

**DISEÑO DE UN MODELO DE SOPORTE TÉCNICO  
DE LUBRICACIÓN COMO HERRAMIENTA DE  
MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN**

**PRESENTA**

**MARÍA DEL PILAR ESQUIVEL GUERRERO**

**DIRECTORA DEL PROYECTO**

**MARÍA DE LOURDES SÁNCHEZ CRUZ**

Fecha

06/12/2021

No. de Registro

MPADM-019

**DR. MARTIN VILLA IBARRA**  
SUBDIRECTOR DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.  
PRESENTE

A través de este documento, me permito comunicarle que el alumno

MARÍA DEL PILAR ESQUIVEL GUERRERO

**DISEÑO DE UN MODELO DE SOPORTE TÉCNICO DE LUBRICACIÓN COMO HERRAMIENTA DE  
MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Cumple satisfactoriamente, con los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, por lo que ha sido aceptado para la obtención del grado:

**MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN**

Sin más por el momento, quedo de Usted.



**MTRA. MARÍA LOURDES SÁNCHEZ CRUZ**  
**Nombre y Firma del Director de proyecto**  
Director de proyecto de obtención de grado

06/12/2021

Fecha

**DICTAMEN DE ACEPTACION - COMISIÓN REVISORA**

**PRESIDENTE** MTRA. MARÍA LOURDES SÁNCHEZ CRUZ

Nombre



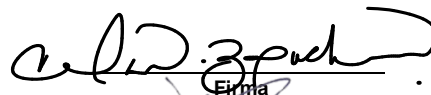
Firma

06/12/2021

Fecha

**MIEMBRO 1** MTRA. CARLA OLIMPIYA ZAPUCHE MORENO

Nombre



Firma

06/12/2021

Fecha

**MIEMBRO 2** MTRA. MANUELA RUIZ CASTRO

Nombre



Firma

06/12/2021

Fecha

## **DEDICATORIA/AGRADECIMIENTOS**

A mi familia: papás y hermanos por ser siempre un pilar fundamental en mi crecimiento, por creer en mí y brindarme todo su apoyo incondicional el cual es primordial para seguir con cada paso y logro que he alcanzado a lo largo de mi vida.

A mi bebé Isabella Robles-Esquivel por ser mi motor diariamente.

A mi esposo por confiar en mí, su ayuda es fundamental en mi desarrollo profesional y personal.

A mi maestra Luly que nunca me abandonó y siempre confió en mí.

Y en general, a todos mis amigos que contribuyeron con su conocimiento para que yo lograra llegar hasta el final.

## **RESUMEN**

El contenido de este trabajo consta de un fundamento teórico para la elaboración de un modelo de soporte de lubricación para el área de minería. Al inicio se describe la principal problemática que se tiene en la industria minera a causa de una lubricación deficiente, por consecuencia se tienen costos de mantenimiento más altos y paros de equipos no programados. Después se mencionan las posibles mejoras al sistema de lubricación desde la parte operacional hasta la parte administrativa, es de vital importancia contar con personal calificado para realizar las actividades de lubricación, la sangre en el equipo es el lubricante y un análisis nos puede decir muchas cosas. Finalmente, se plantean algunos procedimientos para llevar a cabo la gestión de la lubricación de una forma ordenada y con su análisis para cada equipo, así como el método de aplicación y por último se presenta la propuesta para aplicar un software para lubricación para un mejor control.

## **ABSTRACT**

The content of this work consists of a theoretical foundation for the development of a lubrication support model for the mining area.

At the beginning, the main problem in the mining industry is described due to poor lubrication, consequently there are higher maintenance costs and unscheduled equipment stoppages.

Then the possible improvements to the lubrication system are mentioned from the operational part to the administrative part, it is vitally important to have qualified personnel to carry out the lubrication activities, the blood in the equipment is the lubricant and an analysis can tell us many things.

Finally, some procedures are proposed to carry out lubrication management in an orderly way and with its analysis for each equipment, as well as the application method, and finally the proposal to apply lubrication software for better control is presented.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
1. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1 Antecedentes .....	13
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.3 Objetivos .....	16
1.3.1 Objetivos generales .....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificación .....	17
1.5 Delimitación del Proyecto .....	18
1.6 Limitaciones del Proyecto .....	19
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Investigación relacionada con el tema.....	20
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	20
2.1.2 Conclusiones de los Modelos presentados.....	26
2.2 El Proceso para Planes y Programación de Lubricación .....	27
2.3 Mantenimiento .....	29
2.3.1 Evolución Histórica del Mantenimiento .....	30
2.3.2 Tipos de mantenimiento.....	32
2.3.2.1 Mantenimiento Correctivo.....	32

2.3.2.2	Mantenimiento preventivo.....	33
2.3.2.3	Mantenimiento predictivo.....	33
2.3.2.4	Mantenimiento Proactivo o de precisión .....	34
2.4	Indicadores de Mantenimiento.....	35
2.4.1	Confiabilidad.....	36
2.4.2	Mantenibilidad .....	36
2.4.2.1	Tiempo Medio entre fallas (MTBF) .....	36
2.4.2.2	Tiempo medio para reparar (TMPR) Mean Time to Repair (MTTR).....	37
2.4.3	Disponibilidad .....	37
2.5	Lubricación .....	37
2.5.1	Funciones de la lubricación.....	38
2.5.2	Desgate .....	38
2.6	Características Físicas de los Lubricantes .....	39
2.7.1	Etapas del Proceso de Lubricación.....	39
3.	MÉTODO.....	41
3.1	Sujetos.....	41
3.2	Instrumentos.....	41
3.3	Procedimientos.....	41
3.3.1	Selección de Lubricantes.....	41
3.3.2	Recepción y almacenamiento de lubricantes .....	42

3.3.3 Manejo y aplicación de lubricantes .....	43
3.3.4 Control de contaminación de lubricantes .....	44
3.3.5 Análisis de lubricantes .....	45
4 DESARROLLO DEL MÉTODO.....	46
4.1 Principales características con las que debe cumplir el Modelo de Soporte de Lubricación .....	46
4.1.1 Realizar un análisis de criticidad a equipos mecánicos.....	46
4.1.2 Ejemplo de análisis realizado a un equipo en mina .....	49
4.2 Identificar los sistemas de lubricación para realizar la selección de tipos de lubricantes.....	57
4.3 Desarrollar el procedimiento de aplicación de lubricantes.....	61
4.4 Calendarizar el cambio y muestreo de aceite para el control de la lubricación .....	61
4.5 Realizar procedimiento para toma de muestra de aceite, cambio de aceite y disposición ecológica de lubricante contaminado.....	62
4.6 Interpretación de los resultados de las muestras .....	63
4.7 Resultados de mejora en el sistema de lubricación con el diseño de modelo.....	63
4.8 Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos .....	64
5. RESULTADOS .....	65
5.1 Procedimiento de Mantenimiento, Actividades Generales de Lubricación.....	65
6. CONCLUSIONES.....	116



REFERENCIAS ..... 118

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo de Gestión de Mantenimiento.....	24
Figura 2 Modelo para la definición de la estrategia de mantenimiento.....	25
Figura 3 Posición de Mantenimiento en el Organigrama .....	31
Figura 4 Flujo de Trabajo del Mantenimiento correctivo.....	32
Figura 5 Mantenimiento Preventivo .....	33
Figura 6 Mantenimiento Predictivo .....	34
Figura 7 Mantenimiento proactivo o de precisión.....	35
Figura 8 Adhesión .....	38
Figura 9 Abrasión .....	38
Figura 10 Desgaste por fatiga Superficie .....	39
Figura 11 Modelo Básico de Análisis de Criticidad.....	48
Figura 12 Matriz de Criticidad .....	49
Figura 13 Equinox Gold .....	50
Figura 14 Gráfica de Corrientes del Motor .....	51
Figura 15 Fuga de Solución por Válvula de Succión .....	51
Figura 16 Cajas de Rodamientos y carcasa fuera de Posición .....	52
Figura 17 Junta de Expansión Dañada .....	52
Figura 18 Cople Omega Motor-BBA dañado .....	53
Figura 19 Cajas de Rodamientos del eje tanto lado cople como libre sueltos sin tornillos, tornillos capados de base .....	53
Figura 20 Gráfica de lectura de vibración. ....	54
Figura 21 Barrenos dañados. ....	56

Figura 22 Sistema de lubricación de línea doble para grasa.....	58
Figura 23 Unidad de bombeo QLS 401 SSV .....	59
Figura 24Dispositivos dosificadores .....	59
Figura 25 Sistema de lubricación de línea simple para aceite y grasa fluida .....	60

# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se desarrolló un modelo de soporte de lubricación para minería, con la finalidad de aumentar la disponibilidad de los equipos y minimizar los costos. Este modelo de soporte de lubricación utilizará prácticas de clase mundial, probablemente efectivas, como la correcta selección del lubricante, la recepción y almacenamiento de los lubricantes, el manejo y aplicación, el control de la contaminación, los análisis de aceite y la disposición ecológica, enfocándose en los dos modos de falla considerados de mayor importancia en la industria minera, que serían la lubricación inadecuada y la contaminación del lubricante.

El trabajo está organizado en cinco capítulos. En el capítulo 1 se describen los antecedentes, el planteamiento del problema de la lubricación, los objetivos, justificación del porque realizar este trabajo y las limitaciones del trabajo. En el capítulo 2 se tiene el marco teórico donde se definen los conceptos teóricos de la investigación. En el capítulo 3 se tiene el método, aquí se definen los sujetos de la investigación, así como los instrumentos de investigación.

En el capítulo 4 se desarrolla todo el modelo de soporte de lubricación, para el área de minería, iniciando con el análisis situacional de la empresa con respecto a sus prácticas actuales en lubricación y posteriormente con la recomendación de implementación del modelo de soporte; así mismo se presenta de manera precisa los recursos necesarios para su implementación. En el capítulo 5 se presentan los resultados obtenidos para que el Modelo de soporte pueda ser aplicado e implementado y así obtener resultados favorables.

## **1.1 Antecedentes**

El proyecto está enfocado al sector minero que se caracteriza por la constante demanda de lubricantes para sus equipos de movimiento de tierra y para sus operaciones en planta. Así, un adecuado uso de los lubricantes junto con un servicio eficiente en cuanto al plan para su aplicación garantizará la mayor disponibilidad y continuidad de los trabajos.

Una de las particulares de la minería es su creciente innovación tecnológica y una optimización de recursos e incluso, para sus operaciones requiere productos que garanticen la operatividad de las máquinas y equipos.

Frente a ello, el rubro de lubricantes que comprende a los aceites y a las grasas significa garantía de éxito en los trabajos mineros. Su adecuada selección puede determinar que una operación mantenga o mejore los niveles de eficiencia operativa de sus equipos y maquinaria, o enfrente situaciones imprevistas que acarreen costos e impacten el desempeño financiero del proyecto en su conjunto.

Por ello, los lubricantes son un insumo de gran impacto en el sector, por lo que las empresas destinan un presupuesto fijo para cubrirlo, conscientes de que un insumo de calidad contribuirá, por ejemplo, a reducir considerablemente el consumo de combustible, aumentar la disponibilidad de sus máquinas y equipos y como consecuencia, mejorar sus estándares e indicadores productivos, operativos y económicos.

Al ser un insumo muy requerido por la industria minera y debido a que este sector adquiere constantemente nuevas tecnologías y tiene mucha maquinaria y procesos operativos, los cambios o mejoras que se den en los lubricantes juegan un papel muy importante para los actores que los proveen.

Así, en la industria minera, las necesidades de estos insumos, no solo ha variado con el tiempo, sino que se ha especializado y diversificado; tanto que a diferencia de hace unos pocos años atrás, hoy existen productos diferentes y específicos para cada máquina y equipo que intervienen en los diversos procesos, y todos destinados a cumplir con dos objetivos: mantener óptimos niveles de operación y prolongar su vida útil.

“El Ingeniero Pedro Hernández, experto en lubricación de la empresa Alsglobal, menciona que la prevención de daños y fallas potenciales en equipos están asociados a una serie de factores, que van desde las especificaciones de proyecto hasta cuestiones relacionadas con la operación y el mantenimiento de los equipos.

Las causas de las fallas en los motores a combustión interna de los camiones en minería generalmente se determinan relacionándolas con uno o más mecanismos de falla:

- Errores de diseño o de especificación: el equipo o algunos de sus componentes no corresponden a las necesidades del servicio. Se trata de factores vinculados a la dimensión, rotación, material, ajustes, etc.
- Instalación inapropiada: desalineación, fundación, vibración, etc.
- Mantenimiento inapropiado: pérdida de ajustes y de la eficiencia del equipo en razón de contaminantes. Falta momentánea o total de lubricación, lubricante inapropiado que causa ruptura de película o su descomposición. (Hernandes, 2018)”

“En la revista Rumbo minero mencion que el sector minero se caracteriza por la constante demanda de lubricantes para sus equipos de movimiento de tierra y para sus operaciones en planta. Así un adecuado uso de los lubricantes junto con un servicio eficiente en cuanto al plan para su aplicación garantizará la mayor disponibilidad y continuidad de los trabajos.

Frente a ello, el rubro de los lubricantes que comprende a los aceites a las grasas significa garantía de éxito en los trabajos mineros. Su adecuada selección puede determinar que una operación mantenga o mejore los niveles de eficiencia operativa de sus equipos y maquinaria, o enfrente situaciones imprevistas que acarreen costos e impacten el desempeño financiero.

Por ello los lubricantes son un insumo de gran impacto en el sector, por lo que las empresas destinan un presupuesto fijo para cubrirlo, conscientes de que un insumo de calidad contribuirá, por ejemplo, a reducir considerablemente el consumo de combustible, aumentar la disponibilidad de sus máquinas y equipos. Y como consecuencia mejorar sus estándares e indicadores productivos, operativos y económicos. (Revista Rumbo Minero, 2017).”

En la Revista Informativo menciona que la minería es una actividad que requiere del uso intensivo de maquinaria pesada. Toda maquinaria móvil, diésel, hidráulica y eléctrica, constituida por una serie de sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes industriales líquidos o sólidos, como motores de combustión interna, compresores de aire, cajas de engranajes y circuitos hidráulicos.

Para proteger sus equipos de mejor manera necesitan de un lubricante industrial especializado. El propósito esencial de todo lubricante es la separación de dos superficies

con deslizamiento relativo entre sí, de tal manera que no se produzca daño en ellas; disminuir la fricción entre piezas en movimiento, con el fin de que el desgaste sea menor y, como consecuencia, pueda prolongarse su vida útil, para estar un mayor tiempo en operación (Potcheca , 2017).

## **1.2 Planteamiento del problema**

Actualmente en la minería tienen un alto índice de fallas en los equipos mecánicos por una lubricación deficiente.

**Una lubricación deficiente es un problema porque lleva a paros de producción no programados, pérdidas de garantías en equipos, pérdidas monetarias por tiempos muertos. ¿Si se contara con una adecuada gestión de la lubricación en equipos móviles y fijos sería de gran ayuda para las empresas del sector minero?**

## **1.3 Objetivos**

Debido a la problemática antes mencionada, los objetivos que se plantean en la presente investigación son:

### **1.3.1 Objetivos generales**

Diseñar un modelo de soporte técnico de lubricación como herramienta del mantenimiento predictivo, que minimice el alto índice de fallas en los equipos mecánicos por consecuencia de una lubricación deficiente, aumentando la disponibilidad y confiabilidad en los activos y obteniendo optimo costo en el mantenimiento preventivo anual.



### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Fundamentar las características para el diseño del modelo
- Realizar un análisis de criticidad a equipos mecánicos
- Identificar los sistemas de lubricación para realizar la selección de tipos de lubricantes.
- Desarrollar el procedimiento de aplicación de lubricantes
- Calendarizar el cambio y muestreo de aceite para el control de lubricación
- Realizar procedimiento para toma de muestra de aceite, re lubricación, cambio de aceite y disposición ecológica de lubricante contaminado.
- Interpretación de los resultados de las muestras
- Resultados de mejora en el sistema de lubricación con el diseño del modelo
- Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos
- Elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo en base a lubricación
- Presentar las condiciones óptimas de mantenimiento de lubricación para el equipo

### **1.3 Justificación**

Esto es una práctica que reporta grandes beneficios, por una parte, ahorrando cambios innecesarios de lubricante cuando su estado es óptimo y por otra ayudando a detectar fallas. Los equipos que se pueden controlar con el modelo de soporte de lubricación son principalmente unidades de lubricación, hidráulicas, reductores, motores, transmisiones, mandos finales y bombas. Dependiendo de su criticidad en el proceso. La frecuencia de la toma de muestras y o re lubricación depende de cada equipo y de su funcionamiento, por lo regular las frecuencias oscilan entre 1, 2, 3 o 6 meses para las tomas de muestras y la re

lubricación varía dependiendo la aplicación, la carga, temperatura y velocidad de operación.

Con una adecuada lubricación se puede prevenir fallas para evitar paros no planeados que conlleven a pérdidas monetarias, garantías, confianza en equipo disponible y planeación de costos.

“Widman menciona que la lubricación también se puede utilizar para conocer el estado de los equipos y anticiparnos así a posibles averías. Con los análisis de aceite podemos mantener controlados los parámetros que nos muestran tanto la salud del lubricante como el posible desgaste de los equipos. Algunos de estos parámetros son: oxidación (envejecimiento), acidez, cantidad de aditivos, cantidad de agua (ppm), cantidad y tamaño de partículas (ISO) (Widman, s.f.)”

“SKF menciona que un programa de gestión de la lubricación se puede definir como la suma de todas las actividades realizadas en unas instalaciones determinadas para suministrar el lubricante adecuado, en la cantidad precisa, en un punto concreto, en el momento exacto y con el método más adecuado (SKF, s.f.)

## **1.5 Delimitación del Proyecto**

La principal delimitación es el tiempo para implementar el modelo de soporte de lubricación en el cual se incluya el seguimiento de los análisis de aceites y la correcta lubricación, para detectar los siguientes puntos:

- Detección de fallas prematuras y/o tempranas
- Análisis de causa raíz de las fallas

- Corrección de las fallas presentadas
- Verificación de la disponibilidad de los equipos
- Implementación de un sistema de evaluación
- Reducción de costos
- Minimizar contaminación
- Concientizar al personal sobre el uso y manejo de los lubricantes

### **1.6 Limitaciones del Proyecto**

Las principales limitaciones para el proyecto sería la falta de información, la puesta en marcha y seguimiento al diseño.

## **2. MARCO TEÓRICO**

Para la elaboración de esta tesis se realizaron las siguientes investigaciones teóricas y prácticas, relacionadas con el tema en los ámbitos nacional e internacional.

### **2.1 Investigación relacionada con el tema.**

Se presenta un modelo para la gestión integral del mantenimiento, teniendo en consideración la característica de mejora continua en el tiempo. A modo de introducción y contextualización, se explica la importancia que tiene la alineación de objetivos a todo nivel organizacional para lograr la integración y correcta gestión de la unidad de mantenimiento.

El modelo a presentar se compone de seis principales etapas, las cuales deben desarrollarse progresivamente según el escenario actual de la organización, haciendo énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución de la lubricación. Adicionalmente, el modelo presentado complementa herramientas de apoyo para el desarrollo e implementación de las etapas, y características operacionales reales. Finalmente, se presentan algunas consideraciones generales y respectivas conclusiones. (SCIELO, 2021)

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

##### **Implementación de un programa de lubricación en una empresa de refrigeración en el proceso de metales**

Los principales problemas que se detectan en una planta industrial con respecto a la lubricación y que determinarían la necesidad de formalizar un programa de lubricación adecuado son variados y están en función de las actividades de la empresa. En general, un

operario es el encargado del engrase o lubricación, su forma de trabajar es autónoma y no posee la capacidad para detectar situaciones que afecten la calidad de lubricación.

Por otro lado, es muy probable que se utilice un lubricante sin haber realizado previamente un análisis, sólo por recomendaciones de proveedores. Y no se conocen adecuadamente los puntos de lubricación, el método, el tipo, etc. La falta o la mala administración de la lubricación acarrea problemas tanto en los equipos como en la línea de producción.

Las máquinas no sólo necesitan contar con un poco de lubricante de cualquier tipo. Más bien, necesitan un abasto adecuado y sostenido del lubricante correcto. Adecuado no significa tan solo que esté mojado con aceite o que haya presencia de lubricante. La empresa en estos momentos no cuenta con un programa de lubricación establecido, en el cual se encuentren documentados los puntos críticos de las máquinas, el tipo de lubricante, la forma de lubricación, la frecuencia, el etiquetado, etc.

Se encontró que la lubricación se ha desarrollado empíricamente, es por esto que surge la necesidad de que se establezca un programa de lubricación que cumpla con todos los requerimientos. Evidenciando la necesidad de tener un control constante de la lubricación de todos los equipos que la requieran, y debido a la gran cantidad de equipos que son necesarios para la operación de la empresa, se propone crear un programa de lubricación para el proceso de metales de la empresa, el cual es uno de los más críticos de la etapa productiva.

Los programas de lubricación permiten asegurar que todos los puntos de lubricación de una máquina sean correctamente atendidos. No sólo ayuda a los técnicos a identificar y ubicar todos los puntos de lubricación de una máquina determinada, sino que también es útil para

verificar y estar seguros de que incluso los técnicos más experimentados conozcan todos los puntos de lubricación de las máquinas. (Castaño, 2018)

### **Descripción de las etapas del modelo de gestión de mantenimiento que se propone**

La revista Chilena de Ingeniería Scielo, nos dice que el concepto base que da lugar a la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área del mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional global.

A continuación, se exponen las etapas del modelo suponiendo que la organización ya gestiona, en menor o mayor medida, el mantenimiento.

#### ***Etapas 1: Análisis de la situación actual. Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento:***

En primer lugar, y como paso previo a cualquier actividad, es necesario realizar una evaluación de la situación inicial o existente en Integración de herramientas y habilitantes al sistema informático (ERP, Softwares de MTTO, Software de gestión de MTTO) relación a la gestión del mantenimiento. Este análisis debe realizarse en el caso de que la organización o planta ya disponga de un método más o menos definido de gestión, o más aún, en caso de que no exista algún método o procedimiento destinado a esta labor.

Esta evaluación o diagnóstico de la situación actual debe considerar todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos de los cuales se disponga información; por ejemplo, aspectos tales como la planificación, programación y ejecución de las tareas de

mantenimiento, histórico de fallas, indicadores de tiempo medio entre fallas (MTTF) y tiempo medio de reparación (MTTR), recursos financieros asignados al mantenimiento, impacto económico o en producción (consecuencia de falla del equipo) por parada no programada de la planta (sistema) o subsistema, entre otros.

Para lograr un correcto desempeño en la gestión global del mantenimiento en una organización resulta imprescindible definir previamente los objetivos (metas) que se persiguen, estableciendo una estrategia orientada a esos objetivos y determinando las responsabilidades del personal implicado a nivel operacional y gerencial. El proceso de definición de una estrategia de mantenimiento requiere.

- Determinar, en base a los objetivos corporativos del negocio, los objetivos de mantenimiento, por ejemplo: valores estimados y realistas para los siguientes indicadores de gestión: disponibilidad de equipos, confiabilidad, seguridad, riesgo, etc. Determinar el desempeño o rendimiento actual de las instalaciones productivas, comparándolas con sus respectivas capacidades nominales.

- Determinar los indicadores claves para la evaluación del rendimiento de las instalaciones (Key Performance Indicators-KPIs). (SCIELO, 2021).

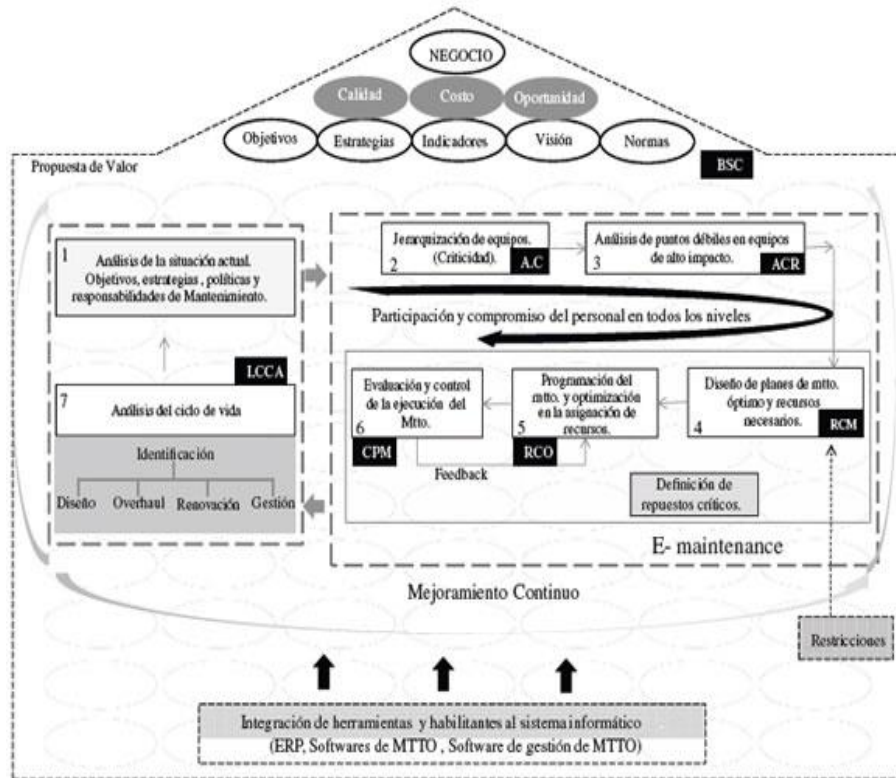


Figura 1 Modelo de Gestión de Mantenimiento

Fuente: SCIELO (2021)



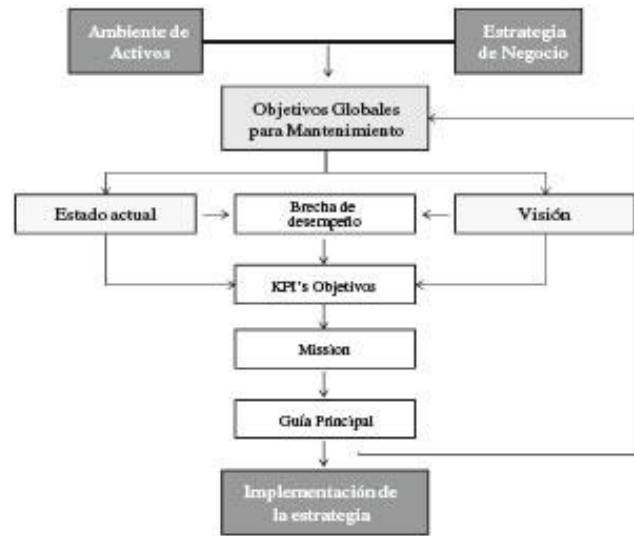


Figura 2.

Figura 2 Modelo para la definición de la estrategia de mantenimiento

Fuente: SCIELO (2021)

La gestión del mantenimiento como se muestra en la Figuras 1 y 2, deben conseguir alinear todas las actividades de mantenimiento con la estrategia definida a nivel estratégico o de dirección, táctico y operativo. Una vez que se han transformado las prioridades del negocio en prioridades de mantenimiento, se procederá a la elaboración de la estrategia, de acuerdo con los objetivos. De esta forma se obtiene un plan de mantenimiento genérico en la empresa que se desarrollará y enfocará a aquellos activos considerados críticos, identificados por la etapa 2.

Las acciones a nivel táctico determinarán la correcta asignación de los recursos (habilidades, materiales, equipos de pruebas y medida, etc.) para la consecución del plan de mantenimiento. El resultado final será la creación de un programa detallado con todas las tareas a desarrollar y con los recursos asignados para la realización de las mismas.

Las acciones a nivel operativo deben asegurar que las tareas de mantenimiento se llevan a cabo adecuadamente por los técnicos seleccionados, en el tiempo acordado, siguiendo los procedimientos reseñados y utilizando las herramientas adecuadas.

***Etapa 2: Jerarquización de equipos:*** Una vez que se han definido los objetivos, las responsabilidades y se ha diseñado una estrategia de mantenimiento, resulta de vital importancia discretizar los activos físicos de la organización en base a su criticidad, es decir, su mayor o menor impacto en el sistema productivo global y/o seguridad del sistema (objetivos del negocio).

El análisis de criticidad es un conjunto de metodología que permite definir la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema, equipos y/o, según el parámetro de valor conocido como "Criticidad" que es proporcional al "Riesgo", generando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando los esfuerzos y recursos técnico-económicos en áreas y eventos que tienen mayor impacto en el negocio. (SCIELO, 2021)

### **2.1.2 Conclusiones de los Modelos presentados.**

El escenario actual de las organizaciones con alta dotación de activos indica que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, por lo cual se estima conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades. Además, los objetivos de la unidad encargada de realizar la gestión del mantenimiento se determinarán y serán dependientes del plan estratégico y de negocio de la organización. Las estrategias de mantenimiento deben estar siempre alineadas con los planes de negocio de la

empresa ya que de esto depende la consecución de los objetivos del mantenimiento y, también, los del propio plan de negocio de la organización.

Se presenta un modelo de gestión de mantenimiento bajo la visión de mejora continua, considerando una revisión profunda de un conjunto representativo de modelos de gestión de mantenimiento, los cuales siguen una secuencia lógica de actuación jerarquizada. (Modelo de 7 etapas).

El modelo propuesto consigue alinear los objetivos locales del mantenimiento con los objetivos globales del negocio en un marco de mejora continua. Además, propone algunas herramientas de apoyo en las principales etapas del modelo, dando a conocer las principales bondades y funcionalidad dentro del ciclo propuesto.

Mediante estas herramientas, se entrega soporte en la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, teniendo en cuenta el contexto operacional y contemplando todas las restricciones que pueden afectar a la eficiencia y/o eficacia de la gestión del mantenimiento. (conicyt)

## **2.2 El Proceso para Planes y Programación de Lubricación**

Para la alta gerencia, cada vez está más claro el importante rol que juega la adecuada lubricación en la confiabilidad de la maquinaria. Lograr excelencia en la lubricación en las plantas industriales y en flotas de transporte o mineras es un proceso muy similar al movimiento que ha cambiado la manera de hacer negocios para siempre en el mundo y que requiere una transformación cultural.

Este proceso inicia con el reconocimiento de la necesidad por cambiar y mejorar. Sin este reconocimiento, los esfuerzos serán vanos y frustrantes. Alguien que no reconoce que puede hacer las cosas mejor y permanece en el paradigma “Así hemos trabajado siempre”, no tendrá la motivación y razón suficiente para mejorar. Lo que sigue generalmente, es la preparación de un plan y la asignación de tareas. Queremos calidad en nuestra organización, por lo tanto, contratamos ingenieros, asesores y administradores de calidad, para tratar de obtener una mejora en la confiabilidad y poder competir en este mundo global cada vez más pequeño.

Nunca debemos olvidar que empresas en otras partes del mundo si están cambiando y haciendo esfuerzos para mejorar sus programas de lubricación y en un momento dado estas empresas estarán compitiendo directamente con las nuestras con costos muy ventajosos para ellos. La confiabilidad de nuestras plantas se convierte en ese momento en un factor de supervivencia en el mercado más que una cuestión de mantenimiento y producción.

La experiencia nos enseña que la confiabilidad y la calidad no pueden simplemente ser asignadas a alguien para conseguirlas, ya que hay mucha gente involucrada en este proceso y por consecuencia les afecta. Por el contrario, convertirse en una organización de calidad requiere un cambio fundamental en su forma global de hacer negocios. Es un hecho; expertos en la materia, pueden ayudarle a facilitar y supervisar el proceso, pero no pueden efectuar las tareas por sí mismos.

Hay tantos factores y gente que tienen influencia en la lubricación de su maquinaria, que todos aquellos que afectan los activos productivos necesitan ser involucrados, conocer y compartir el concepto. Los diseñadores de maquinaria y equipo, fabricantes de equipo

original, compras, gerentes, operadores, mecánicos, ingenieros de producción, técnicos de preventivo-predictivo, técnicos en lubricación, proveedores de lubricantes, filtros y equipo de lubricación, consultores, instructores y todas aquellas personas que afecten la calidad de la lubricación.

Lograr la excelencia requiere un cambio de raíz, un cambio realmente de fondo en la forma en la que trabajamos lo concerniente a la lubricación. Debemos cambiar la estructura actual en la que definimos la lubricación como algo importante, pero actuamos absolutamente de manera opuesta.

El Programa de Lubricación de Clase Mundial, establece el enfoque de la excelencia en lubricación para construir confiabilidad. En este enfoque los lubricantes no son considerados como bienes consumibles o desechables, que deben ser comprados al menor precio y drenados cuando ya no sirven. La nueva visión define a los lubricantes como un activo importante durable y parte de la maquinaria, que debe ser adecuadamente administrado y protegido. Este proceso de protección inicia desde el día que el lubricante es especificado para cada maquinaria, se compra y recibe, hasta el momento en que es drenado del componente y dispuesto adecuadamente

### **2.3 Mantenimiento**

Se define Mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (Garrido, 2003)

### **2.3.1 Evolución Histórica del Mantenimiento**

- Desde el inicio de las máquinas, se hizo un mantenimiento correctivo total. En él se espera que se origine alguna avería para proceder a repararla. Los costos de mantenimiento resultaban altos por el largo tiempo de paro que se empleaba para solucionar el problema
- Durante la Primera Guerra Mundial se capacitó al personal de mantenimiento correctivo enviándolos a los laboratorios de prevención para evitar fallas. Dieron origen a los departamentos de mantenimiento preventivo.
- Con la Segunda Guerra Mundial se sistematizan los trabajos de mantenimiento preventivo.
- En 1946 es creada la Sociedad Americana de Control de Calidad.
- 1950. William Edward Deming Aplica en la industria japonesa el Control Estadístico de Calidad, donde el criterio de la empresa comienza con el proveedor y termina en el cliente. Se creó al mantenimiento productivo para obtener calidad y cantidad de producto, al tiempo de cuidar las máquinas.
- 1960. La necesidad de mantener naves en vuelo generó el mantenimiento enfocado en la confiabilidad.
- 1970. Se crea el Software Sistema Computarizado para la administración de Mantenimiento, CMMS, centrado en resolver la administración del área de mantenimiento.
- 1971. Seiichi Nakajima crea el Mantenimiento Productivo Total, involucrando a todo el personal de la empresa en la ejecución de todo tipo de mantenimiento, apoyado en los círculos de calidad.

- 1980. El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad fue modificado hacia la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO). Enfoque hacia la confiabilidad = RCM Enfoque hacia los costos = PMO.
- Desde 2005 se maneja la filosofía de la conservación (preservación y mantenimiento (Predictiva21, 2019).

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era realizado por el mismo personal de operación.

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implementación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas de producción y como consecuencia de esto, tuvieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un área subordinada a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. De este modo, los organigramas de las empresas presentaban la posición del mantenimiento, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3 Posición de Mantenimiento en el Organigrama

Fuente: (Tavares, 2015)

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas

ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de fallas que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación (Tavares, 2015).

### 2.3.2 Tipos de mantenimiento

Los principales tipos de mantenimiento se sintetizan en las siguientes clasificaciones:

#### 2.3.2.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo, como se muestra en la Figura 4, es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado. Su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original. (Tecsca, 2018)

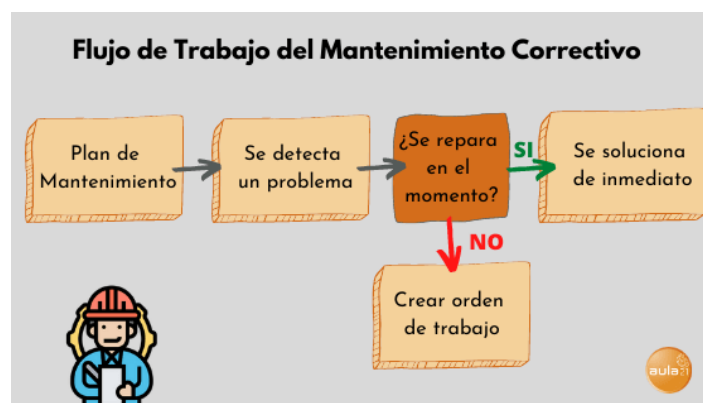


Figura 4 Flujo de Trabajo del Mantenimiento correctivo

(Tecsca, 2018)



### ***2.3.2.2 Mantenimiento preventivo***

El Mantenimiento Preventivo (Figura 5) se fundamenta en ejecutar actividades de mantenimiento orientadas a prevenir los factores que provocan el inicio de las fallas, se trata de actividades sencillas pero esenciales, aquellas tareas que mejoran el desempeño de los activos, actuando antes de que las fallas muestren sus síntomas, no se trata de detectar y/o corregir fallas, la meta es combatir los malos factores que más tarde provocarán un síntoma asociado a los modos de fallas característicos del activo. (Predictiva21, 2019).



Figura 5 Mantenimiento Preventivo

(Jervis, s.f.)

### ***2.3.2.3 Mantenimiento predictivo***

El mantenimiento predictivo (Figura 6), es una estrategia de mantenimiento proactivo cuyo objetivo es prevenir las fallas. Basándose en los datos recolectados y en algoritmos predictivos predefinidos, intenta estimar cuándo se producirá una falla. Después, se programan las actividades de mantenimiento en función de estas predicciones.

En teoría, el concepto del mantenimiento predictivo es fácil de entender. Recoge información sobre tus activos y, a partir de ahí, extrae información que te permite calcular cuándo debes realizar el mantenimiento.

Dentro de las técnicas de mantenimiento podemos encontrar el análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceite, alineaciones y balanceos. (Infraspeak, 2021)

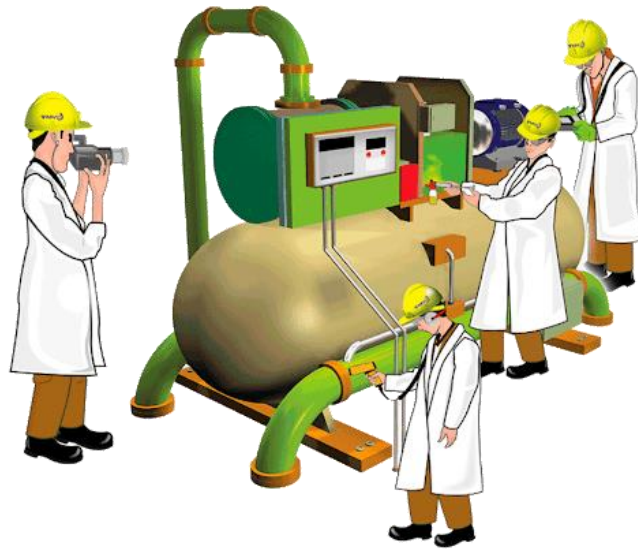


Figura 6 Mantenimiento Predictivo  
(MTV, s.f.)

#### ***2.3.2.4 Mantenimiento Proactivo o de precisión***

El Mantenimiento Proactivo (Figura 7) busca mejorar las tareas cotidianas y esenciales. ¿Qué es lo mejor que se puede hacer cuando se ejecute una actividad de mantenimiento? Identificar cómo y dónde se originan las fallas para combatirla desde este origen. Los cuidados esenciales de activos son la clave del desempeño, estadísticamente una gran cantidad de fallas tienen su origen en labores previas de mantenimiento y en la operación

inadecuada de la maquinaria, las fallas asociadas al desgaste normal de los componentes representan un porcentaje mucho más bajo; en este sentido mantener y operar proactivamente un activo asegura la eliminación de un amplio porcentaje de problemas. Pero no se trata de la cantidad o la frecuencia del mantenimiento, se trata de hacer el mantenimiento justo y necesario, con los procedimientos óptimos, en resumen realizar mantenimiento de precisión. (Predictiva21, 2019)

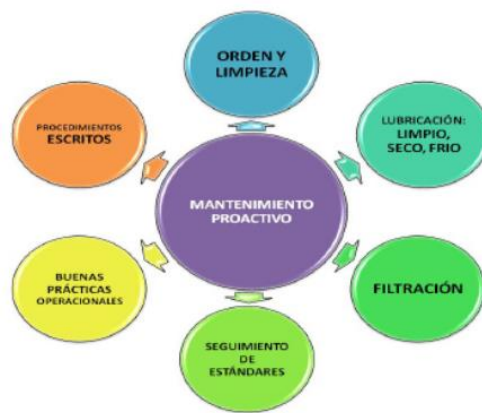


Figura 7 Mantenimiento proactivo o de precisión.  
(Reliability Connect, 2020)

## 2.4 Indicadores de Mantenimiento

Los indicadores de rendimiento de mantenimiento o KPIs (Key Performance Indicators) son métricas que se determinan para medir el rendimiento de una acción determinada. Pueden medir tanto el tiempo ocupado con una parada (planificada o no), como la evolución de la producción.

Las métricas de mantenimiento varían según la empresa, sus objetivos, las estrategias y el plan de acción definidos. Sin embargo, hay un conjunto de métricas que son más importantes y se usan más regularmente. (Infraspeak, 2021)

#### **2.4.1 Confiabilidad**

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. Obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo. (Sites)

#### **2.4.2 Mantenibilidad**

Probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico). Si las reparaciones se realizan con personal calificado, herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño. (Sites)

##### ***2.4.2.1 Tiempo Medio entre fallas (MTBF)***

Frecuencia con que suceden las fallas o tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado. Asociado a la **confiabilidad**. (Sites)

#### ***2.4.2.2 Tiempo medio para reparar (TMPR) Mean Time to Repair (MTTR)***

Es el tiempo medio de reparación, una de las métricas más utilizadas por los gestores de mantenimiento. Como su nombre indica, el MTTR representa el tiempo medio necesario para resolver fallos y reparar el activo que sufrió una falla, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento. El tiempo total de mantenimiento de un equipo comienza cuando ocurre el incidente y termina cuando el activo vuelve a su función normal.

Esta métrica es un indicador decisivo para verificar cómo la organización puede responder a un incidente y resolverlo rápidamente. (Valuekeep)

#### **2.4.3 Disponibilidad**

Permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. (Sites)

### **2.5 Lubricación**

La lubricación es una operación de mantenimiento para reducir la fricción y, en consecuencia, prevenir la resistencia entre dos partes móviles. Para ello se introduce un fluido que crea una película que separa las superficies de contacto. Si se utiliza grasa como lubricante, la operación se denomina engrasado.

Con dicha operación se consiguen efectuar distintas funciones, además de reducir la mencionada fricción. De esta forma se minimiza el desgaste de las piezas, la temperatura por fricción y se protegen los componentes de la corrosión y de la contaminación. (Eurofins)

## 2.5.1 Funciones de la lubricación

1. Disminuir la fricción. 2. Reducir el desgaste. 3. Prevenir la corrosión. 4. Controlar la contaminación. 5. Controlar el calor. (Noria)

## 2.5.2 Desgaste

Es el proceso físico de pérdida de material por contacto entre dos superficies (Figuras 8 a 10).

En los contactos con deslizamiento puede aparecer a través de varios procesos, en orden de importancia:

- Adhesión

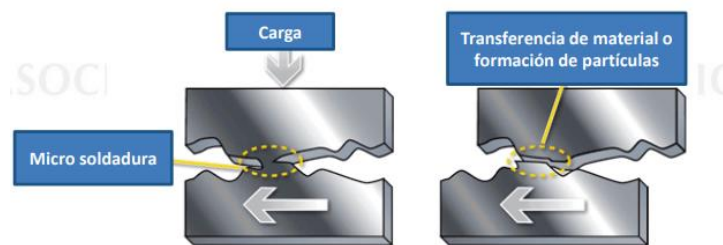


Figura 8 Adhesión

(Asociación Española de Lubricantes, 2014)

- Abrasión



Figura 9 Abrasión

(Asociación Española de Lubricantes, 2014)

- Por fatiga de superficie



Figura 10 Desgaste por fatiga Superficie  
(Asociación Española de Lubricantes, 2014)

## **2.6 Características Físicas de los Lubricantes**

Las principales características son: simulador de prueba de arranque en frío (CCS), viscosidad, punto de inflamación, densidad, de mulsión, características espumantes, conectividad térmica, propiedades eléctricas y propiedad de la superficie. (Asociación Española de Lubricantes, 2014)

### **2.7.1 Etapas del Proceso de Lubricación**

- Selección de Lubricante
- Recepción y almacenamiento de lubricantes
- Manejo y aplicación de lubricantes
- Control de contaminación
- Análisis de lubricantes
- Diseño del programa
- Configuración del programa

- Implementación y mejora continua
- Disposición de lubricantes
- Gestión de la implementación del programa

## **2.8 Pareto**

El diagrama de Pareto es una gráfica que organiza valores, los cuales están separados por barras y organizados de mayor a menor, de izquierda a derecha respectivamente.

Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero.

Su finalidad, es hacer visibles los problemas reales que están afectando el alcanzar los objetivos de la empresa y reducir las pérdidas que esta posee. (Souza, 2019)



## **3. MÉTODO**

### **3.1 Sujetos**

La presente investigación está orientada a la gestión de la lubricación en las empresas mineras porque con esto se ahorrarán una gran cantidad de dinero y tiempos de paro de equipos críticos para el proceso.

### **3.2 Instrumentos**

Los instrumentos que se aplicaron en esta investigación fueron:

- a) Levantamiento de información en campo:
- b) Bitácoras:
- c) Análisis de prácticas usadas:

### **3.3 Procedimientos**

Se inició con la aplicación de los siguientes procedimientos:

#### **3.3.1 Selección de Lubricantes**

Cuando un equipo se pone en marcha por primera vez, una de las preguntas que surgen inicialmente es acerca de la selección del óptimo lubricante para el funcionamiento adecuado y la protección durante la garantía.

Se debe consultar el manual de operación y mantenimiento del fabricante original del equipo (OEM, por sus siglas en inglés) y a los representantes del servicio técnico para recibir recomendaciones. También puede involucrarse en este proceso al proveedor de

lubricantes. Al final, la decisión recae con frecuencia en el departamento de confiabilidad o ingeniería y muchas de las veces en el departamento de Mantenimiento.

Se deben considerar varios factores, como las especificaciones y el desempeño requeridos, la posible consolidación de lubricantes, consideraciones de presentación de envasado del producto, muchas de las veces en la empresa se compra por pipa de 10, 000 litros por el costo-beneficio, pero muchas de las veces el aceite no está en las mejores condiciones de limpieza y no cumple con el código que requiere el equipo de ahí que se valora la compra en otra presentación en donde el lubricante llegue sellado a mina y no se ensucie en el traslado, las existencias de lubricantes necesarias para una adecuada manipulación y aplicación, la identificación del lubricante a lo largo de toda la planta, los procedimientos de compra, y la entrega del producto.

También deben definirse las especificaciones técnicas para todos los consumibles necesarios y para el hardware relacionado con la lubricación.

### **3.3.2 Recepción y almacenamiento de lubricantes**

Cuando se recibe en almacén de mina el lubricante nuevo, debe analizarse para asegurar que cumple con ciertos estándares de calidad y que viene en la cantidad correcta, el envase correcto y entregado en el tiempo requerido. Deben efectuarse pruebas de rutina al lubricante, basado en un plan de muestreo, acompañado por los conjuntos de pruebas y los límites apropiados. En base a los resultados, se decide si se acepta o rechaza el lubricante.

Una vez que el lubricante es aceptado, se debe almacenar en un área conveniente que maximice su integridad y vida en almacenamiento. Todo el personal involucrado debe estar seguro de seguir los procedimientos de seguridad y las prácticas de conciencia ambiental.

Estos procedimientos continuarán durante el resto del ciclo de vida del lubricante. En este punto, comienza a aplicarse el sistema de identificación del lubricante

### **3.3.3 Manejo y aplicación de lubricantes**

Una manipulación cuidadosa ayudará a proteger la integridad del lubricante, la seguridad y el ambiente mientras se prepara para su aplicación en el equipo. Una excelente práctica proactiva consiste en filtrar el lubricante nuevo antes de utilizarlo. Es probable que se requieran sistemas de filtración y deshidratación de buena eficiencia para alcanzar los objetivos de limpieza establecidos para cada lubricante. También es importante contar con una sala de lubricación limpia, equipada con contenedores sellados, herramientas apropiadas, entrenamiento adecuado y procedimientos detallados que incorporen las mejores prácticas.

Las actividades de aplicación de lubricantes abarcan todas las tareas que facilitan su correcta aplicación, inspección y administración mientras el lubricante está en servicio. Se incluyen entre estas actividades los cambios de aceite, rellenos, filtración, re-engrasado, inspecciones de la condición del lubricante e inspecciones de la condición de la máquina. Cada actividad debe ejecutarse de acuerdo con un plan programado con documentación que detalle el estado de la máquina, los procedimientos de seguridad, las tareas que deben completarse, etc. Todas las actividades también deben estar respaldadas por un entrenamiento y una adecuada sensibilización.

### **3.3.4 Control de contaminación de lubricantes**

Este elemento es quizás la parte más importante de un programa proactivo de lubricación. No funciona de manera independiente de los demás factores mencionados, sino que es uno de los requisitos que están presentes en prácticamente todo el ciclo de vida del lubricante. El control de la contaminación se refiere a todas las prácticas relacionadas con la limpieza del lubricante. Hay tres pasos importantes para mantener constantemente los lubricantes limpios:

1. Se establece un objetivo específico de limpieza y debe ser verificable para cada equipo, en función de su criticidad y sensibilidad a los contaminantes.
2. Para alcanzar el objetivo de contaminación establecido, primero debe modificar la maquinaria y las prácticas de mantenimiento para minimizar el ingreso de contaminantes. A continuación, debe seleccionar los dispositivos de filtración apropiados para remover los diferentes tipos de contaminantes y mantenerlos controlados dentro de los objetivos establecidos.
3. Monitoree frecuentemente los niveles de contaminantes para confirmar que se mantiene estable el nivel de limpieza y dentro del objetivo.

Además, no se debe olvidar de la grasa. Aunque es posible que no la pueda filtrar o secar, puede evitar que la grasa se contamine. También puede monitorearse cierto tipo de contaminación en la grasa mediante análisis en laboratorio.

### **3.3.5 Análisis de lubricantes**

¿Cómo se puede controlar un proceso si no se mide o monitorea? El análisis de lubricante es una excelente herramienta para monitorear la condición del lubricante y del equipo. Su propósito es confirmar la calidad y el tipo del lubricante, medir la salud (condición) del lubricante y estimar su vida útil restante, identificar y medir los contaminantes y el desgaste anormal, encontrar las causas de las fallas y brindar apoyo para la optimización de los intervalos de lubricación y otras prácticas de mantenimiento.

Un programa eficaz de análisis de lubricante consta de tres etapas principales: el diseño del programa, la configuración del programa y la implementación/mejora continua.

### **3.3.6 Disposición ecológica**

Una vez que los lubricantes y los materiales contaminados (como los filtros de aceite) han llegado al final de su vida útil, deben desecharse de manera adecuada, tomando en cuenta las regulaciones locales y las políticas corporativas. El objetivo es proteger el medio ambiente de posibles contaminaciones, a la vez que se mantiene la seguridad de sus instalaciones.

El control de las fugas de lubricante también es importante para el adecuado funcionamiento de la maquinaria, así como para la seguridad y la protección del medio ambiente. Debe existir un programa eficaz para la detección y control de fugas. Este tipo de programa ofrece muchos beneficios, como disminuir el consumo de lubricante, minimizar los riesgos de seguridad, reducir el riesgo de escasez de lubricante en la máquina, controlar la contaminación ambiental, lograr mayores niveles de productividad y reducir los costos.

## **4 DESARROLLO DEL MÉTODO**

Actualmente no existe un modelo de soporte de lubricación como tal, por lo que en este capítulo se va a proporcionar las herramientas adecuadas para llegar a lo más cerca de la excelencia en lubricación.

### **4.1 Principales características con las que debe cumplir el Modelo de Soporte de Lubricación**

- Identificar y documentar las principales fallas por lubricación
- Cuantificar las pérdidas por tiempo muerto del equipo a causa de las fallas por lubricante
- Medir el ahorro en pesos o dólares por tener una lubricación adecuada
- Llevar un registro de muestreo en equipos críticos
- Llevar el registro de resultado de análisis para observar variaciones de contaminación de acuerdo a Norma ISO 4406
- Realizar el calendario de muestras
- Realizar el calendario de análisis de aceite
- Realizar calendario de re lubricación para equipos activos
- Definir si los cambios de aceite serán por tiempo o por condición

#### **4.1.1 Realizar un análisis de criticidad a equipos mecánicos**

El objetivo del análisis de criticidad es establecer un método sencillo que sirva de guía o ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, en minería hay procesos que son esenciales para llegar a cumplir con la producción presupuestada, por lo que si para alguno

de los equipos de un área en específico que es esencial se vería afectada la producción. El análisis de criticidad no es más que el acomodo de los equipos por proceso y por categoría, a estos procesos se les clasifica en orden de importancia y posterior se clasifican los equipos de dichos procesos.

Para establecer los criterios se tendrá que realizar una evaluación por área y por equipo para determinar el listado de los equipos críticos. Por lo regular se clasifican y a estas clasificaciones se les da un valor de importancia de acuerdo a la importancia del equipo para el proceso.

Y desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Dónde: La frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presentan el área o proceso evaluado y la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} + \text{Impacto de Mantenimiento} + \text{Costo Mantenimiento} + \text{Impacto Seguridad} + \text{Impacto Ambiental})$$

En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad (IO)
- Ambiente (IMA)
- Producción (IS)

- Costos (operacionales y de mantenimiento) (CM)
- Tiempo promedio para reparar (FO)

Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 10. El establecimiento de criterios se basa en los cinco criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior.

Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis, Figura 11.



Figura 11 Modelo Básico de Análisis de Criticidad

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los



impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla, como se muestra en la Figura 12.



Figura 12 Matriz de Criticidad

La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo relacionado con el Valor de Criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis.

#### 4.1.2 Ejemplo de análisis realizado a un equipo en mina

A continuación, pondré un ejemplo de un análisis de criticidad en un equipo, esto se realizó en una bomba en mina Los Filos De EquinoxGold. En el estado de Guerrero. Se tiene autorización para presentar el trabajo dentro del contenido de la Tesis



Figura 13 Equinox Gold

### **Resumen de Sucesos.**

El pasado 14 de junio 2021 a las 23:40 se presenta falla de sobre carga de la bomba Barren 4, por lo que cuarto de control restablece el equipo y avisa a personal eléctrico y de instrumentación de lo ocurrido, posterior a restablecer el equipo se da un arranque desde cuarto de control volviéndose a ir a falla por alta corriente, cuarto de control restablece nuevamente el equipo y da un segundo arranque, en esta ocasión el equipo si arranca pero observan en las pantallas que el motor solo consumo 190 Amp. Y detectan que el nivel del tanque barre empieza a descender, por lo que realizan una inspección visual desde cuarto de control y observan que hay una fuga de solución considerable por la posición de la bomba Barren 4, sin identificar su procedencia aún.

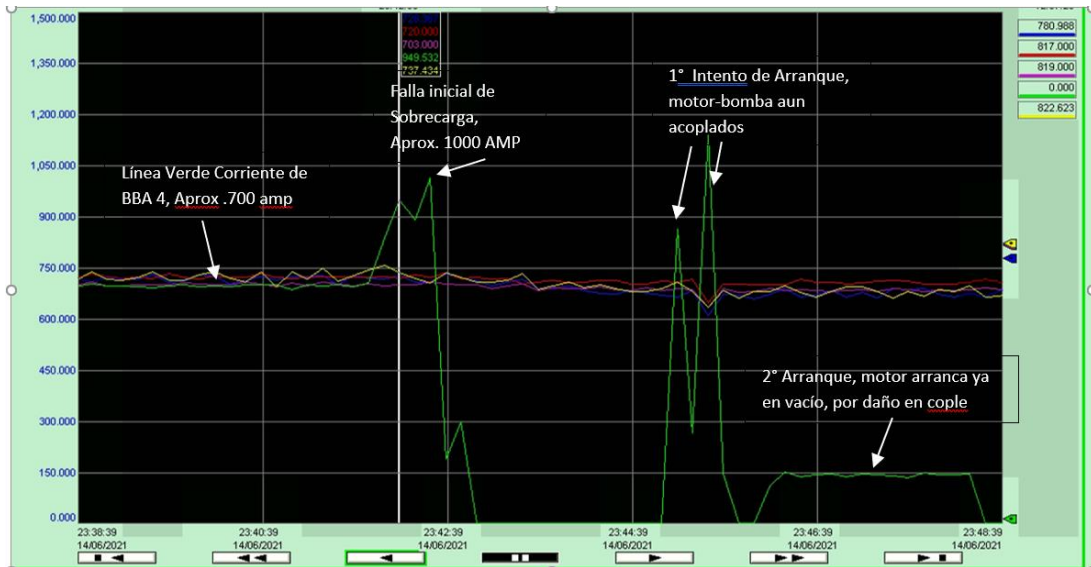


Figura 14 Gráfica de Corrientes del Motor

Se dio aviso a mantenimiento mecánico y al revisar el área se detecta que la válvula de succión, bomba, cople y junta de expansión de la bomba Barren 4 están dañadas.



Figura 15 Fuga de Solución por Válvula de Succión



Figura 16 Cajas de Rodamientos y carcasa fuera de Posición



Figura 17 Junta de Expansión Dañada



Figura 18 Cople Omega Motor-BBA dañado

Se inicia los trabajos de retiro y desensamble del equipo, se retira bomba completa con tramos de succión y descarga y se llevan a taller para su desarmado y revisión.



Figura 19 Cajas de Rodamientos del eje tanto lado cople como libre sueltos sin tornillos, tornillos capados de base

Derivado de los daños encontrados se decide cambiar todos los componentes antes mencionados y armar el equipo.

Los trabajos de rehabilitado se concluyen el 16 de Junio y el equipos se arranca el 17 de Junio aproximadamente a la 1 de la mañana entregándose a operaciones

Desde que se inició con el desmontaje uno de los primeros detalles que se observaron fue la falta de tornillería de sujeción en ambas cajas de rodamientos a la carcasa tanto lado libre como cople.

Al revisar las gráficas de Vibración del equipo (solo el motor cuenta con sensores de vibración).

Se observa un incremento de vibración al comportamiento TIPICO que traía el equipo el día 14 de junio alrededor de las 16:46 horas.

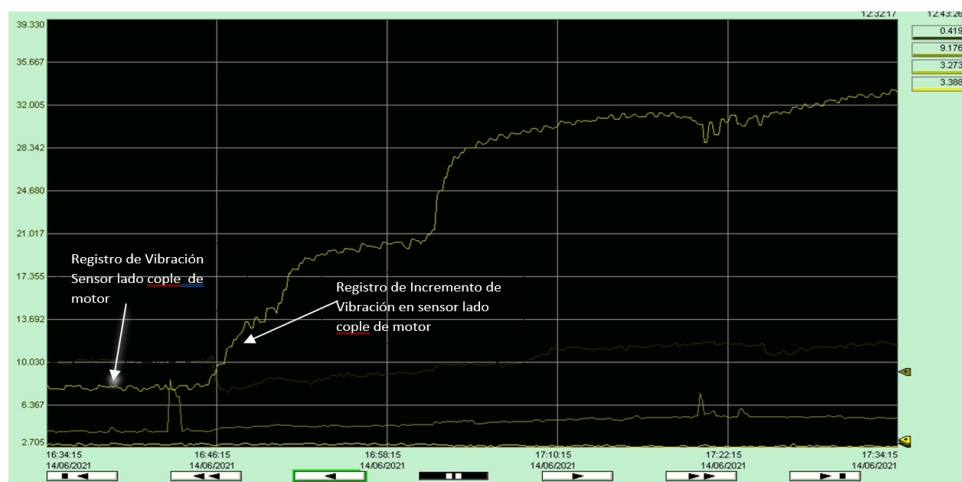


Figura 20 Gráfica de lectura de vibración.

A diferencia de los sensores de vibración de las bombas y motores de Rebombeo los sensores de vibración que están instalados en el bombeo de Barren solo son de monitoreo no está programada una acción de control ya sea de alarma o paro del equipo

ya que por los continuos cambios en las condiciones de flujo, presión y velocidad de los equipos no se tiene un parámetro de protección establecido.

En base a la gráfica anterior y las condiciones observadas en las bridas de fijación de las cajas de rodamientos y carcasa, se presume que aproximadamente a las 16:46 horas la tornillería de la caja del rodamiento lado cople de la bomba empezó a soltarse hasta salirse por completo, permitiendo que la caja se soltara y la bomba perdiera su soporte principal del rodamiento de ese lado.

Aunque se encontraron fragmentos de la carcasa en el interior de la bomba, no se observaron marcas en el impulsor o signos de que dichas piezas hayan provocado algún amarre.

En base a las gráficas de corriente y evidencias encontradas en los daños de los tornillos de la base, junta de expansión, válvula de succión y cople, donde se evidencia un par de torsión elevado en el equipo.

Es posible que los daños presentados en estos componentes se hayan agravado en los 2 intentos adicionales de arranque del equipo después de la falla inicial.

Al revisar los barrenos en la carcasa donde se sujetan los tornillos de fijación de la caja de rodamiento lado cople, se observó que las roscas tienen desgaste lo cual, con el paso de tiempo y vibración del equipo, es factible que los tornillos pierdan su torque, los tornillos de esta caja se encontraron tirados al pie de la misma.

A diferencia de la caja lado libre en la que 2 tornillos se quebraron junto con la carcasa y otro se encontró capado, este lado no se detectaron signos similares.



Figura 21 Barrenos dañados.

Por lo anterior se concluye que la falla del equipo se originó por una soltura en los tornillos de fijación de la caja de rodamientos del lado cople, lo que provoco que la flecha se recargara en la carcasa hasta presentar el amarre.

- ✚ Verificar el torque de la tornillería de sujeción de las cajas de rodamientos de todas las bombas, de acuerdo a tabla para el tornillo utilizado  $\frac{3}{4}$ " x 2" Grado 5, el torque a aplicar es de 266 Lb/ft.
- ✚ Verificar las condiciones de los barrenos y cuerdas de las carcasas donde se fijan las cajas de rodamientos en todas las bombas, determinar las tolerancias o holguras para su recambio o rectificado dentro del procedimiento de mantenimiento del equipo.
- ✚ Instalar los sensores de vibración a todas las bombas Barren
- ✚ Identificar el patrón TIPICO de vibración de los equipos de bombeo de Barren y en base a estos determinar los valores de alarma y disparo por vibración de cada equipo, en base al manual de Goulds el rango de operación de los equipos puede estar entre 5 mm/seg. a 15 mm/seg. Para el caso de los motores el rango de



operación de los equipos puede estar entre 3.5 mm/seg a 7.1 mm/seg en base a tablas.

- ✚ Una vez definidos los puntos de alarma y disparo de vibración programar los valores de alarma y disparo en el PLC.
- ✚ En base a las mediciones que se obtengan de los componentes mayores cuando se realizan los mantenimiento determinar si alguno de ellos requiere ser reemplazado para ser incluido al presupuesto OPEX
- ✚ Finalizar elaboración del Procedimiento de Mantenimiento a las Bombas Goulds 3409.
- ✚ Fomentar con operaciones la revisión en campo después de una falla de sobre carga de cualquier equipo para evitar daños mayores (mismo caso suscitado en el alimentador 4 de donde posterior a una sobre carga se da un segundo arranque sin verificar en campo derivando en daños a eslabones de cadenas de zapatas)

## **4.2 Identificar los sistemas de lubricación para realizar la selección de tipos de lubricantes.**

Los principales sistemas de lubricación que se manejan son lubricación automática, también conocido como sistema de lubricación centralizada. Se define como la cantidad controlada y precisa de un lubricante que se entrega al punto específico para un componente en un periodo de tiempo exacto y utilizando el método más adecuado mientras el equipo permanece en operación y lo mejor sin poner al personal en riesgo.

La estructura de un sistemas de lubricación centralizado está compuesto por un equipo de bombeo, tanque de almacenamiento de lubricante, tarjeta eléctrica, inyectoros de distribución, tuberías y graseras.

El objetivo de la lubricación centralizada es reducir la fricción y el desgaste de los componentes, minimizar el consumo de energía y lubricantes, reducir los daños por corrosión y evitar el ingreso de los contaminantes. Además, garantiza ventajas como un aumento en general del rendimiento de la máquina, una mejora de la precisión de trabajo, un aumento de la vida útil de la máquina y la reducción de los tiempos de mantenimiento, además de la integridad del personal.

De los principales sistemas centralizados se encuentra la progresiva y doble línea.

El sistema doble línea tiene un diseño modular que permite configurar y extender líneas del sistema y es adecuado en la industria para grandes equipos y muchos puntos de lubricación: minería, siderúrgica, cemento, plataformas petroleras, etc.

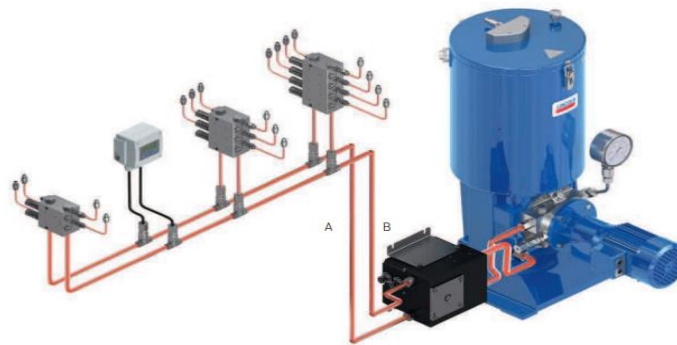


Figura 22 Sistema de lubricación de línea doble para grasa.

(SKF, s.f.)



Figura 23 Unidad de bombeo QLS 401 SSV

(SKF, s.f.)

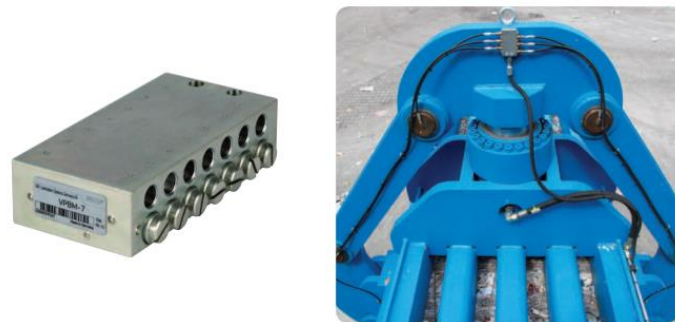


Figura 24 Dispositivos dosificadores

(SKF, s.f.)

En el sistema progresivo distribuye el flujo de una bomba de grasa en “salida progresiva” separadas mediante el uso de una disposición de carrete progresivo, se recomienda utilizarlos en máquinas pequeñas y medianas que requieren lubricación continua.

Los sistemas progresivos proporcionan una lubricación continua mientras la bomba se encuentra en funcionamiento. Una vez que la bomba se detiene, los pistones del

dispositivo dosificador progresivo se detienen en las posiciones en que se encuentran, cuando la bomba se enciende nuevamente el suministro de lubricante, los pistones continúan desde el punto en que se había detenido. El bloqueo sirve como medio de control y fuerza al personal a realizar el servicio de mantenimiento al sistema. Estos sistemas a diferencia del doble línea solo tiene una salida se detiene esa salida y se para el equipo.

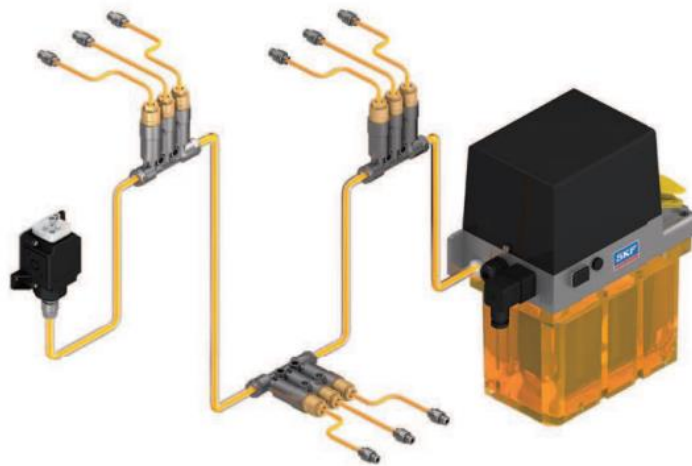


Figura 25 Sistema de lubricación de línea simple para aceite y grasa fluida  
(SKF, s.f.)

¿Cómo se elige un sistema de lubricación?

Para la elección del mejor sistema, la siguiente información es necesaria como referencia para ayudar a determinar las necesidades de su equipo.

- Tipos de lubricante: aceite o grasa y sus características (ficha técnica)
- Tipos de lubricación: pérdida total, aire-aceite, grasa, aceite re circulante
- Puntos a lubricar: número, posición, tipo
- Distancia: la distancia entre la bomba y los puntos a lubricar

- Cantidad de lubricante: la cantidad a dosificar a cada punto o definir la proporción entre los puntos
- Tipo de alimentación para el equipo: manual, eléctrica o neumática

### **4.3 Desarrollar el procedimiento de aplicación de lubricantes.**

En este apartado se explica el desarrollo que se lleva a cabo para realizar el procedimiento para la aplicación de lubricantes.

En la mayoría de las plantas cada vez se tiene personal calificado para realizar estas actividades, anteriormente las personas que tenían en el área de lubricación era porque eran personas mayores y tenían toda la vida conociendo los equipos y los lubricantes, pero sin ninguna formación académica, por lo que si esa persona se retiraba o se enfermaba los equipos sufrían fallas por una lubricación deficiente.

En la actualidad existen academias de entrenamiento en el área de lubricación así como certificaciones que garantizan el conocimiento de la persona. También cada vez más los distribuidores de lubricantes se están metiendo más en el tema para poder ayudar a sus usuarios.

### **4.4 Calendarizar el cambio y muestreo de aceite para el control de la lubricación**

Para determinar el cambio de lubricante depende de las políticas de cada empresa, muchos se van por tiempo sin importar que el lubricante aun cuente con sus propiedades en buen estado. Extender los periodos de cambio de lubricante en la maquinaria y en los motores a combustión interna puede ser un gran reto, ya que el principal ingreso del contaminante es

por las fugas y ocurre con mucha frecuencia y en ocasiones los periodos de cambio se establecen para minimizar el daño que pudieran causar dichos problemas. La reducción de los costos asociados con los periodos de cambio de aceite más largos deben estar en balance contra el riesgo de acortar la vida del motor y el costo asociado con una menor confiabilidad si los periodos de drenado se extienden demasiado. Pero si se lleva una adecuada programación de la toma, el análisis y la interpretación de la muestra esto no debería ser problema ya que se está basando más por condición.

#### **4.5 Realizar procedimiento para toma de muestra de aceite, cambio de aceite y disposición ecológica de lubricante contaminado.**

Es muy importante tomar las muestras de una manera igual sea el personal que vaya a tomarla, todos la deben tomar de la misma forma y que sea representativa. Que se pueda detectar la condición actual del equipo en el momento de la toma de la muestra. Lo ideal es tomar la muestra en una zona ubicada antes del filtro y después de la o las bombas, cilindros, cojinetes o engranes. El aceite siempre deberá estar en su temperatura normal de operación o lo más cerca de ello.

Para el cambio de aceite se debe tomar en cuenta distintos factores, el primero y más importante es el que real mente el equipo requiera ese cambio y más cuando la cantidad de lubricante es importante o bien el lubricante sea sintético ya que a veces supera hasta cinco veces el costo de un lubricante con base mineral. Que el personal este calificado o bien que tenga la experiencia para realizar el trabajo, posterior a esto contar con las herramientas adecuadas para realizar esa actividad.

Para la disposición ecológica se debe tener en cuenta que se manejan como residuos peligrosos y se debe tener cuidado de no sufrir ningún derrame mientras se cuente con el lubricante usado antes de llevarlo al área establecida.

#### **4.6 Interpretación de los resultados de las muestras**

Para realizar la interpretación de la muestra de aceite se debe hacer de preferencia por un experto en el tema ya que de esto dependen muchas cosas. Los resultados entregados por el laboratorio que hayan elegido ya sea con algún proveedor de lubricantes, laboratorio externo o bien que en la empresa cuenten con su propio laboratorio tendrán que ser lo más específicos y completos posible. Hay algunos laboratorios que cuentan con una página en internet y ahí suben los resultados de las muestras y de ahí el usuario entra para descargarlos y realizar las recomendaciones proporcionadas en el reporte. Para entender esta información hay que contar con el conocimiento básico del aceite nuevo para poder realizar una comparación.

#### **4.7 Resultados de mejora en el sistema de lubricación con el diseño de modelo.**

Para los resultados se muestra un software para gestión de lubricación, este software es propiedad de la empresa SKF líder en ventas de rodamientos. Se creó con el fin de llevar a cabo una lubricación eficaz y por ende los rodamientos tuvieran una vida mucho más larga. El software no tiene ningún costo se puede descargar en la siguiente liga <https://skf-lubrication-planner.software.informer.com/download/> pero la mayoría de las empresas no saben que existe esta herramienta, en mis resultados colocale paso a paso el cómo cargar la información y los requisitos para abrir una cuenta.

#### **4.8 Realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos**

El análisis comparativo solo será con lo que se realizó y queda pendiente la aplicación ya que por tiempo no se alcanzó a obtener los resultados

#### **4.9 Elaborar una propuesta de mantenimiento predictivo en base a la lubricación**

El conjunto de procedimientos junto con lo del software para un mejor resultado. Cargar la información solicitada en el software así como los tipos de lubricantes, cantidad, periodo y método.



## **5. RESULTADOS**

Esta investigación tuvo como objetivo principal identificar los problemas relacionados con una lubricación deficiente en las empresas mineras, se recopiló la información para realizar una propuesta que les ayude a mejorar la lubricación de sus activos y así minimizar costos y tiempos muertos de operación.

### **5.1 Procedimiento de Mantenimiento, Actividades Generales de Lubricación.**

LOGO DE LA EMPRESA	<b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO, ACTIVIDADES GENERALES DE LUBRICACIÓN</b>
--------------------	---

	Versión: 01	19/05/21	Página X de Y
--	-------------	----------	---------------

**1. OBJETIVO:**

Establecer las instrucciones y lineamientos para eliminar riesgos, lesiones, daño de equipo y contaminación al medio ambiente, así como proporcionar una guía para la realización de actividades de mantenimiento preventivo o correctivo enfocado a servicios de lubricación, recargas y aire para los equipos de carga, perforación, acarreo y auxiliares de la Mina Los Filos.

**2. ALCANCE:**

Todos los equipos de carga, perforación, acarreo y auxiliares, así como el personal involucrado directa e indirectamente en la realización de actividades de lubricación de los equipos en la Mina Los Filos.

**3. REFERENCIAS:**

NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-006-STPS-2014 Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo.

NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Regla de oro "Apto para el Trabajo".

Regla de oro "Conducción de Vehículos".

Regla de oro "Levantamiento aparejo e izaje".

Regla de oro "Aislamiento de Energía".

Regla de oro "Sustancias peligrosas"

Regla de oro "Trabajos en Alturas".

Regla de oro "Permisos de Trabajo".

Regla de oro "Dispositivos de Protección".

Regla de oro "Equipo de Protección Personal".

#### **4. DEFINICIONES:**

**Aceite.** - Lubricante que se utiliza para el funcionamiento de maquinaria y mantenimiento de componentes de estos que reduce desgaste y realizan funciones muy importantes en los sistemas de la maquinaria.

**Bahía de aceites a granel.** - Espacio en el que se encuentran los contenedores con los diferentes tipos de aceites empleados para la lubricación de los equipos.

**Bombas despachadoras.** - Es un componente que por medio de un motor eléctrico suministra el aceite del depósito a los camiones repartidores o a los depósitos establecidos en taller.

**Calza.** - Elemento utilizado para bloqueo de ruedas de equipos.

**Camión lubricador.** - Vehículo utilizado para el abastecimiento de lubricantes y fluidos consumidos por la maquinaria pesada y para realizar mantenimientos preventivos y apoyo en correctivos.

**Compresor.** - Equipo con el cual se produce aire comprimido para suministrar, activar bombas o realizar tareas específicas con el aire comprimido.

**Depósito de grasa.** - Contenedor de lubricante para equipos con lubricación automática.

**Equipo auxiliar.** - Equipos móviles o estacionarios utilizados para la limpieza o preparación de áreas en el proceso operativo. Los equipos pueden ser: tractores sobre orugas, tractores sobre neumáticos, motoniveladoras, vibro compactadores, pipas de agua, retroexcavadoras, montacargas, telehandlers, grúas.

**Equipo de acarreo.** - Camiones fuera de carretera que son utilizados para mover material de un punto a otro en distancias prolongadas, con capacidad en tonelaje diferentes.

**Equipo de carga.** - Equipo de minería que se utiliza para cargar material a los equipos de acarreo.

**Equipo de perforación.** - Equipo mecánico-hidráulico de perforación rotativa utilizado en minería para realizar barrenos en las plantillas de operación con el objetivo de preparar el terreno para cargar explosivos.

**Escalera de tijera.** - Herramienta con peldaños utilizada para tener acceso a espacios alejados del suelo.

**Grasa.** - Lubricante semisólido de elevada viscosidad que puede ayudar con la resistencia a la corrosión, se aplica generalmente a mecanismos que se lubrican con

poca frecuencia y donde la lubricación mediante un aceite no permanecería en el sitio requerido.

**Lubricación.** - Se denomina al acto de agregar grasa a puntos de movimiento y fricción de componentes para reducir desgaste entre ellos y se extienda su vida útil.

## **5. RESPONSABILIDADES:**

### **PERSONAL RESPONSABLE:**

#### **Planeación Mantenimiento**

- Recopilar información de Horómetros con Dispatch de los equipos de involucrados.
- Llevar el control de Horas Operadas de los equipos involucrados.
- Realizar y compartir programa de Lubricación Mensual.
- Llevar el registro de actividades de lubricaciones y recargas de aceite a los equipos asignados.

#### **Supervisión:**

- Supervisar que se cumplan los procedimientos establecidos bajo las reglas internas de seguridad de la Unidad Minera Los Filos.
- Administrar al personal sindicalizado de la sección #269 y contratistas en tareas de Mantenimiento
- Supervisar el cuidado de la herramienta y equipo involucrado en el Mantenimiento.
- Coordinarse con el área Operativa para el préstamo de equipo bajo el esquema del Programa de Lubricación Mensual.
- Revisar y autorizar los permisos correspondientes para cada una de las actividades de Mantenimiento.

- Revisar y autorizar los documentos necesarios para retiro de refacciones e insumos de almacén para realizar lubricaciones y recargas de aceite.
- Supervisar, dar Vo. Bo. y recepción de las actividades realizadas por el personal asignado al Mantenimiento.

### **Técnicos y Operadores**

- Revisar camión lubricador y herramienta, reportar al supervisor en caso de anomalías.
- Realizar preparativos de herramientas e insumos para cada actividad de lubricación a realizar.
- Ingresar equipo a Taller previo lavado del mismo.
- Realizar formatos y permisos de trabajo de acuerdo con las actividades a realizar.
- Utilizar el EPP adecuado para cada actividad a realizar durante el Mantenimiento.
- Realizar las actividades de lubricación y agregados de aceite a los equipos asignados bajo los lineamientos que rigen la Unidad Minera Los Filos.
- Realizar el reporte correspondiente de las actividades realizadas en el turno.
- Entrega de pendientes al relevo (Técnico y/u Operador) para seguimiento de trabajo.
- Dejar en orden y con limpieza el área de trabajo al finalizar el turno.
- Respetar y acatar reglamentos, tanto en taller como en tajo.

### **Supervisión de seguridad**

- Proporcionar al personal el EPP correcto para la realización de la actividad de manera segura.
- Verificar que no se violen las reglas de oro.

## Almacén general

- Surtir con seguridad grasas y aceites lubricantes, que sea el correcto y el que solicite el técnico lubricador, con todas las medidas de precaución para no ocasionar lesiones, derrames o daño a instalaciones.

## 6. HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS

- Radio móvil fijo y portátil.
- Herramienta de mano (llaves, pinzas, desarmadores, etc.)
- Inyector de grasa
- Contenedores para derrames
- Escalera
- Conexiones rápidas

## 7. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



- Casco de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Protección auditiva.
- Mascarilla desechable.
- Guantes contra sustancias químicas y agentes biológicos y carnaza.
- Ropa de algodón (camisa de manga larga u overol).

- Zapatos de seguridad.
- Lámpara estroboscópica azul.
- Guía de Oro.
- Candado y tarjeta de bloqueo.
- Conos y cinta para delimitar.
- Barbiquejo.
- Lámpara minera.
- Faja lumbar.
- Sombra para casco.
- Gabardina impermeable (en caso de lluvias).

## **8. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Se describen a continuación las principales actividades:

### **8.1 Programas de Mantenimiento Preventivo, Correctivo enfocado a servicios de lubricación para equipos de carga, perforación, acarreo y auxiliares de Mina Los Filos.**

#### 8.1.1 Antes de comenzar las actividades generales de lubricación

8.1.1.1 Asegurarse que el personal involucrado se encuentre apto para el trabajo

8.1.1.2 Revisar que la herramienta a utilizar se encuentre en buenas condiciones

8.1.1.3 Se debe señalar y delimitación del área donde se lleve a cabo la revisión y mantenimiento.



8.1.1.4 El bloqueo de energía se realizará con en base el procedimiento LFIL-PO-SHGE-018 Bloqueo y Etiquetado antes y durante el mantenimiento de la maquinaria y equipo, cumpliendo además con lo siguiente:

- El bloqueo se deberá de realizar por el ejecutor de la operación de mantenimiento.
  - Colocando candado y etiqueta en los equipos, a fin de des energizar, desactivar o impedir la operación de la maquinaria y equipo, al final se debe de verificar que se encuentre bloqueado en el lugar correcto.
- Se deberá avisar previamente a los trabajadores involucrados, cuando se realice el bloqueo de energía e identificar los interruptores, válvulas y puntos que requieran inmovilización.

8.1.2.5 Considerar los riesgos descritos en la descripción de cada mantenimiento, puntos 8.2, 8.3 y 8

## 8.2 Lubricación

<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA</b>	<b>RIESGOS ASOCIADOS A CADA PASO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL ASOCIADOS A CADA PASO.</b>
1. Revisión del equipo y del área de trabajo.	1. Caídas, tropezones, golpes, resbalones,	1. Aplicar los tres puntos de apoyo, uso de EPP,

<p>2. Posicionar equipo para lubricación.</p>	<p>contacto con polvo, aceite y grasa, choques, derrumbes, aplastamientos, volcaduras, fatalidades.</p> <p>2. Aplastamiento por movimiento inadvertido del equipo y/o liberación de energía almacenada, golpes con el equipo o con objetos, fatalidades.</p>	<p>orden y limpieza en equipo. Solicitar autorización para ingresar al área del equipo supervisor de tajo y control vehicular, tener contacto visual y verbal a través del radio con operador de equipo</p> <p>2. Comunicación constante y efectiva con el personal involucrado en la operación y asegurarse de que estén enterados de las posiciones en que se encuentran dentro del área de trabajo, personal capacitado para mover</p>
---	--	---

<p>3. Desenergizar, bloquear y etiquetar el equipo. Delimitar área de trabajo.</p>	<p>3. Caídas, golpes, machucones por movimiento inadvertido del equipo, liberación de energía almacenada, quemaduras, daños a componentes del equipo, fatalidades.</p>	<p>equipos. 3. Verificar que el equipo esté desenergizado y realizar el bloqueo correctamente, colocar calza en llantas y conos de señalización, colocar tarjeta de “no operar” en un lugar visible, liberar presión hidráulica y neumática, uso del EPP adecuado.</p>
<p>4. Posicionamiento correcto de la orquesta.</p>	<p>4. Golpes, machucones, atropellamientos, choques, caídas, movimientos inesperados, daño a equipos, aplastamiento de objetos, fatalidades.</p>	<p>4. Colocar orquesta del lado derecho del cargador teniendo un observador para evitar golpe a equipo, comunicación y coordinación efectiva con el personal involucrado, despejar</p>

<p>5. Extraer manguera de grasa de camión hacia camión.</p>	<p>5 Golpes con mangueras, caídas, machucones, caída de objetos, fatalidades.</p>	<p>área de objetos, contacto visual y vía radio con operador.</p> <p>5. Utilizar el EPP correcto (guantes hylite), uso de escalera de tijera, posicionar correctamente la escalera, realizar la maniobra con dos técnicos como mínimo, usar los tres puntos de apoyo al subir al equipo, verificar el correcto sellado del tapón en manguera, coordinación y comunicación efectiva entre el personal involucrado.</p>
---	---	---

<p>6. Agregado de grasa o aceite al depósito, encender compresor.</p>	<p>6 Golpes, caída del personal a desnivel, machucones, caída de objetos, raspones, golpes con manguera, contacto con grasas y aceites, fugas, derrames, contaminación.</p>	<p>6. Usar el EPP adecuado (guantes hylite), realizar la operación con dos personas para que uno de ellos monitoree el nivel del depósito en todo momento, usar los tres puntos de apoyo, uso de contenedores y kit antiderrame, verificar presión de aire en compresor, asegurarse que la manguera esté en la posición correcta con las conexiones adecuadas, comunicación constante y efectiva entre el personal involucrado.</p>
---	---	---

<p>7. Desconectar y extraer manguera</p>	<p>7 Golpe con manguera, caídas, machucones, caída de objetos, caída de personal.</p>	<p>7. Cerrar la llave de paso de aire antes de desconectar la línea, apagar el compresor, uso del EPP correcto, realizar la tarea con dos personas como mínimo</p>
<p>8. Retirar herramientas, mangueras y colocar tapones en tanques, retiro de camión lubricador del área.</p>	<p>8 Caídas, golpes, machucones, resbalones, torceduras, lesiones en extremidades, caída de objetos, derrames.</p>	<p>8. Usar el EPP correcto, retirar bloqueo y etiquetado, comunicación constante y efectiva entre el personal involucrado, despresurizar líneas de aceite, cerrar correctamente llaves y pistolas despachadoras, retirar los conos del área de trabajo, realiza una inspección de 360°</p>

		antes de mover el camión, avisar vía radio que el camión lubricador se retira.
--	--	--

### 8.3 Carga de aceite a camión lubricador

<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA</b>	<b>RIESGOS ASOCIADOS A CADA PASO</b>	<b>MEDIDAS DE CONTROL ASOCIADOS A CADA PASO.</b>
1. Posicionar camión lubricador al lado de mangueras de despacho de aceites y accesos a ellas.	1. Daño a equipo, aplastamiento, golpes a estructuras.	1. Solo personal autorizado podrá transitar y posicionar al equipo, utilizar el EPP adecuado (guantes de nitrilo, casco, zapatos y lentes de seguridad), establecer coordinación entre el personal involucrado.

<p>2. Señalización del área de trabajo y bloqueo del equipo.</p>	<p>2. Choques entre equipos, caída de herramienta, resbalones, derrames.</p>	<p>2. Colocar conos para delimitar el área de trabajo, colocar calzas al equipo, utilizar el EPP correcto (guantes hylite, casco, lentes y zapatos de seguridad), colocar tarjeta de bloque y de “no operar” en el equipo lubricador.</p>
<p>3. Colocar en posición las mangueras despachadoras de aceite con apoyo de escalera o escalones de camión lubricador.</p>	<p>3. Caídas, lesiones en manos, golpes con mangueras, tropezones, resbalones, derrame y/o contacto con sustancias peligrosas.</p>	<p>3. Utilizar el EPP correcto (casco, guantes de carnaza y nitrilo, lentes y zapatos de seguridad), utilizar contenedores para evitar derrames, usar los tres puntos de apoyo al subir al equipo.</p>
<p>4. Retirar tapón de depósito de aceite a rellenar e</p>	<p>4. Contacto con aceite, golpes en manos,</p>	<p>4. Usar el EPP correcto,</p>



<p>iniciar llenado de aceite.</p>	<p>contaminación del tanque con polvo, caída de objetos resbalones y caídas, derrames, fugas, machucones y contaminación.</p>	<p>limpieza de la plataforma del camión, informar a personal externo de la tarea a realizar, encender la bomba de aceite hasta que la pistola esté en la posición correcta en el depósito, solo personal capacitado, comunicación con operador y con el personal en tanque, revisar nivel del depósito de manera continua para evitar derrames, utilizar kit anti derrame en el área.</p>
<p>5. Retirar mangueras de despacho de aceite.</p>	<p>5. Derrames, fugas, contacto con aceite, machucones, contaminación.</p>	<p>5. Asegurarse que el operador apague la bomba de suministro, verificar que no haya flujo de aceite, colocar tapones en pistolas, uso</p>

<p>6. Retirar dispositivos de seguridad del camión lubricador.</p>	<p>6. Torceduras, machucones, tropezones, caídas, lesiones en extremidades.</p>	<p>del EPP correcto.</p> <p>6. Uso de EPP, realizar la operación con dos personas, retirar tarjeta de bloqueo del camión, realizar inspección de 360° antes de mover el camión, dar aviso por radio de que el camión lubricador se retira del área.</p>
--	---	---

**8.4 Aire**

<p><b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN DE LOS</b></p>	<p><b>RIESGOS ASOCIADOS</b></p>	<p><b>MEDIDAS DE</b></p>

<b>PASOS DE LA TAREA</b>	<b>A CADA PASO</b>	<b>CONTROL ASOCIADOS A CADA PASO.</b>
<p>1. Realizar inspección de equipo (orquesta e instalaciones).</p> <p>2. Realizar contacto visual y verbal con el operador.</p> <p>3. Posicionar camión lubricador en lado</p>	<p>1. Caídas, golpes, resbalones, contacto con aceites, grasas, polvo y tropezones.</p> <p>2. Aplastamiento de personal, choques entre equipos, atascamiento de equipos, mala comunicación entre el personal involucrado.</p> <p>3. Aplastamiento de personal, choque entre</p>	<p>1. Utilizar el EPP completo (guantes de nitrilo, calzado de seguridad anti derrapes lentes, casco), aplicar los tres puntos de apoyo.</p> <p>2. Solicitar autorización para ingresar al equipo (control vehicular y operador de equipo), respetar los señalamientos en el área de trabajo, asegurar una comunicación efectiva vía radio y visual entre el personal involucrado.</p> <p>3. Realizar el trabajo mínimo entre dos</p>

<p>izquierdo del operador donde sea visible el camión lubricador para el operador.</p>	<p>equipos, movimientos inesperados del equipo, fatalidades.</p>	<p>personas, colocar calzas al equipo, colocar tarjeta de equipo energizado en operación a camión lubricador.</p>
<p>4. Señalización de área de trabajo y bloqueo del equipo.</p>	<p>4. Caídas, tropiezos, resbalones, machucones y partes aplastadas.</p>	<p>4. Verificar área de trabajo, retirar objetos que obstruyan el paso, utilizar guantes de carnaza, lentes, casco y botas de seguridad, colocar la señalización y conos en camión lubricador, comunicación efectiva entre el personal involucrado.</p>
<p>5. Acceder al camión para verificar presión de aire reflejada en indicadores en cabina.</p>	<p>5. Caídas, lesiones en manos y pies, torceduras y resbalones.</p>	<p>5. Aplicar los tres puntos de apoyo al subir al camión, aplicar las</p>

<p>6. Colocar línea de paso de aire proveniente de camión lubricador a camión.</p> <p>7. Encender compresor de camión lubricador para generar y suministrar</p>	<p>6. Machucones, caídas, tropezones, golpes, lesiones en extremidades, daño a equipo.</p> <p>7. Daños por energía acumulada provocada por aire comprimido,</p>	<p>AAAA, verificar que las escaleras estén en buen estado y limpias, utilizar casco, botas anti derrapes y lentes de seguridad.</p> <p>6. Realizar el trabajo mínimo entre dos personas, utilizar guantes de carnaza, desfogar líneas de aire, purgar recipientes (del compresor móvil y de camión), revisar que las conexiones sean correctas y estén en buen estado, usar wd40 para conexión de aire y evitar golpes.</p> <p>7. Verificar el funcionamiento de indicadores de presión y</p>
---	---	---

<p>aire comprimido al camión.</p>	<p>falla en dispositivos de seguridad de los recipientes que provoquen alta presión rebasando factor.</p>	<p>liberación de esta, realizar inspecciones de equipo periódicamente, estar en comunicación constante entre el personal en el área de trabajo, verificar guardas de polea de compresor en todo momento.</p>
<p>8. Verificar indicadores de presión en cabina (Presión optima 90 psi).</p>	<p>8. Caídas, resbalones, lesiones en extremidades y torceduras.</p>	<p>8. Aplicar los tres puntos de apoyo, aplicar las AAAA, verificar que las escaleras estén en buen estado y limpias, utilizar casco, botas anti derrapes y lentes de seguridad.</p>
<p>9. Retirar líneas de suministro de aire (desconectar del camión</p>	<p>9. Daños por energía acumulada provocado por aire comprimido,</p>	<p>9. No encender el camión hasta retirar líneas de aire y personal, apagar</p>

<p>y del compresor móvil).</p> <p>10. Realizar pruebas al equipo</p> <p>Nota: Si el camión no enciende, realizar del punto 6 en adelante.</p> <p>11. Retirar herramienta y dispositivos de bloqueo.</p>	<p>daños a componentes, tropiezos, golpes con mangueras, machucones.</p> <p>10. Aplastamientos por equipo, choques, movimientos inesperados del equipo.</p> <p>11. Aplastamiento, choque entre equipos.</p>	<p>compresor, desconectar líneas de aire de compresor y camión, utilizar guantes de carnaza, lentes de seguridad, casco y botas de seguridad.</p> <p>10. Realizar prueba solo con personal capacitado, no mover el equipo, no retirar calzas ni tarjeta de bloqueo.</p> <p>11. Retirar los dispositivos de bloqueo, el operador no debe mover el equipo (camión) hasta que el camión lubricador se haya retirado del área y no tenga ningún</p>
---	---	---

		bloqueo, realizar inspección del camión lubricador 360° verificando que no haya nada conectado, notificar al operador del camión que el camión lubricador se retira.
--	--	---

**9. MEDIO AMBIENTE:**

Los residuos serán depositados y separados en los contenedores señalados para este fin.

Las refacciones usadas serán lavadas y empleadas, para su almacenamiento o confinamiento de acuerdo con las indicaciones de medio ambiente.

Las áreas se entregarán limpias, escombradas y libres de chatarra.

**10. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:**

- El personal asignado que realizará la actividad del presente deberá estar capacitado y autorizado por el jefe del área.
- No podrá ser realizado ningún trabajo, sin la realización de la tarjeta de 5 Puntos.
- Realizar AST para detectar riesgos y para no cruzar actividades (mecánicos, soldadores, torno)
- Colocar en caso cuando se requiera acordonamiento de áreas.
- Mantener el orden y limpieza del área durante todo el periodo de trabajo.



- Usar el EPP adecuado al análisis de trabajo LFIL-PO-SHGE-017 Uso y Manejo de Equipo de Protección Personal.
- Cuando se requiera, realizar los permisos para trabajos en caliente, alturas o espacio confinados.
- Al concluir el mantenimiento, se debe de verificar que los protectores y dispositivos de seguridad se encuentren en su lugar y en condiciones de funcionamiento.
- Contar con los manuales de mantenimiento empleados para cada tipo de mantenimiento en idioma español.

**11. RESTRICCIONES:**

Estrictamente prohibido intervenir un equipo móvil, sin bloqueo, etiquetado y colocación de calzas en ruedas. De ser necesarias las pruebas de un equipo energizado se procederán a reportar al supervisor de mantenimiento y estar presentes todo el personal asignado en la actividad.

**12. ACTUALIZACIÓN:**

El presente procedimiento será revisado cada año, cuando exista cambio de equipos, procesos o resultado de alguna investigación de incidente.

**13. HISTÓRICO DE ALTERACIONES:**

N°	Fecha	Descripción de las Alteraciones
01	30/06/21	ORIGINAL



## **I. OBJETIVO.**

Establecer las reglas y normas a seguir al realizar la actividad de cambio de aceite y muestreo de equipos de procesos a fin de minimizar ó eliminar los riesgos a la salud del personal y al medio ambiente.

## **II. ALCANCE.**

Este procedimiento aplica para los trabajos de mantenimiento a realizar en cualquier equipo de procesos que utilice cualquier tipo de aceite en el área de procesos.

## **III. PERSONAL RESPONSABLE.**

El personal responsable de la ejecución de este procedimiento serán los supervisores y operadores de Mantenimiento Procesos. Los supervisores de operación serán responsables de dar visto bueno a las actividades a realizar por parte de mantenimiento.

## **IV. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA.**

Aceite para engranes: Presenta extra alto desempeño que poseen sobresalientes características de extrema presión y capacidad de carga, diseñados para ser usados en todo tipo de transmisiones de engranes encerrados con sistemas de lubricación de circulación o chapoteo.

Aceite hidráulico: Presenta alta resistencia a la presión y características que disminuyen el desgaste, ideal para cualquier sistema hidráulico.

Bomba de vacío: Equipo que se utiliza para sacar muestras de aceite de cualquier equipo, (También conocido como vampiro).

Punto de muestreo: Lugar idóneo para tomar una muestra significativa disminuyendo la posibilidad de contaminación de la muestra.

Contaminantes: Elementos extraños que no pertenecen al sistema de lubricación (Polvo, Agua, Químicos, Partículas).

## V. MATERIAL, EQUIPO Y HERRAMIENTA.

Material	Equipo	Herramienta
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trapo industrial</li> <li>• Contenedor para aceite usado</li> <li>• Contenedor para aceite nuevo</li> <li>• Frascos de muestreo</li> <li>• Embudo</li> <li>• Charolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba de vacío y manguera de muestreo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves varias ½” a 1 ½”</li> <li>• Llaves Allen</li> <li>• Llave Stilson</li> </ul>

## VI. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.

El personal que realiza el mantenimiento deberá portar el siguiente equipo de protección personal, casco de seguridad, lentes de seguridad, botas con casquillo de acero, guantes de carnaza, protección auditiva, protección respiratoria, Guía de Oro y Tarjeta de 5 puntos.

## VII. PRECAUCIONES ESPECIALES.

- Asegurarse que el aceite no tenga temperatura excesiva.

- Realizar bloqueo y etiquetado de equipos involucrados.

#### **Actos y condiciones inseguras:**

- No seguir el presente procedimiento.
- Intervenir un equipo sin la autorización del personal operativo de trituración.
- Intervenir un equipo sin los permisos de trabajo necesarios y autorizados
- No usar el equipo de protección personal o usarlo en malas condiciones.
- No usar la herramienta adecuada o usarla en mal estado
- No reportar incidencias durante el mantenimiento.

#### **Medidas de seguridad en el área de trabajo:**

- Mantener área ordenada y limpia.
- Aplique método de observación total (Mire.- Arriba, Abajo, Atrás, Adentro, Huela, Escuche y Sienta) antes de Iniciar el Mantenimiento.
- Coloque bloqueos un equipo atrás y un equipo adelante según corresponda.
- Solicitar la liberación total del equipo y sin carga a personal de operación Trituración
- Siempre debe tener un observador permanente durante la actividad de mantenimiento

#### **VIII. MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.**

Depositar en el almacén temporal de residuos peligrosos los trapos impregnados con aceite y el aceite usado, en sus contenedores correspondientes, en lo que se la da disposición final.

#### **IX. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO.**

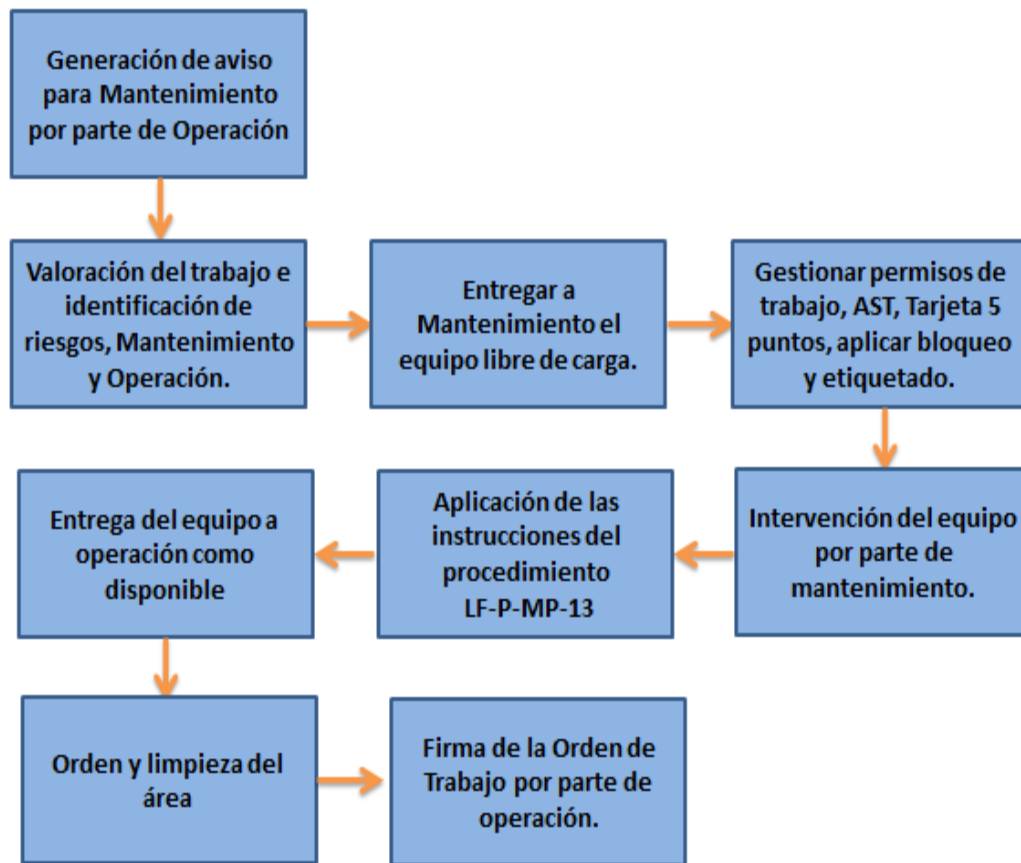
<b>PASO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1</b>	Supervisor de Mantenimiento	Realizar aviso de mantenimiento en el sistema del equipo a intervenir.
<b>2</b>	Mantenimiento, Operación	Realizar el análisis seguro de trabajo y gestionar los permisos de trabajo pertinentes de acuerdo al alcance del trabajo a realizar.
<b>3</b>	Supervisor y operador Trituración	Entregar equipo libre.
<b>4</b>	Supervisor de Mantenimiento	Verificar que el personal de mantenimiento que realizará el trabajo cuente con todo su Equipo de Protección Personal completo y en buen estado
<b>5</b>	Supervisor y Operador de Mantenimiento	Se indica al personal de mantenimiento el alcance del trabajo a realizar.
<b>6</b>	Supervisor Mantenimiento y Operador de Mantenimiento	Se realiza bloqueo y etiquetado según procedimiento establecido (GFIL-SEMS-R005-P005)
<b>7</b>	Operador de Mantenimiento	Confirmar que el aceite no tenga una temperatura elevada, preparar el equipo de muestreo en caso de ser necesario y tomar una muestra a una altura

		media utilizando la bomba de vacío, identificar y etiquetar la muestra.
<b>8</b>	Operador de Mantenimiento	Drenar el aceite usado y colocarlo en el contenedor de aceite usado, teniendo cuidado de no derramar aceite al suelo, (utilizar una charola para prevenir derrames.
<b>9</b>	Operador de Mantenimiento	Sustituir el aceite utilizando el embudo y el contenedor, llenando hasta el nivel que requiera cada equipo.
<b>10</b>	Operador de Mantenimiento	Realizar orden y limpieza en el área de trabajo.
<b>11</b>	Supervisor de Mantenimiento, Operador de Mantenimiento, Supervisor de Operación.	Entregar trabajo finalizado a personal de operación para que dé visto bueno de la actividad realizada.
<b>12</b>	Supervisor de Mantenimiento, Operador de Mantenimiento, Supervisor de Operación.	Entregar el equipo energizado y disponible a personal de operación para su recepción.

## **X. DIAGRAMA DE FLUJO.**

N/A

## XI. DIAGRAMA DE BLOQUES



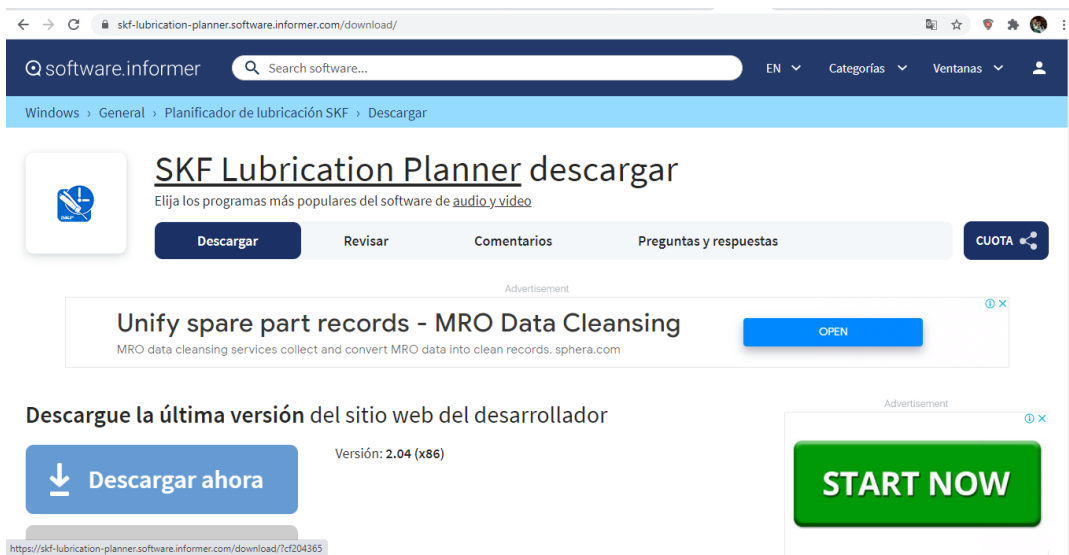
## HISTORIAL DE CAMBIOS

NUMERO DE REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN

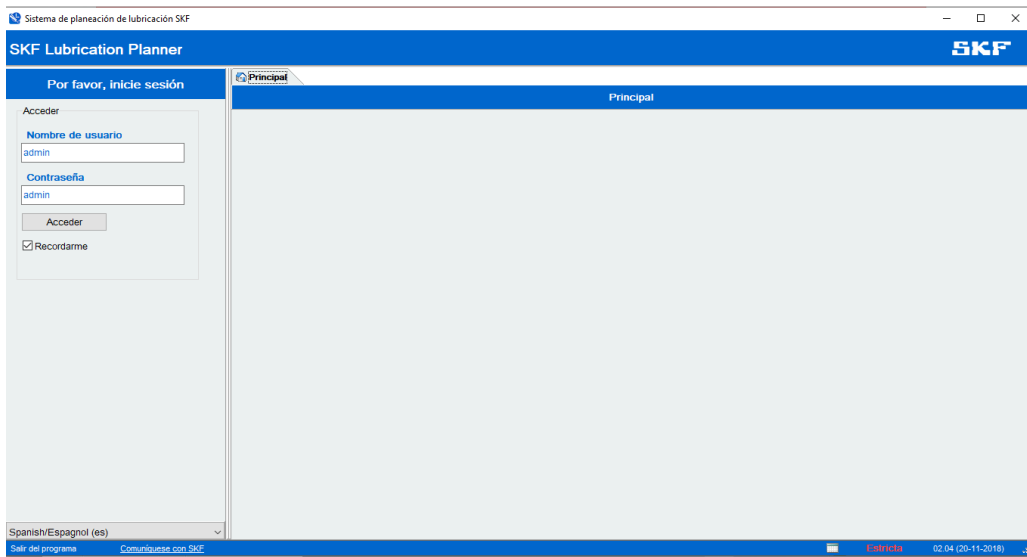


## PROCEDIMIENTO PARA CREAR CUENTA EN LUB PLANNER SKF

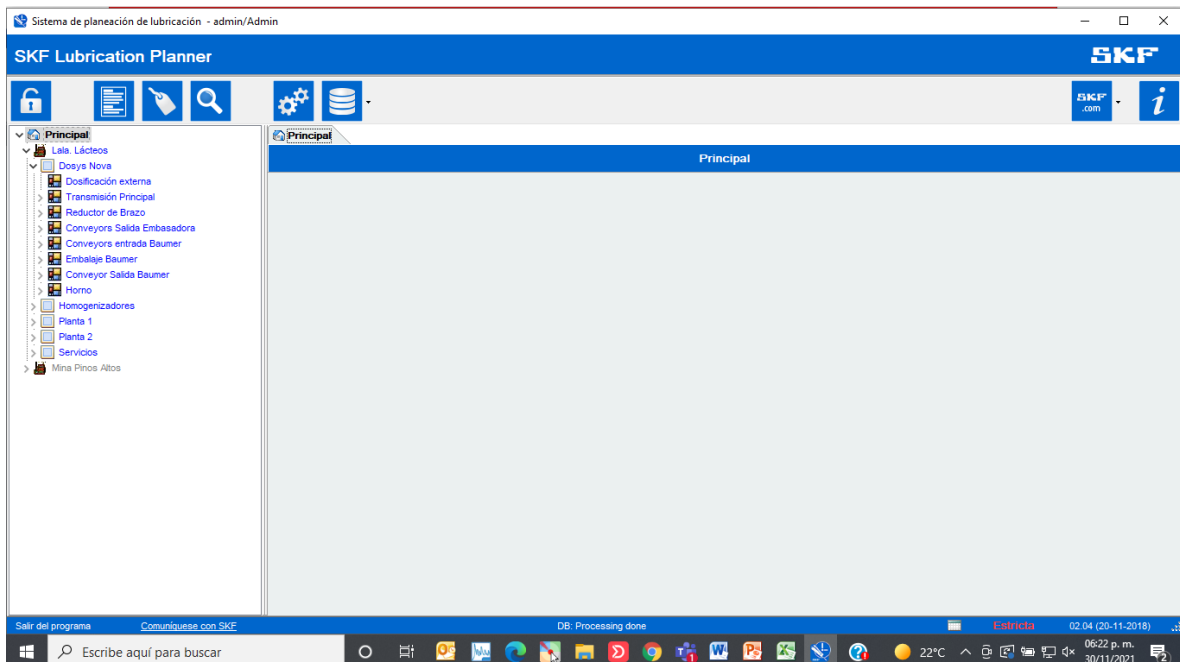
1. Entrar a la siguiente liga <https://skf-lubrication-planner.software.informer.com/download/> abrirá la una ventana como la que muestro en la parte inferior de este texto.



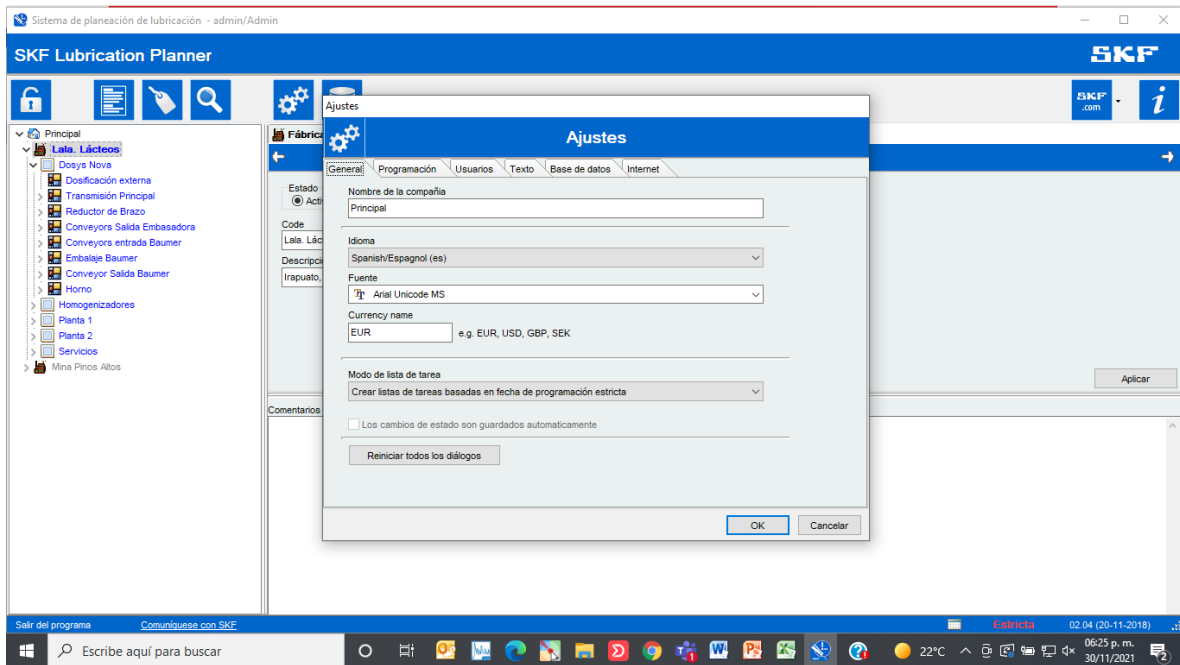
2. Oprimir el botón de descargar ahora y dar open (abrir), ahí mandará a la pantalla siguiente.



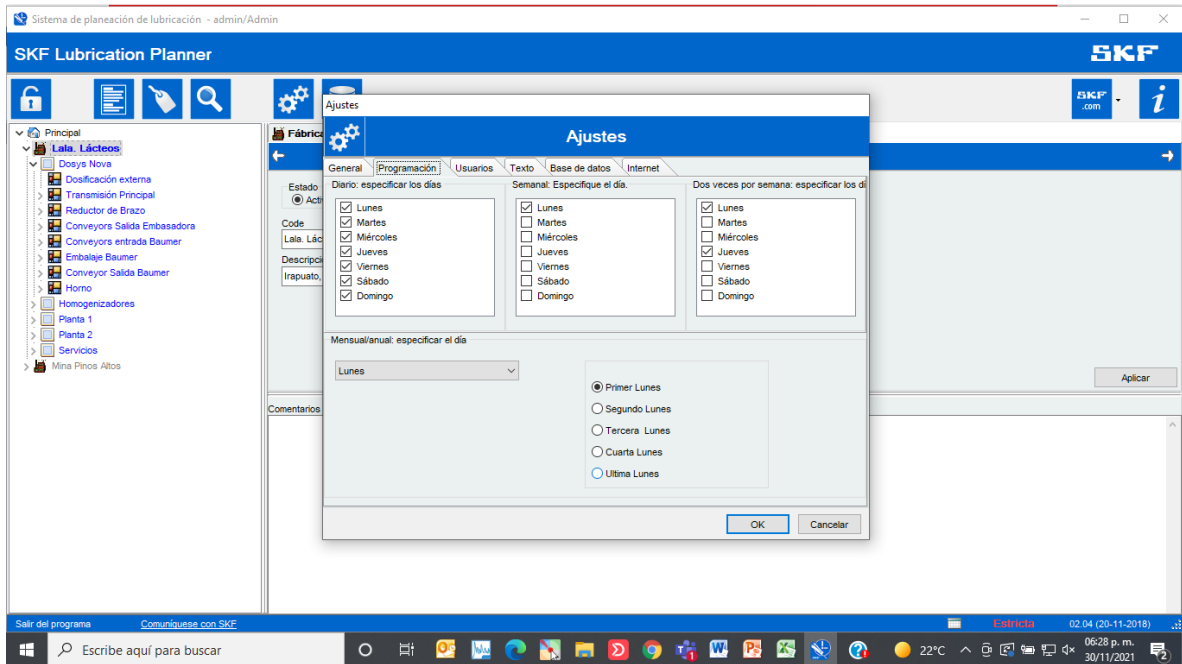
3. Donde dice nombre de usuario y contraseña se colocan los que se hayan elegido para la cuenta, si es cuenta compartida para el departamento de planeación se usa la misma para todos los involucrados, y presionar acceder.



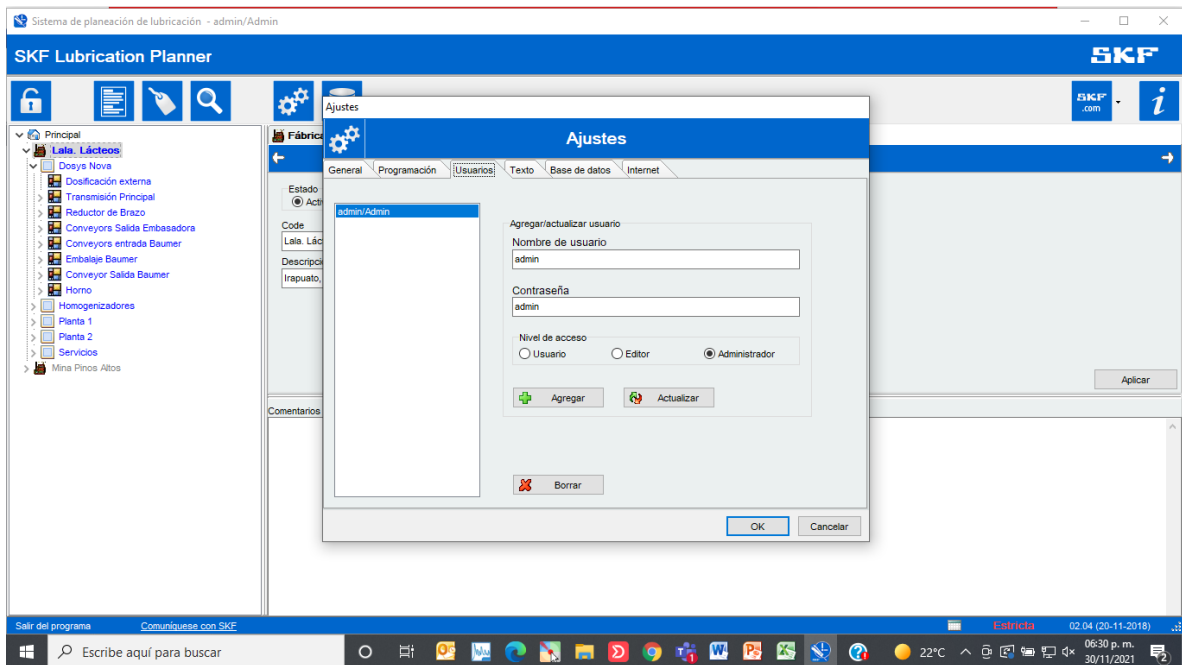
4. Cuando se le da acceder se manda a la planta superior, ahí en principal de le va dando click y manda a ajustes para configurar la fuente, el idioma, esto en la pestaña General.



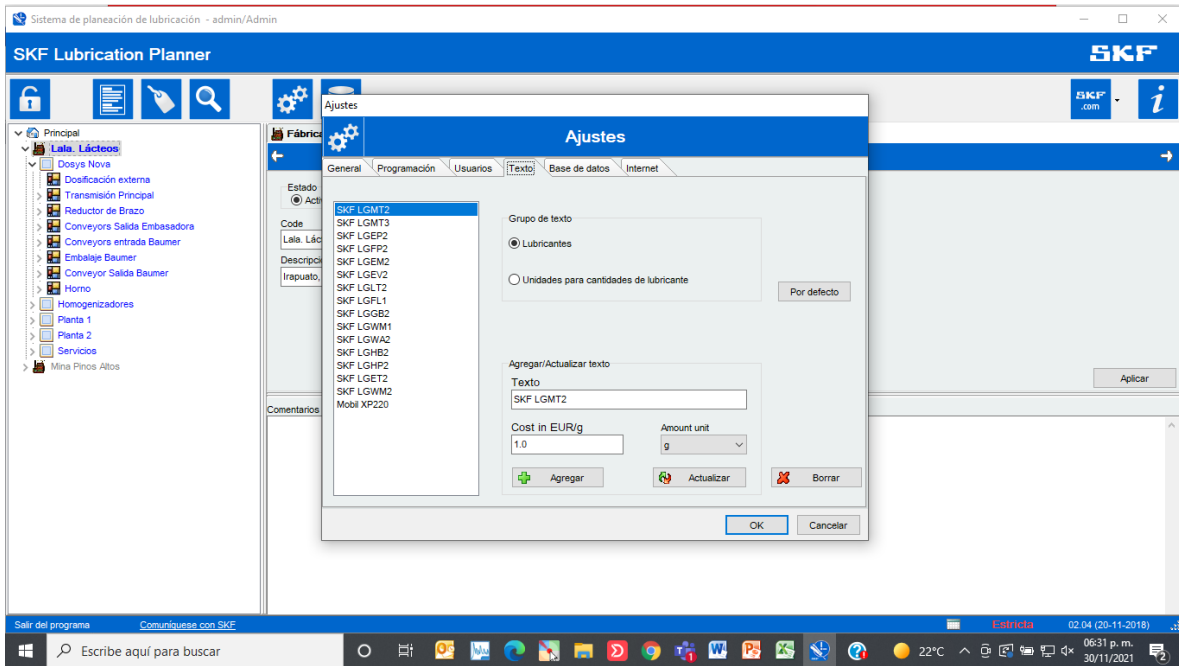
5. Ahí mismo en ajustes entrar a la segunda pestaña la de programación en esta pestaña se agregan los días que se programen para lubricación, inspección, relleno de lubricante, cambio de lubricante o muestreo, según sea el caso.



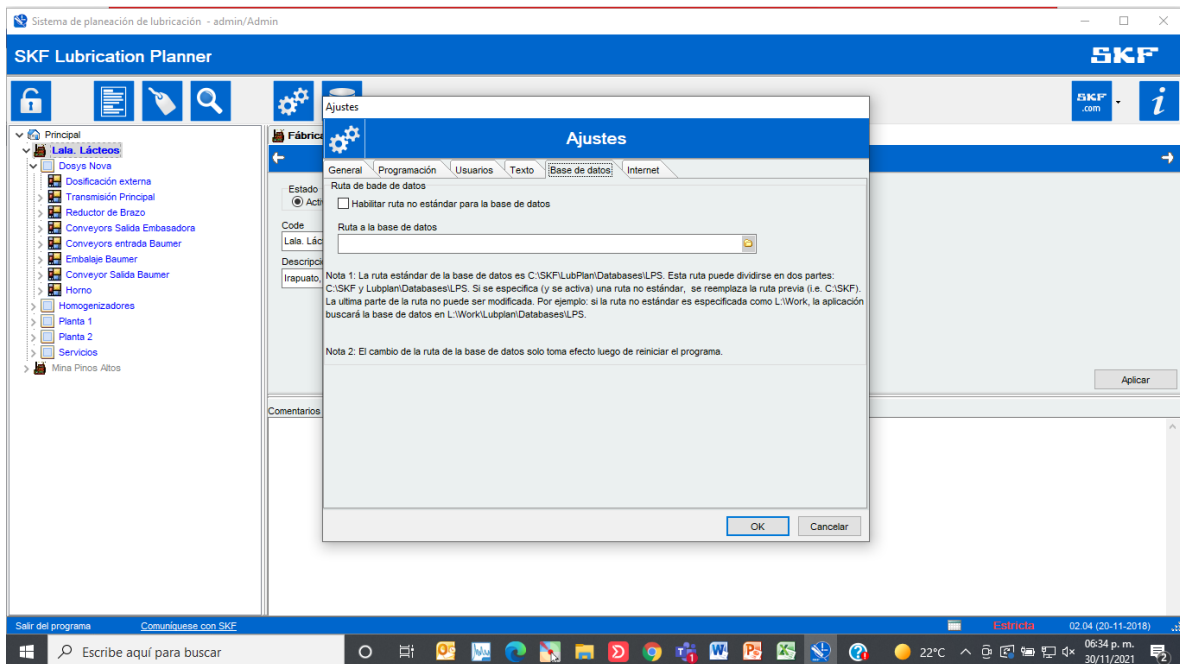
6. En la tercera pestaña se tiene el usuario y contraseña.



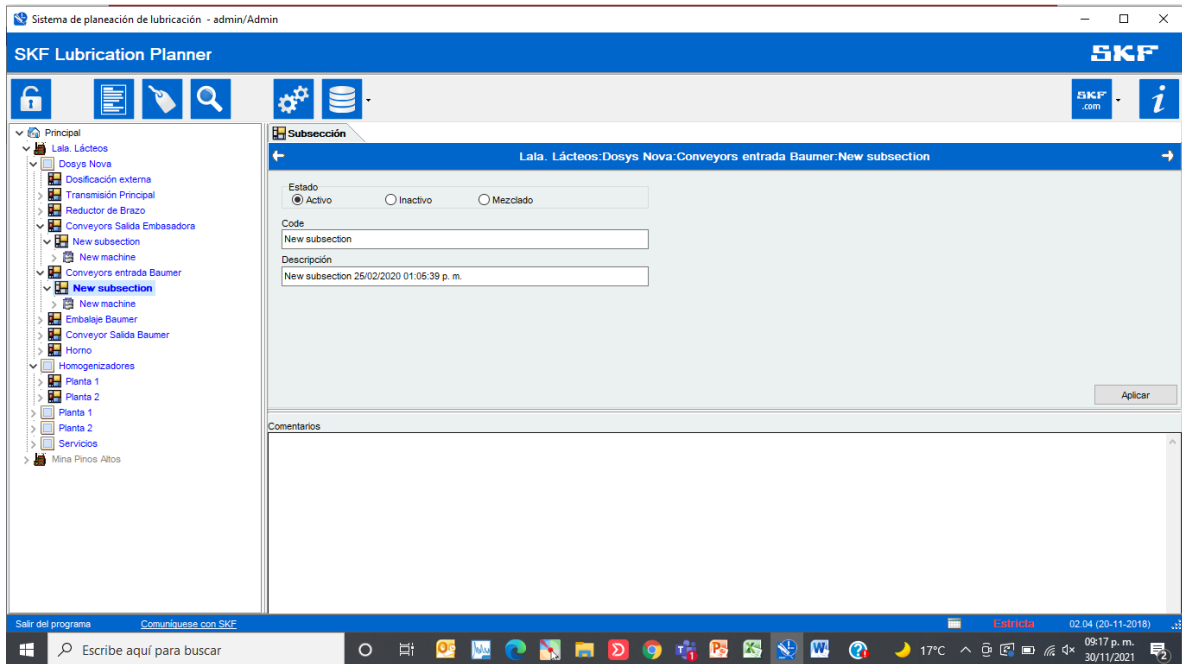
7. En la siguiente pestaña, se tiene texto donde se agregan todos los lubricantes que estén dados de alta en la planta. Si en dado caso que estén obsoletos o se cambie alguno se pueden quitar o agregar según sea el caso.



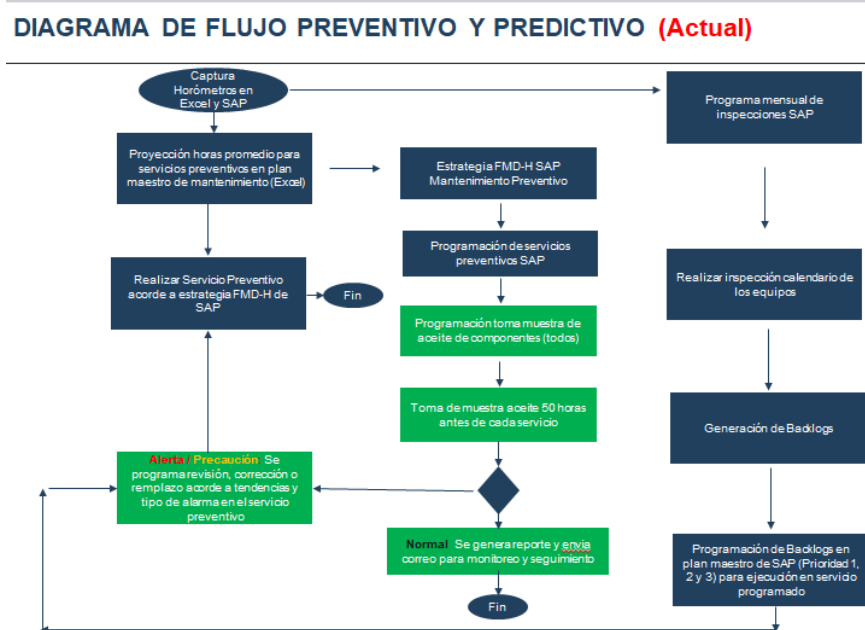
8. Luego sigue la pestaña de base de datos, en este apartado se van cargando todos los equipos que se quieren incluir en las inspecciones.



9. En este apartado se selecciona el menú principal donde está en forma de casa aquí se le va dando el nombre del área y posterior debajo de cada área se van agregando los equipo, de los equipos se agregan los componentes y las especificaciones para las actividades a realizar, el lubricante, la persona y todo esto se puede exportar a una hoja de Excel para que la lleven a campo.



## DIAGRAMA DE FLUJO MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO



# CAPTURA DE HOROMETROS DE EQUIPOS

EQUINOX GOLD											
LOS FILOS MINE											
BITACORA DE HOROMETROS											
MANTENIMIENTO MINA											
martes, 16 de marzo de 2021											
EQUIPO	TAJO	PRIMERA			SEGUNDA			TERCERA			TOT. HRS. OP.
		H. INI.	H. FIN.	HRS. OP.	H. INI.	H. FIN.	HRS. OP.	H. INI.	H. FIN.	HRS. OP.	
PR-101	FILOS	54382	54390	8	54390	54400	10	54400	54400	0	18
PR-102	FILOS	41309	41309	0	41309	41309	0	41309	41309	0	0
PR-103	BERMEJAL	52417	52417	0	52417	52417	0	52417	52417	0	0
PR-104	FILOS	41403	41408	5	41408	41408	0	41408	41408	0	5
PR-105	BERMEJAL	53950	53950	0	53950	53950	0	53950	53950	0	0
PR-106	BERMEJAL	55799	55799	0	55799	55799	0	55799	55799	0	0
PR-107	FILOS	52933	52933	0	52933	52933	0	52933	52933	0	0
PR-108	BERMEJAL	24666	24666	0	24666	24666	0	24666	24666	0	0
PR-109	FILOS	14442	14442	0	14442	14442	0	14442	14442	0	0
PR-111	FILOS	21211	21211	0	21211	21211	0	21211	21211	0	0
PR-112	BERMEJAL	31403	31412	9	31412	31412	0	31412	31412	0	9
PR-113	BERMEJAL	12769	12769	0	12769	12769	0	12769	12769	0	0
PR-114	BERMEJAL	205	205	0	205	205	0	205	205	0	0
EH-402	BERMEJAL	63341	63352	11	63352	63363	11	63363	63363	0	22
EH-403	BERMEJAL	70395	70401	6	70401	70413	12	70413	70413	0	18
EH-404	BERMEJAL	74315	74315	0	74315	74315	0	74315	74315	0	0
EH-405	BERMEJAL	71952	71962	10	71962	71973	11	71973	71973	0	21
CF-501	BERMEJAL	74187	74187	0	74187	74187	0	74187	74187	0	0
CF-502	FILOS	71264	71264	0	71264	71264	0	71264	71264	0	0
CF-503	BERMEJAL	76874	76874	0	76874	76874	0	76874	76874	0	0
CF-504	PATIOS	4258	4258	0	4258	4258	0	4258	4258	0	0
CF-505	BERMEJAL	38865	38875	10	38875	38886	11	38886	38886	0	21
CF-506	BERMEJAL	18274	18285	11	18285	18294	9	18294	18294	0	20
FC-301	BERMEJAL	66005	66005	0	66005	66005	0	66005	66005	0	0
FC-302	BERMEJAL	74467	74467	0	74467	74467	0	74467	74467	0	0
FC-303	BERMEJAL	79108	79108	0	79108	79108	0	79108	79108	0	0
FC-304	BERMEJAL	74892	74892	0	74892	74892	0	74892	74892	0	0
FC-305	BERMEJAL	80156	80156	0	80156	80156	0	80156	80156	0	0
FC-306	BERMEJAL	69159	69169	10	69169	69180	11	69180	69180	0	21
FC-308	BERMEJAL	77297	77308	11	77308	77318	10	77318	77318	0	21
FC-309	BERMEJAL	72988	72998	10	72998	73009	11	73009	73009	0	21
FC-310	BERMEJAL	63858	63867	9	63867	63878	11	63878	63878	0	20
FC-311	BERMEJAL	61559	61563	4	61563	61563	0	61563	61563	0	4

Cantidad de entradas (sin filtro): 3,204

Eq.	Denominación del punto de medida	Texto	Fecha	Hora	ValMed/VTC	Unidad	Diferencia	ValContad.	Texto R	Lectura
S	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		11.02.2021	08:00:00	73844	h	17	73844		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		10.02.2021	08:00:00	73827	h	21	73827		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		09.02.2021	08:00:00	73806	h	21	73806		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		08.02.2021	08:00:00	73785	h	22	73785		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		07.02.2021	08:00:00	73763	h	18	73763		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		06.02.2021	08:00:00	73745	h	3	73745		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		05.02.2021	08:00:00	73742	h	20	73742		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		04.02.2021	08:00:00	73722	h	21	73722		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		03.02.2021	08:00:00	73701	h	18	73701		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		02.02.2021	08:00:00	73683	h	20	73683		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		01.02.2021	08:00:00	73663	h	14	73663		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		31.01.2021	08:00:00	73649	h	20	73649		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		30.01.2021	08:00:00	73629	h	21	73629		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		29.01.2021	08:00:00	73608	h	18	73608		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		28.01.2021	08:00:00	73590	h	22	73590		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		27.01.2021	08:00:00	73568	h	18	73568		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		26.01.2021	08:00:00	73550	h	22	73550		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		25.01.2021	08:00:00	73528	h	21	73528		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		24.01.2021	08:00:00	73507	h	20	73507		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		23.01.2021	08:00:00	73487	h	0	73487		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		22.01.2021	08:00:00	73487	h	0	73487		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		21.01.2021	08:00:00	73487	h	22	73487		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		20.01.2021	08:00:00	73465	h	23	73465		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		19.01.2021	08:00:00	73442	h	23	73442		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		18.01.2021	08:00:00	73419	h	23	73419		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		17.01.2021	08:00:00	73396	h	23	73396		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		16.01.2021	08:00:00	73373	h	1	73373		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		15.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		14.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		13.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		12.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		11.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		10.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		09.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		08.01.2021	08:00:00	73372	h	0	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		07.01.2021	08:00:00	73372	h	19	73372		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		06.01.2021	08:00:00	73353	h	21	73353		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		05.01.2021	08:00:00	73332	h	20	73332		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		04.01.2021	08:00:00	73312	h	20	73312		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		03.01.2021	08:00:00	73292	h	19	73292		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		02.01.2021	08:00:00	73273	h	10	73273		M. TORRES V.
	HOROMETRO DEL EQUIPO LFCF-501		01.01.2021	08:00:00	73263	h	9	73263		M. TORRES V.



Proyección servicios preventivos y toma de muestras de aceite, aviso SAP y la descripción



**EQUINOX GOLD**  
**LOS FILOS MINE**

**PLANEACIÓN MANTENIMIENTO MINA**

<b>PROGRAMACION DE SERVICIOS PREVENTIVOS</b>												
No.	No Eco.	Fecha Último Serv	Horóm. Último Serv Realizado	Fecha Próximo Serv	Horóm. Actual	Horóm. a Realizar	Hrs. Faltantes	Toma de Muestras	Horóm. a Realizar (a)	Horóm. a Realizar (b)	Aviso SAP	Descripción del servicio
58	TO-604	28-feb-21	62862	18-mar-21	63138	63112	-26	-26	63112	63112	10567558	Servicio MP 0250 Horas General
57	TO-603	26-feb-21	62362	18-mar-21	62634	62612	-22	-22	62612	62612	10567556	Servicio MP 1000 Horas General
29	FC-306	23-feb-21	68925	18-mar-21	69195	69175	-20	-20	69175	69175	10566524	Servicio MP 0250 Horas General
73	PA-707	01-mar-21	39451	18-mar-21	39707	39701	-6	-6	39701	39701	10567562	Servicio MP 0250 Horas General
38	FC-316	03-mar-21	61580	18-mar-21	61828	61830	2	2	61830	61830	10567550	Servicio MP 1000 Horas General
45	FC-323	01-mar-21	50300	18-mar-21	50548	50550	2	2	50550	50550	10567939	Servicio MP 1000 Horas General
64	TL-713	03-mar-21	45425	18-mar-21	45672	45675	3	3	45675	45675	10567561	Servicio MP 0250 Horas General
28	FC-305	28-feb-21	79924	18-mar-21	80170	80174	4	4	80174	80174	10566521	Servicio MP 1000 Horas General
48	FC-326	01-mar-21	44064	18-mar-21	44308	44314	6	6	44314	44314	10567555	Servicio MP 0250 Horas General
6	PR-106	01-mar-21	55572	19-mar-21	55813	55822	9	9	55822	55822	10567541	Servicio MP 0250 Horas General
35	FC-313	05-mar-21	65840	19-mar-21	66067	66090	23	23	66090	66090	10567549	Servicio MP 0500 Horas General
75	RH-710	25-ene-21	35066	23-mar-21	35280	35316	36	36	35316	35316	10568357	Servicio MP 0250 Horas General
43	FC-321	04-mar-21	41675	20-mar-21	41888	41925	37	37	41925	41925	10568191	Servicio MP 0500 Horas General
62	TO-608	01-mar-21	22637	21-mar-21	22849	22887	38	38	22887	22887	10566536	Servicio MP 0500 Horas General
31	FC-309	03-mar-21	72820	20-mar-21	73030	73070	40	40	73070	73070	10568335	Servicio MP 12000 Horas General
37	FC-315	04-mar-21	70366	20-mar-21	70572	70616	44	44	70616	70616	10567938	Servicio MP 0250 Horas General
61	TO-607	24-feb-21	54187	21-mar-21	54393	54437	44	44	54437	54437	10567942	Servicio MP 6000 Horas General

Estrategia FMD-H Plan Maestro SAP, hojas de ruta y planes de mantenimiento para los equipos

**Modificar instrucción: resumen operaciones**

Propia Externo Cab. Plan

GrHRuta HR785CA Servicio MP 0250 Horas General ContGrpoHR 1

Resumen general operación

Op.	SOp	PstoTbjo	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T..	Trabajo
0010		LFTLFCON	P006	PM00	Servicio MP 0250 Horas General	<input type="checkbox"/>	
0020		LFTLFCON	P006	PM00	Inspección visual de rutina	<input type="checkbox"/>	
0030		LFTLFCON	P006	PM00	Inspeccionar fugas por mangueras (Back	<input checked="" type="checkbox"/>	
0040		LFTLFCON	P006	PM00	Inspeccionar bastidor y caja	<input type="checkbox"/>	
0050		LFTLFCON	P006	PM00	Realizar prueba de calado de frenos	<input checked="" type="checkbox"/>	
0060		LFTLFCON	P006	PM00	Drenar agua y sedimentos del tanque de	<input checked="" type="checkbox"/>	
0070		LFTLFCON	P006	PM00	Inspeccionar tanque de aire	<input type="checkbox"/>	
0080		LFTLFCON	P006	PM00	Drenar humedad y sedimentos del tanque	<input checked="" type="checkbox"/>	
0090		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Motor	<input type="checkbox"/>	
0100		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Transmisión	<input type="checkbox"/>	
0110		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Hidráulico	<input type="checkbox"/>	
0120		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Dirección	<input type="checkbox"/>	
0130		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Maza	<input checked="" type="checkbox"/>	
0140		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Maza	<input checked="" type="checkbox"/>	
0150		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Mando Final	<input checked="" type="checkbox"/>	
0160		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Mando Final	<input checked="" type="checkbox"/>	
0170		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación - Diferencial	<input type="checkbox"/>	
0180		LFTLFCON	P006	PM00	S.O.S. Muestreo/Nivelación -	<input checked="" type="checkbox"/>	
0190		LFTLFCON	P006	PM00	Motor - Inspeccionar fugas en filtros de	<input checked="" type="checkbox"/>	
0200		LFTLFCON	P006	PM00	Motor - Drenar - Filtro Primario del	<input checked="" type="checkbox"/>	
0210		LFTLFCON	P006	PM00	Motor - Cebiar Sistema de Combustible	<input type="checkbox"/>	
0220		LFTLFCON	P006	PM00	Motor - Sopletear Filtros de Admisión	<input checked="" type="checkbox"/>	
0230		LFTLFCON	P006	PM00	Lubricación - Nivelar Deposito de la	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Secuencia de paquete**

Atrás ◀ Fechas anteriores ▶ Otras fechas ▶

Estrategia: FMD-H Diesel Hrs Ope (250 Hrs)

Paquete	Texto ciclo mantenimiento	250 H	500 H	750 H	1000 H	1250 H	1500 H	1750 H	2000 H	2250 H	2500 H	2750 H	3000 H	3250 H	3500 H	3750 H
1	SERVICIO MP 0250 HORAS	A		A		A		A		A		A		A		A
2	SERVICIO MP 0500 HORAS		B				B				B				B	
3	SERVICIO MP 1000 HORAS				C											
4	SERVICIO MP 2000 HORAS							D								
5	SERVICIO MP 3000 HORAS												E			
6	SERVICIO MP 4000 HORAS															
7	SERVICIO MP 6000 HORAS															
8	SERVICIO MP 12000 HORAS															

**Programar plan de mantenimiento preventivo: Plan estrategia LFFC-329-M**

Iniciar Inicio en el ciclo Iniciar de nuevo Toma de mantenimiento manual Lista resumen progr.mantenimiento

Plan mant.prev. LFFC-329-ME Plan Mantto. Prev. FC-329

Llamadas programadas Llamadas manuales Parám.programación plan mantenimiento Datos adicional...

Contador 638 HOROMETRO DEL EQUIPO LFFC-329

Valor total cont. 34281

N...	FechaPrev.	Fecha de ...	Fecha de ...	Paquet.ven...	Cl.programación/Status	Des...	Unidad	V...
67	17.03.2021			A	Programado,tomado			
68	23.03.2021	06.03.2021		D	Programado,Espera			
69	10.04.2021	23.03.2021		A	Programado,Espera			
70	28.04.2021	10.04.2021		B	Programado,Espera			
71	16.05.2021	28.04.2021		A	Programado,Espera			
72	03.06.2021	16.05.2021		C	Programado,Espera			
73	21.06.2021	03.06.2021		A	Programado,Espera			
74	09.07.2021	21.06.2021		B	Programado,Espera			
75	27.07.2021	09.07.2021		A	Programado,Espera			
76	13.08.2021	27.07.2021		H	Programado,Espera			
77	31.08.2021	14.08.2021		A	Programado,Espera			
78	18.09.2021	01.09.2021		B	Programado,Espera			
79	06.10.2021	19.09.2021		A	Programado,Espera			
80	24.10.2021	07.10.2021		C	Programado,Espera			
81	11.11.2021	25.10.2021		A	Programado,Espera			
82	29.11.2021	11.11.2021		B	Programado,Espera			
83	17.12.2021	29.11.2021		A	Programado,Espera			

## Calendario Inspección y Lubricación de los equipos

Cantidad de entradas (sin filtro): 11,861

Id	Campo de clasificación	Aviso	Orden	Descripción	P	DurParada	Un.	Inicio de avería	HIniAvería	Fin de avería	HFinAver	Conjunto	Denominación del conjunto	Cl.
	LPPR-114	10566064	7514540	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:50:18		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LPPR-102	10566063	7514539	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:29:03		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-318	10566062	7514537	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:29:02		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-314	10566061	7514536	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:29:02		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFMC-718	10566060	7514535	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:29:01		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFMC-717	10566059	7514534	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:29:00		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFVC-711	10566058	7514533	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:59		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCF-504	10566057	7514532	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:58		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCF-506	10566056	7514531	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:57		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-302	10566055	7514530	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:57		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-301	10566054	7514529	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:56		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-317	10566053	7514528	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:55		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-311	10566052	7514527	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:54		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-310	10566051	7514526	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:53		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LPPR-113	10566050	7514525	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:53		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-324	10566049	7514524	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:52		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-313	10566048	7514523	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:51		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-306	10566047	7514522	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:50		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-312	10566046	7514521	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:49		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-321	10566045	7514520	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:48		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-331	10566044	7514519	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:48		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-328	10566043	7514518	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:47		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-327	10566042	7514517	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:46		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFTL-708	10566041	7514516	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:45		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFFC-316	10566040	7514515	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:44		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFTO-608	10566039	7514514	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:43		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFTO-607	10566038	7514513	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:43		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFTO-604	10566037	7514512	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:42		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP
	LFTO-601	10566036	7514511	Lubricación General		0.00	H	01.03.2021	09:28:41		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	MP

Cantidad de entradas (sin filtro): 11,861

Id	Campo de clasificación	Aviso	Orden	Descripción	P	DurParada	Un.	Inicio de avería	HIniAvería	Fin de avería	HFinAver	Conjunto	Denominación del conjunto	Cl.
	LPPR-114	10565979	7514455	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:46:09		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-310	10565978	7514454	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:45:32		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-316	10565977	7514453	Inspección General		0.00	H	05.03.2021	07:30:00	05.03.2021	07:45:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-309	10565976	7514452	Inspección General	X	0.17	H	14.03.2021	19:10:00	14.03.2021	19:20:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-306	10565975	7514451	Inspección General		0.00	H	05.03.2021	07:15:00	07.03.2021	07:42:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LPPR-112	10565974	7514450	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:42:01		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-321	10565973	7514449	Inspección General	X	0.17	H	10.03.2021	18:30:00	10.03.2021	18:40:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-331	10565972	7514448	Inspección General		0.00	H	05.03.2021	06:30:00	05.03.2021	06:45:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-330	10565971	7514447	Inspección General		0.00	H	04.03.2021	08:41:58		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-329	10565970	7514446	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:58		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-328	10565969	7514445	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:57		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-327	10565968	7514444	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:56		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LPPR-105	10565967	7514443	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:55		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFEH-404	10565966	7514442	Inspección General	X	1.42	H	13.03.2021	05:50:00	13.03.2021	07:15:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFTO-605	10565965	7514441	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:54		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LPPR-107	10565964	7514440	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:53		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFFC-319	10565963	7514439	Inspección General		0.00	H	06.03.2021	07:24:00	06.03.2021	07:33:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFEH-403	10565962	7514438	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:51		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCG-816	10565961	7514437	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:50		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCG-806	10565960	7514436	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:49		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCD-815 (RENTA)	10565959	7514435	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:49		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCD-811 (RENTA)	10565958	7514434	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:48		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFCD-804 (RENTA)	10565957	7514433	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:47		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFTO-608	10565956	7514432	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:46		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFTO-607	10565955	7514431	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:45		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFTO-606	10565954	7514430	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:45		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP
	LFTO-604	10565953	7514429	Inspección General		0.00	H	01.03.2021	08:41:44		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	MP

## Backlogs programados para ejecución en servicios preventivos.

Cantidad de entradas (sin filtro): 11,861

Id	Campo de clasificación	Aviso	Orden	Descripción	P	DurParada	Un.	Inicio de avería	HIniAvería	Fin de avería	HFinAver	Conjunto	Denominación del conjunto	Cl.	Creado por
	LPR-103	10568077	7516435	B/L Rpl. Motor Hco Ventilador		0.00	H	13.03.2021	13:11:07		00:00:00	9000018	SISTEMA HIDRAULICO	PD	MTORRES
	LFRRH-712	10567711	7516107	B/L Rpl. Vidrios frontal e inf. izquierd		0.00	H	11.03.2021	07:58:35		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFRRH-712	10567710	7516106	B/L Rpl. Chicote y mecanismo puerta		0.00	H	11.03.2021	07:54:19		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	MTORRES
	LFPA-707	10567708	7516104	B/L Rpl. Válvula dren tanque secunda		0.00	H	11.03.2021	07:37:45		00:00:00	9000001	SISTEMA DE AIRE	PD	MTORRES
	LFPA-707	10567707	7516103	B/L Rpl. Tapa de lámpara de cabina		0.00	H	11.03.2021	07:35:06		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFPA-706	10567706	7516102	B/L Corr. Fuga de gases de escape		0.00	H	11.03.2021	07:32:52		00:00:00	9000013	SISTEMA DE ESCAPE	PD	MTORRES
	LFPA-706	10567705	7516101	B/L Corr. Entrada de polvo a cabina		0.00	H	11.03.2021	07:31:12		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFPA-706	10567704	7516100	B/L Rpl. Sopoorte limitador puerta cabi		0.00	H	11.03.2021	07:28:14		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFPA-706	10567703	7516099	B/L Rpl. Conexión rápida de combusti		0.00	H	11.03.2021	07:26:36		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	MTORRES
	LFPA-706	10567702	7516098	B/L Inst. Clip tubería enfriamiento fren		0.00	H	11.03.2021	07:23:26		00:00:00	9000015	SISTEMA DE FRENOS	PD	MTORRES
	LFMN-715	10567701	7516097	B/L Rpl. Placas desplazamiento círculo		0.00	H	11.03.2021	07:20:23		00:00:00	9000019	SISTEMA DE IMPLEMENT.	PD	MTORRES
	LFMN-715	10567700	7516096	B/L Rpl. Vidrio puerta izquierda		0.00	H	11.03.2021	07:16:45		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFMN-703	10567699	7516095	B/L Rpl. Placas desplazamiento círculo		0.00	H	11.03.2021	07:13:51		00:00:00	9000019	SISTEMA DE IMPLEMENT.	PD	MTORRES
	LFMN-703	10567698	7516094	B/L Rpl. Switch luces y traba diferencia		0.00	H	11.03.2021	07:11:37		00:00:00	9000010	SISTEMA ELECTRICO	PD	MTORRES
	LFMN-703	10567697	7516093	B/L Rpl. Ventilás de ductos de A/C		0.00	H	11.03.2021	07:04:25		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFMN-703	10567696	7516092	B/L Rpl. Conexión rápida de combusti		0.00	H	11.03.2021	07:02:35		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	MTORRES
	LFMN-703	10567695	7516091	B/L Rpl. Guarda banda compresor A/C		0.00	H	11.03.2021	06:57:46		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFMN-703	10567694	7516090	B/L Rpl. Visagra d puerta acceso a m...		0.00	H	11.03.2021	06:50:35		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	MTORRES
	LFMN-701	10567679	7516079	B/L Rep. indicador d nivel d combusti		0.00	H	10.03.2021	18:50:23		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	MTORRES
	LFMN-701	10567678	7516078	B/L Rpl. Vidrio trasero de cabina daña		0.00	H	10.03.2021	18:48:13		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFMN-701	10567677	7516077	B/L Rpl. placas desplazamiento círculo		0.00	H	10.03.2021	18:41:42		00:00:00	9000019	SISTEMA DE IMPLEMENT.	PD	MTORRES
	LFMN-701	10567676	7516076	B/L Rpl. Chapas de acceso al motor		0.00	H	10.03.2021	18:38:16		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	PD	MTORRES
	LFCC-305	10567530	7515934	B/L Rpl panel de control dañado		0.00	H	10.03.2021	08:27:32		00:00:00			PD	YVERGARA
	LFTL-714	10567529	7515933	B/L Corr. Fuga aire x cilindro levante h		0.00	H	10.03.2021	08:23:44		00:00:00	9000018	SISTEMA HIDRAULICO	PD	MTORRES
	LFCC-305	10567528	7515932	B/L Rpl tubos y anillos de escape		0.00	H	10.03.2021	08:23:21		00:00:00			PD	YVERGARA
	LFTL-714	10567526	7515931	B/L Rpl. Prelimpiador de aire		0.00	H	10.03.2021	08:19:45		00:00:00	9000001	SISTEMA DE AIRE	PD	MTORRES
	LFCC-305	10567525	7515930	B/L Rpl soporte motor prelubricacion		0.00	H	10.03.2021	08:19:43		00:00:00			PD	YVERGARA
	LFCC-305	10567524	7515928	B/L Reparar fisuras en plataforma cabi		0.00	H	10.03.2021	08:16:33		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	YVERGARA
	LFTL-714	10567523	7515929	B/L Rpl. Tapa depósito limpiaparabrisas		0.00	H	10.03.2021	08:13:36		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	PD	MTORRES
	LFCC-306	10567522	7515927	B/L Rpl. Inyectores grasa varillaje dire		0.00	H	10.03.2021	08:09:11		00:00:00	9000023	SISTEMA DE LUBRICACION	PD	MTORRES
	LFCD-815 (RENTA)	10567521	7515925	B/L Corregir daños en equipo		0.00	H	10.03.2021	08:03:39		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	PD	YVERGARA
	LPR-104	10567520	7515924	B/L Rpl tornillos sujeccion tanque diese		0.00	H	10.03.2021	07:57:10		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	YVERGARA
	LPR-105	10567519	7515923	B/L Reparar fisuras en tracks alojame		0.00	H	10.03.2021	07:54:52		00:00:00	9000019	SISTEMA DE IMPLEMENT.	PD	YVERGARA
	LFCC-305	10567518	7515926	B/L Corr. Fuga refrigerante x bomba		0.00	H	10.03.2021	07:44:13		00:00:00	9000012	SISTEMA DE ENFRIAMIE...	PD	MTORRES
	LFCC-305	10567517	7515922	B/L Rpl. Conexión línea susp. Tras. Der		0.00	H	10.03.2021	07:42:30		00:00:00	9000016	SISTEMA GENERAL	PD	MTORRES
	LFCC-305	10567516	7515921	B/L Rpl. Visera dañada de cabina		0.00	H	10.03.2021	07:41:08		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFCC-302	10567515	7515920	B/L Rpl. Clips tubería de transmisión		0.00	H	10.03.2021	07:39:40		00:00:00	9000030	SISTEMA DE TREN DE P...	PD	MTORRES
	LFTL-714	10567514	7515919	B/L Rpl. Línea de combustible dañada		0.00	H	10.03.2021	06:43:50		00:00:00	9000025	SISTEMA DE MOTOR	PD	MTORRES
	LFCC-332	10567513	7515918	B/L Corr. Fuga x válvula neut. Direcci		0.00	H	10.03.2021	06:40:14		00:00:00	9000008	SISTEMA DE DIRECCION	PD	MTORRES
	LFCC-332	10567512	7515917	B/L Rpl. Visera dañada de cabina		0.00	H	10.03.2021	06:34:54		00:00:00	9000006	SISTEMA DE CABINA	PD	MTORRES
	LFCC-332	10567511	7515916	B/L Rpl. Línea enfriamiento frenos tra		0.00	H	10.03.2021	06:30:21		00:00:00	9000015	SISTEMA DE FRENOS	PD	MTORRES

## Control de remplazo de componentes (Budget – Capex/Opex)

Equip.	Componente	Prej	Costo USD	Sistema	Estado de Componente	Proveedor	No. de Parte	Serie	Fecha Instalada	Horom Instalada	Hrs. Op	Hrs. Resi	%	Horom	Fechs	Horom	feb-21	mar-21	abr-21	
CF-502	Horom	12	53,000					0	15/03/2021	71,264										
CF-502	Cartucho Boom Inferior (Bote)	12	10,000	23,372	Chassis system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	4441810		0	71,264	-61,264	713%	10,000	08/10/07	Vencido				
CF-502	Cartucho Boom Central (Cilindro)	12	10,000	21,627	Chassis system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	4441822		0	71,264	-61,264	713%	10,000	08/10/07	Vencido				
CF-502	Cilindro De Direccion Derecho	16	9,000	10,120	Steering system	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	50201	14/05/2015	45,708	25,556	-16,556	284%	54,708	04/07/17	Vencido				
CF-502	Cilindro De Direccion Izquierdo	14	9,000	10,120	Steering system	REPARADO	Ingenieria Mecanica de Puebla S.A. de C.V.	1128308	20/12/2015	49,630	21,634	-12,634	240%	58,630	20/05/18	Vencido				
CF-502	Rodamiento Central De Soporte De Barras	8	9,000	2,470	Steering system	REPARADO	Servicio Franco		20/12/2015	49,630	21,634	-12,634	240%	58,630	20/05/18	Vencido				
CF-502	Pernos De Privilege De Articulacion Central	96	18,000	11,834	Chassis system	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1144439	21/02/2015	44,235	27,029	-8,029	150%	62,235	10/03/19	Vencido				
CF-502	Válvula De Control Hidráulico	12	18,000	20,089	Hydraulic system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1851439	500	20/12/2015	49,630	21,634	-3,634	120%	67,630	22/05/20	Vencido			
CF-502	Reductor	12	18,000	19,856	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1144446	20/12/2015	49,630	21,634	-3,634	120%	67,630	22/05/20	Vencido				
CF-502	Enfriador De Aceite De Frenos	12	18,000	1,969	Brake system	REMAN		1154331	20/12/2015	49,630	21,634	-3,634	120%	67,630	22/05/20	Vencido				
CF-502	Bomba Hidráulica Del Motor Del Ventilador	4	9,000	3,379	Hydraulic system	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1092521	24/02/2018	59,380	11,884	-2,884	132%	68,380	22/07/20	Vencido				
CF-502	Motor Hidráulico Del Ventilador	10	9,000	6,384	Hydraulic system	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	092340	24/02/2018	59,380	11,884	-2,884	132%	68,380	22/07/20	Vencido				
CF-502	Housing De Eje Trasero	1	20,000	4,300	Differential	REPARADO	Servicio Franco		20/12/2015	49,630	21,634	-1,634	100%	69,630	01/11/20	Vencido				
CF-502	Acumulador De Frenos Derecho	10	13,000	5,276	Brake system	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	5699118	22/07/2017	56,810	14,454	-1,454	111%	69,810	18/11/20	Vencido				
CF-502	Acumulador De Frenos Izquierdo	10	13,000	5,276	Brake system	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	5699118	22/07/2017	56,810	14,454	-1,454	111%	69,810	18/11/20	Vencido				
CF-502	Válvula De Control De Direccion	10	13,000	8,866	Steering system	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1124597	22/07/2017	56,810	14,454	-1,454	111%	69,810	18/11/20	Vencido				
CF-502	Cadena De Llamta Delantera Derecha	16,000	16,000	25,500	Undercarriage	PENIAG			19/01/2017	54,610	16,654	-454	104%	70,610	20/01/21	Vencido				
CF-502	Cadena De Llamta Delantera Izquierda	16,000	16,000	25,500	Undercarriage	PENIAG			19/01/2017	54,610	16,654	-454	104%	70,610	20/01/21	Vencido				
CF-502	Bomba De Lubricacion Automatica	10	9,000	8,457	Engine	REPARADO	especialistas en Pales y Perforadoras S.A. de C.	5079025	09/09/2018	62,042	9,222	-222	102%	71,042	24/02/21	Vencido				
CF-502	Alternador	8	9,000	1,461	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.		15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Bomba De Transferencia De Combustible	6	9,000	1,235	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1098688	15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Inyectores De Combustible De Motor	16	9,000	13,343	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	2090849	15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Motor De Arranque Inferior	8	9,000	1,566	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.		15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Turbo De Motor Derecho	8	9,000	7,460	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1092844	15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Turbo De Motor Izquierdo	8	9,000	7,460	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1092844	15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Bomba Auxiliar De Refrigerante	8	9,000	2,271	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.		15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Bomba Principal De Refrigerante	6	9,000	2,443	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.		15/01/2019	63,727	7,537	1,463	84%	72,727	12/07/21	-				
CF-502	Flecha Morita Trasera (RE)	4	18,000	4,675	Transmission	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.		05/03/2017	55,059	16,206	1,794	90%	73,059	08/08/21	-				
CF-502	Cruces De Flecha Trasera	8	9,000	3,759	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	887036	28/03/2019	64,694	6,570	2,430	73%	73,694	29/09/21	-				
CF-502	Cruces De Flecha De Entrada	8	9,000	3,234	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1069333	28/03/2019	64,694	6,570	2,430	73%	73,694	29/09/21	-				
CF-502	Bomba De Frenos	8	9,000	1,689	Brake system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1645486	28/03/2019	64,694	6,570	2,430	73%	73,694	29/09/21	-				
CF-502	Bomba De Enfriamiento De Eje	10	9,000	1,870	Differential	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	3514910	28/03/2019	64,694	6,570	2,430	73%	73,694	29/09/21	-				
CF-502	Bomba De Transmision	8	9,000	2,885	Transmission	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	099123	10/03/2021	65,091	6,173	2,827	89%	74,091	31/01/21	-				
CF-502	Bomba De Direccion	14	9,000	19,214	Steering system	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1092808	05/08/2019	65,242	6,022	2,978	67%	74,242	12/11/21	-				
CF-502	Bomba De Direccion Suplementaria	6	9,000	1,466	Steering system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1363965	05/08/2019	65,242	6,022	2,978	67%	74,242	12/11/21	-				
CF-502	Bomba De Implementos Variable	12	9,000	19,486	Hydraulic system	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1092807	05/08/2019	65,242	6,022	2,978	67%	74,242	12/11/21	-				
CF-502	Convertidor	30	18,000	18,335	Transmission	INTERCAMBIO	Brake Supply Company, Inc.	1238258X	27/06/2017	56,432	14,832	3,168	82%	74,432	28/11/21	-				
CF-502	Cruces De Flecha Central	8	9,000	6,172	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1891916	28/05/2019	65,532	5,732	3,268	64%	74,532	09/12/21	-				
CF-502	Cruces De Flecha Frontal	8	9,000	7,286	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1302374	28/05/2019	65,532	5,732	3,268	64%	74,532	09/12/21	-				
CF-502	Cartucho Boom Inferior (Cilindro)	12	10,000	23,372	Chassis system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	4441810	10/04/2019	64,808	6,456	3,544	65%	74,808	28/12/21	-				
CF-502	Motor De Arranque Superior	8	9,000	1,521	Engine	REMAN	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1098916	27/07/2019	66,177	5,087	3,913	57%	75,177	27/01/22	-				
CF-502	Bomba De Presion Piloto De Implementos	6	9,000	1,427	Hydraulic system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1363965	25/10/2019	67,292	3,972	5,008	44%	76,292	28/04/22	-				
CF-502	Compresor De Aire Acondicionado	6	9,000	1,235	Engine	NEUVO	Applied Mexico S.A. de C.V.	48211	09/11/2019	67,292	3,972	5,008	44%	76,292	28/04/22	-				
CF-502	Freno Estacionario	48	13,000	4,904	Brake system	USADO	CF-503	238875	27/07/2019	63,696	7,578	5,422	58%	76,696	30/05/22	-				
CF-502	Bomba De Implementos Fija	12	9,000	12,428	Hydraulic system	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1092462	14/07/2020	69,906	1,358	7,642	15%	78,906	27/11/22	-				
CF-502	Cilindro De Levante Izquierdo	16	9,000	6,983	Hydraulic system	REPARADO		162-1523	09/07/2020	69,906	1,358	7,642	15%	78,906	27/11/22	-				
CF-502	Cilindro De Levante Derecho	16	9,000	6,983	Hydraulic system	REPARADO		162-1522	09/07/2020	69,906	1,358	7,642	15%	78,906	27/11/22	-				
CF-502	Enfriador De Aceite De Direccion	10	18,000	5,863	Steering system	REP. PARCIAL		1907625	21/06/2019	61,002	10,262	7,738	57%	79,002	05/12/22	-				
CF-502	Cilindro De Inclinacion	16	9,000	11,259	Hydraulic system	REPARADO		3949888	22/08/2020	70,166	1,098	7,982	12%	79,166	18/12/22	-				
CF-502	Cartucho Boom Superior (Chasis)	12	10,000	23,372	Chassis system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	4441810	09/07/2020	69,906	1,358	8,642	14%	79,906	17/02/23	-				
CF-502	Motor	30	18,000	39,795	Engine	INTERCAMBIO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	2177602X	15/01/2019	63,727	7,537	10,463	42%	81,727	15/07/23	-				
CF-502	Flecha Morita Entrada	4	18,000	3,179	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1302374	25/03/2019	64,694	6,570	11,430	37%	82,694	02/10/23	-				
CF-502	Flecha Morita Frontal (FR)	4	18,000	4,369	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.		25/03/2019	64,694	6,570	11,430	37%	82,694	02/10/23	-				
CF-502	Enfriador De Aceite Hidráulico	10	18,000	5,104	Hydraulic system	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1907624	26/05/2019	65,516	5,748	12,252	32%	83,516	09/12/23	-				
CF-502	Housing De Eje Delantera	4	18,000	7,887	Transmission	NEUVO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1891916	26/05/2019	65,532	5,732	12,268	32%	83,532	09/12/23	-				
CF-502	Diferencial Delantero	24	20,000	28,759	Differential	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1200550	24/03/2019	64,694	6,570	13,430	33%	84,694	13/03/24	-				
CF-502	Mando Final Delantero Derecho	16	20,000	28,530	Final Drive	REPARADO	Maquinas Diesel S.A. de C.V.	1696868X	28/03/2019	64,694	6,570	13,430	33%	84,694	13/03/24	-				

# Reportes Análisis Aceite – Método ASTM

## Sample Trend - All Data

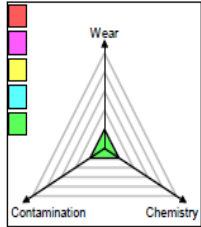
Base de Datos:	Mantenimiento Gral.rbm	Equipo:	OP/3 - EH-404
Area:	1 - Equipo de Carga	Componente:	1 - Motor

Ref Oil	Patrones Mina Los Filos - Lubricante Motor Diesel - Delo 400 SDE 15W 40				
Sample Date	3/4/2021	2/16/2021	1/21/2021	7/17/2020	3/24/2020
Sample #	032	031	030	029	028
Unit Usage - hrs	74143	73877	73481	72588	72278
Oil Usage - hrs					
Oil Added - l					

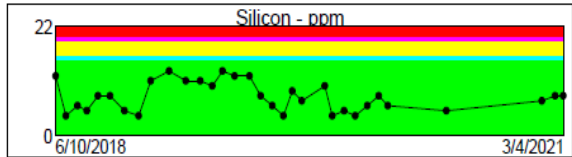
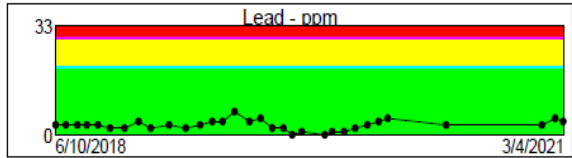
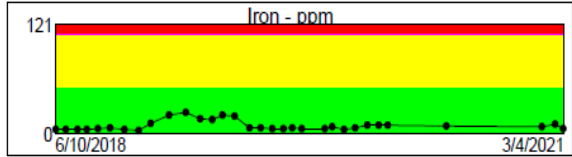
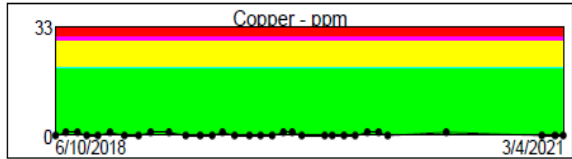
Wear	0	0	0	0	0
Aluminum - ppm	2	2	3	1	1
Chromium - ppm	0	0	0	0	1
Copper - ppm	0	0	0	1	0
Iron - ppm	5	10	7	8	9
Lead - ppm	4	5	3	3	5
Nickel - ppm	0	0	0	0	0
Silver - ppm	0	0	0	0	0
Tin - ppm	0	0	1	0	0

Contamination	0	0	0	0	0
PPM Water - ppm	340	406	470	0	0
Glycol Vol - %v	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Potassium - ppm	2	2	2	7	3
Silicon - ppm	8	8	7	5	6
Sodium - ppm	3	4	6	10	7
Soot LEM/TGA - %	.2	.4	.4	.4	.3
Fuel Vol - %v	.3	.3	.2	.3	.2

Chemistry	0	0	0	0	0
Barium - ppm	0	0	0	0	0
Boron - ppm	125	121	181	47	59
Calcium - ppm	929	1,075	1,383	1,113	1,440
Magnesium - ppm	390	429	608	519	713
Molybdenum - ppm	62	65	84	1	8
Phosphorus - ppm	652	720	881	738	859
Add Depletion - %	95	89	90	88	85
Zinc - ppm	704	761	794	722	876
IR Oxidation - au	20	23	21	24	25
IR Nitration - au	4	9	7	9	8
IR Sulfation - au	25	26	26	25	25
Visc 100C - cSt	12.9	13.0	12.8	12.3	12.4
Total Base - koh	7.5	6.1	6.5	6.2	6.1
Total Acid - koh	2.9	3.1	2.8		



MiniLab - Los Filos Mine  
 MLA II-003998  
 ISO 18436-4 ICML  
 733-333-9449  
 minilab.losfilos@equinoxgold.com



Reportes RCA (Análisis Causa Raíz)

## Daño en Caja Transferencia CF-501



### Contexto:

**2019.12.04 (Turno 2da)** Se reporta equipo por códigos de cambio activos, se procede a revisar, se calibra rodete y se deja operando; En el cambio de turno se reporta nuevamente, se revisan rejillas de transmisión encontrando exceso de contaminación.

**2019.12.05: (Turno 1ra y 2da)** Se continúa con revisión, se reemplazan filtros de la transmisión y convertidor, se traslada equipo fuera del área de carga, se observa demasiado fino de bronce y hierro en filtros de convertidor y de la transmisión, en el traslado se observa presión baja del embrague de rodete máxima 43 psi en alta y tiende a no avanzar. Será necesario remolcar equipo, antes se reemplazaron fluidos de tren de fuerza y filtros.

**2019.12.06: (Turno 1ra)** Se lava e ingresa a Taller, se comienza con desmontaje de componentes; Se detecta daño en caja de transferencia, transmisión y convertidor.

### Propósito:

Realizar análisis de causalidad para determinar la raíz de los daños en rodamientos de caja de transferencia del Cargador Frontal 994 H marca Caterpillar

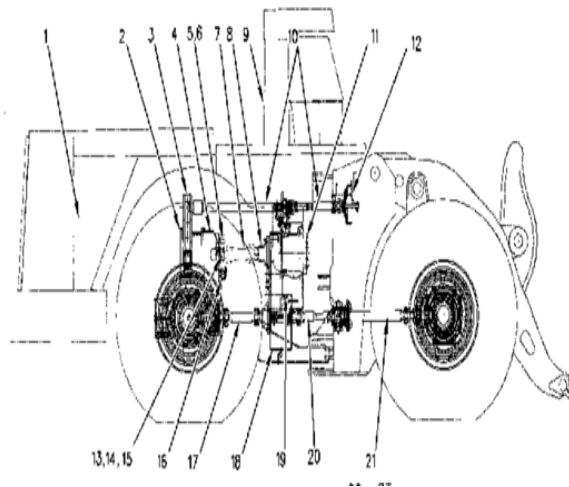
### Problemas Críticos:

- No cumplimiento de Budget
- Baja disponibilidad de equipo de carga

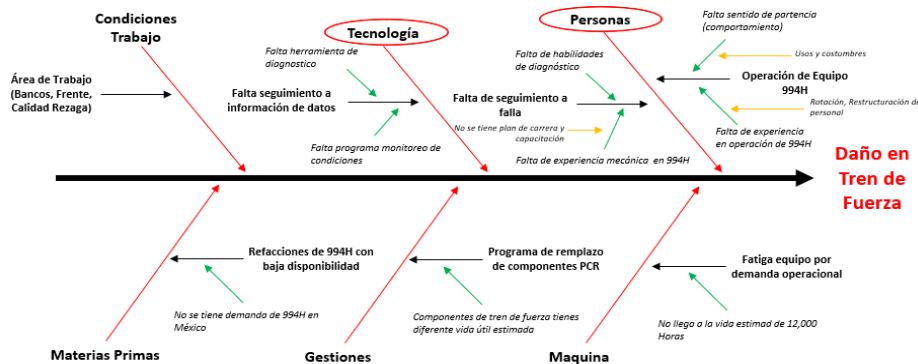
### Impacto

Contribuciones:	Fecha	Horas	Productividad Ton/Hr	Mineral No Movido	Ppto Mineral	Ppto Afectación
• Cumplimiento de Budget	dic-19	580	1,591	922,780	4,800,392	19%
• Replica para CF-501, CF-502, CF-503	ene-20	250	1,690	422,500	4,063,853	10%
• Continuidad Operativa						

## Daño en Caja Transferencia CF-501; Diagrama Identificación



## Daño en Caja Transferencia CF-501; Diagrama Ishikawa





**Desarrollo:**

**¿Porque se daño el Tren de Fuerza?**

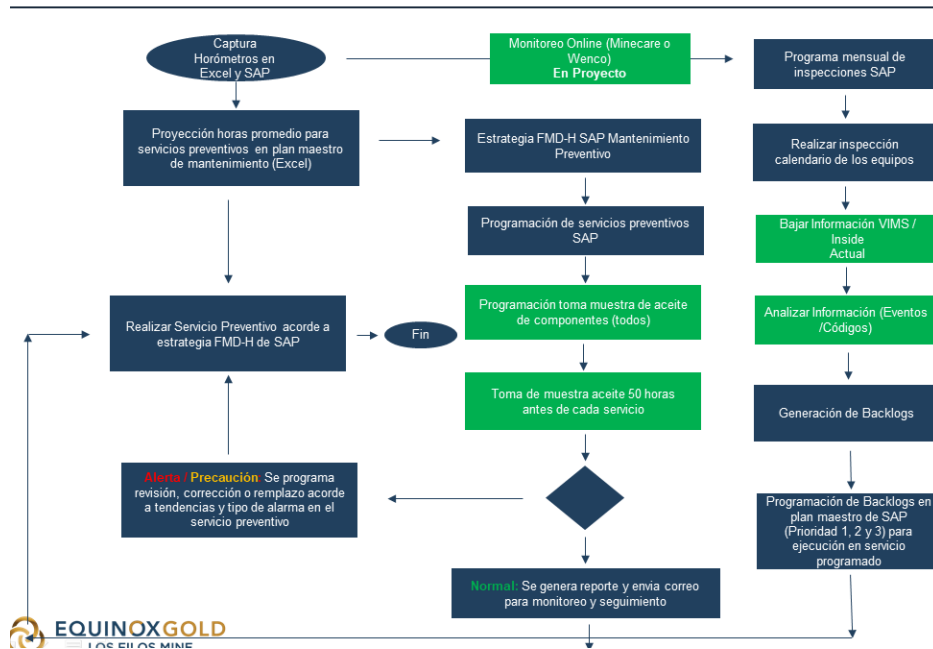
**1.- Falta atención mantenimiento**

- 1.1.- Falta de seguimiento a falla.
  - 1.1.1 Diagnostico incompleto
  - 1.1.2 Falta de conocimiento técnico
  - 1.1.3 Falta de capacitación en equipo 994H
  - 1.1.4 No se sigue el plan de carga del personal (No se ha gestionado)
- 1.2.- Toma de decisiones incorrecta
  - 1.2.1 Presupuesto de Mineral exigido
  - 1.2.3 Baja disponibilidad mecánica en equipo de carga

**2.- Condiciones Operativas**

- 2.1.- Falta habilidad de Operadores en 994H.
  - 2.1.1 Rotación de personal
    - 2.1.1 Necesidades operativas (Restructuraciones)
    - 2.1.2 Cierre / Apertura de Tajos
    - 2.1.3 Presupuesto de Mineral exigido
  - 2.2.1 Ausentismo de personal
    - 2.2.1 Usos y costumbres
- 2.2.- Falta sentido de pertenencia
  - 2.3.1 Falta de concientización técnica-económica a los operadores
  - 2.3.2 Falta programa de motivación y concientización

**DIAGRAMA DE FLUJO PREVENTIVO Y PREDICTIVO**



## **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Es imprescindible discutir algunos aspectos importantes respecto a la información obtenida para la realización de este estudio. El modelo de soporte de lubricación como herramienta de mantenimiento predictivo que se propone. Se realizó un conjunto de procedimientos para llegar a la excelencia en lubricación. Actualmente en la minería no se cuenta con una herramienta como tal para lograr realizar el conjunto de actividades para llegar a una lubricación de clase mundial. Es muy importante documentar los procedimientos así como realizar un registro de las actividades realizadas.

La información obtenida de la red sobre el tema que se está tratando no es suficiente ya que actualmente no se encontró ningún proyecto similar o registro como tal con todas las herramientas necesarias para lograr desarrollar las gestiones requeridas para lograr la excelencia en lubricación.

Actualmente está en proceso la que será la primera norma para lubricación y se llamará ICML 55.1

Con esta propuesta de logro el ahorro de los lubricantes principalmente porque se llevó a cabo una mejor administración del recurso humano y el recurso material, en un equipo el cual cuenta con un depósito de 2000 litros de aceite que tiene un costo de \$36 promedio y se cambiaba 3 veces al año, nos da un total de \$216,000 al año para un solo equipo.

Con la propuesta de meter un sistema de filtrado externo al equipo el cual tiene un costo de 40, mil pesos aproximadamente y meter el equipo a calendario de muestras de lubricante se logró el ahorro de un cambio de aceite al año un 30% de los 216,000.

Esto apenas está en desarrollo y se propuso poner el sistema de filtrado y el calendario de muestreo a los 30 equipos móviles con la misma capacidad de lubricante. Cuando este

implementado al 100% será un gran ahorro. Y por la parte ecológica también ya que son 2,000 litro de lubricante usado menos en un año pero si se multiplican por toda la flotilla el ahorro en peso o dólares será extremadamente significativo.

Este modelo de soporte de lubricación también se puede implementar en cualquier otra industria como en cementos, automotriz, acerera hasta en la industria alimenticia. La propuesta es muy noble para su aplicación pero si se requiere de personal comprometido con el área de lubricación así como el apoyo de gerencia para que autorice las mejores prácticas y con esto en conjunto lograr el objetivo.

## 6. CONCLUSIONES

El proceso de lubricación es de suma importancia en la industria minera, aunque muchas de las veces no se le dé el valor o la atención que se requiere. De acuerdo a la función del lubricante que lleva dentro del rol de mantenimiento se puede detectar anticipadamente una falla en el componente.

En este apartado los objetivos general y específicos si se cumplieron con el desarrollo de la investigación.

Se desarrollaron los procedimientos que ayudarán a la industria minera para tener una mejora en la lubricación, les puede servir de guía para que complementen sus procesos de lubricación, ya que pueden tener falla en alguno de los procesos.

Los principales riesgos en la industria minera por una lubricación deficiente son los excesivos costo de mantenimiento, los paros de producción no programados y en otras ocasiones los daños al equipo.

Actualmente no se cuenta con una Norma que cumpla con todo esto, sin embargo se encuentra en desarrollo una con la cual se espera cumplir con ello. La está desarrollando el International Council for Machinery Lubrication (ICML), este Instituto es el que se encarga actualmente de certificar al personal en lubricación de maquinaria, analista de lubricante y analista de laboratorio en lubricación. Y se le dará el nombre a la norma de ICM 55.1

Con esto se llevara una mejor administración del mantenimiento y por ende se obtendrán mejores resultados. El ahorro con esta implementación es del 30% del total de los aceites nuevos y ese mismo porcentaje es el que se deja de desechar, con esto bajamos

significativamente la contaminación al medio ambiente y por consecuencia bajamos los costos de mantenimiento.

La correcta gestión de la lubricación se logra con una adecuada administración de la lubricación.

## REFERENCIAS

*Asociación Española de Lubricantes*. (Febrero de 2014). Obtenido de Asociación Española de Lubricantes: [www.modulosinformativosdelubricacion.com](http://www.modulosinformativosdelubricacion.com)

Castaño, S. C. (2018). *Univesidad Tecnológica de Pereira* . Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/159377823.pdf>

conicyt. (s.f.). *scielo*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011)

*Creative Commons*. (s.f.). Obtenido de Creative Commons: [sites.google.com/site/prevencionderiesgosyaccidentes/plan-de-mantenimiento-preventivo/indicadores-de-confiabilidad](https://sites.google.com/site/prevencionderiesgosyaccidentes/plan-de-mantenimiento-preventivo/indicadores-de-confiabilidad)

*Eurofins*. (s.f.). Obtenido de Eurofins: [envira.es/es/la-lubricacion-como-parte-del-mantenimiento-industrial/](http://envira.es/es/la-lubricacion-como-parte-del-mantenimiento-industrial/)

Garrido, S. G. (2003). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. En S. G. Garrido, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento* (pág. 214). Barcelona: Díaz Santos.

Hernandes, P. (31 de julio de 2018). *alsglobal.com*. Obtenido de [alsglobal.com](http://www.alsglobal.com): <http://www.alsglobal.com>

Infraspeak. (2021). *Infraspeak*. Obtenido de Infraspeak: [bolg.infraspeak.com/es/manteminiento-predictivo/#1](http://bolg.infraspeak.com/es/manteminiento-predictivo/#1)

Jervis, T. M. (s.f.). *Lifeder*.

MTV. (s.f.). *MTV Excelencia en Confiabilidad*. Obtenido de MTV Excelencia en Confiabilidad: [tmv.com.mx/servicio-de-mantenimiento-predictivo.htm](http://tmv.com.mx/servicio-de-mantenimiento-predictivo.htm)

Noria. (s.f.). Obtenido de Noria: [noria.mx/lublearn/5-funciones-de-un-lubricante/](http://noria.mx/lublearn/5-funciones-de-un-lubricante/)

Potchecha . (26 de diciembre de 2017). *Importancia de los lubricantes industriales en la industria minera* . Obtenido de Pochteca: <https://mexico.pochteca.net/la-importancia-de-los-lubricantes-industriales-en-la-industria-minera/>

Predictiva21. (2019). El Mantenimiento y su Evolución. *Predictiva21*.

*Reliability Connect*. (12 de Junio de 2020). Obtenido de Reliability Connect: [esp.reliabilityconnect.com/mantenimineto-proactivo-esenciales-de-la-maquinaria/](http://esp.reliabilityconnect.com/mantenimineto-proactivo-esenciales-de-la-maquinaria/)

Revista Rumbo Minero. (29 de Agosto de 2017). *Revista Rumbo Minero*. Obtenido de Revista Rumbo Minero: <http://www.rumbominero.com>

SCIELO. (22 de 07 de 2021). *Revista Chilera de Ingeniería*. Obtenido de SCIELO: [SCIELO.CL/SCIELO.PHP?SCRIPT](http://SCIELO.CL/SCIELO.PHP?SCRIPT)

*Sites*. (s.f.). Obtenido de Sites: [sites.google.com/site/prevencionderiesgosyaccidentes/plan-de-mantenimiento-preventivo-de-confiabilidad](http://sites.google.com/site/prevencionderiesgosyaccidentes/plan-de-mantenimiento-preventivo-de-confiabilidad)

SKF. (s.f.). *Lubrication management services*. Obtenido de Services Lubrication: <http://www.skf.com/es/services/lubrication-services/lubrication-management-services/index.html>

Souza, I. d. (20 de Julio de 2019). *Rockcontent*. Obtenido de [rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/](http://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/)

Tavares, L. A. (2015). Administración Moderna de Mantenimiento. En L. A. Tavares, *Administración Moderna de Mantenimiento* (pág. 159). Brasil: Novo Polo.

Tecsa. (28 de Septiembre de 2018). Obtenido de Tecsa: [Tecsaqro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/](http://Tecsaqro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/)

Valuekeep. (s.f.). Obtenido de Valuekeep: [valuekeep.com/es/recursosle-books-articulos/que-es-el-mttr-y-mtbf/](http://valuekeep.com/es/recursosle-books-articulos/que-es-el-mttr-y-mtbf/)

Widman. (s.f.). *Selección* . Obtenido de Widman: [http://www.widman.biz/Seleccion/iso\\_4406.html](http://www.widman.biz/Seleccion/iso_4406.html)