

Estrategias de confiabilidad y planeación de mantenimiento en la minería

Jacob Mendoza Ureche



**Practica presentada a optar el título de
Ingeniero Mecánico**

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2025

Estrategias de confiabilidad y planeación de mantenimiento en la minería

Jacob Mendoza Ureche

**Practica presentada a optar el título de
Ingeniero Mecánico**

Director

Rolando Enrique Guzmán Lopez

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Este espacio se lo dedico a mi familia y en especial a mi madre que fueron un pilar fundamental en todo momento apoyándome e influenciándome a seguir adelante y no rendirme, para ser exitoso en un futuro y gracias a ello he llegado hasta el final de esta etapa muy bonita, además de ser un logro tanto para mí como mi familia y es por ello que me gustaría dedicar este proyecto a mi madre, padre y hermano sé que fue un arduo trabajo llegar hasta acá pero hemos sido capaces de lograr el objetivo que todos queríamos en especial mi persona.

Agradecimientos

Solo queda agradecer a todos los que han sido parte de este proyecto, es un orgullo para mi decir que mi familia me ayudo en todo momento y estuvo al pendiente cada día sobre cómo fueron mis prácticas, si necesitaba alguna herramienta, si estaba cómodo, me lleno de felicidad saber que no estaba solo en esto y es gracias a eso que pude lograr exitosamente este último paso para ser lo que siempre he querido, un Ingeniero mecánico.

Contenido

Introducción	16
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos.....	19
Capítulo 1: Plan de trabajo.....	20
Capítulo 2: Tareas a Realizar	21
Mes 3: Optimización de mantenimiento preventivo y evaluación de KPI's.....	21
Mes 4: Consolidación del mantenimiento preventivo.....	21
Mes 5: Revisión profunda	22
Mes 5: Seguimiento, implementación y mejora continua	22
Capítulo 3 Responsabilidades asumidas	23
Inspección y Recopilación de información	23
Recolección de especificaciones técnicas de los equipos:.....	23
Mapeo de la ubicación y distribución de los sistemas:.....	23
Esta actividad se dividió en dos partes:	24
Desarrollo de formatos de gestión de mantenimiento	28
Formato de orden de trabajo (Actualización)	28
Formato de inspección de equipos.....	29
Formato de entrega y recepción de equipos	30
Cartillas de mantenimiento	31
Formato de backlog de mantenimiento	33

Capacitación e introducción del personal a los nuevos formatos de gestión de mantenimiento	34
Planificación de la capacitación	34
Objetivos de la capacitación	34
Materiales	34
Integración de los formatos en el proceso diario	35
Desarrollo de plantillas en Excel dinámicas para mejorar la trazabilidad en las actividades de mantenimiento.....	36
Reporte diario de mantenimiento	37
KPI's de mantenimiento	37
Base de datos de backlogs de mantenimiento	38
Frecuencia de mantenimiento de los equipos.....	40
Identificación de los equipos críticos	41
Análisis del comportamiento de los equipos	41
Revisión de recomendaciones del fabricante.....	41
Establecimiento de intervalos de mantenimiento basado en el análisis de KPI's	41
Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y ajuste de frecuencias	41
Monitoreo continuo y ajustes dinámicos	42
Capacitación para el buen diligenciamiento de las plantillas de Excel.....	42
Reporte diario de mantenimiento	43
KPI's de mantenimiento	43
Base de datos de backlogs	44
Presentación de indicadores	45

Presentación de los KPI's de mantenimiento	45
Presentación del plan semanal de mantenimiento	46
Gestión en el ERP	48
Generación de informes.....	51
Recepción de equipos.....	52
Plan de mantenimiento de equipos de Izaje	55
Capítulo 4 Herramientas utilizadas	57
ERP (Oracle):	57
Microsoft Office:.....	57
Herramientas de comunicación:	57
Herramientas avanzadas de inspección:	57
Capítulo 5 Relación con el personal y áreas	59
Capítulo 6 Habilidades adquiridas	61
Capítulo 7 Conocimientos nuevos	63
Capítulo 8 Logros alcanzados	64
Conclusiones	65
Referencias.....	66

Listado de tablas

Tabla 1 Plan de trabajo	20
-------------------------------	----

Lista de figuras

Figura 1 Winche de arrastre.....	24
Figura 2 Placa técnica de Winche.....	25
Figura 3 Motor eléctrico (Placa de numero de activo)	25
Figura 4 Jumbo Frontonero de dos brazos.....	26
Figura 5 Sistema de bombeo.....	26
Figura 6 Sistema de ventilación.....	27
Figura 7 Formato orden de trabajo.....	28
Figura 8 Formato inspección de equipos (Vagonetas).....	29
Figura 9 Formato de entrega y recepción de equipos pesados.....	30
Figura 10 Cartilla de lubricación (Scooptram)	31
Figura 11 Cartilla de repuestos (Dumper TH315).....	32
Figura 12 Cartilla de mantenimiento (Dumper TH315)	32
Figura 13 Formato Backlog	33
Figura 14 Capacitación OT	36
Figura 15 Capacitación Backlog e Informes en el ERP.....	36
Figura 16 Informe diario de la supervisión.....	38
Figura 17 Informe de Kpi´s.....	39
Figura 18 Base de datos backlog	39
Figura 19 Kpi´s backlog.....	40
Figura 20 Frecuencia de mantenimiento (Scooptram).....	42
Figura 21 Kpi´s presentados	47
Figura 22 Plan semanal presentado.....	47
Figura 23 Llenado de OT en el ERP	48

Figura 24	Llenado de pedidos especiales.....	49
Figura 25	Solicitud de pedidos especiales	50
Figura 26	Recepción de pedidos especiales.....	50
Figura 27	Aprobación de repuestos	51
Figura 28	Informe de repuestos para existentes PM.....	52
Figura 29	Excavadora sobre ruedas con martillo.....	53
Figura 30	Excavadora sobre ruedas con martillo (Motor).....	53
Figura 31	Excavadora sobre ruedas con martillo (Brazo, pala y martillo)	54
Figura 32	Demoledor de rocas TRAMAC.....	54
Figura 33	Demoledor de rocas TRAMAC.....	55
Figura 34	Plan de mantenimiento de equipos de Izaje	56

Glosario

Backlogs: se listas priorizadas de tareas o requisitos en la metodología Scrum, utilizadas para planificar y gestionar actividades dentro de un proyecto, clasificadas como product backlog (elementos generales) y sprint backlog (elementos específicos) (Schwaber & Sutherland, 2020).

Capacitación: Proceso de enseñanza y aprendizaje dirigido al personal para desarrollar competencias específicas, como el uso de herramientas, metodologías y técnicas implementadas en un proyecto (Chiavenato, 2017).

CMMS (Computerized Maintenance Management Systems): Software diseñado para planificar monitorear y registrar actividades de mantenimiento, optimizando recursos y asegurando la trazabilidad de los procesos (Mobley, 2002).

Disponibilidad Basada en Confiabilidad: Estrategia de mantenimiento centrada en maximizar la disponibilidad operativa mediante un enfoque en la prevención de fallas críticas, basada en la confiabilidad de los equipos (Moubray, 1997).

Disponibilidad Operativa: Capacidad de un equipo o sistema para estar en funcionamiento y cumplir su propósito durante un periodo específico, considerando tiempos de operación y mantenimiento (Mobley, 2002).

ERP (Enterprise Resource Planning): Sistema de planificación de recursos empresariales que integra diferentes áreas de una organización, como inventarios, mantenimiento y finanzas, en una única plataforma para optimizar la gestión y el flujo de información (Monk & Wagner, 2012).

Fiabilidad: Probabilidad de que un equipo o sistema funcione sin fallas durante un periodo específico bajo condiciones operativas normales (Moubray, 1997).

Indicadores Clave de Desempeño (KPI's): Métricas utilizadas para medir y evaluar la efectividad de procesos específicos, como el tiempo promedio de reparación (MTTR), el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el cumplimiento de planes de mantenimiento (Parmenter, 2015).

Izaje: Proceso de levantar, mover o posicionar cargas pesadas mediante el uso de equipos especializados, como grúas o sistemas de poleas, siguiendo estrictas normativas de seguridad (Chiavenato, 2017).

Mantenimiento Correctivo: Estrategia de mantenimiento que aborda fallas imprevistas en los equipos, enfocándose en restaurar su funcionalidad en el menor tiempo posible (Mobley, 2002).

Mantenimiento Preventivo: Conjunto de actividades programadas para inspeccionar y mantener equipos en condiciones óptimas, reduciendo la probabilidad de fallas imprevistas (Mobley, 2002).

Mantenimiento Predictivo: Estrategia basada en el análisis de datos y monitoreo de condiciones de los equipos para prever fallas antes de que ocurran (Mobley, 2002).

Metodología Scrum: Marco ágil de trabajo utilizado para gestionar proyectos de manera iterativa e incremental, promoviendo la colaboración, la adaptación y la entrega rápida de valor mediante sprints y el uso de backlogs (Schwaber & Sutherland, 2020).

MTBF (Mean Time Between Failures): Tiempo promedio entre fallas de un equipo, utilizado como indicador de confiabilidad para evaluar el rendimiento de un sistema (Moubray, 1997).

MTTR (Mean Time to Repair): Tiempo promedio requerido para reparar un equipo o sistema después de una falla, utilizando como métrica de eficiencia del mantenimiento (Mobley, 2002).

RCM (Reliability Centered Maintenance): Metodología enfocada en garantizar la confiabilidad de los equipos mediante el diseño de estrategias de mantenimiento basadas en su criticidad y función operativa (Moubray, 1991).

Stock: Conjunto de materiales, repuestos o recursos almacenados para garantizar la disponibilidad oportuna durante las operaciones, minimizando interrupciones (Monk & Wagner, 2012).

Trazabilidad: Capacidad de rastrear y documentar todas las etapas de un proceso o actividad, asegurando la transparencia y el control en la gestión de datos e información (Monk & Wagner, 2012).



Resumen general de trabajo de grado en español

TITULO: Estrategias de confiabilidad y planeación de mantenimiento en la minería

AUTOR(ES): Jacob Mendoza Ureche

PROGRAMA: Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): Rolando Enrique Guzmán López

RESUMEN

El presente trabajo de grado se centró en el diseño e implementación de un sistema integral de gestión de mantenimiento en el sector minero, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y garantizar la sostenibilidad de las actividades. Se desarrollaron estrategias específicas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, respaldadas por el uso de herramientas tecnológicas avanzadas como sistemas ERP y plantillas dinámicas en Excel, que facilitaron la trazabilidad de los procesos y la gestión de datos críticos. Además, se estableció una metodología sistemática para identificar y medir indicadores clave de desempeño (KPI's), incluyendo parámetros como el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo promedio de reparación (MTTR), lo que permitió evaluar y optimizar el desempeño de los equipos. La colaboración entre departamentos, como Operación Mina, Almacén y Planeación, fue fundamental para alinear los objetivos de mantenimiento con las metas estratégicas de la organización. Se implementaron metodologías ágiles como Scrum para optimizar la gestión de activos, asegurando una planificación eficiente y adaptable a las necesidades de la operación. Además, se integraron prácticas rigurosas de inspección que garantizaron el correcto funcionamiento de los equipos gracias a la capacitación del personal sobre las nuevas herramientas y procesos, fomentando una cultura de mejora continua y adaptación al cambio. Los resultados demostraron una notable reducción en costos, tiempos de inactividad y fallas operativas, consolidando un modelo replicable que puede ser adaptado a otras operaciones mineras o industriales. Este proyecto representa un enfoque innovador y práctico que combina tecnológica, metodologías internacionales y recursos humanos para alcanzar una gestión de mantenimiento óptima y sostenible.

PALABRAS CLAVE:

Metodología Scrum – trazabilidad – ERP – Mantenimiento Preventivo – Mantenimiento Correctivo – Mantenimiento Predictivo – Excel – Sostenibilidad – gestión de activos – MTBF – MTTR – KPI's

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



General summary of work of grade

TITLE: Strategies for Reliability and Maintenance Planning in Mining

AUTHOR(S): Jacob Mendoza Ureche

FACULTY: Mechanical Engineering

DIRECTOR: Rolando Enrique Guzmán López

ABSTRACT

This thesis focused on the design and implementation of an integrated maintenance management system in the mining sector, aimed at improving operational efficiency and ensuring the sustainability of activities. Specific strategies for preventive, predictive, and corrective maintenance were developed, supported by advanced technological tools such as ERP systems and dynamic Excel templates, which facilitated process traceability and the management of critical data. Additionally, a systematic methodology was established to identify and measure key performance indicators (KPIs), including parameters such as Mean Time Between Failures (MTBF) and Mean Time to Repair (MTTR), enabling the evaluation and optimization of equipment performance. Collaboration between departments, such as Mine Operations, Warehouse, and Planning, was fundamental in aligning maintenance objectives with the organization's strategic goals. Agile methodologies like Scrum were implemented to optimize asset management, ensuring efficient planning adaptable to operational needs. Moreover, rigorous inspection practices were integrated to guarantee the proper functioning of equipment, supported by personnel training on new tools and processes, fostering a culture of continuous improvement and adaptation to change. The results demonstrated a significant reduction in costs, downtime, and operational failures, consolidating a replicable model that can be adapted to other mining or industrial operations. This project represents an innovative and practical approach that combines technology, international methodologies, and human resources to achieve optimal and sustainable maintenance management.

KEYWORDS:

Scrum Methodology – traceability – ERP – Preventive Maintenance –
 Corrective Maintenance – Predictive Maintenance – Excel –
 Sustainability – asset management – MTBF – MTTR – KPIs

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

A continuación se repasarán algunos conceptos base para tener presente, ya que son muy importantes en el mantenimiento y de esa manera la comprensión de cada capítulo se hace más entendible para todo el que lo quiera leer.

En la industria minera, el mantenimiento de los equipos juega un papel crucial en la eficiencia operativa y en la reducción de costos. Debido a la naturaleza de las operaciones mineras, suelen involucrar maquinaria pesada y condiciones de trabajo extremas, el mantenimiento adecuado es fundamental para evitar fallas costosas y tiempos de inactividad no planificados. Tradicionalmente, el mantenimiento correctivo (que solo se realiza cuando ocurre la falla) fue el enfoque predominante, pero hoy en día, las empresas mineras están migrando hacia un mantenimiento preventivo para maximizar la disponibilidad de equipos y alargar su vida útil. El mantenimiento preventivo se ha consolidado como una estrategia clave para garantizar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos en las minas. Según Kumar, S., & Soni, P (2016) en su libro “Manual de ingeniería de mantenimiento”, un enfoque preventivo bien implementado puede reducir significativamente los costos operativos, incrementar la productividad de las máquinas y minimizar las interrupciones en la producción, lo cual es esencial en una industria como la minería, donde el tiempo de inactividad puede tener repercusiones económicas considerables.

Un pilar fundamental en la transición hacia el mantenimiento preventivo es el uso de Indicadores Clave de Desempeño (KPI's), los cuales permiten medir y analizar de manera precisa el rendimiento de los equipos mineros. Estos KPI's incluyen el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), y la disponibilidad de los equipos, los cuales ayudan a predecir las fallas antes de que ocurran y a planificar intervenciones con

anticipación. En el contexto minero, el análisis de KPI's no solo ayuda a mejorar la gestión del mantenimiento, sino que también permite a las empresas optimizar sus recursos y reducir riesgos. Mobley, R. K. (2002), en su obra "Introducción al mantenimiento predictivo", destaca la importancia de integrar la predicción de fallas en los procesos de mantenimiento, algo esencial en la minería, donde el reemplazo de equipos o su reparación puede ser extremadamente costoso.

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora (CMMS) es también una herramienta esencial en las operaciones mineras. Según Stewart, M., & Sutherland, J. (2014) en "Manual de ingeniería de confiabilidad", un CMMS no solo facilita la programación y el seguimiento de las actividades de mantenimiento preventivo, sino que también proporciona una trazabilidad completa de las intervenciones realizadas. En el sector minero, donde los equipos están en operación constante y las condiciones son difíciles, el CMMS permite a las empresas gestionar eficazmente el mantenimiento y tener una visión clara de los equipos críticos que necesitan atención urgente.

A medida que las minas avanzan hacia un enfoque preventivo, la frecuencia de mantenimiento debe ajustarse según el rendimiento y las condiciones de los equipos. La implementación de un calendario de mantenimiento bien estructurado permite a las empresas evitar el mantenimiento excesivo o insuficiente, ambos costosos en termino de tiempo y recursos. Como afirman Kumar & Soni (2016), esta planificación debe ser dinámica y ajustarse según el comportamiento de los equipos, optimizando así tanto los costos de operación como la productividad.

Es en este contexto donde la metodología Scrum, ampliamente utilizada en el desarrollo de proyectos ágiles, puede ofrecer un valor significativo para la gestión de mantenimiento. Scrum promueve una planificación iterativa y flexible, lo que permite a las empresas mineras

ajustar sus enfoques de mantenimiento de manera más efectiva. Un elemento clave de Scrum son los backlogs, que son listas de tareas o elementos pendientes, priorizados según su importancia y urgencia. Los backlogs de mantenimiento en la minería pueden ayudar a organizar y gestionar las intervenciones necesarias de manera eficiente, asegurando que las tareas de mantenimiento más críticas se aborden primero, mientras que las menos urgentes se programen en ciclos posteriores. Esta metodología permite una mayor visibilidad, seguimiento y adaptabilidad, contribuyendo a mejorar la gestión del mantenimiento en un entorno minero complejo y en constante cambio.

En conclusión, la transformación del mantenimiento correctivo hacia el preventivo en el sector minero no solo ayuda a reducir costos operativos, sino que también mejora la eficiencia de las operaciones y la seguridad de los trabajadores. Al integrar KPI's, CMMS y prácticas de mantenimiento estructuradas, las empresas mineras pueden anticipar fallas, reducir tiempos de inactividad y, lo más importante, aumentar la rentabilidad de sus operaciones en un entorno altamente competitivo y desafiante.

Objetivos

Objetivo general

Aplicar los conocimientos teóricos de ingeniería mecánica en el análisis y optimización de sistemas, con el objetivo de mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de mina mediante la implementación de un mantenimiento basado en la metodología Scrum.

Objetivos específicos

- Implementar Kpi's para un mejor análisis de fallas y rendimiento de los equipos
- Plantear una frecuencia de mantenimiento de manera que alargue y mantenga la vida útil de los equipos.
- Mejorar el manejo de información de los equipos, llevando a cabo formatos dinámicos para una mejor trazabilidad en los equipos.
- Transformar la modalidad de mantenimiento de correctivo a preventivo.

Capítulo 1: Plan de trabajo

El plan de trabajo presentado a continuación proporciona un enfoque completo para lograr la transformación hacia un mantenimiento preventivo más eficaz, optimizando los procesos, integrando KPI's para la toma de decisiones y mejorando la trazabilidad de los equipos.

Tabla 1

Plan de trabajo

Mes	Objetivo principal	Tareas clave
1	Preparación y análisis inicial	Definición de KPI's, evaluación de los equipos, desarrollo de formatos dinámicos, planificación del mantenimiento preventivo.
2	Implementación de mantenimiento preventivo y KPI's	Iniciar mantenimiento preventivo, monitoreo de KPI's, ajustes de frecuencia de mantenimiento, capacitación.
3	Optimización de mantenimiento preventivo y evaluación de KPI's	Optimización de mantenimiento preventivo, evaluación de KPI's, mejora de trazabilidad, análisis de costos.
4	Consolidación del mantenimiento preventivo	Continuación del mantenimiento preventivo, refinamiento de KPI's, mejora de trazabilidad, planificación para el siguiente trimestre.
5	Revisión profunda y mejora continua	Revisión del proceso de mantenimiento, optimización de KPI's, ajuste de formatos, capacitación adicional.
6	Estabilización y planificación futura	Estabilización del mantenimiento preventivo, consolidación de KPI's, planificación a largo plazo, informe final y seguimiento.

Capítulo 2: Tareas a Realizar

A continuación se mencionarán las tareas a realizar en los 6 meses de practica:

Mes 1: Preparación y análisis inicial

- Revisión de Procedimientos y Normativas
- Familiarización con Equipos y Procesos de Mantenimiento
- Capacitación en el Uso de ERP (Oracle)
- Desarrollo de formatos dinámicos
- Planificación inicial del mantenimiento preventivo

Mes 2: Implementación de mantenimiento preventivo y KPI's

- Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventivo.
- Gestión de Ordenes de Trabajo en el ERP (Oracle)
- Apoyo en la Coordinación de Recursos
- Monitoreo de KPI's
- Ajuste de la frecuencia de mantenimiento
- Capacitación de personal

Mes 3: Optimización de mantenimiento preventivo y evaluación de KPI's

- Optimización de mantenimiento preventivo
- Evaluación de KPI's
- Mejora de la trazabilidad
- Análisis de costos

Mes 4: Consolidación del mantenimiento preventivo

- Gestión de Recursos Humanos
- Gestión de inventarios de Repuestos

- Refinamiento de KPI's

Mes 5: Revisión profunda

- Revisión profunda del proceso de mantenimiento
- Optimización de KPI's
- Ajuste y mejora de los formatos de mantenimiento
- Capacitación adicional

Mes 5: Seguimiento, implementación y mejora continua

- Estabilización del mantenimiento preventivo
- Consolidación de los KPI's
- Planificación de mantenimiento a largo plazo
- Informe final y Seguimiento

Capítulo 3 Responsabilidades asumidas

A lo largo de las practicas, se asumieron varias responsabilidades que fueron evolucionando con el tiempo. A continuación, se detallará cada una de ellas describiendo lo que implicaba su ejecución:

Inspección y Recopilación de información

Con el objetivo de optimizar la identificación y gestión de los equipos, se llevó a cabo un proceso de recolección de información relevante para la creación de una base de datos que contenga las características técnicas de cada equipo, así como su respectiva ubicación. Esta información facilitara la identificación de los equipos y la determinación de su capacidad, especialmente en situaciones de reemplazo.

El proceso de recolección de datos incluyo dos actividades principales:

Recolección de especificaciones técnicas de los equipos:

Se realizo una inspección detallada en el interior mina, donde se recopilaron las placas técnicas de cada equipo. En estas placas se encuentran las especificaciones técnicas que permiten identificar las características particulares de cada equipo, como su capacidad, modelo, año de fabricación y otros datos relevantes. Esta información es clave para registrar los equipos en la base de datos y generar un código único en el sistema ERP para aquellos equipos que no lo tengan asignado.

Mapeo de la ubicación y distribución de los sistemas:

Se llevo a cabo un mapeo exhaustivo de la ubicación y distribución del sistema de bombeo y del sistema de ventilación en toda la mina.

Esta actividad se dividió en dos partes:

- Sistema de bombeo: Se identificaron las ubicaciones de los equipos de bombeo, clasificándolos en principales y secundarios, Esto permitirá un control más preciso y eficiente sobre estos sistemas.
- Sistema de ventilación: Se mapeo la ubicación de los ventiladores, destacando su disposición para asegurar la correcta gestión de estos.

Es importante resaltar que algunos de los equipos son de alquiler, por lo que también se ha incluido información sobre su ubicación y distinción de aquellos equipos que son propiedad de la empresa. Esta diferenciación es esencial para realizar un seguimiento adecuado de los equipos alquilados y para gestionar eficientemente el mantenimiento o reemplazo de estos. A continuación, se incluirán imágenes de algunas de las placas recolectadas, listado de ventiladores con su ubicación y mapa de ubicación del sistema de bombeo principal.

Figura 1

Winche de arrastre



Figura 2

Placa técnica de Winche



Figura 3

Motor eléctrico (Placa de numero de activo)



Figura 4

Jumbo Frontonero de dos brazos



Figura 5

Sistema de bombeo

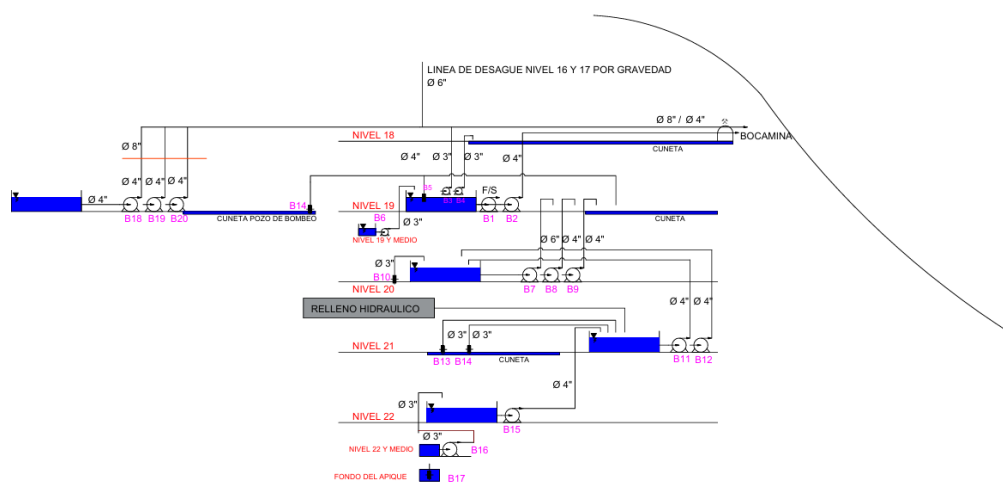


Figura 6

Sistema de ventilación

INVENTARIO DE VENTILADORES - MINA LA MARUJA											
FECHA: 4/01/2025											
VENTILADORES PRINCIPALES											
CÓDIGO	NIVEL	UBICACIÓN DEL VENTILADOR	LABORES QUE VENTILAN	CAUDAL		POTENCIA		TRABAJO	CARACTERÍSTICAS		ESTADO
				CFM	HP	Kw	HCh		TIPO	MARCA	
16		BOCAMINA MORRISOS	EXTRACCIÓN PRINCIPAL	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
16		BOCAMINA SAN PEDRO	EXTRACCIÓN PRINCIPAL	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
17		BOCAMINA OVEJO	EXTRACCIÓN PRINCIPAL	80.000	100	75	24	AXIAL	ZITRON	OPERATIVO	
Subtotal				140.000	160	119					
VENTILADORES SECUNDARIOS											
CÓDIGO	NIVEL	UBICACIÓN DEL VENTILADOR	LABORES QUE VENTILAN	CFM	POTENCIA		TRABAJO	CARACTERÍSTICAS		ESTADO	
					HP	Kw		HCh	TIPO		MARCA
16		CUBANA RAMAL SUR	ECHAMBA RAMAL SUR	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
16		CUBANA RAMAL SUR	RAMAL SUR	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
17		CRUZADA DIAMANTE	PANEL 4 DIAMANTE	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
17		OVEJO NW	CRUZADA 1, 2 Y 3	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
17		PELADURA DIAMANTE	DIAMANTE - BOBCAT 28-32	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
18		CRUZADA 1	CRUZADA 1 - BOBCAT 34	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
18		BOBCAT 35	BOBCAT 35	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
19		CRUZADA 4 OVEJO	OVEJO BOBCAT 21	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
19		CRUZADA 1 INTERMEDIA	CRUZADA 1 INTERMEDIA	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
20		INVISORES	CAMBIA VÍAS - BOBCAT 21	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
20		OVEJO W	OVEJO W	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
21		CRUZADA PARALELA	TRANSICIÓN	80.000	100	75	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		CRUZADA 2511	TRANSICIÓN	30.000	50	37	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		NW EXPLORACIÓN	ZONA NORTE	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
21		TAMBOR 2511	PROFUNDIZACIÓN	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
22		PISO 3 NW/2	PROFUNDIZACIÓN	30.000	30	22	24	AXIAL	VIBRACOL	OPERATIVO	
Subtotal				670	425						
VENTILADORES AUXILIARES											
CÓDIGO	NIVEL	UBICACIÓN DEL VENTILADOR	LABORES QUE VENTILAN	CFM	POTENCIA		TRABAJO	CARACTERÍSTICAS		ESTADO	
					HP	Kw		HCh	TIPO		MARCA
16		ECHAMBA	ASIM ECHAMBA	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
16		CRUZADA LA MACHA	PANEL BOBCATS	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
17		SANTA INES	SANTA INES	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		CRUZADA 2	PANELES	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		CRUZADA FMS 10	PANELES	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		POLVORIN	POLVORIN (DESPACHO)	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		POLVORIN	POLVORIN (ALMACENAMIENTO)	7.500	15	11	24	AXIAL	CINCO-MINUS	OPERATIVO	
18		POLVORIN	POLVORIN (ALMACENAMIENTO)	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		POLVORIN	POLVORIN (RULES)	5.000	10	7	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		POLVORIN	POLVORIN (MECHA)	5.000	10	7	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
18		CLAVADA	MALCATE	5.000	10	7	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
19		DIAMANTE	TALLER DE VAGONETAS	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
19		MINERALIZADOS	PANEL MINERALIZADOS	5.000	10	7	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
19		GUÍA ENBOQUILLE 10	ENBOQUILLE 10	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
20		OVEJO	BOBCAT 21	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
20		BOBCAT 21	PANEL RAMAL NORTE	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
20		BOBCAT 21	PANEL RAMAL NORTE	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
20		GUÍA CAMBIA VÍAS	CAMBIA VÍAS	5.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		PISO 3 2N	BYPASS PISO 3 2N	3.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		CRUZADA 2511	CAMBIO DE BATERÍAS	3.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		ZONA NW EXPLORACIÓN	CRUZADA SUR OVEJO	3.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		ZONA N	RANPA	3.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
21		ZONA T	CÁMARA EXPLOVIN	3.000	15	11	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
22		TAMBOR PISO 4	PISO 4 W	25.000	50	37	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
22		TAMBOR PISO 3	PISO 3 W	25.000	50	37	24	AXIAL	AIRTEC	OPERATIVO	
Subtotal				425	317						
TOTAL				1.155	862						
VENTILADORES EN MANTENIMIENTO											
CÓDIGO	NIVEL	UBICACIÓN DEL VENTILADOR	LABORES QUE VENTILAN	CFM	POTENCIA		TRABAJO	CARACTERÍSTICAS		OBSERVACIONES	
					HP	Kw		HCh	TIPO		MARCA
-		MANTENIMIENTO	NIVEL 21	80.000	100	75	-	AXIAL	AIRTEC	REPARACIÓN GENERAL	
-		MANTENIMIENTO	-	3.000	15	11	-	AXIAL	AIRTEC	REPARACIÓN DE MOTOR	
-		MANTENIMIENTO	-	3.000	15	11	-	AXIAL	AIRTEC	REPARACIÓN DE MOTOR	
VENTILADORES EN STAND-BY											
CÓDIGO	NIVEL	UBICACIÓN DEL VENTILADOR	LABORES QUE VENTILAN	CFM	POTENCIA		TRABAJO	CARACTERÍSTICAS		ESTADO	
					HP	Kw		HCh	TIPO		MARCA
22		TAMBOR PISO 3	PISO 3 E	25.000	50	37	-	AXIAL	AIRTEC	STAND-BY	
-		BODEGA VENTILACIÓN	-	5.000	15	11	-	AXIAL	AIRTEC	STAND-BY	

De esta forma, se buscó una identificación más clara y precisa de los equipos, y se establece un registro centralizado que facilita su gestión a través del ERP, optimizando los procesos operativos y el mantenimiento dentro de la mina.

Desarrollo de formatos de gestión de mantenimiento

A continuación, se presentan los formatos clave desarrollados para la gestión de mantenimiento, que son esenciales para asegurar una operación eficiente y organizada dentro de la operación. Estos formatos ayudan a estructurar y documentar adecuadamente las actividades de mantenimiento, garantizando la trazabilidad, la correcta ejecución de las tareas, y la organización de los equipos y recursos.

Formato de orden de trabajo (Actualización)

Se desarrolla con el fin de solicitar, registrar y realizar tareas de mantenimiento que a su vez permite planificar, gestionar y dar seguimiento a las actividades de mantenimiento.

Figura 7

Formato orden de trabajo


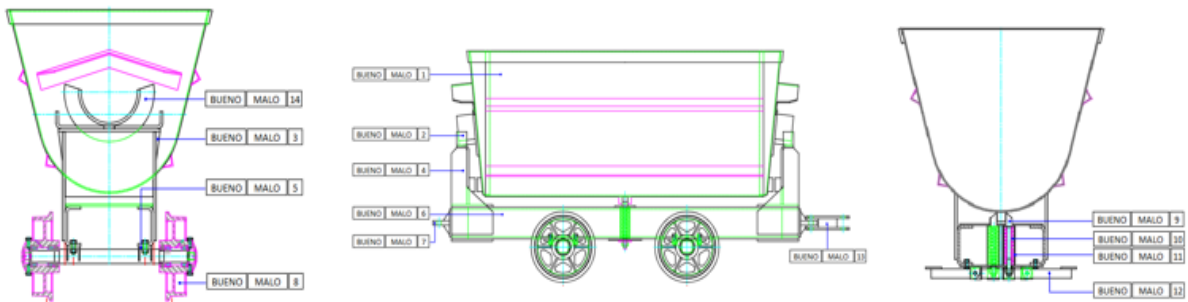
ARIS MINING		ORDEN DE TRABAJO		Codigo: F-MTO-001 Version: 2 (29/07/24)	
Equipo:	Ubicación:	No. OT:			
No. Aviso:	Fecha Ultimo Manto:	No. Plan:			
Descripcion del Aviso:		Autor:			
MODO DE FALLA	MECANISMO DE FALLA	CAUSA DE FALLA			
Programado	Fecha Inicio:	Hora Inicio:			
	Fecha Final:	Hora Final:			
Real	Fecha Inicio:	Hora Inicio:			
	Fecha Final:	Hora Final:			
Horometro	Planeado:	Parada		SI NO	
	Real:				
HERRAMIENTAS DE GESTION DE SEGURIDAD					
Marcar con un (✓)			Detalle de codigo de PETS:		
Charla	Tarjeta Bloqueo	PETAR	Auditoria PETAR		
IPERC	Candado Bloqueo	ATS	PAE	Matriz Bloqueo	
Checklist EPP	Checklist PreUso	Permiso Especifico			
TAREAS					
TIPO DE MANTENIMIENTO	Descripción				Cantidad de personas
MANO DE OBRA					
Puesto de trabajo	Apellidos y Nombres		Firma	Operación	
CONTROL DE TIEMPOS					
	HORA INICIO	HORA FIN	Intervención Sin Paro de Equipo		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Tiempo de Retraso (Hrs)			Causa retraso:		Turno DIA <input type="checkbox"/>
Duracion paro equipo (Hrs)					Turno NOCHE <input type="checkbox"/>
INSUMOS					
CODIGO ORACLE	NOMBRE			No. De OC	

Formato de inspección de equipos

Se desarrolla con el fin de registrar las inspecciones periódicas de equipos y activos identificando posibles fallas o desgastes a tiempo y actuar preventivamente.

Figura 8

Formato inspección de equipos (Vagonetas)

		ACTA DE INSPECCION DE VAGONETAS		Código:	
PROPIETARIO		DESCRIPCION	FECHA DE LLEGADA	FECHA DE SALIDA	
MODELO		SERIE	CODIGO	CAPACIDAD	
COMPONENTES MOTOR ELECTRICO					
MARCA					
MODELO					
SERIE					
EVALUACION DEL EQUIPO					
					
VAGONETA	ESTADO				OBSERVACIONES
	B	R	M	NO	
Volco					
Riel guía de balanceo					
Soporte frontal de suspension					
Soporte lateral					
Soporte del troque					
Chasis					
Eenganche del chasis					
Troque					
Guía de balanceo					
Trinquete					
Resorte del trinquete					
Cilindro del trinquete					
Pedal de balanceo					
Eenganche de vagoneta					
		SI	NO		
Efectuado Analices de aceite ?				Equipo en condiciones de operación?	SI NO
Equipo fue lubricado ?				Equipo necesita alguna intervención?	
LEYENDA					
B:	Existe el componente, en buen estado.				
R:	Existe el componente en regular estado, puede continuar trabajando.				
M:	Existe el componente en mal estado, es necesario reemplazar.				

Formato de entrega y recepción de equipos

Se desarrolla con el fin de registrar la entrega o recepción de equipos entre el personal de mantenimiento y los operativos, asegurando el control de los equipos en todo momento. Para ello, se utiliza el mismo formato de inspección.

Figura 9

Formato de entrega y recepción de equipos pesados


ARIS MINING		ACTA DE ENTREGA Y RECEPCION DE EQUIPOS						Código:			
PROPIETARIO:		FECHA LLEGADA				FECHA SALIDA		Variación:			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA		HORÓMETRO RECEPCIÓN							
MODELO	SERIE	AÑO	PLACA	D	P						
COMPONENTES						C	E				
MOTOR	TRANSMISIÓN	HIDRÁULICA	CHASIS	COMPRESOR	PERFORAD	NIVEL COMBUSTIBLE	HORÓMETRO SALIDA				
MARCA	MODELO	SERIE					D	P			
						C	E				
EVALUACION DEL EQUIPO											
MOTOR	ESTADO				OBSERVACIONES	SISTEMA DE COMBUSTIBLE	ESTADO				OBSERVACIONES
	B	R	M	NO			B	R	M	NO	
Funcionamiento de motor						Presión de sistema de combustible					
Guarda de motor						Bomba de inyección					
Turbocompresor						Injectores					
Respiradero de Carter						Humo por el escape					
Polea de cigüeñal						Bomba de transferencia					
Tipo de humo de escape						Cañerías de combustible					
Tapa de llenado de aceite de motor						Bomba de cebado de combustible					
Varilla de medición de nivel de aceite						Filtro de combustible					
Soportes de motor						Filtro separador de agua de combustible					
Fugas de aceite						Filtro Racord de combustible					
Fugas de petróleo						Fugas de combustible					
RPM de alta en vacío						Tanque de combustible					
RPM en mínimo						Medidor de nivel de tanque de combustible					
						SopORTE de tanque					
						Estado del tanque					
						Válvula de drenaje					
SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	ESTADO				OBSERVACIONES	SISTEMA DE LUBRICACION	ESTADO				OBSERVACIONES
	B	R	M	NO			B	R	M	NO	
Presión de restricción de filtro de aire						Filtro de aceite					
Filtro de aire primario						Estado del aceite					
Filtro de aire secundario						Horómetro fecha del último cambio					
Pre filtro de aire						Consumo de aceite					
Indicador de restricción de aire						Fugas de aceite					
Tuberías de múltiple de admisión						Estado de mangueras y cañerías					
Mangueras y sellos de múltiple de admisión						Presión de aceite					
Tuberías de múltiple de escape											
Silenciador											
Soportes de silenciador											
Tubo flexible de escape											
Enfriador de aire al turboalimentador											
Fugas de gases de escape											
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ESTADO				OBSERVACIONES	SISTEMA ELECTROMOTRIZ	ESTADO				OBSERVACIONES
	B	R	M	NO			B	R	M	NO	
Radiador						Alternador					
Ventilador						Carga del alternador					
Faja de ventilador						Faja de alternador					

Cartillas de mantenimiento

Se desarrollan con el fin de detallar las tareas de mantenimiento programadas y su respectiva ejecución, asegurando que cada actividad se cumpla según lo planificado. Además de dar información sobre insumos y repuestos que se requieren para dicha actividad.

Figura 10

Cartilla de lubricación (Scooptram)

		ENGRASE Y/O LUBRICACION EQUIPO				Codigo: F-MTO-004	
						Versión: 1 (06/06/2006)	
EQUIPO	MODELO:	ZONA DE TRABAJO	OPERACIÓN	N/A	COD. EQUIPO:		
HORA INICIO	SISTEMA:	HOROM. INICIAL MOTOR:	HOROM. INICIAL PERCUSIÓN:	N/A	HOROM. INICIAL ELÉCTRICO:		
HORA FIN:	FRECUENCIA:	HOROM. FINAL MOTOR:	HOROM. FINAL PERCUSIÓN:	N/A	HOROM. FINAL ELÉCTRICO:		
TURNO:	HRAS. PROG:	ORDEN DE TRABAJO:	SEMANA:	FRENTE:			
SISTEMA FUNCIONAL	COMPONENTE	GRASA (✓)	TIPO DE ACEITE (✓)				
BOOM-CUCHARA TOLVA	RIN ESTABILIZADOR						
	RIN LADO BOOM - CUCHARA LADO DERECHO						
	RIN LADO BOOM - CUCHARA LADO IZQUIERDO						
	RIN LADO BOOM - BOGIE						
	LINK MAYOR Y MENOR						
CILINDROS	ALOJAMIENTOS DE TOLVA						
	CILINDRO DE DIRECCION LADO BASE						
	CILINDRO DE DIRECCION LADO VASTAGO						
	CILINDRO DE VOLTEO LADO INFERIOR						
	CILINDROS DE VOLTEO LADO VASTAGO SUPERIOR						
	CILINDRO DE LEVANTE LADO INFERIOR DERECHO						
	CILINDRO DE LEVANTE LADO INFERIOR IZQUIERDO						
ARTICULACION CENTRAL	CILINDRO DE LEVANTE LADO VASTAGO SUPERIOR DERECHO						
	CILINDRO DE LEVANTE LADO VASTAGO SUPERIOR IZQUIERDO						
TRANSMISION	SUPERIOR						
	INFERIOR						
	PILLOW BLOCK DE PARED						
	CRUCETA DELANTERA LADO DIFERENCIAL DELANTERIO						
	CRUCETA CENTRAL DELANTERA						
	CRUCETA CENTRAL POSTERIOR						
	CRUCETA SUPERIOR - CONVERTIDOR						
OTROS	EJE CARDANICO CENTRAL						
	CRUCETA POSTERIOR LADO DIFERENCIAL POSTERIOR						
	EJE OSCILANTE						
MOTOR ELÉCTRICO							
RODAJE DEL VENTILADOR DE ROTOR							
MANO DE OBRA							
NOMBRE Y APELLIDOS		CONTRATO	AREA DE TRABAJO	FIRMA			
INSUMOS UTILIZADOS PARA LUBRICACION Y/O ENGRASE							
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	N° PARTE	CÓDIGO ALMACEN	DESCRIPCIÓN ALMACEN	SC	OC
OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS ADICIONALES							

Página 1

Figura 11

Cartilla de repuestos (Dumper TH315)

Suma de Cant. Necesaria					medidor	Frecuencia a por tareas	MP						Total general
Subpartida	Código	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Diesel								
					20	125	250	500	1000	2000			
					MP0	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5			
Repuestos	001-077-52891	FILTRO ACEITE	OIL FILTER P/N: BG00378272 (SANDVIK)	PM-125H	un	1						1	
	001-077-52892	FILTRO AIRE EXTERNO	FILTER ELEMENT P/N: 56040821(SANDVIK)	PM-125H	un	1						1	
	001-077-52893	FILTRO AIRE INTERNO	SAFETY ELEMENT P/N: 56040822(SANDVIK)	PM-125H	un	1						1	
	001-077-52894	FILTRO COMBUSTIBLE SECUN	FILTER FUEL P/N: BG00414347 (SANDVIK)	PM-125H	un	1						1	
	001-077-52895	FILTRO COMBUSTIBLE PRIMA	ELEMENT FILTER P/N BG00379682 SCODPTRAM 30	PM-125H	un	1						1	
	001-077-57120	FILTRO RETORNO DEL FRENO	FILTER ELEMENT RETURN P/N: BG01439918 (SANDVIK)	PM-125H	un	1						1	
	001-077-57117	FILTRO SEPARADOR DE AGU	FILTER ELEMENT P/N: BG00618948 (SANDVIK)	PM-125H	un	1						1	
	001-077-52898	FILTRO TRANSMISION	FILTER ELEMENT P/N: BG00736562 (SANDVIK)	PM-500H	un			1				1	
	001-077-57119	FILTRO HIDRAULICO	FILTER ELEMENT RETURN P/N: BG01439917 (SANDVIK)	PM-500H	un			1				1	
	001-077-52366	FILTRO TANQUE HIDRAULICO	FILTER P/N: S5193068 (SANDVIK)	PM-500H	un			1				1	
	001-077-57109	FILTRO DIRECCION	FILTER ELEMENT P/N: S6032465 (SANDVIK)	PM-500H	un			1				1	
	001-077-52301	FILTRO FRENO HIDRAULICO	ELEMENT FILTER P/N: BG00208795 (SANDVIK)	PM-500H	un							0	
	001-077-53146	CORREA	BELT P/N: BG00378271(SANDVIK)	PM-2000	un						1	1	
	Total Repuestos					0	7	0	4	0	1	12	
Lubricantes	007-082-49295	HIDRAULICO	ACEITE HIDRAULICO ISO 68	PM-2000	GALON						54	54	
	007-082-80065	TRANSMISION	ACEITE SAE 30 TD-4	PM-1000H	GALON				10			10	
	007-082-280095	DIFERENCIALES	ACEITE SAE 85W/140 API	PM-1000H	GALON				12			12	
	005-063-10926	MOTOR	REFRIGERANTE MOTOR DIESEL DELO ELI PREMIX X	PM-2000H	GALON						6	6	
	007-082-98088	MOTOR	(ROP) ACEITE SAE 15W40 API CK4	PM-125H	GALON		8					8	
Total Lubricantes					0	8	0	0	22	60	90		
Total general					0	15	0	4	22	61	102		

Figura 12

Cartilla de mantenimiento (Dumper TH315)

ARIS MINING MARMATO				MANTENIMIENTO PREVENTIVO DUMPER				Codigo: F-MTO-004	
								Versión: 1 (XX/XX/XXXX)	
TIPO DE PM:	125 Horas	MODELO:		N° SERIE EQUIPO:		N° SERIE PERFORADORA:	N/A	COD. EQUIPO:	
HORA INICIO:		SISTEMA:		HOROM. INICIAL MOTOR:		HOROM. INICIAL PERCUSIÓN:	N/A	HOROM. INICIAL ELECTRICO:	
HORA FIN:		FRECUENCIA:	125 hrs	HOROM. FINAL MOTOR:		HOROM. FINAL PERCUSIÓN:	N/A	HOROM. FINAL ELECTRICO:	
TURNO:		HRS. PROD:		ORDEN DE TRABAJO:		SEMANA:		FRENTE:	
PARÁMETROS									
Condición: B = Bueno, R = Regular, M = Malo, N/A = No aplica									
Clase Actividad: I = Inspección, L = Limpieza, C = Cambio, A = Ajuste, N/A = No aplica									
SISTEMA FUNCIONAL	IT	TRABAJO A REALIZAR	Actividad	Condición	Valor Ref.	Valor Real	Observación		
GENERAL		Comprobar las tarjetas de seguridad (advertencia, peligro, etc)							
		Comprobar funcionamiento correcto de los mandos							
		Comprobar el sistema de frenos							
		Limpieza general de la cabina, motor, tolva de carga, transmisión, chasis y equipo en general							
ESTRUCTURA DEL BASTIDOR		Comprobar el sistema hidráulico de la transmisión, el y la dirección							
		Comprobar la articulación central visualmente							
LUBRICACIÓN		Comprobar que funcione la lubricación adecuadamente							
		Asegurar que no haya signos de desgastes							
		Lubricación de las conexiones de unión del asiento del operario, el freno y el pedal acelerador							
		Lubricar las bisagras de la puerta y de las trampillas							
SIST DE TRANSMISIÓN		Realizar el mantenimiento de los filtros de combustible							
		Realizar el mantenimiento de los filtros de aire							
		Comprobar los soportes del motor							
		Comprobar el nivel de aceite en los cubos planetarios y los diferenciales							
SIST HIDRAULICO		Comprobar la presión de los neumáticos							
		Comprobar los pares de apriete de las tuercas de las ruedas							
		Cambiar el elemento del filtro de retorno del sistema de frenos							
SIST ELÉCTRICO		Cambiar el elemento del filtro de presión del sistema de frenos							
		Comprobar la parada de emergencia y el sistema de parada							
		Comprobar faros							
		Comprobar los manómetros y los indicadores luminosos							
		Comprobar panel de instrumentos							
	Comprobar los mazos de cables								
	Comprobar las cajas de conexiones								
	Comprobar el estado de las baterías								
MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS REALIZADOS									
IT	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	ÁREA DE TRABAJO	RESPONSABLE	FIRMA					
INSUMOS Y REPUESTOS UTILIZADOS EN MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS									

Página 1

Formato de backlog de mantenimiento

Se desarrolla con el fin de registrar y organizar las tareas de mantenimiento pendientes en función de su prioridad. Permite gestionar eficazmente las intervenciones necesarias y garantizar que las tareas más críticas se realicen primero, mientras que las menos urgentes se programen posteriormente.

Figura 13

Formato Backlog

CANTIDAD	NO PARTE FABRICANTE O SUP	DESCRIPCIÓN	Página Manual	OBSERVACIONES
12	040108020	CH BULL 120	14	Sistema Uiga - 180t
8	01116050	PERNO SOCKET	14	" "
20	01131020	LOCK WASHER	14	" "
24	01131020	LOCK WASHER	14	" "
0	011012040	PERNO HEXAGONAL	14	" "
0	01112050	PERNO SOCKET	14	" "

La implementación y actualización de estos formatos garantiza que todos los procesos sean transparentes, bien documentados y que el seguimiento de las actividades de mantenimiento

sea efectivo, lo que contribuye al aumento de la eficiencia operativa y la reducción de costos relacionados con fallas inesperadas.

Capacitación e introducción del personal a los nuevos formatos de gestión de mantenimiento

La capacitación adecuada del personal en el uso de los nuevos formatos de gestión de mantenimiento es crucial para asegurar la correcta implementación y utilización de estos. Una vez desarrollados los formatos, el siguiente paso es introducirlos y entrenar a los empleados para que se familiaricen con los procedimientos y herramientas que optimizaran las operaciones de mantenimiento. A continuación se detallan los pasos clave que se llevaron a cabo para introducir los nuevos formatos al personal:

Planificación de la capacitación

Antes de comenzar la capacitación, es necesario planificar las sesiones para garantizar que todo el personal involucrado en el proceso de mantenimiento este cubierto. Esto incluyó a técnicos de mantenimiento, supervisores, personal de almacén, y cualquier otro trabajador que interactúe con los equipos o que necesite utilizar los formatos.

Objetivos de la capacitación

- Familiarizar al personal
- Asegurar la comprensión e importancia de cada formato y su uso adecuado
- Instruir correctamente sobre el llenado correcto de los formatos y el registro de estos en el ERP
- Explicar beneficios que proporcionan a la operación

Materiales

- Nuevos formatos impresos y digitales

- Guías paso a paso para el uso de cada formato
- Ejemplos prácticos para facilitar la comprensión

Integración de los formatos en el proceso diario

Una vez que el personal completó la capacitación teórica y práctica, es esencial hacer un seguimiento para asegurar que los formatos sean implementados de manera efectiva en las operaciones diarias. Algunas actividades clave que ayudaron a integrar los formatos en la rutina de trabajo fueron:

Asistencia en la implementación inicial. Durante los primeros días supervisores y líderes de equipo estuvieron presentes para resolver dudas y asegurar que se estén utilizando correctamente.

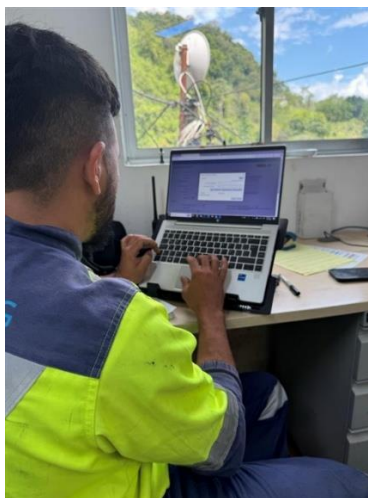
Integración con el sistema de gestión (ERP o CMMS). Se capacito adicionalmente para introducir los datos de los formatos en el sistema Oracle lo que permite automatizar y mejorar el flujo de trabajo, optimizando la gestión de los equipos.

Revisión periódica. Se establecieron sesiones para evaluar la correcta implementación y uso de los formatos. Durante estas sesiones, se revisaron los registros en el sistema, detectando posibles áreas de mejora y se proporcionó retroalimentación para ajustar algunos procesos en los que fue requerido.

Las actividades realizadas anteriormente se mostrarán a continuación:

Figura 14

Capacitación OT

**Figura 15**

Capacitación Backlog e Informes en el ERP



Desarrollo de plantillas en Excel dinámicas para mejorar la trazabilidad en las actividades de mantenimiento

Uno de los objetivos clave fue mejorar la trazabilidad, la organización y el análisis de las actividades realizadas, facilitando el seguimiento de las tareas y el rendimiento de los equipos.

Para ello, se desarrollaron plantillas dinámicas en Excel que permiten registrar, monitorear y analizar de manera efectiva los datos relacionados con el mantenimiento. A continuación, se describe como se llevaron a cabo estas plantillas, específicamente para el Reporte diario de mantenimiento, KPI's de mantenimiento y la base de datos de Backlogs.

Reporte diario de mantenimiento

Este tiene el objetivo de registrar las actividades diarias de mantenimiento y dar seguimiento a la ejecución de tareas de manera eficiente. Para el diseño se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Se utilizó una tabla con formato organizado para permitir una rápida visualización de las actividades realizadas, a cada campo se le asignó a una columna específica y se integraron formulas automáticas, además se añadieron filtros que permitieron organizar las actividades por equipo, fecha, responsable y turno, facilitando la búsqueda y seguimiento.

KPI's de mantenimiento

Su finalidad es medir y analizar el desempeño del mantenimiento a través de indicadores clave, permitiendo una toma de decisiones más informada y acertada. En primera instancia se definieron los siguientes KPI's:

- MTBF (Tiempo medio entre fallas)
- MTTR (Tiempo medio para reparar)
- Disponibilidad Operativa
- Disponibilidad Basada en Confiabilidad
- Tasa de Cumplimiento de Mantenimiento preventivo

Una vez definidos los KPI's se estructuraron columnas y se implementaron cálculos automáticos con base a las fórmulas utilizadas en Caterpillar, una vez integrado todo permite monitorear el desempeño de los equipos de mantenimiento, proporcionando un análisis claro del cumplimiento de los objetivos y áreas que requieren atención para mejorar la eficiencia operativa.

Base de datos de backlog de mantenimiento

Se desarrollo con el objetivo de organizar y priorizar las tareas pendientes de mantenimiento, asegurando que se realicen de manera oportuna y eficiente. La base de datos fue diseñada como una tabla dinámica, con filtros que permiten ordenar las tareas según prioridad, fecha estimada, responsable, numero de pedido, estado, etc.

El desarrollo de estas plantillas dinámicas en Excel ha permitido una mejora significativa en la trazabilidad, el seguimiento y la organización de las actividades de mantenimiento. La integración de fórmulas automáticas, formatos condicionales y filtros dinámicos ha facilitado la gestión eficiente del mantenimiento, la toma de decisiones informada y la optimización de recursos, contribuyendo a aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Figura 16

Informe diario de la supervisión

COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.06	ARIS-MINGO	martes, 10 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.07	ARIS-MINGO	martes, 10 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.10	ARIS-MINGO	martes, 10 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.12	ARIS-MINGO	martes, 10 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
BOBINA ALUXILARES	BOBINA ALUXILARES 700-700-300	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	NOCHER	PUZOS DE BOMBEO	OPERATIVO	20	BOB- DERIVACION DE TRAZADIA	FALLA MECANICA	CONTAMINACION
	Bomba Sumergible Proje Bombas	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	NOCHER	PUZOS DE BOMBEO	OPERATIVO	20	STU- ATASCAMIENTO	FALLA MECANICA	CONTAMINACION
						OPERATIVO				
COMPRESOR	COMPRESOR-25011000PHINGERSOLL RAND MC	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER	PH- MANTENIMIENTO PREVENTIVO	10		FALLA MECANICA	VEJALUTE
COMPRESOR	COMPRESOR-25011000PHINGERSOLL RAND MC	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER	PH- MANTENIMIENTO PREVENTIVO	10		FALLA MECANICA	VEJALUTE
						OPERATIVO				
VACONETAS	VACONETA54	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	CAMBIO BATERIAS	OPERATIVO	21	OTH- OTROS	FALLA MECANICA	VEJALUTE
						OPERATIVO				
VACONETAS	VACONETA8	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	CAMBIO BATERIAS	OPERATIVO	21	PWR- FALLA DURANTE FUNCIONAMIENTO	FALLA MECANICA	CONTAMINACION
						OPERATIVO				
VACONETAS	VACONETA40	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	CAMBIO BATERIAS	OPERATIVO	21	PWR- FALLA DURANTE FUNCIONAMIENTO	FALLA MECANICA	CONTAMINACION
						OPERATIVO				
PERFORADORAS_HORIZONT	HORIZONTAL_RMP_01	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.06	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.07	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.10	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
COMPRESOR	COMPRESOR-2500011000PHQUINCY NO.12	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	SALA DE COMPRESOR SUPERFIC	OPERATIVO		INSPECCION TECNICA DAMA		
BOBINA ALUXILARES	BOBINA ALUXILARES 700-700-300	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	NOCHER	PUZOS DE BOMBEO	OPERATIVO	20	BOB- DERIVACION DE TRAZADIA	FALLA MECANICA	CONTAMINACION
BOBINA ALUXILARES	BOBINA ALUXILARES 700-700-300	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	NOCHER	PUZOS DE BOMBEO	OPERATIVO	20	STU- ATASCAMIENTO	FALLA MECANICA	CONTAMINACION
PERFORADORAS_HORIZONT	HORIZONTAL_BOARDLONGYEAR_01	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
PERFORADORAS_VERTICAL	VERTICAL_BOARDLONGYEAR_01	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
PERFORADORAS_VERTICAL	VERTICAL_BOARDLONGYEAR_03	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
PERFORADORAS_VERTICAL	VERTICAL_BOARDLONGYEAR_03	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
PERFORADORAS_VERTICAL	VERTICAL_BOARDLONGYEAR_03	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
PERFORADORAS_VERTICAL	VERTICAL_BOARDLONGYEAR_03	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	TALLER NEUMATICA	OPERATIVO	16	RDP- ROTOPERFUSION	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
VACONETAS	VACONETA49	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	CAMBIO DE BATERIAS	OPERATIVO	21	OTH- OTROS	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				
VACONETAS	VACONETA23	ARIS-MINGO	miércoles, 11 de diciembre de 2024	DMA	CAMBIO DE BATERIAS	OPERATIVO	21	OTH- OTROS	FALLA MECANICA	DESGASTE
						OPERATIVO				

Figura 17

Informe de Kpi's

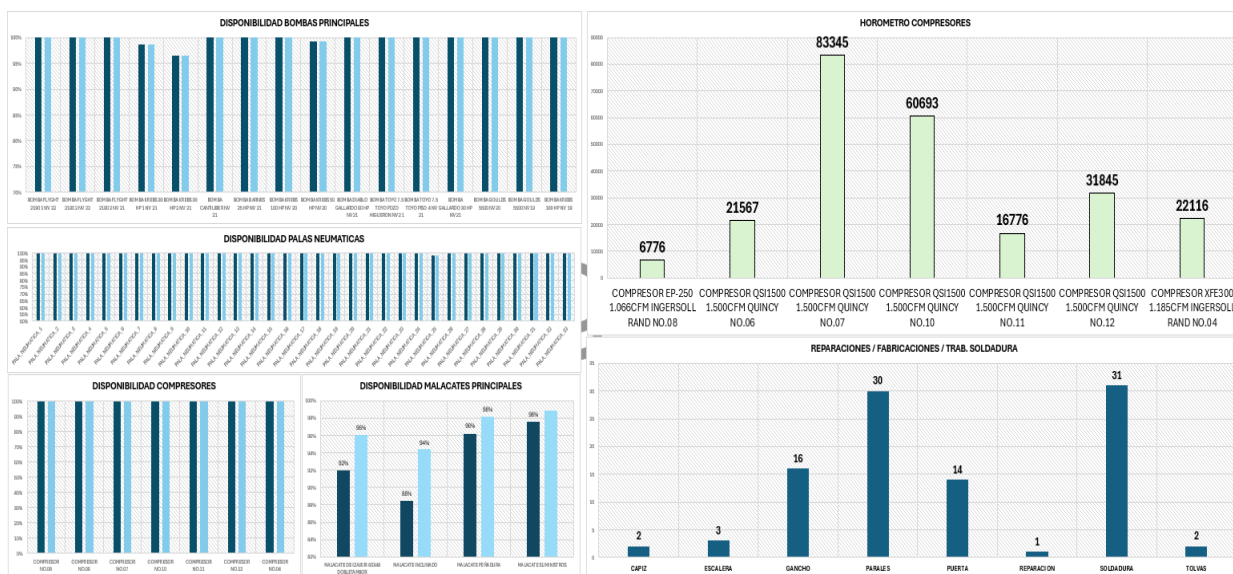


Figura 18

Base de datos backlog

IDENTIFICACION TIPO DE BACKLOG					FUENTE		DESCRIPCION DEL PROBLEMA Y SU ACCION REQUERIDA			
No DEL BACKLOG	FECHA DE INGRESO EN LA BASE DE DATOS	SOLICITANTE	FLOTA	CODIGO DEL EQUIPO	FECHA DE LA CREACION	FUENTE DEL BACKLOG	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	ACCION REQUERIDA	SINTOMA	CAUS
62	5/9/2024	ESQUIVO HERAZO	JUMBOS	MIBO_0004	1/1/2024	Inspeccion pre-PCR	Guayas de avance y retorno en mal estado	cambio de componentes	Daño a componentes	Rozamiento
62	5/9/2024	ESQUIVO HERAZO	JUMBOS	MIBO_0004	1/1/2024	Inspeccion pre-PCR	Guayas de avance y retorno en mal estado	cambio de componentes	Daño a componentes	Rozamiento
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
7	3/7/2024	EBED MELEC	JUMBOS	MIBO_0003	25/5/2024	Inspeccion periodica	Desgaste de componentes	cambio de componentes	Multiples fallas	Desgaste
10	4/7/2024	ANIBAL FLOREZ	SCOOPTRAM	MSCP_005	27/5/2024	Monitoreo de Condiciones	Stop y alarma de reversa no funciona	cambio de componentes	Miá funcionamiento de stop y alarma	Tiempo de us
10	4/7/2024	ANIBAL FLOREZ	SCOOPTRAM	MSCP_005	27/5/2024	Monitoreo de Condiciones	Stop y alarma de reversa no funciona	cambio de componentes	Miá funcionamiento de stop y alarma	Tiempo de us
207	04/12/2024	ANIBAL FLOREZ	SCOOPTRAM	CGCA_0005	2/6/2024	Inspeccion periodica	Fractura del trapezio doblado del sensor ride control	Cambio	Daño operacional	pedra caída
16	3/7/2024	ANIBAL FLOREZ	DUMPER	CGCA_003	6/6/2024	Monitoreo de Condiciones	Instalacion de accesorios: retrovisores y camara de reversa	instalacion de componentes	Falta de seguridad	Necesidad
16	3/7/2024	ANIBAL FLOREZ	DUMPER	CGCA_003	6/6/2024	Monitoreo de Condiciones	Instalacion de accesorios: retrovisores y camara de reversa	instalacion de componentes	Falta de seguridad	Necesidad

Identificación de los equipos críticos

El primer paso es identificar los equipos más críticos para la operación. Estos son aquellos cuya falla puede causar interrupciones significativas en la producción o generar altos costos de reparación. Pueden incluir excavadoras, camiones de carga, combas, jumbos, etc.

Análisis del comportamiento de los equipos

Se realizó un análisis detallado de cómo cada equipo opera en las condiciones de la mina. Factores como la carga de trabajo, el entorno (temperaturas extremas, polvo, vibraciones), el tipo de trabajo realizado y la historia de fallas de equipo deben ser considerados para determinar la frecuencia óptima de mantenimiento.

Revisión de recomendaciones del fabricante

Los fabricantes de equipos suelen proporcionar recomendaciones sobre la frecuencia de mantenimiento para asegurar la longevidad del equipo. Estas recomendaciones deben ser un punto de partida para la planificación de las intervenciones.

Establecimiento de intervalos de mantenimiento basado en el análisis de KPI's

Se utilizaron los indicadores clave de desempeño (KPI's) para ayudar a determinar cuándo y con qué frecuencia realizar el mantenimiento. Estos KPI's pueden ayudar a prever cuando un equipo es más propenso a fallar y programar las intervenciones antes de que ocurran problemas.

Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y ajuste de frecuencias

Basado en los análisis realizados anteriormente se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo para cada equipo, el cual incluye:

- Frecuencia fija: Es aquella que se realiza cada número de horas sin falta.

- Frecuencia basada en condiciones: Es aquella que se hace cada cierto número de horas dependiendo de las condiciones del equipo, lo cual varia si se hace anticipadamente (si es muy crítico) o se deja alargar si no hay necesidad y el equipo se desempeña en óptimas condiciones.

El plan es dinámico y ajustable de acuerdo con las condiciones operativas cambiantes y los resultados obtenidos del análisis de desempeño.

Monitoreo continuo y ajustes dinámicos

Después de establecer las frecuencias de mantenimiento, se realizó un monitoreo continuo del desempeño de los equipos y del cumplimiento del plan de mantenimiento. Si se observa que un equipo no está alcanzando los objetivos de fiabilidad, es posible que sea necesario ajustar la frecuencia de mantenimiento.

Con esto se quiere principalmente maximizar la disponibilidad de los equipos, minimizar el tiempo de inactividad y optimizar los costos operativos.

Figura 20

Frecuencia de mantenimiento (Scooptram)



Fecha		lunes, 17 de marzo de 2025		Semana		12																										
Desde		lunes, 17 de marzo de 2025		Hasta		domingo, 23 de marzo de 2025																										
Equipo	Minicargador																															
Área	Mantenimiento																															
Horómetro	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM	PM							
	125	250	125	500	125	250	125	1000	125	250	125	1500	125	250	125	1500	125	250	125	1500	125	250	125	1500	125							
Item	Código	Código nuevo	Equipo	Nivel	Actividad	Semana inicio	Frecuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	MSCP-003	CGSC-001	Scoop LH203 Sandvik No.01	21	Mantenimiento preventivo	1	Quincenal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	MSCP-004	CGSC-002	Scoop LH307 Sandvik No.01	21	Mantenimiento preventivo	1	Quincenal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	MSCP-005	CGSC-003	Scoop LH307 Sandvik No.02	21	Mantenimiento preventiva	1	Quincenal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Capacitación para el buen diligenciamiento de las plantillas de Excel

La capacitación fue realizada con el objetivo de asegurar que los supervisores del área de mantenimiento comprendieran adecuadamente el uso de las plantillas dinámicas en Excel y pudieran diligenciarlas correctamente, garantizando una gestión eficiente de las actividades de

mantenimiento. Esta capacitación incluyo la actualización del reporte diario de mantenimiento, el seguimiento de KPI's y la gestión de Backlogs de mantenimiento, optimizando así la trazabilidad, la toma de decisiones y la efectividad en la ejecución de tareas.

- Se inicio la capacitación con una explicación general sobre la importancia de contar con un sistema organizando para el registro y seguimiento de las actividades de mantenimiento. Se presento cada una de las plantillas creadas:
 - Reporte Diario de Mantenimiento
 - KPI's de Mantenimiento
 - Base de Datos de Backlogs

Se detallo como cada plantilla contribuye a mejorarla trazabilidad, el análisis de desempeño y la programación eficiente de tareas dentro del proceso de mantenimiento.

- A continuación, se capacito a los supervisores en el uso específico de cada plantilla, proporcionando una guía clara sobre como completar correctamente los campos y asegurando que todos los datos fueran ingresados de manera precisa.

Reporte diario de mantenimiento

Se explico la estructura de la plantilla, abordando cada uno de los campos que deben diligenciarse. Se realizo un ejercicio práctico donde los supervisores ingresaron datos ficticios para practicar el diligenciamiento de cada campo. Durante la práctica, se resolvieron dudas comunes y se aclararon errores típicos.

KPI's de mantenimiento

Se detallo como completar la plantilla de KPI's, explicando la importancia de cada indicador. Durante esta sección, los supervisores realizaron simulaciones de actualización de los

KPI's utilizando el Reporte Diario de Mantenimiento, lo que les permitió comprender de una mejor forma como estas métricas afectan el desempeño general de mantenimiento.

Base de datos de backlogs

Se capacito sobre como completar la base de datos de backlogs, asegurando que las tareas de mantenimiento pendientes estuvieran bien organizadas y priorizadas. Los supervisores realizaron una práctica de ingreso de tareas en el backlog, priorización y actualización de los estados y responsables, simulando cambios en las prioridades de las tareas según la evolución de las operaciones.

- Se abordaron técnicas adicionales que optimizan el uso de las plantillas y mejoran la eficiencia en el diligenciamiento de los datos:
 - Como utilizar filtros dinámicos para facilitar la búsqueda y la visualización de datos relevantes.
 - Explicación de formatos condicionales, como interpretar los colores de las celdas y como personalizar o añadir si es necesario.
 - Se enseñó a los supervisores como evitar errores comunes mediante la validación de datos en celdas críticas.
 - Se proporcionaron pautas para revisar las plantillas de forma periódica y asegurar que todos los campos estén correctamente diligenciados y actualizados.
- Los supervisores tuvieron la oportunidad de plantear dudas sobre el uso de las plantillas y los procesos involucrados. Al final de la capacitación, se realizó una breve evaluación para medir la comprensión de los supervisores sobre el uso de las plantillas, con esto se concluyó que fue un éxito ya que los supervisores ahora tienen una comprensión clara de cómo utilizar las plantillas de manera eficiente.

Presentación de indicadores

El objetivo de esta actividad fue presentar a los equipos operativos y de mantenimiento los Indicadores Clave de Desempeño (KPI's) y el plan semanal de actividades, con el fin de garantizar una comprensión clara de los objetivos de rendimiento, la alineación de los equipos con las metas de mantenimiento, y la adecuada programación de las tareas.

Presentación de los KPI's de mantenimiento

Durante la reunión con el personal operativo y de mantenimiento, se presentó un conjunto de KPI's clave diseñados para evaluar el rendimiento de las operaciones y las actividades de mantenimiento de los equipos. Estos indicadores son fundamentales para asegurar que se están alcanzando los objetivos de fiabilidad y disponibilidad de los equipos.

KPI's presentados:

- **MTBF:** Se explico la importancia de este indicador, que mide la fiabilidad de los equipos y la frecuencia de fallas. El objetivo de este es aumentar el MTBF, lo que implica una reducción de las paradas no programadas y, por ende, una mayor disponibilidad de los equipos.
- **MTTR:** Se presento como este KPI mide la eficiencia del equipo de mantenimiento para reparar los equipos dañados. Un MTTR bajo refleja una respuesta rápida y eficiente a las fallas.
- **Disponibilidad de equipos:** Se explico como este KPI mide la proporción de tiempo en que los equipos están operativos y disponibles para la producción. El objetivo es aumentar esta disponibilidad a través de un mantenimiento preventivo eficaz.
- **Cumplimiento del mantenimiento preventivo (PM):** Este indicador mide que tan bien se están cumpliendo los planes de mantenimiento preventivo establecidos. Un

alto porcentaje de cumplimiento asegura que las maquinas estén siendo mantenidas antes de que ocurran fallas costosas.

Metas de los KPI's. Se discutieron metas específicas para cada KPI's, con el fin de que todos los equipos estén alineados en cuanto a los objetivos de mantenimiento. Esto incluye un incremento en la disponibilidad de equipos y la reducción tanto de fallas no planificadas como del tiempo requerido para reparaciones.

Presentación del plan semanal de mantenimiento

El plan semanal de mantenimiento fue presentado como una herramienta clave para organizar y coordinar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo dentro de la mina. Este plan permite gestionar de manera efectiva los recursos disponibles, optimizar el tiempo de inactividad y garantizar que las tareas más críticas se aborden a tiempo.

La presentación de los KPI's y el plan semanal de mantenimiento proporciono a los equipos operativas y de mantenimiento las herramientas necesarias para gestionar de manera más eficiente las actividades de mantenimiento. Los KPI's presentados permiten monitorear el rendimiento y la fiabilidad de los equipos, mientras que el plan semanal de mantenimiento garantiza que las tareas se lleven a cabo de manera organizada, con asignación de prioridades y responsables.

El Feedback recibido de los operativos y supervisores será utilizado para mejorar la implementación y seguimiento de estos indicadores y planes, asegurando una mayor efectividad en la gestión del mantenimiento y contribuyen a la mejora continua de la operación minera.

Gestión en el ERP

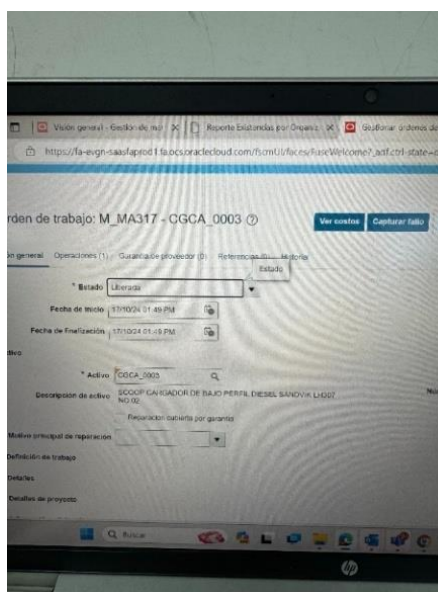
El ERP ya estaba implementado dentro de la operación minera, pero no se estaba utilizando de manera adecuada. Esto generaba problemas de trazabilidad, control de recursos, y dificultades para tomar decisiones informadas basadas en datos precisos. Las ordenes de trabajo, pedidos especiales, Legalización de repuestos y generación de informes no se estaban gestionando de forma óptima, lo que afectaba la eficiencia y la transparencia en el proceso de mantenimiento.

Ordenes de trabajo

Las ordenes de trabajo se registraban en el ERP, pero a menudo se quedaban incompletas o sin seguimiento, lo que dificultaba el control de las tareas programadas y el monitoreo del estado de las actividades de mantenimiento. Además, no se asignaban correctamente los recursos necesarios y no se actualizaba la información de manera oportuna, lo que generaba demoras y errores en la ejecución de las tareas.

Figura 23

Llenado de OT en el ERP

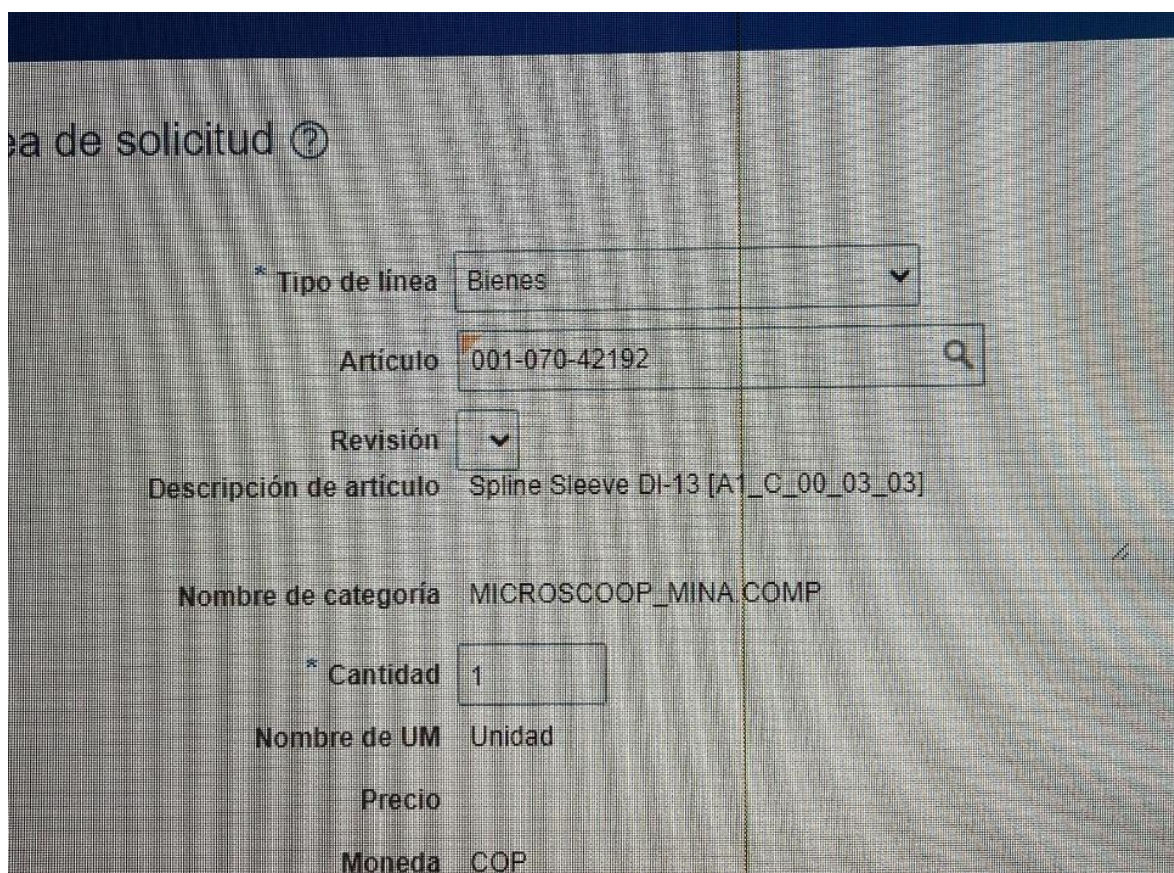


Pedidos especiales en el ERP

Los pedidos especiales de repuestos o materiales necesarios para tareas específicas no se gestionaban correctamente dentro de ERP. Los pedidos no siempre se registraban a tiempo, lo que ocasionaba retrasos en la entrega de materiales y afectaba la programación de actividades de mantenimiento. Además, no existía un control adecuado del estado de los pedidos, lo que dificultaba la coordinación con los proveedores.

Figura 24

Llenado de pedidos especiales



Formulario de solicitud de pedido especial:

* Tipo de línea	Bienes
Artículo	001-070-42192
Revisión	
Descripción de artículo	Spline Sleeve DI-13 [A1_C_00_03_03]
Nombre de categoría	MICROSCOOP_MINA.COMP
* Cantidad	1
Nombre de UM	Unidad
Precio	
Moneda	COP

Figura 25

Solicitud de pedidos especiales

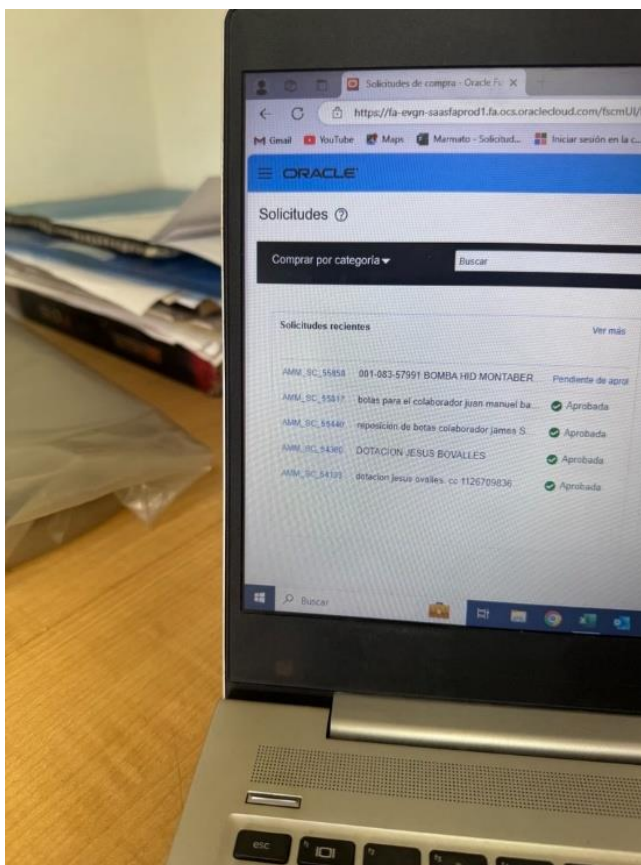


Figura 26

Recepción de pedidos especiales

Recepción: 824

Resumen

Proveedor	IMPOXFAST S.A.S	Nota de empaquetado
Envío		Nota de embarque
Fecha de envío		Conocimiento de embarque
Método de envío		Nota
Número de unidades de empaquetado del proveedor		Anexos Ninguno
Sitio de proveedor	MOSQUERA	

Información adicional

Líneas

Artículo	Descripción de artículo	Tipo de documento	Número de documento	Cantidad				Nombre de UM	Moneda	Fecha de recepción
				Ordenada	Devuelta	Neta recibida	Rechazada			
181100932	REPARACION CONVERTIDOR SANDVIK BG00343561 [LH307]N5TK	Orden de compra	AMM_OC_13016	1	0	1	0	Unidad	4/12/24 10:47 AM	

Figura 28

Informe de repuestos para existentes PM

ID	Descripción	Código
26011	GUAYA RETROCESO SANDVIK 77022433	[DD210][NSTK]
26727	GUAYA ACELERADOR TEREX 2045-564	[TSR70][NSTK]
27305	TERMINAL GUAYA VOLCO SP MN-1992-02	[470T7][NSTK]
30283	GUAYA SANDVIK 55029356	[LH307][NSTK]
30284	GUAYA SANDVIK 55029356	[LH307][NSTK]
32497	GUAYA CAMBIO 403430001	[ALO LIFT 6.26][NSTK]
34053	GUAYA ACELERADOR BOBCAT 6675668	[S100][NSTK]
34054	GUAYA ACELERADOR BOBCAT 6675668	[S100][NSTK]
35270	GUAYA VARILLA ACELERACION IMACON 02010181	[SD30][OBS][DHB]
35271	GUAYA APAGADOR IMACON 02010142	[SD30][OBS][DHB]
35272	GUAYA EMERGEN IMACON 02010327	[SD30][OBS][DHB]
35369	GUAYA FRENO EMERG IMACON	[SD30][NSTK]
35370	GUAYA FRENO EMERG IMACON	[SD30][NSTK]
35489	GUAYA ACELERADOR KUBOTA K771142310	[NSTK]
37818	GUAYA RETORNO EPIROC 3128055104	[TD1][NSTK]
37819	GUAYA RETORNO EPIROC 3128055104	[TD1][NSTK]
37820	GUAYA EMPUJE EPIROC 3128078197 / 3128062100	[TD1][NSTK]
37821	GUAYA EMPUJE EPIROC 3128078197 / 3128062100	[TD1][NSTK]
37902	SUJECION GUAYA AVANCE EPIROC 312807526	[TD1][NSTK]
37903	SUJECION GUAYA AVANCE EPIROC 312807526	[TD1][NSTK]

En resumen tenemos que el ERP no se utilizaba adecuadamente, lo que resultaba en falta de trazabilidad, desorganización y problemas de control en las actividades de mantenimiento. Sin embargo, tras implementar las soluciones propuestas, se logró optimizar el uso del ERP para la gestión de OT, pedidos especiales, legalización y generación de informes. Ahora la operación cuenta con herramientas robustas para tomar decisiones informadas y gestionar de manera efectiva todos los aspectos del mantenimiento.

Recepción de equipos

A lo largo de la práctica se incorporaron dos equipos una excavadora sobre ruedas equipada con martillo y un demoledor de rocas. Ambos equipos fueron inspeccionados y revisados detalladamente, evaluando tanto sus condiciones físicas como las especificaciones técnicas para ello se usó el formato desarrollado. Además, se llevó a cabo una evaluación de los operarios, verificando su conocimiento y capacidad para operar el equipo de manera segura y eficiente.

A continuación se encontrarán las evidencias tomadas:

Figura 29

Excavadora sobre ruedas con martillo



Figura 30

Excavadora sobre ruedas con martillo (Motor)



Figura 31

Excavadora sobre ruedas con martillo (Brazo, pala y martillo)

**Figura 32**

Demolidor de rocas TRAMAC



Figura 33

Demoledor de rocas TRAMAC

**Plan de mantenimiento de equipos de Izaje**

Se desarrollo a largo plazo el plan de mantenimientos preventivos para los equipos de Izaje (malacates). El plan incluye un desglose detallado de cada una de las actividades a realizar, considerando las especificaciones técnicas, la frecuencia recomendada y los estándares de seguridad requeridos. A continuación se dejan algunas imágenes introductorias al contenido del plan:

Figura 34

Plan de mantenimiento de equipos de Izaje

PLANIFICACION MANTENIMIENTO MECANICO SISTEMA DE IZAJE													Realizado por:		Planner: Jacob Mendoza																																							
													Revisado por:		Supervisor: Juan Gabriel Ortiz		Superintendente: Jayson Mejia																																					
FRECUENCIA	DIARIO	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	BIMESTRAL	TRIM/CUATRI	SEMESTRAL	ANUAL																																														
ACTIVIDADES	Intervalo	Hrs	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE																		
MALCATE DOBLE TAMBOR																																																						
WINCHE IR 60 X 48																																																						
Inspección general Winche	Diario	1.00	[Grid with yellow cells]																																																			
Inspección general de las unidades hidráulicas y de transmisión.	Semanal	1.00	[Grid with yellow cells]																																																			
Engrase de chumaceras	Semanal	1.00	[Grid with yellow cells]																																																			
Inspección de acoplamiento reductor/tambor	1.50		[Grid with red cells]																																																			
Inspección de reductor, dientes y nivel de aceite.	1.50		[Grid with red cells]																																																			
Cambio de aceite hidráulico de unidad de potencia	2.00		[Grid with red cells]																																																			
Realizar muestreo de aceite en todas las unidades hidráulicas (Caja reductora y transmisión abierta)	1.50		[Grid with red cells]																																																			
Cambio de filtros unidad hidráulica de lubricación.	Bimestral	1.50	[Grid with purple cells]																																																			
Cambio de aceite de reductor (ver resultados).	Semestral	4.00	[Grid with black cells]																																																			
CABINA																																																						
Inspección NDT (Test no destructivo)	Quincenal	2.00	[Grid with grey cells]																																																			
CABLES DE ACERO																																																						
Inspección manual visual del cable en toda su longitud.	Semanal	2.00	[Grid with yellow cells]																																																			
Revisar pernos de anclaje del cable, aguja y pasador de la Lagima	Semanal	2.00	[Grid with yellow cells]																																																			
Lubricación del cable de izaje	Quincenal	2.00	[Grid with grey cells]																																																			
Inspección electromagnética del cable.	Mensual	4.00	[Grid with red cells]																																																			
Corte de cable lado skip según resultados mediciones)	Trimestral	4.00	[Grid with blue cells]																																																			
Cambio de cables de acero 1"	15 meses	24.00	[Grid with blue cells]																																																			
COMPRESOR KEISER																																																						
Inspección visual de compresor	Semanal	1.00	[Grid with yellow cells]																																																			
Verificar carga de acumuladores del sistema neumático	Mensual	1.50	[Grid with red cells]																																																			

Capítulo 4 Herramientas utilizadas

Para llevar a cabo las responsabilidades y actividades mencionadas a lo largo de las practicas, se emplearon diversas herramientas, tanto tecnológicas como metodológicas, que garantizaron un desarrollo eficiente y organizado. A continuación, se describen las principales herramientas utilizadas:

ERP (Oracle):

Se utilizo un sistema ERP para centralizar y gestionar la información de mantenimiento, facilitando la planificación, el seguimiento de actividades y la generación de indicadores clave.

Microsoft Office:

- **Excel:** Desarrollo de plantillas dinámicas para registrar actividades, calcular frecuencias de mantenimiento, y analizar datos mediante tablas dinámicas y gráficos.
- **Word:** Creación de formatos estandarizados y guías para la capacitación del personal.
- **PowerPoint:** Elaboración de presentaciones claras y visuales para la introducción de nuevos procesos y la presentación de indicadores.
- **Power BI:** Diseño de una presentación estratégica de indicadores, enfocada en un formato más corporativo y dinámico, adaptado a las necesidades de la alta gerencia para optimizar la toma de decisiones operativas.

Herramientas de comunicación:

Correos electrónicos, chats corporativos y reuniones virtuales para coordinar actividades y garantizar la correcta implementación de los procesos.

Herramientas avanzadas de inspección:

Como el Penta Vodia5 y el SKF Microlog Analyzer dBX.

Estas herramientas y métodos permitieron mejorar la eficiencia, trazabilidad y calidad de las actividades relacionadas con la gestión de mantenimiento, además de fomentar un entorno de aprendizaje continuo y alineación con los objetivos de la operación.

Capítulo 5 Relación con el personal y áreas

El desarrollo y la implementación de actividades de gestión de mantenimiento requieren una colaboración constante con diversas áreas y niveles jerárquicos de la organización. A continuación, se detalla la interacción con cada área y su papel en el proceso:

- **Almacén:** Coordinación de reservas y entregas de materiales críticos para tareas programadas, validación y actualización del inventario en el sistema ERP y monitoreo conjunto de stock para evitar faltantes y garantizar la continuidad operativa.
- **Operación Mina:** Planificación de mantenimientos en periodos de menor actividad, análisis de datos de uso para optimizar el ciclo de vida de los equipos y comunicación constante para priorizar equipos críticos.
- **Suministros Mina:** Gestión de solicitudes de compra según los requerimientos de mantenimiento, seguimiento de órdenes para evitar retrasos y revisión de contratos con proveedores para garantizar calidad y cumplimiento.
- **Jefes y Supervisores:** Validación y ajuste de cronogramas, evaluación del desempeño técnico y de herramientas, y participación en reuniones para informar avances y mejorar procesos.
- **Superintendentes:** Revisión y aprobación de presupuestos y planes, monitoreo de KPI's y apoyo en la resolución de problemas críticos y decisiones estratégicas.
- **Gerentes:** Presentación de indicadores e informes de gestión, definición de políticas y prioridades de inversión, y evaluación de riesgos con análisis de costo beneficio en mantenimiento.
- **Costos:** Control del presupuesto de mantenimiento e identificación de mejoras para reducir costos sin afectar la calidad.

- **Planeación Mina:** Coordinación para evitar conflictos entre operación y mantenimiento, sincronización de tareas críticas en equipos clave y retroalimentación sobre tiempos de parada y disponibilidad.

La colaboración entre áreas y personal optimizo la planificación y ejecución del mantenimiento, fomento una buena comunicación y aseguro una gestión eficiente logrando procesos más estratégicos y orientados al resultado.

Capítulo 6 Habilidades adquiridas

Durante el desarrollo e implementación de los procesos relacionados con la gestión de mantenimiento, se adquirieron habilidades tanto técnicas como analíticas y blandas que resultaron clave para el éxito de la práctica. Estas habilidades han permitido mejorar la eficiencia operativa, optimizar recursos y asegurar la continuidad de las operaciones.

Habilidades adquiridas:

1. Manejo de Sistemas ERP
2. Diseño de Bases de Datos y Plantillas en Excel
3. Buena Práctica de Mantenimiento
4. Análisis de Datos
5. Resolución de Problemas
6. Planificación Estratégica
7. Comunicación Efectiva
8. Trabajo en equipo
9. Adaptabilidad
10. Formación de Personal

Cada una de estas habilidades ha sido esencial en la optimización de procesos de mantenimiento. El manejo de sistema ERP permitió gestionar de manera eficiente las actividades de mantenimiento y la gestión de activos. El diseño de bases de datos y plantillas en Excel facilitó el seguimiento y análisis de datos, además de medir y evaluar el desempeño de los equipos de manera efectiva, mientras que las buenas prácticas de mantenimiento garantizó la implementación de metodologías relacionadas como RCM y Scrum. La planificación estratégica ayudó a minimizar tiempos muertos y cumplir los objetivos operativos, complementada por una

comunicación efectivo que permitió la correcta transmisión de información a todos los niveles.

El trabajo en equipo fue esencial para la colaboración con otras áreas, y la adaptabilidad permitió ajustarse a cambios imprevistos en el proceso. Finalmente, la formación de personal aseguro que todos los involucrados pudieran adoptar de manera exitosa las nuevas metodologías y herramientas implementadas.

Capítulo 7 Conocimientos nuevos

Durante el desarrollo de las practicas se adquirieron conocimientos avanzados en técnicas de mantenimiento preventivos, predictivo y correctivo, asi como en el uso de estándares de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, asi como en el uso de metodologías como RCM y Scrum. Se fortaleció el manejo de tecnologías, incluyendo sistemas ERP (Oracle), Excel avanzado con automatizaciones, herramientas de monitoreo como análisis de vibraciones y escáner de motores. Además, se incorporaron habilidades en gestión de inventarios, costos y recursos, logrando integrar planes de mantenimiento con la operación. También se adquirió experiencia en comunicación interdepartamental, diseño de estrategias de capacitación, gestión del cambio y cumplimiento normativo. Este aprendizaje consolidó una base sólida para implementar procesos más eficientes y estratégicos en futuros proyectos.

Capítulo 8 Logros alcanzados

Durante el proyecto de gestión de mantenimiento se logró optimizar los procesos mediante planes preventivos, predictivos y correctivos, reduciendo tiempos muertos y mejorando la disponibilidad de equipos. Además, se optimizó la gestión de recursos y costos, fortaleciendo la colaboración interdepartamental con áreas clave. Se desarrollaron indicadores clave de desempeño para evaluar la efectividad, por otro lado se capacitó al personal en nuevas herramientas y metodologías, fomentando la mejora continua. Así mismo, se garantizó el cumplimiento normativo y se promovió la sostenibilidad operativa, sentando las bases para una gestión eficiente y estratégica a largo plazo.

Conclusiones

La práctica permitió consolidar una estrategia integral orientada a la eficiencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo. A través de un enfoque sistemático y colaborativo, se logró integrar tecnologías avanzadas, metodologías internacionales y herramientas personalizadas que fortalecieron la planificación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento. La interacción efectiva fue clave para garantizar la alineación con los objetivos estratégicos, optimizando recursos y asegurando la continuidad operativa sin comprometer la productividad.

Además, se destacó la importancia de la capacitación y el cambio cultural dentro de la organización, logrando una adopción exitosa de nuevos procesos y herramientas por parte del personal. Este esfuerzo no solo mejoró la trazabilidad y el monitoreo de los indicadores de desempeño, sino que también fomentó una cultura de mejora continua y compromiso con la excelencia operativa. Las conclusiones extraídas del proyecto refuerzan la capacidad de replicar este modelo en futuros desafíos, adaptándolo a distintos contextos y escalas para maximizar su impacto positivo.

Referencias

- Chiavenato, I. (2017). Gestión del talento humano. McGraw Hill. Recuperado de <https://www.mheducation.es>
- Kumar, S., & Soni, P. (2016). Manual de ingeniería de mantenimiento. McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.mheducation.com>
- Mobley, R. K. (2002). Introducción al mantenimiento predictivo. Elsevier Science. Recuperado de <https://www.elsevier.com/>
- Monk, E., & Wagner, B. (2012). Conceptos de sistemas ERP: Planeación de recursos empresariales. Cengage Learning. Recuperado de <https://www.cengage.com/>
- Moubray, J. (1997). Mantenimiento centrado en la confiabilidad. Industrial Press Inc. Recuperado de <https://www.industrialpress.com>
- Parmenter, D. (2015). Indicadores clave de desempeño: Desarrollar, implementar y utilizar KPIs ganadores. Wiley. Recuperado de <https://www.wiley.com/>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). La guía de Scrum: La guía definitiva de Scrum: Las reglas del juego. Scrum.org. Recuperado de <https://www.scrumguides.org/>
- Stewart, M., & Sutherland, J. (2014). Manual de ingeniería de confiabilidad. CRC Press. Recuperado de <https://www.routledge.com/>