estado	
	Desbloquear el sistema eléctrico y realizar la prueba	
	Desbloquear el equipo	
Cambio del motor eléctrico	Inspeccionar área de trabajo	Esta actividad requiere Mecanizado con apoyo de un brazo mecánico para levantar el motor eléctrico. Se debe contar con un Motor Eléctrico en stand by
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Realizar maniobras con el equipo, para dejar en posición adecuada	
	Bloquear el equipo	
	Traslado de equipo, materiales y herramientas	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Retirar las cubiertas del motor eléctrico.	
	Desconecte el adaptador del extremo de la bomba del árbol.	
	Desconecte las conexiones de alimentación al motor	
	Retirar la conexión de puesta a tierra de la carcasa del motor	
	Desacoplar la conexión existente entre la bomba y el motor	
	Desajustar los tornillos del reten	
	Retirar los pernos de anclaje del motor eléctrico	
	Desmante el motor con ayuda de un tecele	
	Limpiar la zona donde se montará el motor eléctrico	
	Colocar los estrobos en el nuevo motor eléctrico	
	Montaje del motor eléctrico nuevo con ayuda del tecele	
	Nivelar el motor eléctrico en su base	
	Verificar que el eje del motor sea paralelo al eje de la bomba	
	Colocar el conductor de puesta a tierra en la carcasa de motor	
	Conectar los conductores de alimentación	
	Verificar que la chaveta monte en su canal	
	Montar la polea del motor apretar sus pernos	
	Instalar la polea del árbol que dirige las correas / ventilador.	
Montaje del ventilador		
Colocar el protector del motor y del ventilador		
Conectar la fuente de energía		
Desbloqueo del sistema eléctrico.		
Realizar las pruebas		
Rep. O Cambio de cable de tambora	Inspeccionar área de trabajo	Esta actividad requiere contar con un equipo de prensado de cables a sus terminales
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Bloquear el equipo	

	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Desconectar el cable de arrastre de la caja de control principal.	
	Desenrollar todo el cable eléctrico e inspeccionar cable eléctrico	
	En caso de seccionamiento de Cable, proceder con el empalme del mencionado cable	
	Traslado de equipo, materiales y herramientas	
	En caso de renovar el cable, desenrollar todo el cable viejo del carrete.	
	Retirar la cubierta del carrete de cable.	
	Retirar los cinco conductores del cable de remolque de montaje de anillo de deslizamiento.	
	Retirar los dos tornillos de cabeza de la abrazadera que asegura el cable de remolque al carrete del cable.	
	Soltar la tuerca del montaje del casquillo prensaestopas y liberar el cable de remolque del carrete.	
	Instalar el cable nuevo, en sentido inverso al desmontaje.	
	Instalar los tres conectores del cable de remolque, son de color blanco, negro y rojo	
	Desbloquear el equipo	
	Realizar las pruebas de movimientos.	
Realizar orden y limpieza		
Cambio de disco colector	Inspección de área Y/O equipo	
	Traslado de equipo, materiales y herramientas	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Bloquear el equipo	
	Retirar las cubiertas del colector e inspeccionar el desgaste de los discos	
	Desmontaje de la tapa lateral, destornillando los 10 pernos de fijación	
	Desconectar los terminales del cable de arrastre.	
	Proceder a retirar los discos desgastados.	
	Montaje de los discos nuevos	
	Conectar los terminales del cable.	
	Instalar la tapa lateral y la de inspección.	
	Desbloqueo y energizar el equipo	
Verificación de las 3 fases de la línea 440V.		
Rep. O Cambio de faros	Inspeccionar área de trabajo	
	Inspeccionar materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	
	Verificar continuidad en el circuito del cableado del sistema	
	En caso que el circuito esta sin desperfectos se procede a cambio del Bulbo o faros sellados.	
	Desmontaje del bulbo y/o faro	
	Montaje del bulbo y/o faro nuevo	
	Desbloqueo del sistema eléctrico.	

	Realizar las pruebas	
Rep. O Cambio de circulina claxon y alarma de retroceso	Inspeccionar área de trabajo	
	Inspeccionar materiales, herramientas y equipos	
	Bloquear el equipo	
	Verificar el circuito del cableado del sistema	
	Si el circuito esta sin desperfectos se procede a cambio del Bulbo de circulina, o circulina completa, alarma de retroceso.	
	Cambio del bulbo de circulina, desconectar los terminales.	
	Montaje de la circulina nueva, conecte los terminales.	
	Ajuste de pernos de fijación	
	Cambio de claxon, desconecte los terminales.	
	Destornille los pernos de fijación	
	Montaje del claxon nuevo, conecte los terminales	
	Ajuste de los pernos de fijación	
	Cambiar alarma de retroceso; desconectar los terminales.	
	Destornillar los pernos de fijación	
	Montaje de la alarma de retroceso nueva, conecte los terminales	
	Ajuste pernos de fijación	
	Desbloqueo del sistema eléctrico.	
Realizar las pruebas		
Cambio de baterías	Traslado de materiales y herramientas	
	Bloquear el equipo	
	Abrir compartimiento de batería.	
	Quite el conector negativo de la batería	
	Desmonte el conector positivo de la batería	
	Desmonte el cable que conecta ambas baterías entre sí.	
	Desmonte las abrazaderas de fijación de la batería.	
	Sujete una eslinga en la batería, e ízela para extraerla de su compartimento.	
	Cambio de la batería, fije una eslinga a cada batería y colóquela en su compartimento.	
	Monte y asegure las abrazaderas de fijación.	
	Monte el cable de conexión entre ambas baterías.	
	Instalar el conector positivo en la batería	
	Instalar el conector negativo en la batería	
	Cierre el compartimiento de batería.	
	Coloque el interruptor de aislamiento de la batería en posición de activación.	
	Realizar orden y limpieza	
	Verificación de Funcionamiento (carga)	
Rep. O Cambio de alternador	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales, herramientas y equipos	

	Bloquear el equipo	
	Desmontar las cubiertas del motor	
	Desconectar el conductor positivo de la batería	
	Desenchufe los conectores eléctricos del alternador.	
	Afloje el ajuste de la correa del alternador y quite la correa	
	Quite el perno que afirma al alternador el mecanismo de ajuste.	
	Sujetando el alternador, retire los dos pernos que lo afirman al soporte del Motor.	
	Quite el alternador.	
	Montaje del alternador en el soporte del motor	
	Colocar el perno que afirma el mecanismo de ajuste al alternador	
	Vuelva a instalar la correa de accionamiento del alternador	
	Apriete a par el perno del mecanismo de ajuste y los pernos del soporte del motor.	
	Vuelva a enchufar los conectores eléctricos al alternador.	
	Conectar el conductor positivo de la batería	
	Verificación de la carga del alternador con el multítester	
	Realizar orden y limpieza	
Rep. O Cambio de arrancador (Estárter)	Inspeccionar área de trabajo	
	Posicionamiento del equipo en el área de trabajo	
	Inspeccionar materiales, herramientas y equipos	
	Bloquear el equipo	
	Desmontar cubiertas del motor	
	Desconectar el conductor positivo de la batería	
	Desenchufe el cableado del estárter y colóquelo a un lado.	
	Desmontar los pernos de soporte del arrancador	
	Desmontar el arrancador	
	Montar el arrancador reparado o nuevo	
	Colocar y ajustar los pernos de soporte del arrancador	
	Enchufe el cableado del estárter.	
	Conecte el conductor positivo de la batería.	
	Verificación de Funcionamiento del arrancador	
	Realizar orden y limpieza	

Nota: Fuente, Elaboración propia.

RESUMEN DE HORAS Y DISPONIBILIDAD MECANICA DEL 2021

Equipo	Equipo	Año	Mes	HrPr og	Inspec ción	HrPr ev	HrC pro	HrRep Mec	HrRep Ele	HrAc cid	HrOp	HrO p.P	Disp (%)	Util (%)	MT BF	MT TR
Minicargador Caterpillar 246D	MI-01	2021	Enero	620	8.5	7		118.26	2		274.60	0	100.00 %	57.36 %	8.58	3.93
			Marzo	630	10.71	4	4	20.08			333.10	0	100.00 %	56.34 %	19.59	1.18
			Febrero	560	7.99	7	9	22.08			303.50	0	100.00 %	59.05 %	37.94	2.76
			Abril	590	9.86	10	4	23.30	1		312.90	0	100.00 %	57.80 %	18.41	1.46
			Mayo	620	10.2	8.5		48.91	2		338.30	0	100.00 %	62.06 %	13.53	2.25
			Junio	600	8.5	14		106.32	2		370.90	0	100.00 %	79.14 %	16.13	4.73
			Julio	620	7.12	10		134.46			412.00	0	100.00 %	87.96 %	15.26	4.98
			Agosto	930	10.37	13.67		157.17	2		373.80	0	100.00 %	50.05 %	7.63	3.25
			Setiembre	440	5.78			47.29			239.60	0	100.00 %	61.92 %	14.09	2.78
			Octubre	410	5.78	16		6.00			208.40	0	100.00 %	54.52 %	29.77	0.86
		Total 2021		6020	84.81	90.17	17	683.87	9		3167.10	0	100.00 %	61.82 %	14.27	3.17
Scooptram Diesel LH203	S210	2021	Enero	620	6.29	10		209.58	3	4.5	256.10	0	100.00 %	66.28 %	7.76	6.59
			Marzo	630	3.06	30	360	10.00			38.80	0	100.00 %	17.10 %	1.85	0.48
			Febrero	560	9.01	8	5	15.00			201.50	0	100.00 %	38.53 %	28.79	2.14
			Abril	590	0		590				0.00	0			0.00	0.00
			Mayo	620	0		580				0.00	0	100.00 %	0.00 %	0.00	0.00
			Junio	600	0	20	580				0.00	0			0.00	0.00
			Julio	620		300	320				0.00	0			0.00	0.00
			Agosto	930	7.99	5	140	211.81	4		214.30	0	100.00 %	38.63 %	4.37	4.54
			Setiembre	440	6.29	18	6.5	11.63	1		262.80	0	100.00 %	67.63 %	21.90	1.72
			Octubre	410	5.78	9		14.00			278.60	0	100.00 %	73.08 %	34.83	1.75
		Total 2021		6020	38.42	400.5	2581.5	472.02	8	4.5	1252.10	0	100.00 %	50.07 %	3.70	1.48
S212	2021	Enero	620	10.2	18		13.46	1	3.5	368.60	0	100.00 %	64.15 %	21.68	1.01	
		Marzo	630	8.33	3	87	15.55			324.00	0	100.00 %	62.78 %	24.92	1.20	
		Febrero	560	4.93	20		23.42	1		231.60	0	100.00 %	45.85 %	25.73	3.32	
		Abril	590	7.99	12.5	48	26.00	3	2	289.20	0	100.00 %	59.32 %	13.77	1.62	
		Mayo	620	8.33	15.5		18.59	3	1.83	373.20	0	100.00 %	66.20 %	21.95	1.91	
		Junio	600	8.33	13		16.60	4		380.70	0	100.00 %	68.23 %	29.28	1.59	
		Julio	620	8.48	15		22.24	4		2252.60	0	100.00 %	396.04 %	125.14	1.54	
		Agosto	930	13.43	28		35.86	1		406.90	0	100.00 %	47.77 %	33.91	3.07	
		Setiembre	440	6.97	18		26.63			233.60	0	100.00 %	60.14 %	33.37	3.80	
		Octubre	410	5.1	14		3.00	2	84	198.30	0	100.00 %	65.79 %	13.22	5.97	
		Total 2021		6020	82.09	157	135	201.35	19	91.33	553.50	0	100.00 %	10.41 %	3.90	2.33
S213	2021	Enero	620	10.2	23		11.42			413.90	0	100.00 %	71.94 %	51.74	1.43	
		Marzo	630	10.03	28.5		24.61	2		404.40	0	100.00 %	71.78 %	28.89	2.01	
		Febrero	560	9.01	10		7.25	4		349.80	0	100.00 %	66.41 %	69.96	2.85	
		Abril	590	3.23	17	5	29.52	4	5	284.60	0	100.00 %	54.70 %	17.79	2.78	
		Mayo	620	6.46	4		97.00	2		301.80	0	100.00 %	59.03 %	15.09	4.92	
		Junio	600	9.69	14		9.52			468.10	0	100.00 %	82.59 %	93.62	1.90	

		Julio	620	5.27	13	10	201.00	3		198.1	0	100.00	51.69	6.19	6.52
		Agosto	930	12.58	39		34.45	6	3.5	433.1	0	100.00	52.15	13.5	
		Setiembre	440	5.61	28		47.40	1		198.9	0	100.00	55.56	18.0	1.50
		Octubre	410	6.46	10		10.75			218.6	0	100.00	57.11	31.2	4.40
		Total 2021	6020	78.54	5	15	472.92	22	8.5	3271.30	0	100.00	62.69	21.8	3.48
S214	2021	Enero	620	10.03	29	5	7.59	2	3	396.6	0	100.00	70.59	44.0	1.57
		Marzo	630	8.5	24	1	26.17	3	3.5	416.2	0	100.00	73.93	27.7	2.24
		Febrero	560	9.52	5		9.92	2		368.8	0	100.00	69.36	73.7	2.75
		Abril	590	7.14	15	5	19.65	2		377.1	0	100.00	69.58	41.9	2.32
		Mayo	620	9.01	17	3	34.00	1		358.3	0	100.00	64.56	21.0	2.12
		Junio	600	8.67	24		15.18	4		391.7	0	100.00	71.79	24.4	1.36
		Julio	620	8.16	9		18.59	9	8	383.0	0	100.00	67.91	15.9	1.62
		Agosto	930	12.92	53.5		26.90	5		496.9	0	100.00	59.79	21.6	1.41
		Setiembre	440	6.63	10		20.36	2		267.2	0	100.00	66.63	33.4	2.80
		Octubre	410	2.72	27	90	130.30	1		106.9	0	100.00	67.03	11.8	9
		Total 2021	6020	83.3	5	104	308.66	31	14.5	3562.70	0	100.00	67.80	26.0	2.66
S215	2021	Enero	620	10.2	19	4	24.59	5	0.58	378.9	0	100.00	69.02	18.9	1.89
		Marzo	630	10.37	7		25.92	5	5.75	384.0	0	100.00	68.17	20.2	2.04
		Febrero	560	9.01	3.5	12	7.00	2	1	359.5	0	100.00	68.42	32.6	0.92
		Abril	590	5.78	12		50.86	5		351.4	0	100.00	68.52	13.0	2.20
		Mayo	620	6.12	47.5		16.81	5		393.1	0	100.00	72.57	21.8	1.37
		Junio	600	8.84	3	10	12.97	5		436.6	0	100.00	80.43	33.5	1.38
		Julio	620	8.16		39	12.72	7	2.5	364.6	0	100.00	65.87	18.2	0.97
		Agosto	930	12.24	30		83.36	4	1.9	522.5	0	100.00	65.44	17.4	2.98
		Setiembre	440	5.78	13		26.74	1		263.6	0	100.00	66.99	26.3	2.77
		Octubre	410	5.95	4		23.91			275.9	0	100.00	73.35	27.5	2.39
		Total 2021	6020	82.45	167	65	284.88	39	11.73	3730.10	0	100.00	69.63	20.9	1.96
S216	2021	Enero	620	9.01	20.5		6.92	1		427.7	0	100.00	73.61	53.4	1.18
		Marzo	630	5.78	25		7.50	2		430.0	0	100.00	73.04	53.7	1.31
		Febrero	560	7.65	20		4.16			370.8	0	100.00	70.20	92.7	1.04
		Abril	590	9.86	7		8.92	1		377.6	0	100.00	67.04	62.9	1.65
		Mayo	620	9.69	9	27.2	20.66	2		371.0	0	100.00	67.26	26.5	1.61
		Junio	600	9.18	8	5	8.39	3		420.1	0	100.00	74.20	32.3	0.90
		Julio	620	8.16	3	5	44.92	7		345.8	0	100.00	64.75	14.4	2.58
		Agosto	930	13.6	19		41.45	4	2.5	501.2	0	100.00	59.65	16.7	1.91
		Setiembre	440	6.29	13		9.42	2	2.5	261.8	0	100.00	64.68	37.4	2.27
		Octubre	410	5.78	23	1.5	13.82	3		261.8	0	100.00	72.84	29.0	2.26
		Total 2021	6020	85	155.33	38.7	166.16	25	5	3767.80	0	100.00	68.29	30.6	1.82
S217	2021	Enero	620	10.54	1	5	10.75			422.2	0	100.00	71.23	46.9	1.19
		Marzo	630	9.86	5		29.81			424.5	0	100.00	72.52	42.4	2.98
		Febrero	560	9.01	14		4.50			355.8	0	100.00	66.82	118.	1.50
		Abril	590	6.46	21		5.25	1		369.4	0	100.00	66.52	36.9	0.73
		Mayo	620	9.69	12		9.50		1	425.0	0	100.00	72.30	60.7	1.50

			Junio	600	9.69	12.4	4	17.50	1		444.4	0	100.00	79.91	49.3		
			Julio	620	9.01	10		30.41	1		0	0	100.00	71.04	40.5	1.97	
			Agosto	930	13.6	48	10	9.80	3		553.8	0	100.00	65.53	39.5	3.09	
			Setiembre	440	6.46			6.68	1		0	0	100.00	70.15	59.8	0.95	
			Octubre	410	5.78	4	10	14.66	2		258.9	0	100.00	69.32	23.5	1.44	
											0	0	%	%	4	1.52	
			Total 2021	6020	90.1	127.4	29	138.86	9	1	3958.10	0	100.00	70.37	44.9	1.69	
Jumbo Muki FF	J115	20	Enero	620	6.8	19	10	123.47	3		82.40	112.1	100.00	18.03	2.42	3.74	
			Marzo	621	7.65	23	7.5	55.58		3	84.50	135.6	100.00	15.85	2.56	1.78	
			Febrero	560	13.77	5		37.50	4		77.30	98.6	100.00	15.93	3.36	2.01	
			Abril	590	7.99	31.5	6	39.12			78.60	117.6	100.00	15.55	3.74	1.86	
			Mayo	620	6.8	14	92	30.92			56.90	94	100.00	11.95	1.90	1.03	
			Junio	600	9.52	24		15.28			75.50	128.3	100.00	13.70	5.03	1.02	
			Julio	620	7.17	25		27.49	3		67.60	96.8	100.00	12.17	2.60	1.25	
			Agosto	930	9.52	46.5	1	66.03	6		117.9	159.6	100.00	14.83	2.27	1.50	
			Setiembre	440	5.27	27		21.03	3		0	116.4	100.00	18.76	3.42	1.19	
		Octubre	410	5.44	24		21.53	5		71.80	4	100.00	854.3	202.08	1.72		
				Total 2021	6011	79.93	248.75	116.5	437.95	24	3	3743.70	1148.3	100.00	73.46	13.8	1.77
		J120	20	Enero	620	7.48	40.5		40.74	2		58.50	92.8	100.00	11.09	1.83	1.40
				Marzo	630	9.69	16		35.09	3	2	77.00	130.7	100.00	13.75	2.96	1.70
			Febrero	560	3.57	48.5	107	13.99	1		41.70	61.1	100.00	10.79	1.99	0.69	
			Abril	590	7.48	40.5	5	22.80			62.20	81.3	100.00	12.10	2.83	1.04	
			Mayo	620	9.16	29	2.16	83.44	3	1	74.90	100	100.00	15.39	2.14	2.65	
			Junio	600	7.99	32.3		41.89	1		85.90	2229.9	100.00	16.69	3.07	1.60	
			Julio	620	7.99			51.78	2	3.33	-	2088.7	100.00	10.90	1.95	1.87	
			Agosto	930	10.37	83		92.69	6	1	60.40	7	100.00	10.42	1.70	2.26	
			Setiembre	440	4.25	40		38.36	5		76.60	89.7	100.00	12.09	1.98	2.46	
			Octubre	410	5.61	8		11.56	5		41.60	32.1	100.00	-	-	-	
			Total 2021	6020	73.59	337.83	114.16	432.34	28	7.33	1825.50	768.4	100.00	24.92	-4.50	1.78	
	J129	20	Enero	620	7.63	15.6	7	34.16	1	0.75	80.70	148.4	100.00	14.65	5.04	2.24	
			Marzo	630	10.03	23		26.64		2.5	79.50	132.1	100.00	14.00	4.42	1.62	
			Febrero	560	9.52	9		16.33	1	2.78	65.70	116.8	100.00	12.61	5.97	1.87	
			Abril	590	10.03	16		31.36	2		67.90	2	100.00	12.88	2.95	1.60	
			Mayo	620	9.01	20	10	21.33	3	1	107.1	1	100.00	13.52	5.01	1.66	
			Junio	600	8.5	33.9		17.10	2		75.20	1	100.00	10.05	2.71	0.91	
			Julio	620	8.33	30		20.10	2		54.20	78.2	100.00	8.06%	2.66	1.24	
			Agosto	930	12.75	48.7		47.66			45.20	9	100.00	9.95%	3.27	1.91	
			Setiembre	440	5.27	5		21.61			81.70	145.4	100.00	12.68	2.91	1.20	
			Octubre	410	5.95	20		5.55	2		52.40	74.4	100.00	65.15	488.66	1.81	
			Total 2021	6020	87.02	216.32	20	241.84	13	7.03	2443.30	1069.39	100.00	56.08	18.1	1.58	
	J130	20	Enero	620	7.65	44		84.67	3		267.4	0	100.00	55.90	8.10	2.73	
			Marzo	630	6.46	10	27	87.66	1	12	182.1	62.4	100.00	37.61	5.87	3.30	
											0	68.6	%	%			

			Febrero	560	5.95			105.65	2	4	251.70	61.8	100.00	56.83	8.99	3.97
			Abril	590	9.01	16		44.17	1		264.70	68.4	100.00	51.42	9.80	1.86
			Mayo	620	7.65	48.5		75.15	5	2.5	285.20	65.4	100.00	59.49	6.63	1.96
			Junio	600	8.33	17.9	10	26.06	4	2	314.50	65.1	100.00	60.27	13.6	7
			Julio	620	6.29			170.03	1		233.90	49.9	100.00	53.36	10.1	7
			Agosto	930	10.88	30		82.59	2	2.58	306.80	142.2	100.00	38.29	6.14	1.76
			Setiembre	440	3.57	63.5		55.66	1	1	56.70	39.9	100.00	18.01	2.03	2.08
			Octubre	410	2.72	19.5	24	121.50			-		100.00	-	-	-
				410	2.72	19.5	24	121.50			1457.30	24.1	100.00	601.49	72.8	7
			Total 2021	6020	68.51	42	61	853.14	20	24.08	705.70	647.8	100.00	14.96	2.31	3.02
Jumbo Muki LHP	J119	20	Enero	620	7.31	40	16	67.83	7		3021		100.00			
		21	Marzo	630	7.82	23		41.58	1		17.30	.3	100.00	3.67%	0.54	2.67
			Febrero	560	6.63	8		17.51	2		21.40	3	100.00	3.86%	0.79	1.63
			Abril	590	7.99	52	7.5	51.91	3		21.30	3	100.00	4.05%	1.94	1.81
			Mayo	620	10.2	7.5		3.50	1		18.60	139	100.00	4.01%	0.60	1.89
			Junio	600	8.33	18.5		50.06	4		11.10	27.1	100.00	1.86%	1.85	0.92
			Julio	620	6.8		10	53.03	1		31.80	86	100.00	6.30%	1.06	2.28
			Agosto	620	6.8		10	53.03	1		23.30	181.	100.00	4.26%	0.80	1.95
			Setiembre	930	23.09	27		33.68	4		28.40	73.6	100.00	3.38%	0.79	1.12
			Octubre	440	6.8	10		10.03	3		5.30	66.2	100.00	1.31%	0.53	1.79
		410	6.46			20.00			4.40	10.2	100.00	1.15%	2.20	10.0		
			Total 2021	6020	91.43	186	33.5	349.13	26		182.90	3873.4	100.00	3.46%	0.85	1.94
Dumper	DU-01	20	Enero	620	5.1			272.50	2		235.70	0	100.00	69.34	7.37	8.59
		21	Marzo	630	4.42	17	9	77.00	1		350.0	0	100.00	67.09	15.9	1
			Febrero	560	6.29	8.5		23.17	3		2	0	100.00	58.16	27.3	6
			Abril	590	6.12	31		15.40	2		301.0	0	100.00	58.16	27.3	6
			Mayo	620	9.35	11	2	37.96	1		0	0	100.00	59.03	28.5	7
			Junio	600	9.69	6.63		20.50	3		314.30	6	100.00	59.03	28.5	7
			Julio	620	8.5	20	10	33.42	3		363.80	0	100.00	65.06	17.3	2
			Agosto	930	12.75	17	30	55.05	1	13	0	0	100.00	70.36	24.4	6
			Setiembre	440	5.78	5		39.90	1	1	391.40	0	100.00	70.36	24.4	6
			Octubre	410	5.27	4		37.58	3		0	0	100.00	60.88	20.6	8
		410	5.27	4		37.58	3		330.90	0	100.00	60.88	20.6	8		
			Total 2021	6020	73.27	120.	51	612.48	20	14	8464.52	6	100.00	165.41%	48.65	3.78
Kubota	KU-29	20	Enero	620	0			360.00			0.00	0	100.00	0.00%	0.00	12.0
		21	Marzo	590	0						0.00	0	100.00	0.00%		0
			Febrero	560	0.51			30.00			0.00	0	100.00	0.00%		
			Abril	590	0						0.00	0	100.00	0.00%		
			Mayo	620	1.7						0.00	0	100.00	0.00%		
		Junio	600	8.16					0.00	0	100.00	0.00%				

		Julio	160	2.04		20.00			0.00	0	100.00	%	0.00%					
		Total 2021	3740	12.41		410.00			0.00	0	100.00	%	0.00%	0.00	13.67			
		KU-30	2021	Julio	460	6.12	2.5	70.00		168.80	0	100.00	44.26	56.2	23.33			
			Agosto	930	3.06		700.00		42.70	0	100.00	18.82	%	1.04	17.07			
				Setiembre	440	4.08		190.00		93.50	0	100.00	38.02	%	7.79	15.83		
				Octubre	410	0.17		370.00		1.90	0	100.00	4.77%	0.06	11.94			
		Total 2021		2240	13.43	2.5	1330.00		306.90	0	100.00	34.33	%	3.53	15.29			
		KU-31	2021	Julio	400	5.1		80		98.80	0	100.00	31.38	%	3	0.00		
					Agosto	930	15.3	10	1.00		438.20	0	100.00	48.49	%	8	0.13	
					Setiembre	440	7.31	4	2.00		142.80	0	100.00	33.47	%	80	2.00	
					Octubre	410	6.8	3	4.00		152.00	0	100.00	38.36	%	7	1.33	
				Total 2021	2180	34.51	17	80	7.00		831.80	0	100.00	40.74	%	55.45	0.47	
Scooptram Diesel GHH		S218	2021	Marzo	630	6.29	17	63.16	2	1	325.40	0	100.00	61.39	23.24	5.48		
				Febrero	500	0	4	60	174.75	1		83.60	0	100.00	32.50	4.40	9.41	
				Abril	590	6.63	25.33	13.50			316.80	0	100.00	58.18	63.36	2.70		
	Mayo			620	9.69	5	29.83	1		309.10	0	100.00	53.82	44.16	4.43			
	Junio			600	5.44	24.5	20	211.93	3		164.70	0	100.00	50.45	5.49	7.45		
	Julio			620	9.18	10	35.00	2		-	1077.70	0	100.00	197.4	107.77	5.50		
	Agosto			930	13.26	37	46.64	5		371.40	0	100.00	46.53	30.95	6.80			
	Setiembre			440	6.29	9.5	25.00			289.70	0	100.00	72.57	48.28	4.17			
	Octubre			410	6.63	10	5.00	1		1271.10	0	100.00	328.56	1271.10	6.50			
	Total 2021			5340	63.41	142.33	80	604.81	15	1	2054.10	0	100.00	47.08	19.75	6.65		
	Kawasaki			KU-29	2021	Marzo	40	0				0.00	0	100.00	%	0.00%		
						Total 2021	40	0				0.00	0	100.00	%	0.00%		
Total general			99991	1246.02	3049.18	3623.91	8457.43	308	268	41716.82	7513.29	100.00	50.42	13.54	3.03			

Nota: Fuente, Elaboración propia.

RESUMEN DE HORAS Y DISPONIBILIDAD MECANICA DEL 2021 (DISP – MTBF)

				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15								
				Semana		Datos																				
				1		21		22		24		25		26		29		36		38		39		Total Disp. (%)	Total MTBF	
Ubic.	Flota	Equipos	Equipo	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF	Disp (%)	MTBF			
MANUELITA	Empenador	J130	Jumbo Muki FF	80.24%	7.73	98.30%		78.03%	7.87	95.64%	74.20	90.48%	11.05	87.41%	11.04	74.69%	7.33	87.54%	3.08	79.16%	2.65	61.05%	46.43	78.77%	2.31	
				80.24%	7.73	98.30%		78.03%	7.87	95.64%	74.20	90.48%	11.05	87.41%	11.04	74.69%	7.33	87.54%	3.08	79.16%	2.65	61.05%	46.43	78.77%	2.31	
	Jumbo	J115	Jumbo Muki FF	80.60%	2.65	98.30%		92.12%	3.11	96.75%	8.10	87.11%	8.07	94.86%	3.07	85.91%	2.35	82.46%	2.02	87.68%	3.47	87.18%	2.93	84.68%	13.87	
				82.51%	2.36	98.30%		81.04%	1.73	79.07%	5.72	89.40%	4.08	89.20%	2.64	82.48%	1.47	74.42%	3.17	87.59%	3.10	84.85%	67.10	83.21%	-4.50	
				90.39%	4.29	49.15%		89.64%	2.44	84.03%	3.28	95.07%	2.76	93.77%	4.94	90.01%	2.96	91.53%	3.47	87.62%	2.16	91.73%	3.72	90.34%	27.37	90.34%
	Total, Jumbo				84.50%	2.92	81.92%		87.60%	2.27	86.64%	5.15	90.51%	4.53	92.59%	3.31	86.13%	2.10	82.80%	2.67	87.64%	2.88	87.93%	62.87	86.08%	7.75
	Scoop	S210	Scooptram Diesel LH203	41.29%	3.79	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	25.90%	1.43	92.43%	0.88	14.42%	19.04%	93.07%	34.08	41.62%	3.70
				87.83%	20.44	81.65%	9.80	93.98%	35.05	89.60%	12.78	96.80%	55.91	91.41%	24.04	90.69%	94.45%	88.55%	94.45%	92.51%	31.12%	6.20%	90.81%	15.19%	89.81%	3.90
				90.20%	28.43	98.30%		83.79%	50.35	95.35%	39.15	89.47%	7.67	78.13%	77.26	9.89%	93.57%	19.02%	90.73%	2.44%	90.73%	2.52%	85.88%	27.57	86.82%	21.81
				91.62%	34.32	83.30%	13.00	87.53%	28.30	98.30%	3.09%	93.06%	0.63%	93.06%	88.52%	14.03%	90.82%	19.04%	90.72%	2.44%	87.49%	2.20%	54.57%	16.71%	87.53%	26.01
90.57%				20.48	98.30%		80.22%	15.79	89.79%	31.06%	90.56%	7.01%	91.84%	84.95%	84.95%	87.43%	19.04%	87.43%	2.18%	91.41%	0.80%	90.88%	30.73%	89.18%	20.96	
92.88%				47.71	98.30%		92.83%	65.39	95.53%	33.77	96.83%	6.13%	93.27%	88.46%	88.46%	85.95%	14.08%	85.95%	12.08%	91.76%	32.48%	32.48%	90.21%	36.13%	91.73%	30.63
94.56%				52.34	91.65%	9.40	94.79%	99.25	81.54%	16.43	94.43%	4.15%	90.95%	93.66%	60.33%	91.13%	20.47%	92.73%	55.03%	92.83%	0.30%	92.83%	28.22%	93.45%	44.98	
80.27%				21.48	98.30%		89.08%	24.06	94.81%	14.15	27.10%	1.70	63.90%	9.71	81.22%	52.19%	98.00%	10.60%	93.81%	5.28%	67.03%	92.35%	34.80%	81.72%	19.75	
Total Scoop				83.78%	19.31	81.23%	16.08	76.80%	18.22	80.67%	15.75	73.54%	20.77	74.70%	13.05	79.11%	0.05	91.74%	1.88%	91.08%	1.95%	86.32%	82.75%	17.58		
Utilitario	MI-01	Minicargador Caterpillar 246D	88.11%	15.24	93.30%	11.00	82.41%	19.42%	83.75%	14.08	81.66%	43.02%	69.91%	8.10%	86.70%	1.15	76.34%	6.33	73.88%	8.28	90.93%	26.07	85.11%	14.27		
			81.64%	15.81	59.15%	5.00	91.53%	30.53	88.36%	18.07	93.77%	18.37	93.40%	85.69%	89.69%	91.67%	85.88%	91.67%	85.82%	28.25	85.82%	0.25	85.24%	48.65		
	KU-29	Kubota	86.14%	0.00	99.15%		99.15%		98.91%		98.30%		92.62%										88.71%	0.00		
																								100.00%		
	KU-30	Kubota												99.15%		35.46%	3.84	49.26%	1.63	81.96%	21.07	10.62%	0.05	39.91%	3.53	
															79.67%	2.20	98.30%		85.02%	12.22	42.34%	5.12	73.01%	6.19		
KU-31	Kubota														89.84%	7.28	97.14%	23.48	97.74%		96.40%	59.35	93.65%	55.45		
Total Utilitario				85.36%	13.40	83.87%	8.00	91.04%	24.48	90.35%	14.09	91.23%	27.08	85.68%	17.08	75.47%	12.06	82.16%	11.06%	86.06%	15.05	65.22%	62.74	80.91%		
Taladro largo	J119	Jumbo Muki LHP	85.85%	0.84	98.30%		96.75%	1.90	80.94%	1.41	83.88%	1.77	84.90%	0.75	87.60%	0.63	94.27%	1.05	90.31%	0.41	94.70%	3.30	87.92%	0.85		
			85.85%	0.84	98.30%		96.75%	1.90	80.94%	1.41	83.88%	1.77	84.90%	0.75	87.60%	0.63	94.27%	1.05	90.31%	0.41	94.70%	3.30	87.92%	0.85		
Total, MANUELITA				84.12%	12.82	83.98%	17.14	83.09%	12.86	84.53%	12.88	81.74%	15.04	81.57%	10.46	79.56%	3.07	87.49%	11.07	88.41%	14.04	79.79%	42.70	83.01%		

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Anexo 4:

Evidencia de similitud digital

PLAN DE MANTENIMIENTO
PARA MEJORAR LA
DISPONIBILIDAD DE LOS
EQUIPOS PESADOS DE LA
EMPRESA MINERA ARGENTUM
S.A.

por Marcelino Celedonio Andres

Fecha de entrega: 29-abr-2022 10:55a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1823939989

Nombre del archivo: Tesis_Marcelino_Andres_Celedonio.docx (221.75K)

Total de palabras: 8934

Total de caracteres: 50934

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS PESADOS DE LA EMPRESA MINERA ARGENTUM S.A.

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	1%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.panamericansilver.com Fuente de Internet	6%
2	repositorio.upci.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	mundominero.com.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repository.unab.edu.co Fuente de Internet	<1%



repositorio.uss.edu.pe
Fuente de Internet

<1%

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: CELEDONIO ANDRES MARCELINO
 DNI: 42962313 Correo electrónico: Marcelino_3001@hotmail.com
 Domicilio: Jr. Los gaudineros #328 CAYMAHUA ALTA HUANCILLO - PERU
 Teléfono fijo: _____ Teléfono celular: 954973990

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO Ó TESIS

Facultad/Escuela: INGENIERIA INDUSTRIAL

Tipo: Trabajo de Investigación Bachiller () Tesis ()

Título del Trabajo de Investigación / Tesis:

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD
DE LOS EQUIPOS PESADO DE LA EMPRESA MINERA ARGENTUM
S.A

3.- OBTENER:

Bachiller () Título () Mg. () Dr. () PhD. ()

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (<http://repositorio.upci.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):

- () Sí, autorizo el depósito y publicación total.
 () No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los
01 días del mes de JUNIO de 2022.

Firma



Anexo 6:

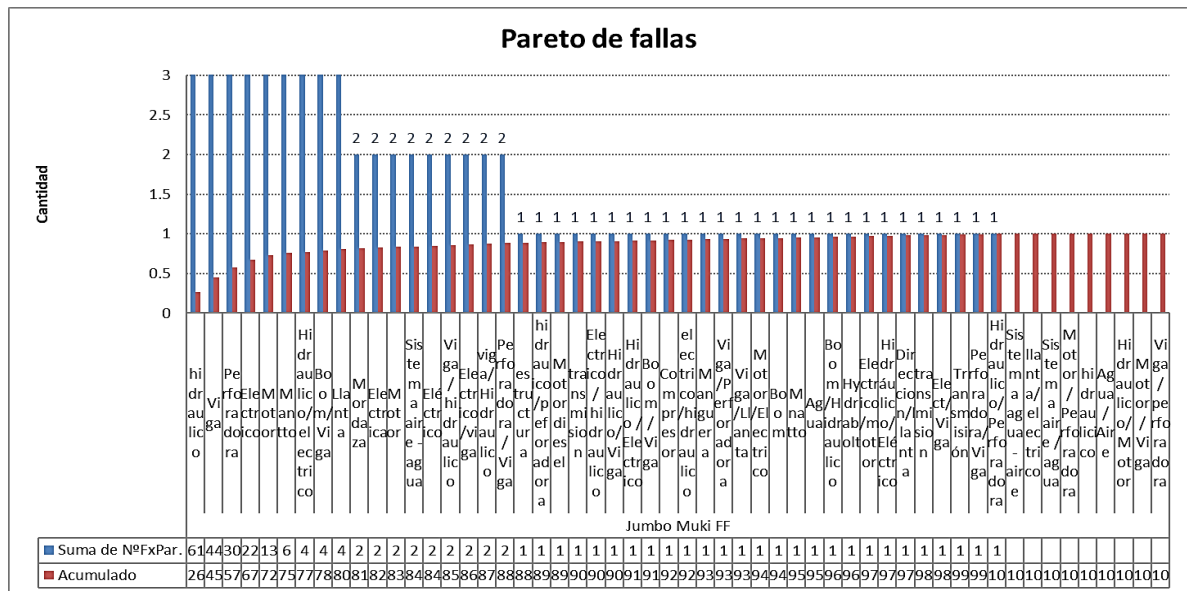
Flota de equipos de la Zona Manuelita

FLOTA DE EQUIPOS ZONA MANUELITA						
ITEM	FLOTA	ZONA	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	ESTADO
1	Jumbo Frontonero	Manuelita	J115	JUMBO DIESEL RESEMIN MUKI FF	Resemin	OPERACIÓN
2			J120	JUMBO DIESEL RESEMIN MUKI FF	Resemin	OPERACIÓN
3			J129	JUMBO DIESEL RESEMIN MUKI FF	Resemin	OPERACIÓN
4	Taladros Largos		J119	JUMBO DIESEL RESEMIN MUKI LHP	Resemin	OPERACIÓN
5	Sostenimiento		J130	JUMBO MUKI BOOLTER RESEMIN	Resemin	OPERACIÓN
6	Scooptram		S111	MICROSCOOPTRAM DIESEL TAMROCK LH201D	Sandvik	DADO DE BAJA
7			S209	SCOOPTRAM DIESEL TAMROCK LH203	Sandvik	SINIESTRADO
8			S210	SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK LH203	Sandvik	OPERACIÓN
9			S212	SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK LH203	Sandvik	OPERACIÓN
10			S213	SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK LH203	Sandvik	OPERACIÓN
11			S214	SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK LH203	Sandvik	OPERACIÓN
			S215	SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK LH203	Sandvik	OPERACIÓN
12			S217	SCOOPTRAM DIESEL SANDVIK LH203	Sandvik	OPERACIÓN
13	Acarreo		MDY-01	DAMPER	Overprime	OPERACIÓN
14	Utilitarios		MI01	MINICARGADOR CATARPILLAR 246D	Caterpillar	OPERACIÓN
15			VUDI28	KAWASAKI MULE PRO	Kawasaki	MOTOR CON DEFICIENCIA
16		VUDI29	KUBOTA RTV X900	Kubota	OPERACIÓN	
				TOTAL EQUIPOS	17	

Nota: Fuente, Elaboración propia.

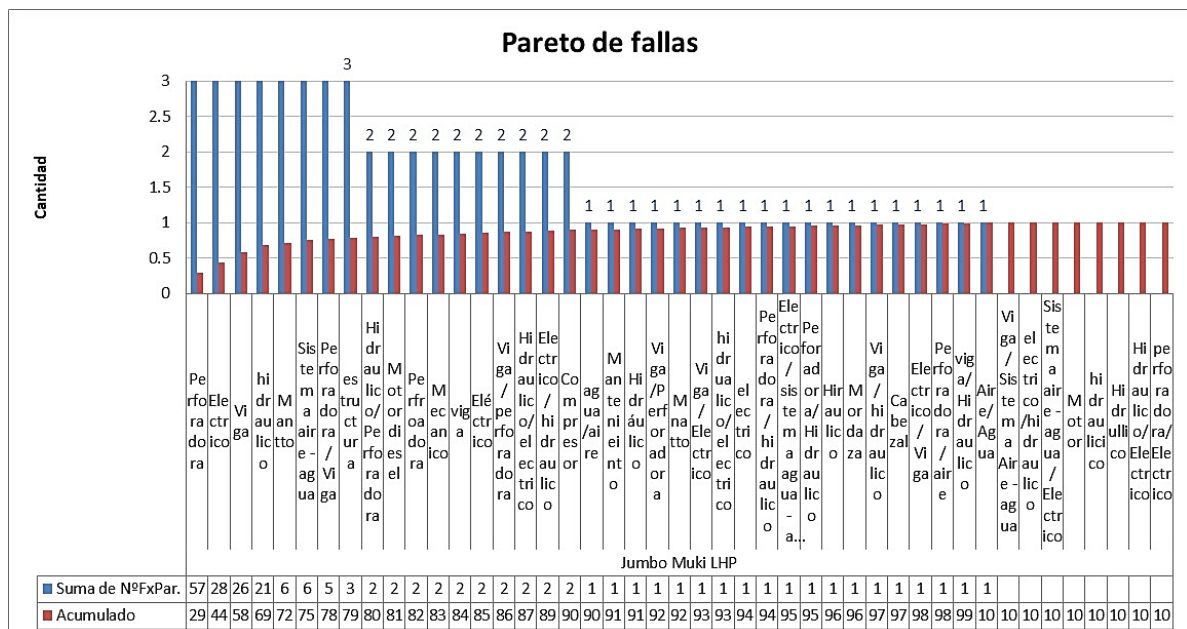
Pareto de Fallas de los Equipos de la Zona Manuelita

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Jumbo Muki FF (J115)	233	
Hidráulico	61	26.18%
Viga	44	45.06%
Perforadora	30	57.94%
Electrico	22	67.38%
Motor	13	72.96%
Mantto	6	75.54%
Hidráulico/ Electrico	4	77.25%
Boom/Viga	4	78.97%
Llanta	4	80.69%
Mordaza	2	81.55%
Eléctrica	2	82.40%
Motor	2	83.26%
Sistema aire - agua	2	84.12%
Eléctrico	2	84.98%
Viga / Hidráulico	2	85.84%
Electrico/viga	2	86.70%
viga/ Hidráulico	2	87.55%
Perforadora / Viga	2	88.41%
estructura	1	88.84%
Hidráulico/ Perforadora	1	89.27%
Motor Diesel	1	89.70%
Transmisión	1	90.13%
Electrico / Hidráulico	1	90.56%



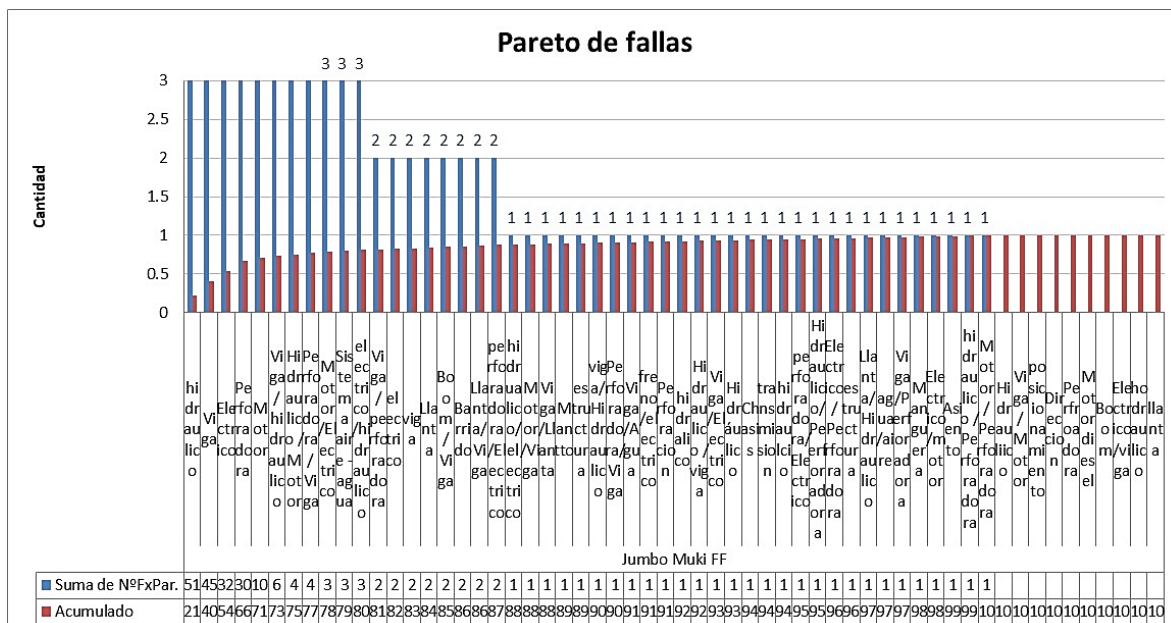
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º F x Parada	Acumulado
Jumbo Muki LHP (J119)	191	
Perforadora	57	29.84%
Eléctrico	28	44.50%
Viga	26	58.12%
Hidráulico	21	69.11%
Mantto	6	72.25%
Sistema aire - agua	6	75.39%
Perforadora / Viga estructura	5	78.01%
Hidráulico/Perforadora	3	79.58%
Motor Diesel	2	80.63%
Perforadora	2	81.68%
Mecánico	2	82.72%
viga	2	83.77%
Eléctrico	2	84.82%
Viga / perforadora	2	85.86%
Hidráulico/eléctrico	2	86.91%
Eléctrico / hidráulico	2	87.96%
Compresor	2	89.01%
agua/aire	2	90.05%
Mantenimiento	1	90.58%
Hidráulico	1	91.10%
Viga/Perforadora	1	91.62%
Mantenimiento	1	92.15%
	1	92.67%



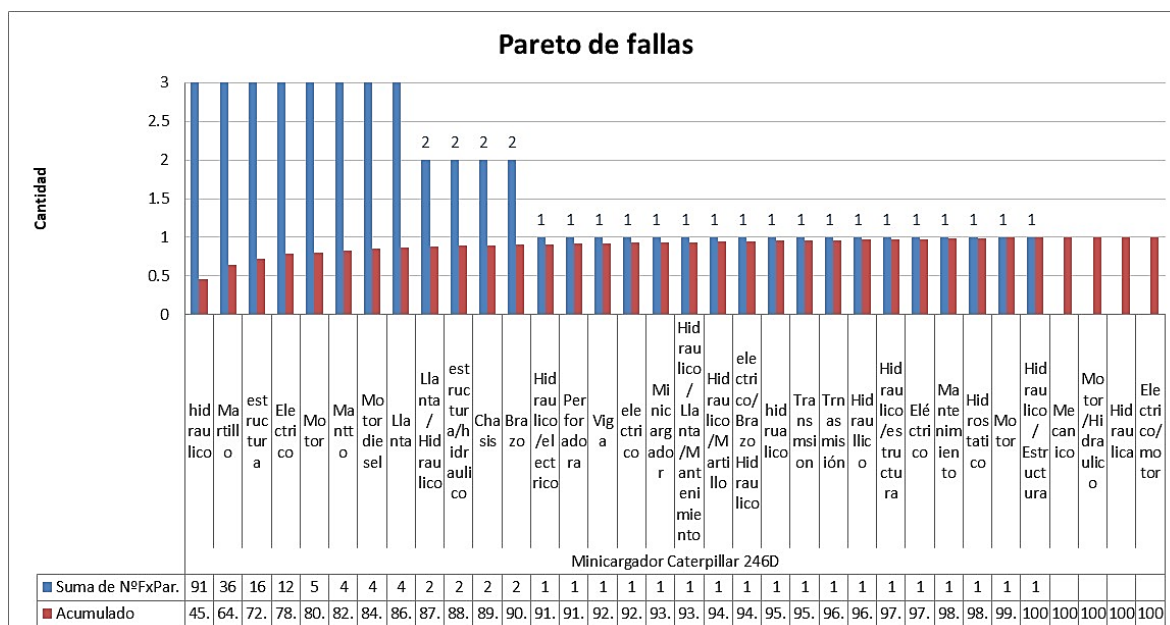
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Jumbo Muki FF (J120)	236	
hidráulico	51	21.61%
Viga	45	40.68%
Eléctrico	32	54.24%
Perforadora	30	66.95%
Motor	10	71.19%
Viga / hidráulico	6	73.73%
Hidráulico / Motor	4	75.42%
Perforadora / Viga	4	77.12%
Motor/Eléctrico	3	78.39%
Sistema aire - agua	3	79.66%
eléctrico/hidráulico	3	80.93%
Viga / perforadora	2	81.78%
eléctrico	2	82.63%
viga	2	83.47%
Llanta	2	84.32%
Boom / Viga	2	85.17%
Barrido	2	86.02%
Llanta/Viga	2	86.86%
perforadora /Eléctrico	2	87.71%
hidráulico/eléctrico	1	88.14%
Motor/Viga	1	88.56%
Viga/Llanta	1	88.98%
Mantto	1	89.41%



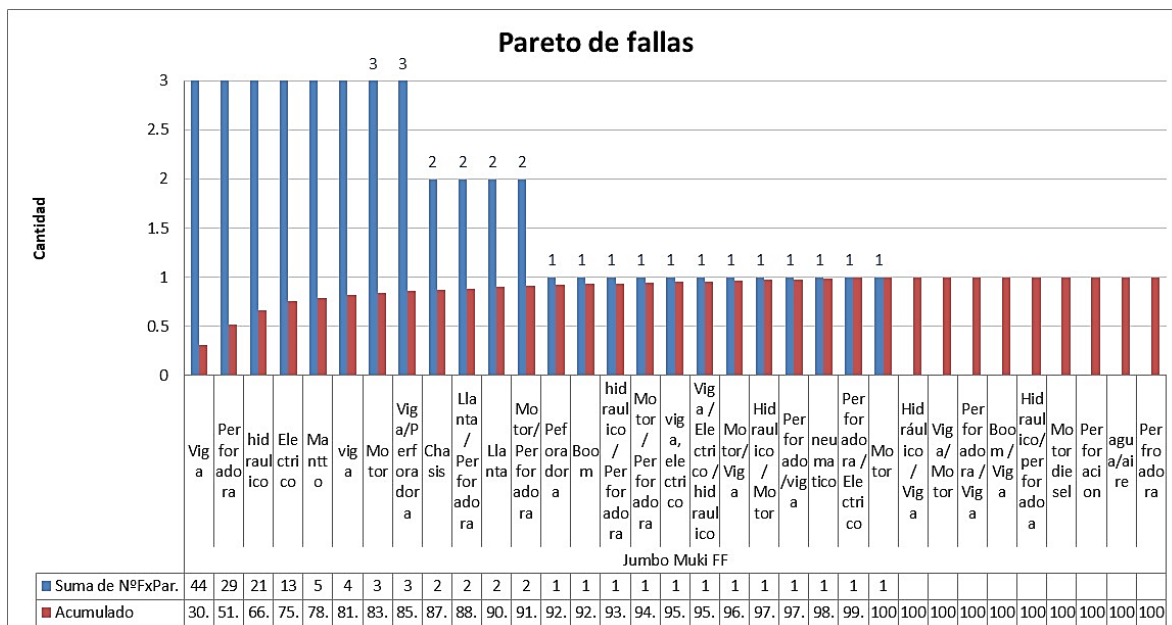
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º F x Parada	Acumulado
Minicargador Caterpillar 246D (MI-01)	198	
Hidráulico	91	45.96%
Martillo	36	64.14%
Estructura	16	72.22%
Eléctrico	12	78.28%
Motor	5	80.81%
Mantto	4	82.83%
Motor Diesel	4	84.85%
Llanta	4	86.87%
Llanta / Hidráulico	2	87.88%
Estructura Hidráulico	2	88.89%
Chasis	2	89.90%
Brazo	2	90.91%
Hidráulico/ Eléctrico	1	91.41%
Perforadora	1	91.92%
Viga	1	92.42%
Eléctrico	1	92.93%
Minicargador	1	93.43%
Hidráulico/ Llanta/Mantenimiento	1	93.94%
Hidráulico/ Martillo	1	94.44%
eléctrico/Brazo Hidráulico	1	94.95%
hidráulico	1	95.45%
Transmisión	1	95.96%
Transmisión	1	96.46%



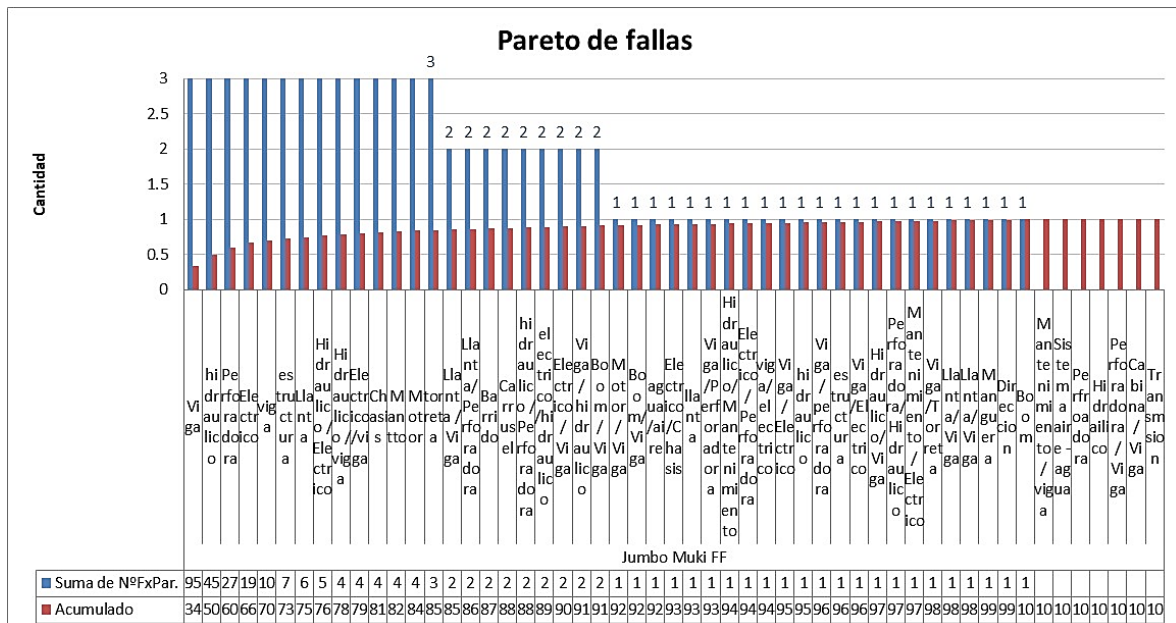
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Jumbo Muki FF (J129)	142	
Viga	44	30.99%
Perforadora	29	51.41%
hidráulico	21	66.20%
Eléctrico	13	75.35%
Mantto	5	78.87%
viga	4	81.69%
Motor	3	83.80%
Viga / Perforadora	3	85.92%
Chasis	2	87.32%
Llanta / Perforadora	2	88.73%
Llanta	2	90.14%
Motor/ Perforadora	2	91.55%
Perforadora	1	92.25%
Boom	1	92.96%
hidráulico / Perforadora	1	93.66%
Motor / Perforadora	1	94.37%
Viga, Eléctrico	1	95.07%
Viga / Eléctrico / hidráulico	1	95.77%
Motor/Viga	1	96.48%
Hidráulico / Motor	1	97.18%
Perforado/viga	1	97.89%
neumático	1	98.59%
Perforadora / Eléctrico	1	99.30%



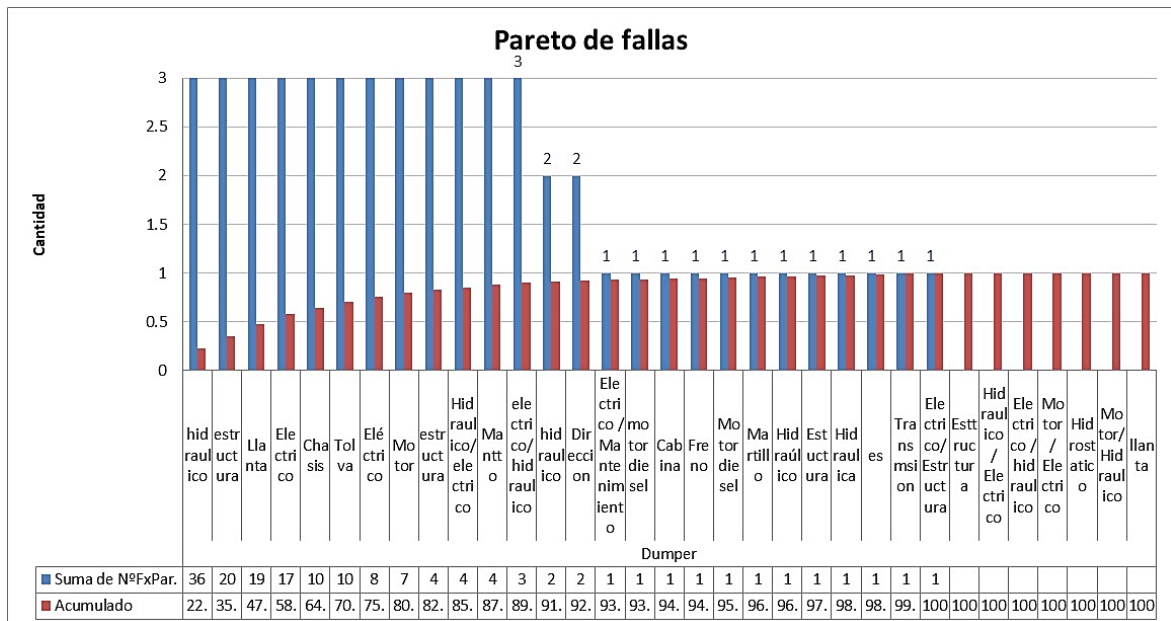
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Jumbo Muki FF (J130)	278	
Viga	95	34.17%
hidráulico	45	50.36%
Perforadora	27	60.07%
Eléctrico	19	66.91%
viga	10	70.50%
Estructura	7	73.02%
Llanta	6	75.18%
Hidráulico / Eléctrico	5	76.98%
Hidráulico / viga	4	78.42%
Eléctrico/ viga	4	79.86%
Chasis	4	81.29%
Mantto	4	82.73%
Motor	4	84.17%
torreta	3	85.25%
Llanta / Viga	2	85.97%
Llanta/Perforadora	2	86.69%
Barrido	2	87.41%
Carrusel	2	88.13%
Hidráulico / Perforadora	2	88.85%
eléctrico/ Hidráulico	2	89.57%
Eléctrico / Viga	2	90.29%
Viga / hidráulico	2	91.01%
Boom / Viga	2	91.73%



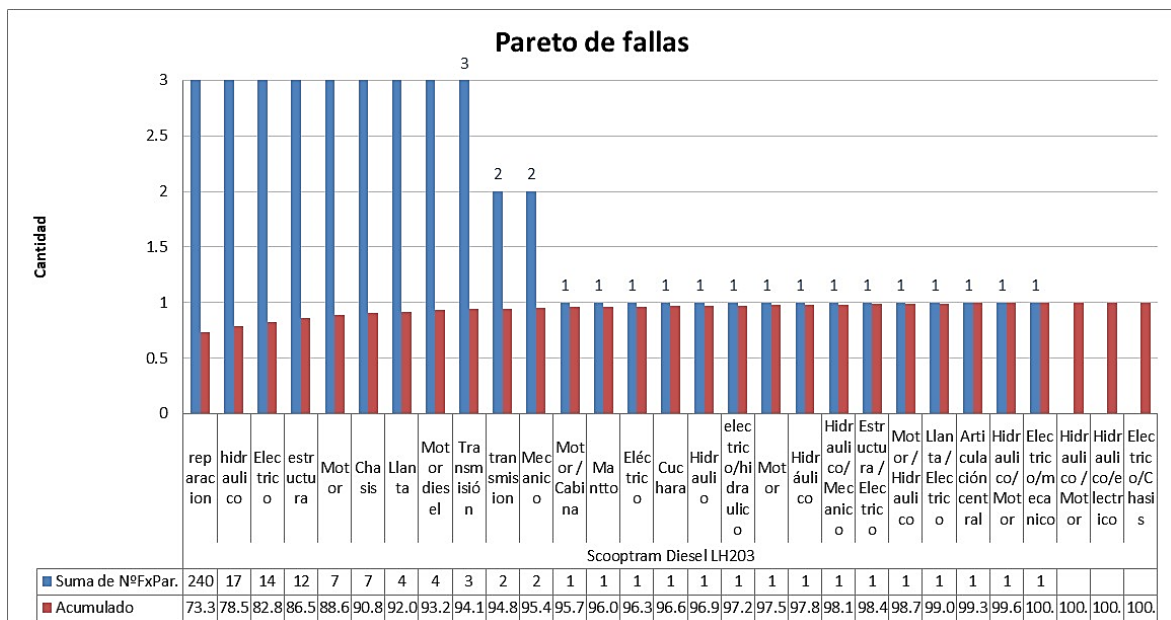
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila (DU-01)	Suma de N.º Fx Par.	Acumulado
Dumper	158	
Hidráulico	36	22.78%
estructura	20	35.44%
Llanta	19	47.47%
Eléctrico	17	58.23%
Chasis	10	64.56%
Tolva	10	70.89%
Eléctrico	8	75.95%
Motor	7	80.38%
estructura	4	82.91%
Hidráulico/eléctrico	4	85.44%
Mantto	4	87.97%
Eléctrico/hidráulico	3	89.87%
Hidráulico	2	91.14%
Dirección	2	92.41%
Eléctrico / Mantenimiento	1	93.04%
Motor Diesel	1	93.67%
Cabina	1	94.30%
Freno	1	94.94%
Motor Diesel	1	95.57%
Martillo	1	96.20%
Hidráulico	1	96.84%
Estructura	1	97.47%
Hidráulica	1	98.10%



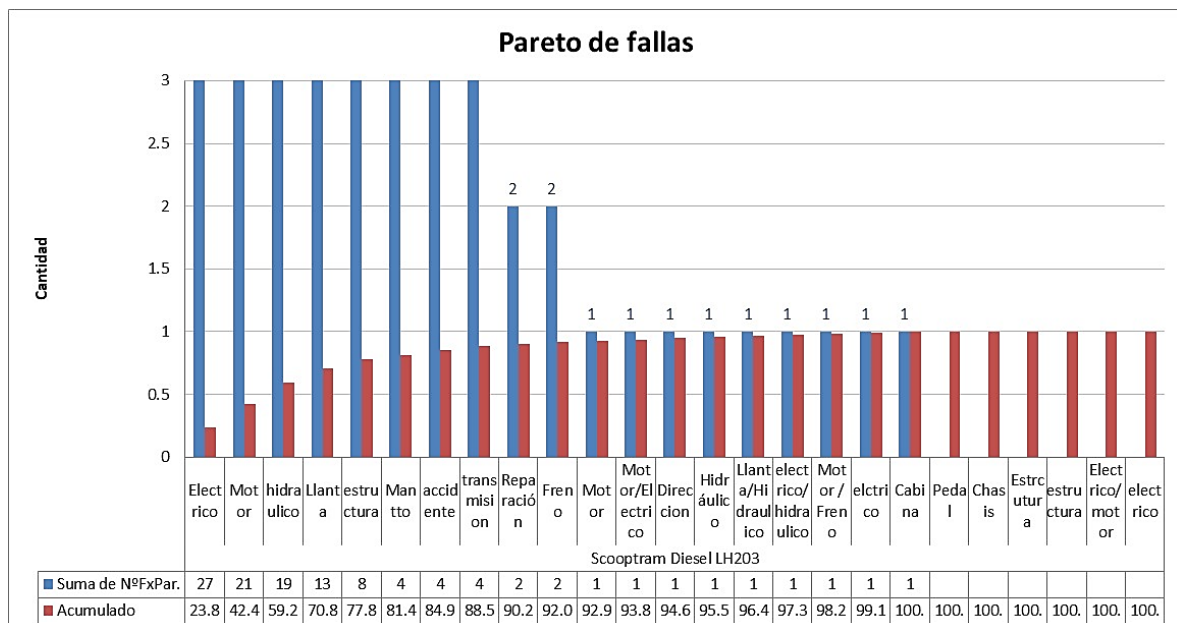
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S210)	327	
Reparación	240	73.39%
Hidráulico	17	78.59%
Eléctrico	14	82.87%
estructura	12	86.54%
Motor	7	88.69%
Chasis	7	90.83%
Llanta	4	92.05%
Motor Diesel	4	93.27%
Transmisión	3	94.19%
Transmisión	2	94.80%
Mecánico	2	95.41%
Motor / Cabina	1	95.72%
Mantto	1	96.02%
Eléctrico	1	96.33%
Cuchara	1	96.64%
Hidráulico	1	96.94%
Eléctrico/ Hidráulico	1	97.25%
Motor	1	97.55%
Hidráulico	1	97.86%
Hidráulico/Mecánico	1	98.17%
Estructura / Eléctrico	1	98.47%
Motor / Hidráulico	1	98.78%
Llanta / Eléctrico	1	99.08%



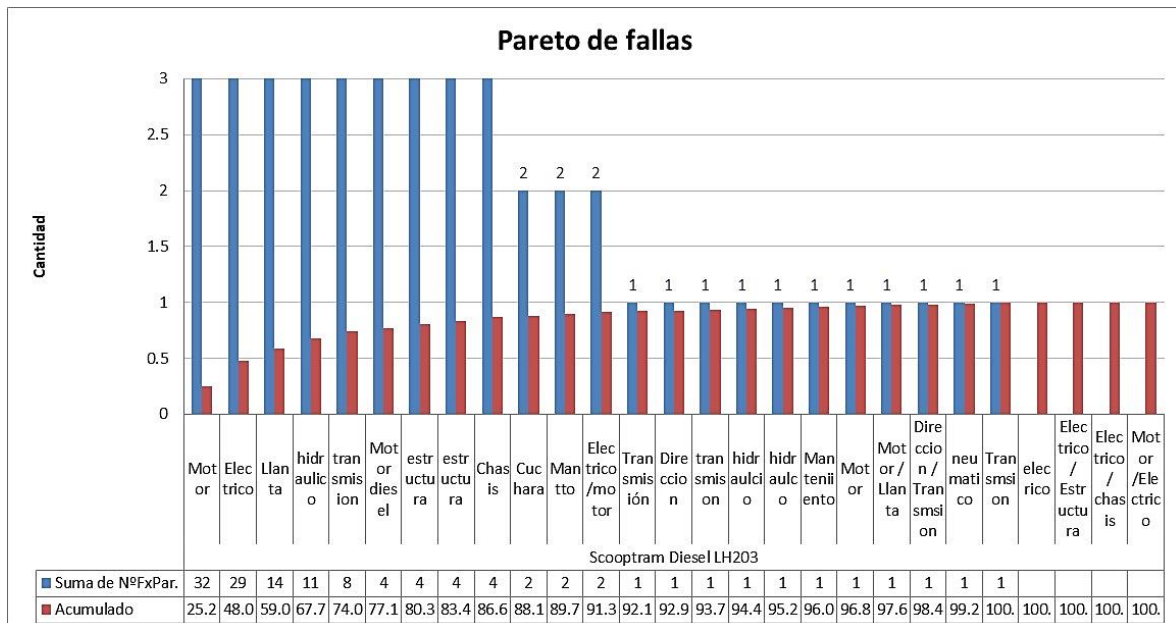
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S212)	113	
Electrico	27	23.89%
Motor	21	42.48%
Hidráulico	19	59.29%
Llanta	13	70.80%
estructura	8	77.88%
Mantto	4	81.42%
Accidente	4	84.96%
Transmisión	4	88.50%
Reparación	2	90.27%
Freno	2	92.04%
Motor	1	92.92%
Motor/Eléctrico	1	93.81%
Dirección	1	94.69%
Hidráulico	1	95.58%
Llanta/ Hidráulico	1	96.46%
Eléctrico/ Hidráulico	1	97.35%
Motor / Freno	1	98.23%
Eléctrico	1	99.12%
Cabina	1	100.00%
Pedal		100.00%
Chasis		100.00%
Estructura		100.00%
estructura		100.00%



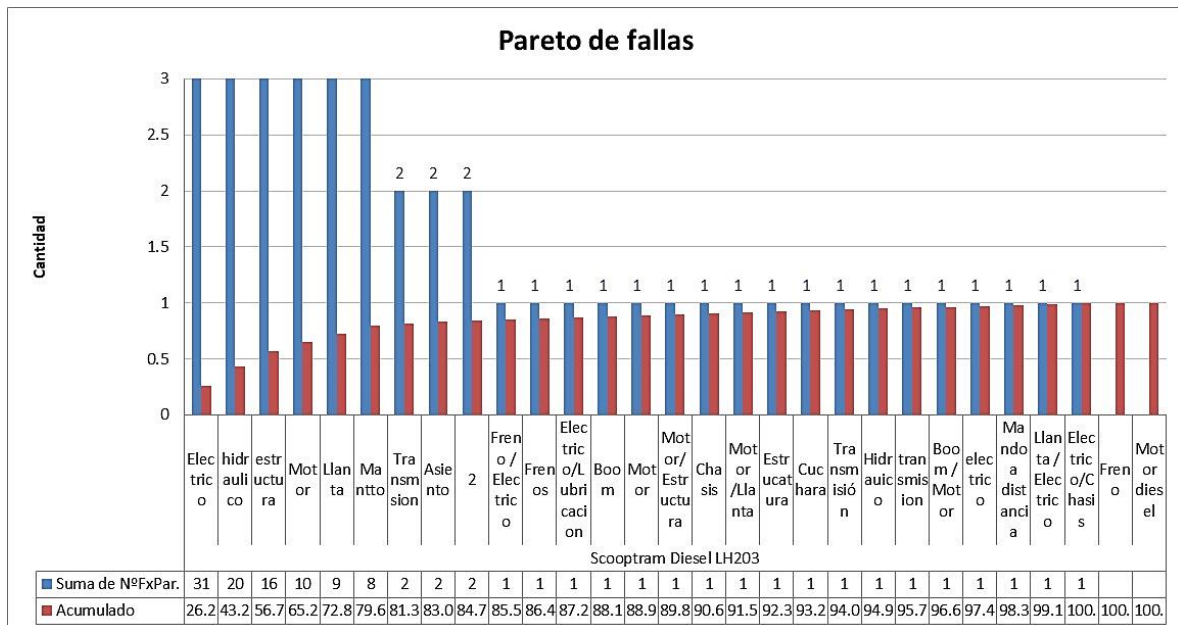
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S213)	127	
Motor	32	25.20%
Eléctrico	29	48.03%
Llanta	14	59.06%
Hidráulico	11	67.72%
Transmisión	8	74.02%
Motor Diesel	4	77.17%
estructura	4	80.31%
estructura	4	83.46%
Chasis	4	86.61%
Cuchara	2	88.19%
Mantto	2	89.76%
Eléctrico/motor	2	91.34%
Transmisión	1	92.13%
Dirección	1	92.91%
Transmisión	1	93.70%
Hidráulico	1	94.49%
Hidráulico	1	95.28%
Mantenimiento	1	96.06%
Motor	1	96.85%
Motor / Llanta	1	97.64%
Dirección / Transmisión	1	98.43%
Neumático	1	99.21%
Transmisión	1	100.00%



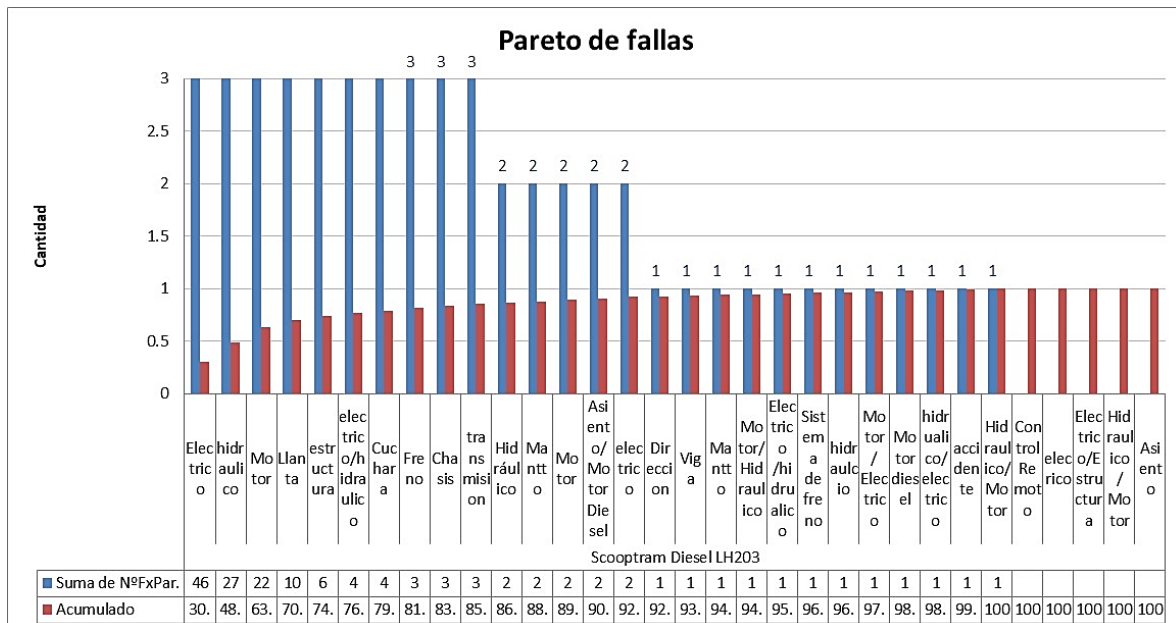
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S214)	118	
Eléctrico	31	26.27%
Hidráulico	20	43.22%
estructura	16	56.78%
Motor	10	65.25%
Llanta	9	72.88%
Mantto	8	79.66%
Transmisión	2	81.36%
Asiento	2	83.05%
2	2	84.75%
Freno / Eléctrico	1	85.59%
Frenos	1	86.44%
Eléctrico/Lubricación	1	87.29%
Boom	1	88.14%
Motor	1	88.98%
Motor/ Estructura	1	89.83%
Chasis	1	90.68%
Motor /Llanta	1	91.53%
Estructura	1	92.37%
Cuchara	1	93.22%
Transmisión	1	94.07%
Hidráulico	1	94.92%
transmisión	1	95.76%
Boom / Motor	1	96.61%



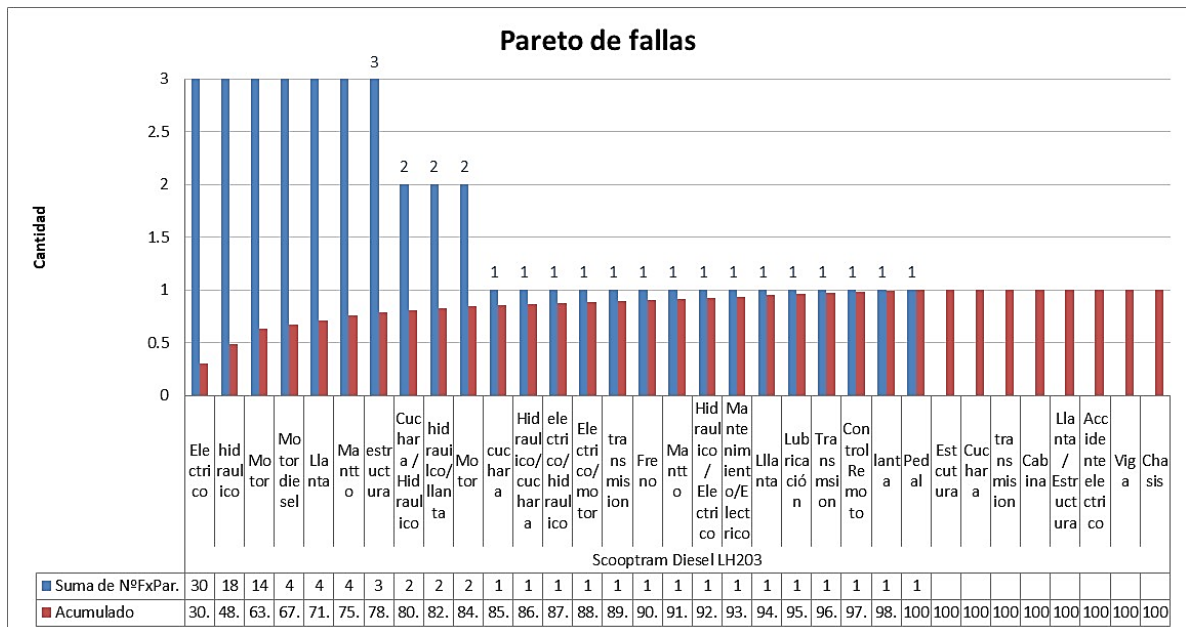
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S215)	150	
Eléctrico	46	30.67%
Hidráulico	27	48.67%
Motor	22	63.33%
Llanta	10	70.00%
Estructura	6	74.00%
Eléctrico/Hidráulico	4	76.67%
Cuchara	4	79.33%
Freno	3	81.33%
Chasis	3	83.33%
Transmisión	3	85.33%
Hidráulico	2	86.67%
Mantto	2	88.00%
Motor	2	89.33%
Asiento/Motor Diesel	2	90.67%
Electrico	2	92.00%
Dirección	1	92.67%
Viga	1	93.33%
Mantto	1	94.00%
Motor/Hidráulico	1	94.67%
Eléctrico /Hidráulico	1	95.33%
Sistema de freno	1	96.00%
Hidráulico	1	96.67%
Motor / Eléctrico	1	97.33%



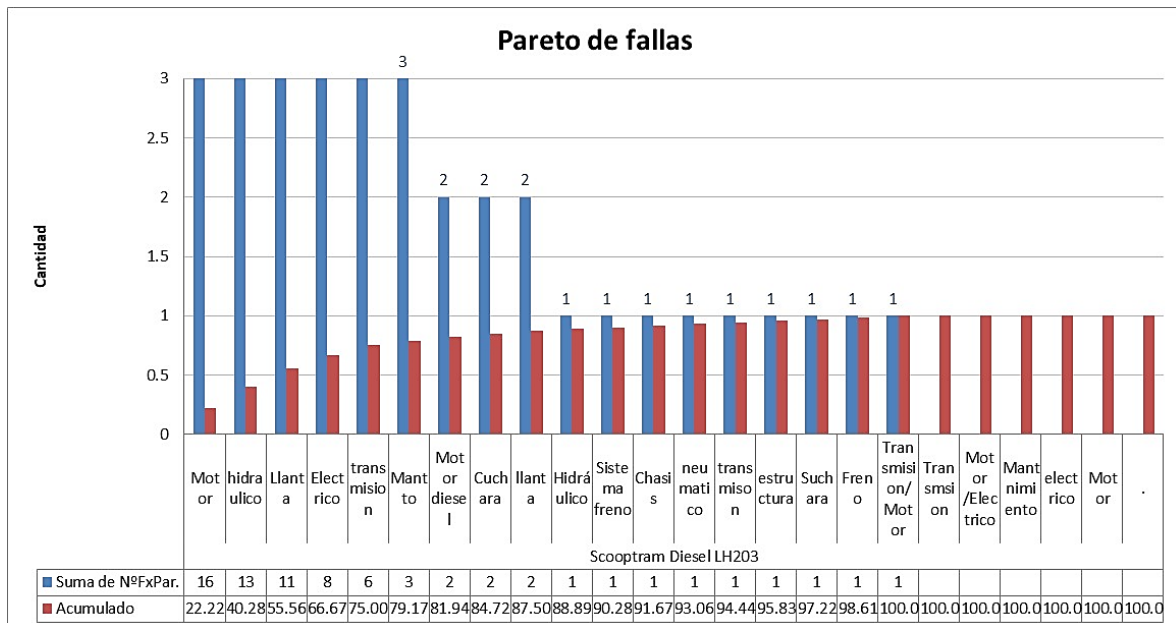
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de NºFx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S216)	98	
Eléctrico	30	30.61%
Hidráulico	18	48.98%
Motor	14	63.27%
Motor Diesel	4	67.35%
Llanta	4	71.43%
Mantto	4	75.51%
estructura	3	78.57%
Cuchara / Hidráulico	2	80.61%
Hidráulico/llanta	2	82.65%
Motor	2	84.69%
cuchara	1	85.71%
Hidráulico/cuchara	1	86.73%
Eléctrico/Hidráulico	1	87.76%
Eléctrico/motor	1	88.78%
Transmisión	1	89.80%
Freno	1	90.82%
Mantto	1	91.84%
Hidráulico / Eléctrico	1	92.86%
Mantenimiento/Eléctrico	1	93.88%
Llanta	1	94.90%
Lubricación	1	95.92%
Transmisión	1	96.94%
Control Remoto	1	97.96%



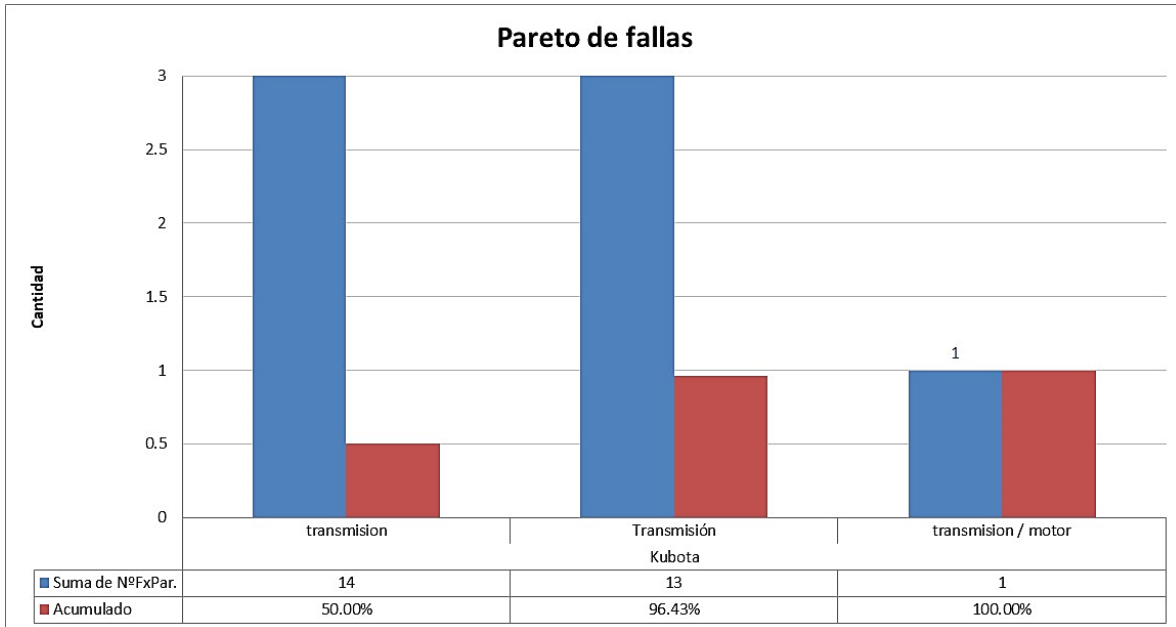
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N.º Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel LH203 (S217)	72	
Motor	16	22.22%
Hidráulico	13	40.28%
Llanta	11	55.56%
Electrico	8	66.67%
Transmisión	6	75.00%
Mantto	3	79.17%
Motor Diesel	2	81.94%
Cuchara	2	84.72%
llanta	2	87.50%
Hidráulico	1	88.89%
Sistema freno	1	90.28%
Chasis	1	91.67%
Neumático	1	93.06%
Transmisión	1	94.44%
estructura	1	95.83%
Cuchara	1	97.22%
Freno	1	98.61%
Transmisión/Motor	1	100.00%
Transmisión		100.00%
Motor /Electrico		100.00%
Mantenimiento		100.00%
Electrico		100.00%
Motor		100.00%



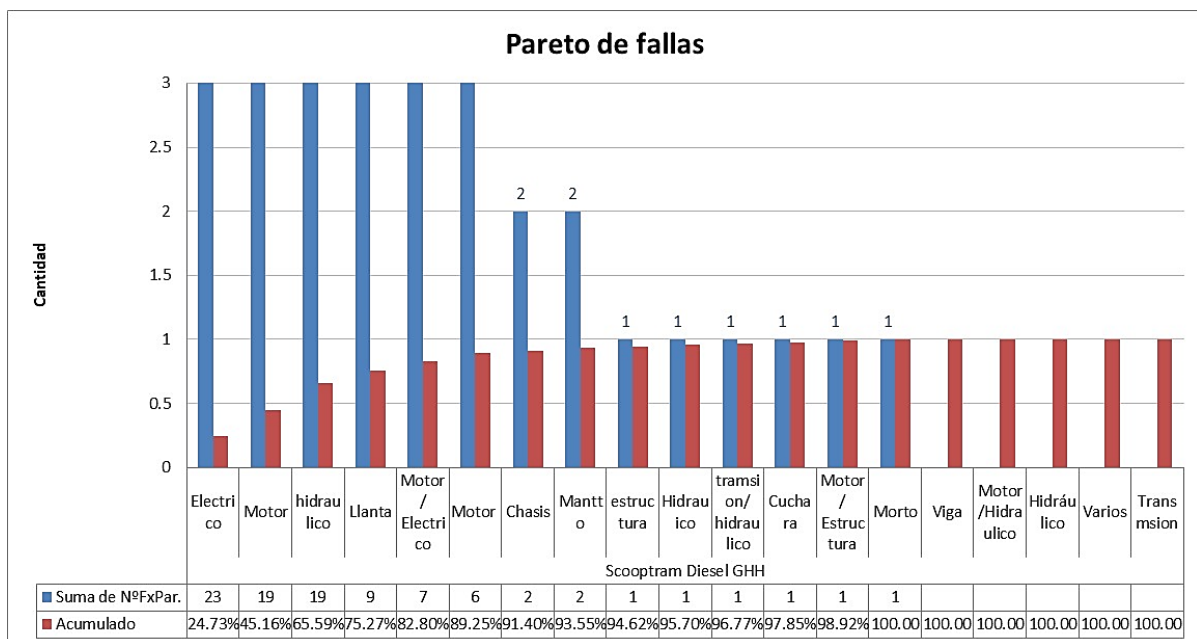
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila (KU-29)	Suma de N°Fx Parada	Acumulado
Kubota	28	
Transmisión	14	50.00%
Transmisión	13	96.43%
Transmisión / motor	1	100.00%
Total, general	28	



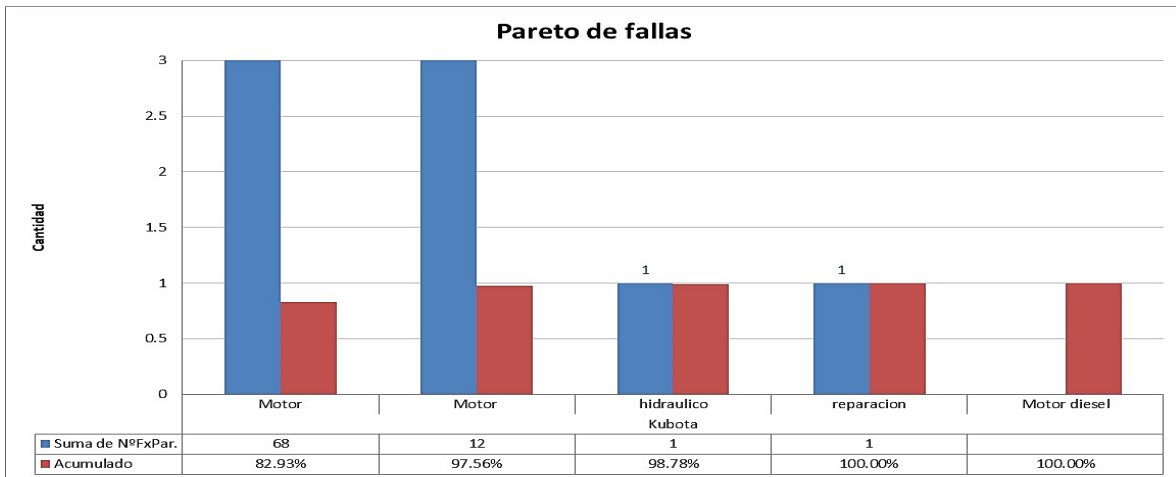
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de N°Fx Parada	Acumulado
Scooptram Diesel GHH (S218)	93	
Electrico	23	24.73%
Motor	19	45.16%
Hidráulico	19	65.59%
Llanta	9	75.27%
Motor / Electrico	7	82.80%
Motor	6	89.25%
Chasis	2	91.40%
Mantto	2	93.55%
estructura	1	94.62%
Hidráulico	1	95.70%
Transmisión/ Hidráulico	1	96.77%
Cuchara	1	97.85%
Motor / Estructura	1	98.92%
Motor	1	100.00%
Viga		100.00%
Motor/Hidráulico		100.00%
Hidráulico		100.00%
Varios		100.00%
Transmisión		100.00%
Total, general	93	



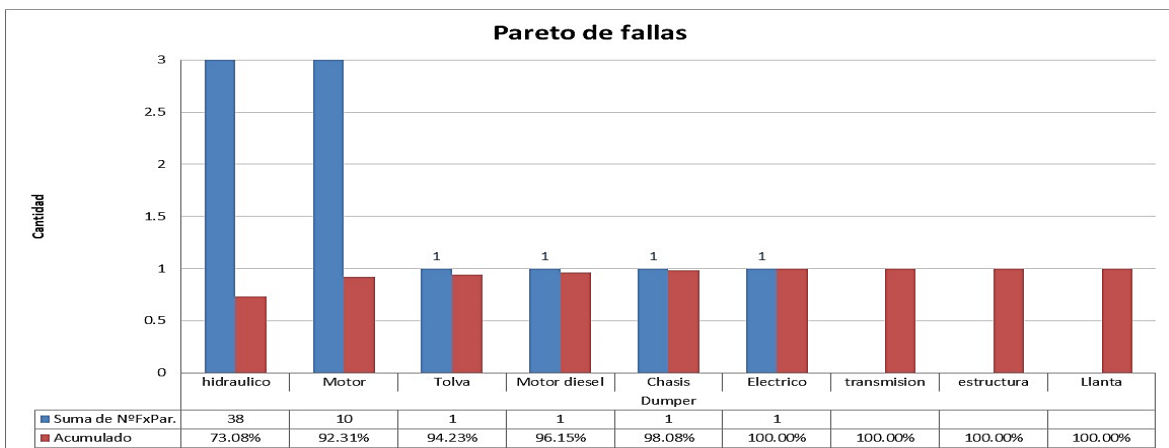
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de NºFx Parada	Acumulado
Kubota (KU-30)	82	
Motor	68	82.93%
Motor	12	97.56%
Hidráulico	1	98.78%
Reparación	1	100.00%
Motor Diesel		100.00%
Total general	82	



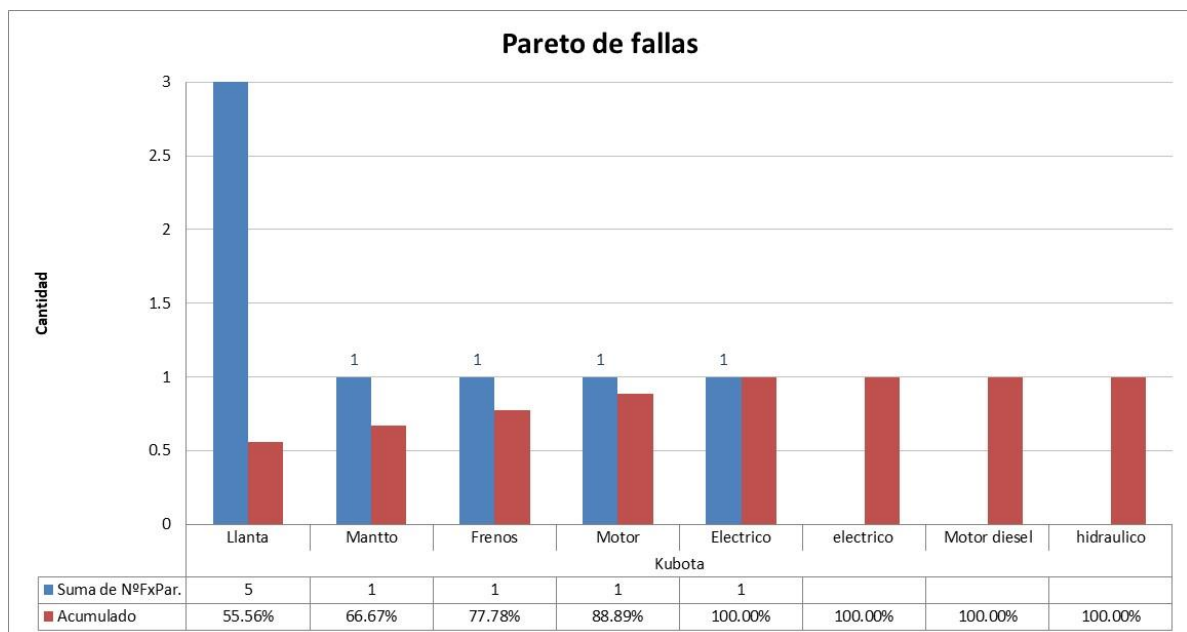
Nota: Fuente, Elaboración propia.

Etiquetas de fila	Suma de NºFx Parada	Acumulado
Dumper (DU-02)	52	
Hidráulico	38	73.08%
Motor	10	92.31%
Tolva	1	94.23%
Motor Diesel	1	96.15%
Chasis	1	98.08%
Electrico	1	100.00%
Transmisión		100.00%
estructura		100.00%
Llanta		100.00%
Total general	52	



Nota: Fuente, Elaboración propia.

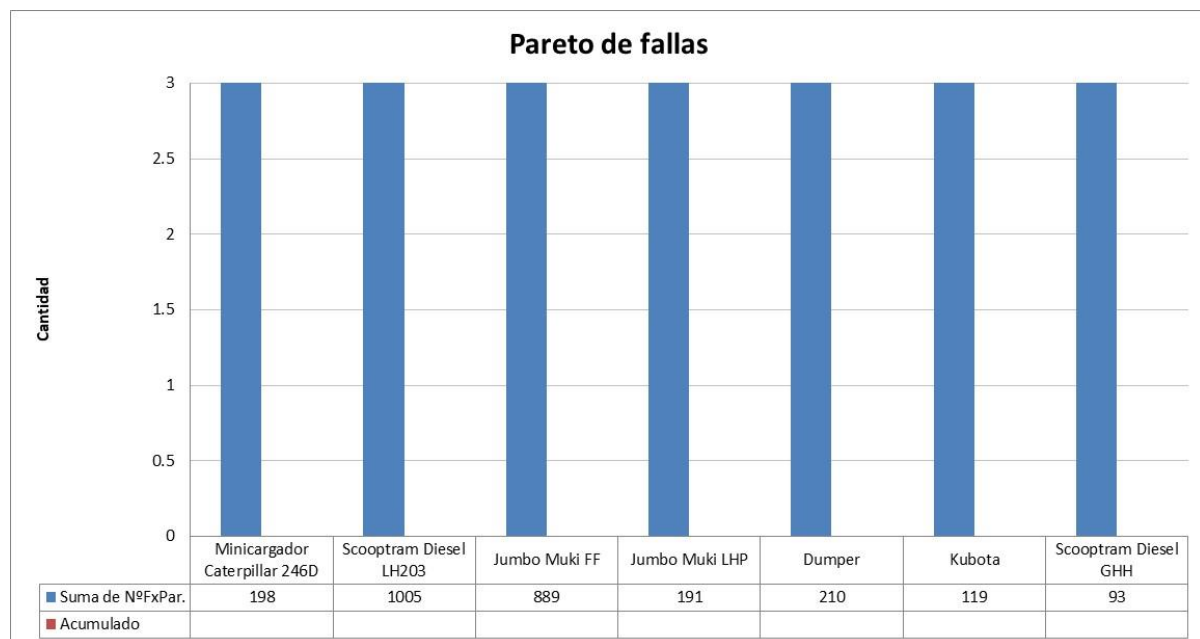
Etiquetas de fila	Suma de N°Fx Parada	Acumulado
Kubota (KU-31)	9	
Llanta	5	55.56%
Mantto	1	66.67%
Frenos	1	77.78%
Motor	1	88.89%
Electrico	1	100.00%
Electrico		100.00%
Motor Diesel		100.00%
Hidráulico		100.00%
Total, general	9	



Nota: Fuente, Elaboración propia.

Tabla 11.*Resumen general (26 semanas - todos los equipos)*

Etiquetas de fila	Suma de N° x parada.	Acumulado
Minicargador Caterpillar 246D	198	#N/D
Scooptram Diesel LH203	1005	#N/D
Jumbo Muki FF	889	#N/D
Jumbo Muki LHP	191	#N/D
Dumper	210	#N/D
Kubota	119	#N/D
Scooptram Diesel GHH	93	#N/D
Total, general	2705	

Nota: Fuente, Elaboración propia.**Figura 11.***Resumen total del Pareto de Fallas.**Nota:* Fuente, Elaboración propia.

Anexo 7: Informe Técnico – Servicio de Evaluación de Motor Diesel



INFORME TECNICO 05-09-2021.

A : **Pan American Silver S.A. – Unidad de producción Argentum s.a.**
 Ing. Víctor Romero/ing. Rommel Espinoza/ing. Erick Salas
 Mantenimiento Trackles.

DE : **MODIESEL S.R.L.**
 Tec. Juan Sosa Querevalu/Frank Brenis Javiel.

REF : **Servicio de evaluación del motor diésel Deutz: BF6L914, Serie: 08880311**
Perteneciente al equipo SCOOPTRAM LH – 203 N° interno: 214.

FECHA : **05 de setiembre de 2021.**

Mediante el siguiente informe le remito mis saludos cordiales y a su vez ponerle en conocimiento lo siguiente:

DATOS DEL EQUIPO

- **EQUIPO:** SCOOPTRAM.
- **MODELO:** LH – 203.
- **MOTOR:** DEUTZ
- **MODELO:** BF6L914
- **SERIE:** 08880311
- **KW:** 112.0 **HP:** 150 **RPM:** 2300
- **HOROMETRO DE MOTOR DIESEL:** 9827.5 horas (horómetro de tablero del equipo).

ANTECEDENTES DEL EQUIPO

- El área de mantenimiento de la empresa PAN AMERICAN SILVER, Unidad Argentum solicita realizar la evaluación del motor diésel, instalado en el equipo SCOOPTRAM LH-203.

TRABAJOS REALIZADOS AL MOTOR DIESEL

- **Día 04-09-21:** Se ingresa a interior mina nivel 510, realizando la coordinación con el ing. Erick Salas para la evaluación del motor diésel en mención.

Evaluación Inicial. Inspección externa.

- Manguera de admisión de ingreso hacia el turbo sobrealimentador completamente rota y acondicionada.
- Falta funda y varilla de medir aceite de motor diésel.
- Varilla de medir aceite no corresponde acondicionada.
- Fuga de aceite por manguera de retorno de turbo sobrealimentador.
- Fuga de aceite por cárter de motor diésel, se observa que dicho cárter fue desmontado.
- Inyectores completamente carbonizados y recalentados, tal como se evidencia:



Manguera de admisión rota.



Manguera de admisión con hueco.



Falta funda y varilla de medir aceite.



Varilla de medir aceite no corresponde.



Fuga aceite por manguera de retorno de turbo.



Fuga aceite por cárter de motor diésel.



Se acondiciono manguera de admisión.



Inyectores carbonizados y recalentados.

Trabajos realizados:

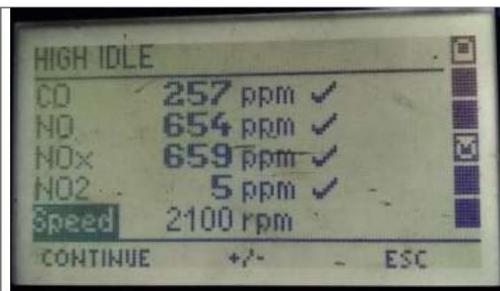
- Verificación de la holgura de válvulas del motor diésel, encontrándose descalibradas, tal como se evidencia:

Válvula	Cil. 01.	Cil. 02.	Cil. 03.	Cil. 04	Cil. 05.	Cil. 06	Corregido.
Admisión	0.20 mm.	0.20 mm.	0.25 mm.	0.25 mm.	0.20 mm.	0.25 mm	0.15 mm
Escape	0.25 mm.	0.25 mm.	0.25 mm.	0.25 mm.	0.20 mm.	0.20 mm	0.15 m

- Se procede al arranque del motor diésel, procediéndose a tomar los siguientes parámetros:
Rpm mínimo: 757 rpm.
Rpm máximo: 2424 rpm.
Presión de aceite: Mínimo: 40 psi / Máximo: 78 psi.
Temperatura del aceite del motor diésel: 83°C.
- Asi mismo se realiza medición de presión de compresión y monóxido, dándonos los siguientes valores:



Medición de presión de compresión.



Medición de monóxido antes del servicio.



Día 09-09-21: A solicitud del Ing: Erick Salas solicito el apoyo para el cambio de la bomba de inyección, debido a que dicha bomba de inyección del motor diésel había presentado rotura del eje de aceleración y había sido acondicionado. Se realizó la instalación de la bomba de inyección nueva proporcionada por el cliente con horómetro 9872.6 horas, se realiza las pruebas correspondientes dejándose operativo el motor diésel.

OBSERVACIONES:

- De acuerdo a los valores obtenidos de presión de compresión, se observa que los cilindros n° 4 – 6 se encuentran por debajo del rango mínimo de trabajo, lo cual esto indica que el motor diésel presenta desgaste interno de los componentes de la parte alta del motor diésel. Rango normal de presión de compresión 18 – 20 bar. En estas condiciones originara pérdida de fuerza - exceso de humo del motor diésel.
- Se observa que el cárter del motor diésel ha sido desmontado así mismo al momento de su instalación han colocado la plancha del cárter en mala posición, esto origina que la varilla de medir aceite ingrese incómodamente no sabiendo si la cantidad de aceite en el cárter es la correcta.

RECOMENDACIONES:

- ❖ Realizar la reparación parcial de la parte alta del motor diésel (culatas – pistones – cilindros).
- ❖ Realizar el cheque del sistema de inyección (bomba de inyección e inyectores).
- ❖ Realizar el chequeo de la holgura de válvulas del motor diésel cada 500 horas de trabajo.
- ❖ Realizar la verificación de las presiones del sistema del equipo en cada mantenimiento para así evitar posibles sobrecargas al motor diésel lo cual afectarían su funcionamiento.
- ❖ Realizar el chequeo de los filtros de admisión en cada guardia y realizar el cambio de ser necesario.
- ❖ Realizar el chequeo de las abrazaderas del sistema de admisión en cada mantenimiento.
- ❖ Realizar la limpieza del catalizador-silenciador en cada mantenimiento.
- ❖ Realizar la limpieza del tanque de combustible cada 1000 horas de trabajo.

CONCLUSION:

- Se finaliza con la evaluación, toma de parámetros del motor diésel, queda operativo.
- Se enviará listado de repuestos y cotización para dejar en óptimas condiciones de trabajo el motor diésel.

Atentamente.

M Y O DIESEL S.R.LTDA.

Tec. Juan Sosa Querevalu

Tec. Frank Brenis Javier

PAN AMERICAN SILVER S.A.
U – P. ARGENTUM S.A.
MANTENIMIENTO TRACKLES

Anexo 8: Programa de mantenimiento

Figura 12.

Programa de Mantenimiento de Equipos Pesados.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - EQUIPOS PESADO																													
#	EQUIPO	CANTIDAD	CANTIDAD	MONETARIO	EQUIPO	OT	OT	FREQ	EPI	FREQ	EPI	H	H	COSTO	COSTO	COMENTARIOS	LUN	MIE	MIE	MIE	MIE	MIE	MIE	MIE	MIE	MIE	MIE		
																												PREV	COSTO
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Figura 13.

Programa de Mantenimiento de Motores Diesel.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DIESEL - FLOTA ARGENTINA														
FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO
20/09/2021	2000		20/09/2021	2000		20/09/2021	2000		20/09/2021	2000		20/09/2021	2000	

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Figura 14.

Administración de Mantenimiento de Perforadoras.

ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO DE PERFORADORAS 2017 - 2018 - 2019 - 2020														
FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO	FECHA	REVISIÓN	COMENTARIO
11/13	1000		11/13	1000		11/13	1000		11/13	1000		11/13	1000	

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Figura 15.

Administración de Mantenimiento de Cucharas.

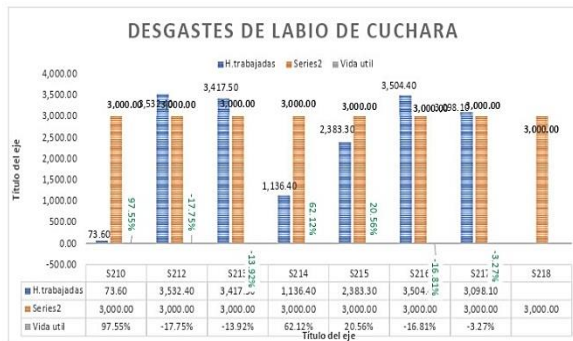
ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO DE CUCHARAS 2020 -2021																											
4-May-21																											
EQ. PADRE	HOROMETRO ACTUAL ACUMULADO	HOROMETRO ACTUAL	ESTADO	CAMBIO DE CUCHARA				PROMEDIO HORAS/MES	PROYECCION DE CAMBIO DE CUCHARA								Observación										
				HOROMETRO INSTALACION	F. INSTAL.	HORAS TRABAJADAS	HORAS DE PLAN		% DE VIDA	MES UTIL	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct		Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
S210	15.482.90	73.60	Cambio de comp. Res.	0.00	17.04-20	73.60	5,000.00	98.53%	440.00	11.0																	Equipo ingresado después de su reparación general 05-08-21
S212	15.214.00	16.233.90	Comp. Original	10,008.30	29-Dic-19	6,225.60	5,000.00	24.51%	440.00	0.0																	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 29/12/19
S213	12.747.20	12.747.20	Comp. Original	10,227.30	24-Oct-20	2,519.90	5,000.00	49.40%	440.00	0.0																	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 24/10/2020
S214	8.544.40	8.544.40	Comp. Original	8,495.80	21-May-21	48.60	5,000.00	99.83%	440.00	11.0																	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 21/05/2021
S215	7.603.30	7.603.30	Comp. Original	6,248.90	7-Feb-21	1,354.40	5,000.00	72.81%	440.00	0.0																	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 07/02/2021
S216	2.388.80	2.388.80	Comp. Original	18.00	1-Ene-20	2,383.80	5,000.00	52.38%	440.00	0.0																	Requiere reparacion labio de cuchara
S217	4.164.20	4.164.20	Comp. Original	2,433.90	27-Dic-20	1,730.30	5,000.00	63.39%	440.00	0.0																	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 27/12/2020
S218	951.80	951.80	Comp. Original	0.00	3-Mar-21	951.80	5,000.00	89.96%	440.00	0.0																	Cuchara original

Nota: Fuente, Elaboración propia.

Figura 16.

Historial de Correctivos de Cucharas - Labio.

HISTORIAL DE CORRECTIVOS CUCHARAS - LABIO 2020 - 2021													
26/05/2021													
Cambio de Cuchara							Cambio Labio						
Horometro Actual	Codigo Cuchara	Fecha	Horometro De Instalacion	HORAS TRABAJADAS	Horas Plan	Vida Util	Fecha	Horometro de De Instalacion	Horas Trabajadas	Horas Plan	Vida UBI	Comentarios	
73.60		5-Ago-21	0.00	73.60	5,000.00	98.53%	1/01/2021	0.00	73.60	3,000.00	97.55%	Se cambia cuchara reparada por RGR, se instala el 01/01/2021.	
16,233.90		29-Dic-19	10,008.30	6,225.60	5,000.00	24.51%	9/07/2020	12,701.50	3,532.40	3,000.00	-17.75%	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 29/12/19	
13,644.80		24-Oct-20	10,227.30	3,417.50	5,000.00	31.65%	2/03/2020	10,227.30	3,417.50	3,000.00	-13.92%	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 24/10/2020	
9,632.20		21-May-21	8,495.80	1,136.40	5,000.00	77.27%	21/05/2021	8,495.80	1,136.40	3,000.00	62.12%	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 21/05/2021	
8,632.20		7-Feb-21	6,248.90	2,383.30	5,000.00	52.33%	7/02/2021	6,248.90	2,383.30	3,000.00	20.56%	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 07/02/2021	
3,504.40		1-Ene-20	0.00	3,504.40	5,000.00	29.91%	1/01/2020	0.00	3,504.40	3,000.00	-16.81%	Requiere reparacion labio de cuchara	
5,532.00		27-Dic-20	2,433.90	3,098.10	5,000.00	38.04%	27/12/2020	2,433.90	3,098.10	3,000.00	-3.27%	Se cambia cuchara reparada por RGR, se ejecuta el 27/12/2020	
951.80		3-Mar-21	0.00	951.80	5,000.00	89.96%	3/03/2020	0.00	951.80	3,000.00	68.27%	Cuchara original	



Nota: Fuente, Elaboración propia.

Figura 17.

Estatus de Neumáticos.

PAN AMERICAN SILVER		ESTATUS DE NEUMÁTICOS FECHA: 27-05-2021																				Mantenimiento Equipo Pesado Manuella							
equipo	ITEM	CODIGO	MARCA	DISEÑO	MEDIDAS	SERIE	REMIT FISCAL	FECHA INSTAL.	HOROM INSTAL.	FECH INSPC.	HOR INSP.	EQUIPO	POS.	BTT	EXT	4-WE	RESMANT MEDIO	RESMANT PROM.	PAG. SECH.	TAPA VALV.	HOROM ACTUAL	MOTIVO DE RETIRO	SCRAP.	RETIEN.	PRECIO	HORAS RODADAS	Costo 16/H	CONDICION	
S210-1	1	265	MICHELIN	XKAD2+	11.00X20		57	8-Ago	10.0	8-Ago	10.0	5200	P1	50	50	90	15,574.5								3,150.00	15,564.5	0.20	NUEVO	
S210-2	2	266	MICHELIN	XKAD2+	11.00X20		57	8-Ago	10.0	8-Ago	10.0	5200	P2	50	50	90	15,574.5									3,150.00	15,564.5	0.20	NUEVO
S210-3	3	268	MICHELIN	XKAD2+	11.00X20		57	8-Ago	10.0	8-Ago	10.0	5200	P3	50	50	82	15,574.5									3,150.00	15,564.5	0.20	NUEVO
S210-4	4	269	MICHELIN	XKAD2+	11.00X20		57	8-Ago	10.0	8-Ago	10.0	5200	P4	50	50	82	15,574.5									3,150.00	15,564.5	0.20	NUEVO
S213-1	1	364	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	10-May	12,774.0	29-Jul	13,700.0	5213	P1	34	18	75	95	13,200.0								3,130.00	130.0	1.35	NUEVO
S213-2	2	365	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	10-May	12,774.0	29-Jul	13,700.0	5213	P2	0	2	75	95	13,200.0								3,130.00	130.0	1.35	NUEVO
S213-3	3	370	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	19-Abr	12,395.8	25-Jul	12,774.0	5213	P3	41	40	40.5	80	12,774.0								3,130.00	370.2	1.28	NUEVO
S213-4	4	371	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	19-Abr	12,395.8	25-Jul	12,774.0	5213	P4	42	40	41	80	12,774.0								3,130.00	370.2	1.28	NUEVO
S214-1	1	362	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	7-Jul	8,712.1	20-Jul	8,364.0	5214	P1	40	35	37.5	86	8,364.0								3,130.00	611.9	4.40	NUEVO
S214-2	2	363	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	7-Jul	8,712.1	20-Jul	8,364.0	5214	P2	40	40	40	86	8,364.0								3,130.00	611.9	4.40	NUEVO
S214-3	3	371	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	20-May	8,558.7	23-Jul	8,364.0	5214	P3	30	30	30	89	8,364.0								3,130.00	834.3	3.85	NUEVO
S214-4	4	373	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	20-May	8,558.7	23-Jul	8,364.0	5214	P4	35	25	30	89	8,364.0								3,130.00	834.3	3.85	NUEVO
S215-1	1	266	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	16-Feb	6,933.2	27-May	7,618.9	5215	P1	22	14	18	96	7,618.9								3,130.00	1,303.7	2.40	USADO
S215-2	2	267	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	16-Feb	6,933.2	27-May	7,618.9	5215	P2	18	18	22	96	7,618.9								3,130.00	1,303.7	2.40	USADO
S215-3	3	274	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	19-May	7,471.8	27-May	7,618.9	5215	P3	47	47	47	89	7,618.9								3,130.00	137.3	18.90	NUEVO
S215-4	4	275	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	26-May	7,423.0	27-May	7,618.9	5215	P4	37	37	37	89	7,618.9								3,130.00	5.9	335.51	NUEVO
S216-1	1	236-1	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	27-Oct	4,313.0	26-Oct	4,347.0	5216	P1	35	35	35	96	4,347.0								3,130.00	16.0	188.63	NUEVO
S216-2	2	236-2	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	27-Oct	4,313.0	26-Oct	4,347.0	5216	P2	35	35	35	96	4,347.0								3,130.00	16.0	188.63	NUEVO
S216-3	3	236-3	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	11-May	2,329.5	26-Oct	4,347.0	5216	P3	35	35	35	89	4,347.0								3,130.00	2,117.3	1.40	NUEVO
S216-4	4	236-4	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	11-May	2,329.5	26-Oct	4,347.0	5216	P4	30	32	31	89	4,347.0								3,130.00	2,117.3	1.40	NUEVO
S217-1	1	217-1	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	23-Ene	2,866.7	2-Qu	6,087.7	5217	P1	7	7	7	96	6,087.7								3,130.00	3,272.0	0.87	USADO
S217-2	2	217-2	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	23-Ene	2,866.7	2-Qu	6,087.7	5217	P2	7	7	7	96	6,087.7								3,130.00	3,272.0	0.87	USADO
S217-3	3	217-3	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	7-Ene	2,382.0	2-Qu	6,087.7	5217	P3	22	22	22	89	6,087.7								3,130.00	3,511.7	0.88	USADO
S217-4	4	217-4	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	7-Ene	2,382.0	2-Qu	6,087.7	5217	P4	21	21	21	89	6,087.7								3,130.00	3,511.7	0.88	USADO
S218-1	1	218-1	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	9-Feb	30.0	19-Jul	1,515.8	5218	P1	9	9	9	96	1,515.8								3,130.00	1,515.8	2.38	USADO
S218-2	2	218-2	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	9-Feb	30.0	19-Jul	1,515.8	5218	P2	9	9	9	96	1,515.8								3,130.00	1,515.8	2.38	USADO
S218-3	3	274	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	6-Jul	1,397.0	19-Jul	1,515.8	5218	P3	57	57	57	88	1,515.8								3,130.00	28.6	109.44	NUEVO
S218-4	4	277	MANE KING	XMIN02	11.00X20		57	6-Jul	1,397.0	19-Jul	1,515.8	5218	P4	57	57	57	88	1,515.8								3,130.00	28.6	109.44	NUEVO
DU01-1	1	001-1	MICHELIN	XMIN02	8.5 x 20		57	10-Abr	2058.9	24-May	2,257.9	DU01	P1	46	42	45	96	3,165.9								966.6	1,107.0	0.87	NUEVO
DU01-2	2	001-2	MICHELIN	XMIN02	8.5 x 20		57	16-Abr	2058.9	24-May	2,257.9	DU01	P2	46	45	45.5	96	3,165.9								966.6	1,107.0	0.87	NUEVO
DU01-3	3	001-3	MICHELIN	XMIN02	8.5 x 20		57	23-Abr	2058.9	24-May	2,257.9	DU01	P3	30	37	35.5	89	3,165.9								966.6	1,107.0	0.87	NUEVO
DU01-4	4	001-4	MICHELIN	XMIN02	8.5 x 20		57	23-Abr	2058.9	24-May	2,257.9	DU01	P4	30	37	33.5	89	3,165.9								966.6	1,107.0	0.87	NUEVO
MO01-1	1	002-1	MANE KING	XMIN02	25 x 10.0		28	18-Mar	5240.1	27-May	6,015.9	MO01	P1	34	12	13	80	6,015.9								3,130.00	2,775.2	1.13	USADO
MO01-2	2	002-2	MANE KING	XMIN02	25 x 10.0		28	18-Mar	5240.1	27-May	6,015.9	MO01	P2	12	8		80	6,015.9								3,130.00	2,775.2	1.13	USADO
MO01-3	3	002-3	MANE KING	XMIN02	25 x 10.0		23	20-Feb	6060.1	27-May	6,015.9	MO01	P3	18	18	18	70	6,015.9								3,130.00	1,052.2	2.87	NUEVO
MO01-4	4	002-4	MANE KING	XMIN02	25 x 10.0		23	20-Feb	6060.1	27-May	6,015.9	MO01	P4	10	10	10	70	6,015.9								3,130.00	1,052.2	2.87	NUEVO
J119-1	1	19	MICHELIN	XMIN02	7.50-15		80	1-Ene	1.5	27-May	1,208.1	J119	P1	11	10	10.5	92	1,208.1								574.47	1,203.8	0.40	NUEVO
J119-2	2	20	MICHELIN	XMIN02	7.50-15		80	1-Ene	1.5	27-May	1,208.1	J119	P2	8	8		92	1,208.1								574.47	1,203.8	0.40	NUEVO
J119-3	3	21	MICHELIN	XMIN02	7.50-15		80	1-Ene	1.5	27-May	1,208.1	J119	P3	17	15	18	90	1,208.1								574.47	1,203.8	0.40	USADO
J119-4	4	22	MICHELIN	XMIN02	7.50-15		80	1-Ene	1.5	27-May	1,208.1	J119	P4	17	17	17	90	1,208.1								574.47	1,203.8	0.40	USADO
J120-1	1	15	MIFAS	PORK LYF	7.50-15		80	19-Jul	2,864.1	27-May	3,395.1	J120	P1	41	40	40.5	90	3,395.1								574.47	551.0	1.08	NUEVO
J120-2	2	16	MIFAS	PORK LYF	7.50-15		80	19-Jul	2,864.1	27-May	3,395.1	J120	P2	39	39	39	87	3,395.1								574.47	551.0	1.08	NUEVO
J120-3	3	17	MIFAS	PORK LYF	7.50-15		80	1-Abr	4.5	27-May	3,395.1	J120	P3	18	15	15.5	85	3,395.1								574.47	3,390.6	0.17	USADO
J120-4	4	18	MIFAS	PORK LYF	7.50-15		80	1-Abr	4.5	27-May	3,395.1	J120	P4	21	21	21	84	3,395.1								574.47	3,390.6	0.17	USADO
J115-1	1	88	MICHELIN	P-08	7.5-15		80	19-May	1815.2	27-May	1,958.6	J115	P1	39	39	37	90	1,958.6								574.47	2,445.2	0.27	NUEVO
J115-2	2	70	MICHELIN	P-08	7.5-15		80	10-May	1815.2	27-May	1,958.6	J115	P2	34	35	34.5	91	1,958.6								574.47	2,445.2	0.27	NUEVO
J115-3	3	2844	MIFAS	P-08	7.5-15		80	5-Abr	809.8	27-May	1,958.6	J115	P3	35	34	33.5	87	1,958.6								574.47	1,448.8	0.18	USADO
J115-4	4	2815	MIFAS	P-08	7.5-15		80	5-Abr	809.8	27-May	1,958.6	J115	P4	40	40	40	85	1,958.6								574.47	1,448.8	0.18	USADO
J129-1	1	29-01	MICHELIN	P-08	7.5-15		80	14-Oct	1088.1	27-May	1,415.2	J129	P1	30	30	30	90	1,454.6								574.47	386.5	1.40	NUEVO
J129-2	2	29-02	MICHELIN	P-08	7.5-15		80	14-Oct	1088.1	27-May	1,415.2	J129	P2	30	30	30	91	1,454.6								574.47	386.5	1.40	NUEVO
J129-3	3	29-03	MIFAS	P-08	7.5-15		80	1-Jun	5.7	27-May	1,415.2	J129	P3	35	35	35	87	1,454.6								574.47	1,448.8	0.40	USADO
J129-4	4	29-04	MIFAS	P-08	7.5-15																								