

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PROPUESTA DE LABORATORIO DE LUBRICANTES PARA
FLOTA DE CAMIONES DE EXTRACCIÓN DE MINERALES**

Trabajo de Titulación para optar al
Título Profesional de INGENIERO DE
EJECUCIÓN EN MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL

Alumno:

Antilen Araresa Cortez Gaete

Profesor Guía:

Ing. Vicente A. Crino Tassara

RESUMEN

Keyword: **PROPUESTA DE LABORATORIO - ANÁLISIS DE LUBRICANTES - FLUJO DE CAJA**

En la empresa Finning S. A. ubicada en la Minera Ministro Hales, ciudad de Calama, presta servicios de mantención a equipos mineros tales como: Palas Hidráulicas y eléctricas, equipos de apoyo para extracción de mineral, y Camiones de extracción de mineral, siendo esta última, la que se encuentra en el departamento de mantención de flota de camiones de extracción (Caex).

Las mantenciones corresponden a equipos de la marca Caterpillar siendo el camión modelo 797F, donde se extraen 23 muestras de aceite por cada camión (75 ml cada una) de los sistemas oleo-hidráulicos que posee, siendo en promedio 5 camiones por día. Estas no son analizadas inmediatamente, siendo enviadas a un laboratorio en Antofagasta, el cual entrega los resultados 2 días después de tomada la muestra. Creando así una falencia que consiste en que si existiese una desviación de la normalidad del aceite, se reaccione de manera tardía para la corrección de dicha desviación. Por ende nace la necesidad de optimizar los tiempos de respuesta de los análisis de lubricantes, mediante una Propuesta de instalación de un laboratorio de lubricantes, con disposición dentro de la faena. Describiendo la instrumentación a utilizar en el laboratorio, para los siguientes análisis: viscosidad, material particulado, contaminantes.

Junto con ello un estudio técnico-económico de la instalación, mediante un flujo de caja y sus indicadores de rentabilidad y viabilidad de la propuesta.

ÍNDICE

RESUMEN.....03

SIGLA Y SIMBOLOGÍA.....09

INTRODUCCIÓN.....11

OBJETIVO GENERAL.....12

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....12

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL Y PROBLEMÁTICA DEL
ANÁLISIS DE LUBRICANTES.....13

1. CONTEXTO OPERACIONAL Y PROBLEMÁTICA DEL ANÁLISIS
DE LUBRICANTES.....15

1.1. CONTEXTO OPERACIONAL DE LA EMPRESA Y SERVICIO
DE MANTENIMIENTO.....15

1.1.1. Contexto operacional de la empresa.....15

1.1.2. Servicio de mantenimiento.....18

1.1.3. Contexto de operación del camión de extracción de mineral.....20

1.1.4. Problemática en análisis de lubricantes.....20

CAPÍTULO 2: DISPOSICIÓN DE LABORATORIO, LAYOUT E
INSTRUMENTACIÓN A UTILIZAR.....25

2. DISPOSICIÓN DE LABORATORIO, LAYOUT E INSTRUMENTACIÓN.....27

2.1. ESTUDIO E INTERPRETACIÓN DE DATOS RECOPIADOS.....27

2.2. UBICACIÓN Y LAYOUT DE LABORATORIO DE LUBRICANTES.....30

2.2.1. Lay out del laboratorio.....32

2.3. INSTRUMENTACIÓN PARA ANÁLISIS DE LUBRICANTES.....33

2.3.1. Análisis número total básico (T.B.N.).....34

2.3.2. Análisis número total ácido (T.A.N.).....34

2.3.3. Análisis de determinación de oxidación.....35

2.3.4. Análisis de insolubles en pentano.....36

2.3.5. PAMAS (Contador de partículas en lubricantes).....37

CAPÍTULO 3: ESTUDIO TÉCNICO- ECONÓMICO Y VIABILIDAD

DEL PROYECTO MEDIANTE FLUJO DE CAJA.....38

3. ESTUDIO TÉCNICO- ECONÓMICO Y VIABILIDAD DEL
PROYECTO MEDIANTE FLUJO DE CAJA.....40

3.1. ANÁLISIS ECONÓMICO DE INSTRUMENTACIÓN ACTUAL
DEL LABORATORIO.....40

3.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE INSTRUMENTACIÓN Y
LABORATORIO NUEVO.....42

3.2.1. Insumos por utilizar en el laboratorio.....43

3.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA MEDIANTE FLUJO DE CAJA
DEL PROYECTO.....43

3.3.1. Costos Fijos.....44

3.3.2. Costos variables.....44

3.3.3. Tasa de interés.....44

3.3.4. Inversión.....44

3.3.5. Pérdidas por concepto de mala utilización.....44

3.3.6. Pérdidas por concepto de detenciones por lubricantes.....45

3.3.7. Disminución de horas de detenciones en terreno.....46

3.4. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO 3 Y 6 AÑOS.....47

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....50

BIBLIOGRAFÍA.....51

Pág.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1. Pareto, mes de junio.....28

Gráfico 2-2. Pareto, mes de julio 28

Gráfico 2-3. Pareto, mes agosto 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación de Minera Ministro Hales 16

Figura 1-2. Camión Caterpillar 797F 17

Figura 1-3. Ubicación de talleres de mantención.....17

Figura 1-4. Especial SAE 21

Figura 1-5. Instrumento Hot Plate.....22

Figura 1-6. Instrumento Rapid Tester 23

Figura 1-7. Test de Parche 24

Figura 2-1. Ubicación de laboratorio 32

Figura 2-2. Lay out de laboratorio 33

Figura 2-3. Analizador de aceite 35

Figura 2-4. Analizador de potenciometría 36

Figura 2-5. Método ASTM D893.....36

Figura 2-6. Contador de partículas en lubricantes 37

Figura 3-1. Ciclo de vida de un proyecto.....49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Tipos de mantenimiento 18

Tabla 2-1. Fallas en terreno.....30

Tabla 2-2. Costos de hora de mantención perdida 30

Tabla 3-1. Costos de instrumentación.....40

Tabla 3-2. Gastos de puesta en marcha.....41

Tabla 3-3. Pérdidas por concepto de mala utilización 41

Tabla 3-4. Costos de ampliación de laboratorio.....42

Tabla 3-5. Detenciones en terreno. 45

Tabla 3-6. Horas reales de equipo.....46

Tabla 3-7. Flujo de caja del proyecto.....47

Tabla 3-8. Flujos del proyecto en 6 años. 47

Tabla 3-9. Ganancias del laboratorio 48

Tabla 3-10. Ganancias del laboratorio 48

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

ASTM	: American Society for Testing And Materials {Asociación Americana de Pruebas de Materiales}
Codelco	: Corporación nacional del cobre de Chile
MTBF	: Mean Time Between Failure {Tiempo Medio entre Fallas}
PM	: Preventive Maintenance {Mantenimiento Preventiva}
PRE PM	: Pre Preventive Maintenance {Pre Mantenimiento Preventiva}
S. A.	: Sociedad Anónima
SAE	: Society of Automotive Engineers {Sociedad de Ingenieros Automotrices}
TBN	: Número total de bases
TAN	: Número total de ácidos
ISO	: Organización Internacional de Estandarización
%	: Porcentaje

SIMBOLOGÍA

°C	: Grados Celsius
CO	: Monóxido de Carbono
hr	: Hora
km	: Kilometro
Na	: Sodio
S	: Azufre
Si	: Sílice
ml	: Mililitro
\$	: Peso chileno
pH	: Potencial de hidrogeno
min	: Minuto
µm	: Micrómetro
ft	: Feet {pie}
USD	: United States Dollars {Dólar de Estados Unidos}

INTRODUCCIÓN

En la minera Ministro Hales, perteneciente a la empresa estatal Codelco, se busca presentar una propuesta de instalación un laboratorio de lubricantes mediante una evaluación técnica-económica del proyecto. Por el cual permita dar una solución a una problemática de capacidad de reacción a una eventual desviación de los análisis de lubricantes, que actualmente se realizan para la empresa, mediante la tercerización de este proceso, resultando en una capacidad de respuesta de alrededor de 2 días de tomada la muestra en el equipo.

Lo que en muchos casos para efectos de darle prontitud y o una corrección a la desviación se debe esperar que el equipo ingrese nuevamente a taller, lo que conlleva a daños mayores imperceptibles por parte de los lubricantes que no se encuentran en buen estado o componentes que no fueron cambiados o evaluados en el momento donde se hacía presente la desviación, por ende generaran detenciones imprevistas en el contexto operacional que no están presentes dentro de la planificación, de mantención a la flota.

Junto con ello se dará una evaluación económica en cuanto a los procesos actuales, sus costos y como sería posible presentar una mejora en cuanto a la planificación y procesos que son llevados a cabo, en busca de una reducción de las pérdidas económicas que producen las anteriormente mencionadas detenciones imprevistas.

Por ello en este trabajo se planteará analizar una eventual solución a la problemática establecida por dicha tercerización del proceso, mediante una propuesta de implementación de un laboratorio dentro de las instalaciones de la misma empresa, Agilizando el tiempo de respuesta de los resultados. Para ello se evaluará el contexto operacional, lay out del laboratorio, instrumentaciones a utilizar y funcionamiento de estos, para los análisis de lubricantes. Finalizando con una evaluación económica mediante un flujo de caja del proyecto para cuantificar las ventajas posibles de esta propuesta.

OBJETIVO GENERAL

- ✚ Proponer la instalación de un laboratorio de lubricantes, mediante el estudio técnico-económico, para mejorar de la capacidad de reacción, de desviaciones presentes en los aceites de Flota de Camiones de Extracción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Explicar el contexto operacional y disposición del laboratorio dentro del contrato, describiendo funciones de la empresa y además de ubicaciones propicias para la instalación del laboratorio de lubricantes.
- ✚ Describir el funcionamiento de la instrumentación a utilizar, mediante explicación de tipos de instrumentos y campo de aplicación para el análisis de lubricantes en el laboratorio.
- ✚ Realizar estudio económico mediante un flujo de caja, para evaluar viabilidad del proyecto

CAPÍTULO 1: CONTEXTO OPERACIONAL Y PROBLEMÁTICA
DEL ANÁLISIS DE LUBRICANTES

1. CONTEXTO OPERACIONAL Y PROBLEMÁTICA DEL ANÁLISIS DE LUBRICANTES

En el área que se desarrolla la empresa de servicios de mantención de equipos mineros está expuesta a condiciones geográficas y ambientales extremas, Junto con ello los agentes nocivos para los sistemas de estos equipos hace necesario llevar un exhaustivo seguimiento de los lubricantes para así mantenerlos en las mejores condiciones posibles, para así impedir el desgaste prematuro de la flota.

1.1. CONTEXTO OPERACIONAL DE LA EMPRESA Y SERVICIO DE MANTENIMIENTO

La empresa contratista presta servicios de mantenimiento de flotas de camiones de extracción y equipos de apoyo. En la parte norte de Chile en un yacimiento de cobre y otros subproductos de sulfuros, pertenecientes a una empresa estatal.

1.1.1. Contexto operacional de la empresa

El servicio que brinda la empresa Finning S. A. es venta y mantenimiento de maquinarias mineras, agrícolas, forestal y grupos electrógenos de la marca Caterpillar, con presencia en todo el país, y en particular en zona norte con gran presencia de máquinas para el sector minero.

Inserto en la zona norte, Región de Antofagasta sector de Calama, en los siguientes contratos: Minera Gabriela Mistral, Minera Radomiro Tomic, Minera Chuquicamata y Minera Ministro Hales. Siendo esta última donde se desarrollará esta propuesta.

La minera Ministro Hales se encuentra a 5 km. al Noreste de la ciudad de Calama y a 15 km al Sur de la ciudad de Chuquicamata.



Fuente: Google Maps

Figura 1-1. Ubicación de Minera Ministro Hales

La minera Ministro Hales, es una minera relativamente nueva iniciando sus operaciones de producción el año 2013, pero con la presencia de la empresa desde el año 2011 con maquinaria de movimiento de tierras para el inicio de construcción de las instalaciones.

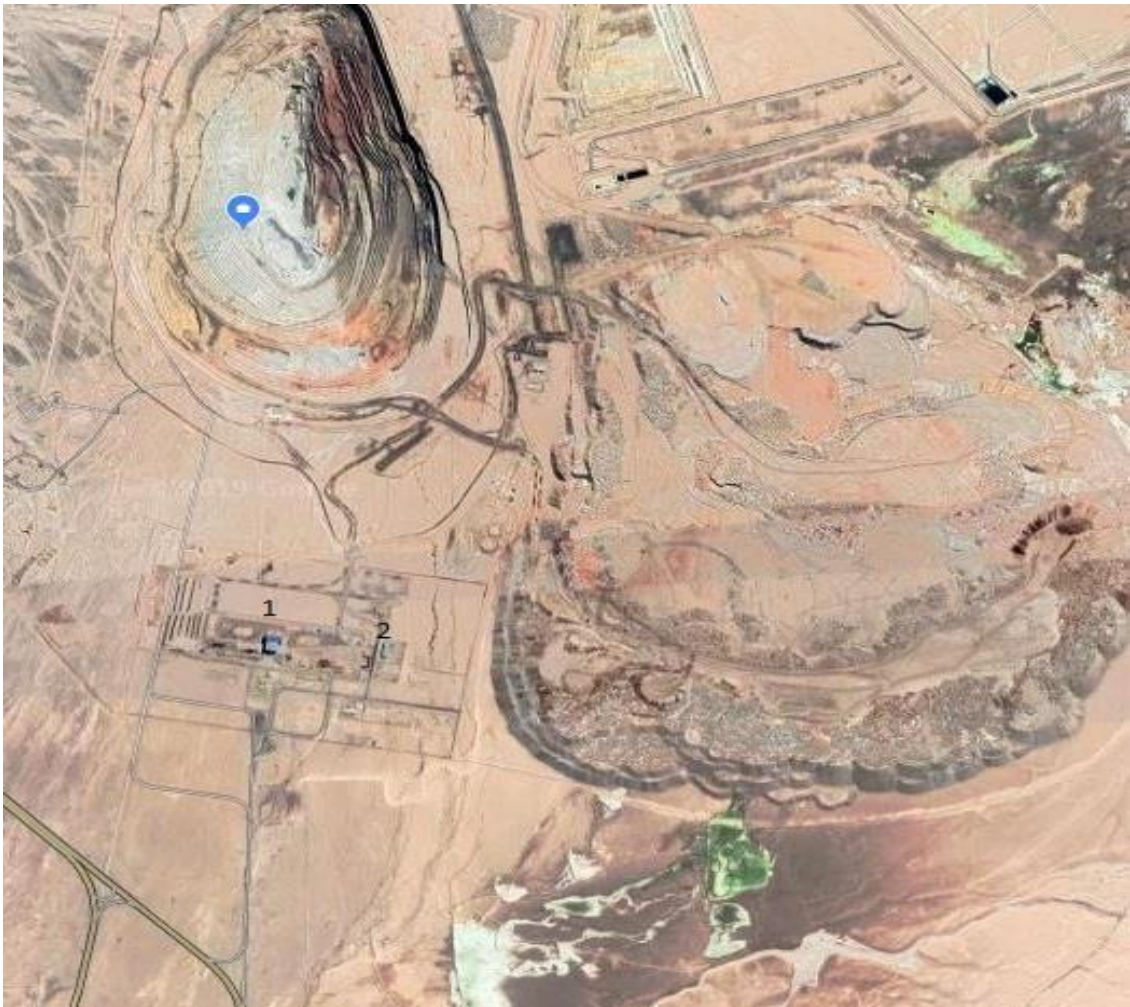
Actualmente el servicio prestado por Finning S. A. a Codelco consiste en el mantenimiento para equipos de extracción de minerales y movimiento de tierra. Los cuales consisten camiones de extracción, palas eléctricas e hidráulicas y Equipos de apoyo (Bulldozers, Wheeldozer, Camiones aljibes, Motoniveladoras, Cargadores frontales). Siendo el proyecto del laboratorio enfocado para los camiones de extracción (Caex), ya que esta flota es la más predominante para el contrato, contando actualmente con 39 camiones 797F de Caterpillar.

El taller de mantenimiento de camiones de extracción de minerales está ubicado al sur de la minera, en dirección hacia la ciudad de Calama, en el costado de la entrada sur de la minera. El taller cuenta con el servicio de mantenimientos programados, imprevisto de camiones y equipos de apoyo. Siendo separado del servicio de mantenimiento de palas hidráulicas y eléctricas (2) el cual cuenta con su propio taller de mantenimiento que se encuentra al costado derecho del taller de camiones (1).



Fuente: Google Imágenes

Figura 1-2. Camión Caterpillar 797F



Fuente: Google Maps

Figura 1-3. Ubicación de talleres de mantención

1.1.2. Servicio de mantenimiento

El servicio de mantenimiento que es desarrollado en la empresa para los camiones de extracción de minerales consta de 8 pautas de mantenciones programadas, cada una de ellas con un intervalo de 250 hr. De las 8 pautas de mantenciones, 7 son denominadas Program Maintenance (PM) y 1 Pre Program Maintenance (PRE PM), la cual los diferencia una sola pauta la cual no se realiza, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1-1. Tipos de mantenimiento

PM	PRE PM
Inspecciones	Inspecciones
Contaminante	Contaminantes
Fluidos	-----
Backlogs	Backlogs

Fuente: Finning Ministro Hales

Las pautas de mantención constan de 4 pautas en general que engloban sub-pautas, las cuales están destinadas a cada sistema o tipo de inspección o mantención, las cuales se detallaran a continuación.

1.1.2.1. Pauta de Inspecciones

Esta pauta consta de inspecciones visuales y mantenciones menores al camión de extracción, los cuales son:

- A. Pauta del sistema de aire: esta pauta consiste en revisar las líneas de presión de aire que tiene el camión, y que estas no tengan fugas.
- B. Pauta de barra de dirección: inspección de apriete de las barras de dirección.
- C. Pauta del ROPS (puntos de amarre de la cabina): inspección visual de los pernos de amarre de la cabina al chasis.
- D. Pauta de cámaras: limpieza de cámaras y sensores del camión.
- E. Pauta de base radiador: Inspección visual de los pernos de amarre del radiador del chasis.
- F. Pauta de limpieza de cabina.

1.1.2.2. Pauta de Contaminantes

- A. Pauta de tapones: esta pauta consiste en sacar los tapones que se encuentran ubicados en componentes críticos del equipo y estos poseen imanes los cuales retendrán el material ferroso que este en desgaste.
- B. Pauta de rejillas: en esta pauta al igual que los rapones se utilizan para inspeccionar los sistemas críticos del equipo, pero en cuanto al particulado metálico donde el flujo de aceite es de mayor caudal.

1.1.2.3. Pauta de fluidos

- A. Pauta de Cambio de Aceite: cambio de aceites del equipo los cuales estos son (motor, transmisión, dirección, hidráulico, frenos, masas, diferencial y mandos).
- B. Pauta de cambio de filtros: cambio de filtros de todos los sistemas que poseen fluidos del equipo, a excepción de refrigerante.

1.1.2.4. Backlogs

Los Backlogs, son imprevistos de fugas o partes de la estructura con deterioros que tienen que ser reemplazados o reparado, pero por su gravedad leve el equipo puede ser enviado a trabajar y así dar tiempo para coordinar la compra y la gestión de ésta, para que este en la siguiente mantención o detención a taller del equipo.

En cada mantención independientemente si es PM o Pre PM, se sacan todas las muestras de aceite que posee el equipo, las cuales son:

- Motor, (cantidad: 3).
- Transmisión, (cantidad: 2).
- Convertidor, (cantidad: 2).
- Dirección, (cantidad: 2).
- Hidráulico, (cantidad: 2).
- Masas, ruedas delanteras, (cantidad: 2).
- Diferencial, (cantidad: 2).

- Mandos finales, ruedas traseras, (cantidad: 2).
- Refrigerante, (cantidad: 2).

Lo cual cobra bastante importancia el analizar los aceites y refrigerante, para ver el real estado del equipo y sus componentes. Actualmente las muestras que se obtienen en la mantención, solo se analiza el aceite de motor, realizándose solo un análisis de partículas la cual arroja si el aceite contiene mucho particulado de sílice, lo que indica que en algún lugar del sistema de admisión posee una fuga, lo cual, al estar posterior a los filtros de admisión, pasan directamente al motor, produciendo un desgaste prematuro.

1.1.3. Contexto de operación del camión de extracción de mineral

La función que cumple el camión de extracción de minerales en la faena Ministro Hales, es transportar el material que es retirado del rajo de la mina hacia donde se ubican los chancadores primarios, para eventualmente iniciar con el proceso de extracción y producción del cobre. Para luego retirar al final de la línea de producción de cobre, la escoria que resulta de dicho proceso, para luego que el camión lo transporte a diferentes botaderos dispuestos en la mina.

El Camión de extracción está sujeto a varias condiciones adversas en el lugar de operación, las cuales en su mayoría son caminos sinuosos, ambiente salino, con gran cantidad de polvo en suspensión y junto con ello sílice, la cual es un importante agente nocivo para el perfecto funcionamiento del equipo. Afectando a todos los sistemas que son lubricados con aceites a base de petróleo, donde el cual la sílice sí está presente, deteriorará los componentes en los cuales está en contacto. Otro factor importante por mencionar es la irregularidad del camino, produciendo que los componentes que poseen sujeción mínima se deterioren y por lo general, se desgasten produciendo fugas o filtraciones en los sistemas del equipo.

1.1.4. Problemática en análisis de lubricantes

En el inicio de la mantención el equipo es ingresado a la nave, en la cual aprovechando que se encuentra con motor andando se procede a sacar muestras de los aceites que se encuentran en circulación por los sistemas, las muestras se sacan mediante puntos especiales distribuidos en el camión, luego de retiradas las muestras se rotulan para luego ser acopiados junto con otras muestras rotuladas de otros camiones vistos en el día, de las 23 muestras que se retiran del camión, 11 son enviadas al laboratorio la

cual tiene convenio con la empresa, siendo enviados en conjunto por transporte especial hacia Antofagasta. Realizado por la empresa SAE.



Fuente: www.sae.cl

Figura 1-4. Transporte especial SAE

1.1.4.1. Instrumentación básica

Las otras 12 muestras restantes que se retiraron del equipo son utilizadas para pruebas preliminares, las cuales son analizadas con instrumentos de resolución e información básica, las cuales permiten verificar si la muestra contiene: material particulado, baja de viscosidad, contaminación por traspaso de otros fluidos de otros sistemas, pero no permitiendo cuantificar exactamente la gravedad del agente contaminante, estos análisis e instrumentos son los siguientes:

- Hot Plate.
- Test de parche.
- Rapid tester.

I. Hot Plate

Este instrumento es utilizado para verificar si el aceite; principalmente motor, pero además sirve para todos los aceites de los sistemas (Dirección, transmisión-convertidor, hidráulico y masas-mandos) contiene refrigerante en su composición, su funcionamiento es a través de calor producido en la placa superior. Cuando se enciende se regula la temperatura, que para la muestra de aceite no puede superar los 160 °C, para que el aceite no se encienda, entonces se tala a 120 °C para que a esta temperatura cuando el aceite se vierta en la placa caliente el refrigerante reaccione produciendo crepitación, como una comprobación momentánea de que el aceite contiene refrigerante, pero la

desventaja es que no demuestra la cantidad posee la muestra, pero para confirmar que existe traspaso es efectivo.



Fuente: Laboratorio de lubricantes Finning Ministro Hales
Figura 1-5. Instrumento Hot Plate

II. Rapid tester

Este instrumento también al igual que el anterior es para un análisis preliminar, el cual consiste en introducir en un depósito que tiene en la parte derecha de la Figura 1-6, el aceite de motor, luego en una manguera del lado izquierdo se alimenta con gas licuado, para cuando al aceite se le aplique temperatura y el combustible se vuelva gas, el gas licuado ayuda a encender el gas del combustible, luego de si existiese combustión se corta la alimentación de gas licuado para visualizar si se sigue encendiendo el gas de combustible del aceite, dando como resultado que hay presencia de combustible en el aceite motor. Al igual que en el anterior análisis solo se puede verificar solo presencia del elemento contaminante pero no la cantidad y junto con ello no se puede cuantificar la gravedad o la intensidad del traspaso.



Fuente: Laboratorio de lubricantes Finning Ministro Hales
Figura 1-6. Instrumento Rapid Tester

III. Test de parche

Esta prueba es uno de los más utilizados en la mantención, porque está programado por pauta realizar este análisis, ya que la pauta de filtros de aire depende del nivel de severidad de contaminación que salga presente en la muestra.

Este test consiste en tomar la muestra de aceite de motor y agregarle un solvente (Acción 800) que diluya el aceite para que después se filtre mediante un “parche”, el cual es un filtro de papel. Luego de haber filtrado el aceite de motor se retira el parche y con un microscopio se debe observar que cantidad de material particulado contiene y si contiene particulado de sílice presente. Pero nuevamente no es un análisis exhaustivo y solo permite visualizar que existe particulado, pero no cuantificar la severidad de la contaminación y presencia de otro tipo de partícula más fina que el micraje del filtro de papel.

Por lo tanto, el análisis que se puede realizar en los aceites dentro de la faena es bastante precario en cuanto a realizar seguimiento, cuantificar e identificar el real estado del equipo como lo sería mediante un análisis exhaustivo del aceite, por ende, los test realizables actualmente en el taller no cumplen con la meta u objetivo de mantener una flota en buen estado y una protección adecuada a los componentes y sistemas, ya que solo permite verificar una condición visible en primera instancia del aceite.



Fuente: Laboratorio de lubricantes Finning Ministro Hales
Figura 1-7. Test de Parche

Otro punto de la problemática presente es la tardanza de los resultados de los análisis de los aceites, ya sea por transporte, acopio y no envío inmediato de las muestras. Junto con ello estos análisis más complejos, que de por si el tiempo es más extenso que un test realizado en el taller resulta en un desperdicio de dicha ventana de oportunidad que daría el tiempo de mantención, para una espera o respuesta de resultados de dichos análisis.

Este proceso para los tiempos que transcurren una mantención son demasiado largos por que los resultados siempre se tendrán después de que el camión al que se le realizó la mantención se encuentra en operación, por lo tanto, a recibir los resultados de los análisis y si este arroja tener algún tipo de deterioro o presencia de partículas contaminantes, no puede corregirse.

Por lo tanto, la corrección a la desviación tendría que esperar a que el equipo vuelva a taller en la siguiente mantención.

CAPÍTULO 2: DISPOSICIÓN DE LABORATORIO, LAYOUT
E INSTRUMENTACIÓN A UTILIZAR

2. DISPOSICIÓN DE LABORATORIO, LAYOUT E INSTRUMENTACIÓN

En una laboratorio de lubricantes es esencial la limpieza, la colocación y el ambiente que se disponga, para que así no sufra adulteraciones de las mediciones de los instrumentos, por lo cual la ubicación elegida tiene una razón de ser, para estar lo más alejado de los agentes contaminantes o condiciones que puede presentar estar cerca de los equipos con todo lo que ello conlleva como puede ser polución y vibraciones.

2.1. ESTUDIO E INTERPRETACIÓN DE DATOS RECOPIADOS

En la flota de camiones se registran las detención de los equipos sufridas en terreno mensualmente, plasmado en un gráfico de Pareto, indicador el cual relaciona los números de fallas y el porcentaje de cada falla individual respecto a global de detenciones en terreno, en las siguientes tablas de los meses (junio, julio, agosto) se puede interpretar las fallas más comunes y como esto va directa o indirectamente con la problemática de una existente falencia en los tiempos de respuesta los análisis de los lubricantes.

En el mes de junio se logra visualizar que los principales modos de fallas son por relleno de lubricantes en el equipo (refrigerante, aceite de dirección, aceite de motor y finalmente en menor media aceite de frenos y aceite de levante), directamente no es una causa atribuible a la condición del refrigerante y aceites del camión, pero si se puede analizar que tras estas ocurrencias de fallas y tener que rellenar estos fluidos, Grafico 2-1.

En el mes de julio las detenciones ocurridas en terreno son similares a las del mes anterior, pero manteniéndose en el primer lugar el relleno de refrigerante, pero aumentando las detenciones de rellenos de aceite de motor, y manteniéndose los rellenos de aceite de dirección, Grafico 2-2.

Tabla 2-1. Fallas en terreno

Fallas	Cantidad de Detenciones	Horas de detenciones
BAJA PRESION LUB. DIFERENCIAL	76	369
TRASPASO FLUIDOS EN SISTEMAS	23	541
ALTA TEMPERATURA FRENO	7	18
ALTA TEMPERATURA MOTOR	5	27
FALLA ENFRIADOR DE FRENO	4	103
FALLA ENFRIADORES MOTOR	1	43
BAJA PRESION LUB. MOTOR	1	66
Total general	117	1169

Fuente: Finning Ministro Hales

Tabla 2-2. Costos de hora de mantención pérdida

Precio mantenimiento	Horas
\$ 80.000.000	12
\$ por hora de mantención	
\$ 6.666.667	

Fuente: Finning Ministro Hales

2.2. UBICACIÓN Y LAYOUT DE LABORATORIO DE LUBRICANTES

Los laboratorios deben cumplir ciertas condiciones para realizar sus funciones de manera óptima. Estas pueden ser características de estructuras y de manipulación o almacenamiento:

Característica estructural:

- Las paredes deben ser materiales no combustibles, para aislar una eventual inflamación de los lubricantes.
- Las puertas al igual que las paredes, de material incombustible, se recomienda que sean de acero.
- Las áreas interiores deben ser bien ventiladas y protegidas por agentes externos (sol, viento, lluvia, arena, golpes)

- Prohibición de elementos inflamables, como lo puede ser cigarros, llama encendido, instalaciones eléctricas no cerca de los elementos inflamables o estanterías que los contengan.
- El área de almacenamiento debe estar identificada claramente y sin obstrucciones.

Manipulación y almacenamiento:

- Evitar el contacto innecesario de aceites con la piel directamente.
- No utilizar indumentaria contaminada
- Evitar utilizar o mantener recipientes con restos de lubricantes ya analizados
- No presurizar, cortar, calentar, soldar, perforar recipientes o exponer al calor, recipientes. Pueden ocasionar lesiones.
- Mantener cantidades suficientes de absorbentes inertes para productos inflamables.
- Disponer de extintores de polvo químico seco o húmedo.
- Nunca dejar recipientes destapados en el lugar de trabajo.

Estas condiciones deben ser cumplidas a cabalidad para evitar posibles accidentes, e incendios y junto con ello debe ser también ubicado en un sector para una fácil accesibilidad para entrar como para salir de emergencia.

La ubicación idónea para la instalación del laboratorio se encuentra al costado derecho del taller de la empresa, donde se ubica actualmente el laboratorio de lubricantes del contrato. Se utilizará el actual laboratorio el cual se encuentra dispuesto dentro de un container modificado como oficina y con las instalaciones necesarias para el laboratorio con el tipo de instrumentación básica. El laboratorio actual posee una oficina y una sección dispuesta para los análisis de los lubricantes donde se encuentra un escritorio donde se instalan las instrumentaciones tales como el test de parches, Hot Plate, Rapid Tester y refractómetro y una estantería donde se encuentran los insumos básicos para los análisis, los cuales son:

- Action 800 (disolvente para lubricantes)
- Filtro de parche
- Paños industriales
- Frascos de muestras
- Depósito de aceite usado
- Sondas para sacar muestras
- Rótulos para muestras de aceite

- Guantes quirúrgicos
- Lentes de protección
- Mascarillas para gases nocivos

Además de insumos el laboratorio actual posee extractores de aire y aire acondicionado para mantener una temperatura constante dentro del laboratorio.



Fuente: Google Maps

Figura 2-1. Ubicación de laboratorio

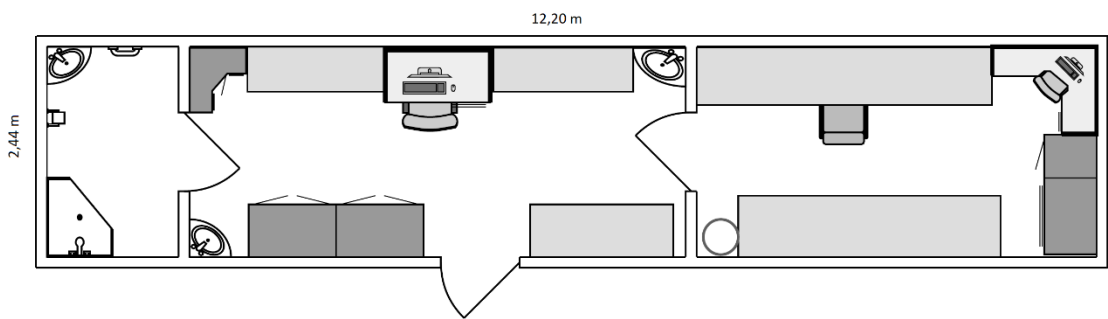
En el actual laboratorio, la propuesta de instalación de un laboratorio dentro del contrato es en sí un laboratorio de carácter más profesional y el cual pueda albergar instrumentación más exacta en las mediciones que pueden tomar.

2.2.1. Lay out del laboratorio

En el laboratorio actual presente en el contrato, como se mostró en la imagen anterior que se encuentra a un costado derecho de los container oficinas para las

diferentes áreas presentes en la empresa, las cuales son: Área Ingeniería, Área Técnica, Oficinas de Mobil (Encargados de la reposición de lubricantes del taller) y Área de mejoramiento continuo y planificación. Posee una disposición de la cual puede expandirse la misma instalación con una compra y fabricación del nuevo laboratorio con nuevos container que adosándose a la ya existente permitirá aumentar el área útil del laboratorio y así poder albergar los instrumentos faltantes para que sea completo.

Por ende, el nuevo laboratorio tendría el siguiente lay out.



Fuente: Lucidchart.com

Figura 2-2. Lay out de laboratorio

2.3. INSTRUMENTACIÓN PARA ANÁLISIS DE LUBRICANTES

En la propuesta de laboratorio se pretende implementar, además de la expansión del laboratorio ya existente, también es la adquisición de nuevos instrumentos para análisis más exhaustivos a los aceites y refrigerante, junto con sus instalaciones eléctricas, extractores y aire acondicionado la cual permita mantener una temperatura adecuada a las pruebas que están estandarizadas en la norma ASTM. Este método de análisis de lubricantes está determinado para todos los productos derivados del petróleo, las instrumentaciones que se proponen adquirir se sectorizan a su utilidad o tipo de análisis que se puede realizar. Los instrumentos que se pretende instalar son los siguientes:

- Instrumento para Número total básico
- Instrumento para Número total acido
- Instrumento para Determinación de oxidación
- Instrumento para medir agentes insolubles en pentano
- Instrumento para análisis de partículas

2.3.1. Análisis número total básico (T.B.N.)

El análisis de número total básico consiste en verificar el estado del lubricante más bien en los aditivos del lubricante, los cuales son de pH básico. El instrumento analiza la degradación de los aditivos presentes en el lubricante, este proceso permite verificar el estado del interior del componente, ya que al estar carente de los aditivos presentes en los lubricantes se empezara a subir la acidez de la cámara de combustión del motor, incrementando la creación de carbonilla y aumento de presencia de azufre, lo cual como consecuencia producirá una mala combustión y una alta temperatura en la cámara, y junto con ello una pérdida de potencia del equipo. Mediante método ASTM D8045 (Análisis para determinación de Basicidad de derivados del petróleo).

2.3.2. Análisis número total ácido (T.A.N.)

Este análisis Número ácido total, es utilizado para saber componentes orgánicos ácidos presentes en el lubricante el cual produce que los elementos metálicos se oxiden por presenciar de estos componentes. Mediante método ASTM D664 (Método de prueba estándar para determinación del índice de acidez de productos derivados del petróleo).

El instrumento que realiza este tipo de análisis también realiza el análisis de T.B.N., en si el instrumento es un analizador de lubricantes el cual no tiene un nombre específico, se puede encontrar diferentes tipos de analizadores de diferentes marcas y softwares.



Fuente: <https://www.metrohm.com>

Figura 2-3. Analizador de aceite

El tiempo que se utilizara para la medición de estas diferentes pruebas realizables a los aceites son relativamente similares dando un tiempo promedio de entre 45-50 min por muestra.

2.3.3. Análisis de determinación de oxidación

Este análisis se utiliza para determinar la cantidad de hidroxilos presentes en el lubricante, este análisis se realiza mediante el método ASTM 1899, este análisis es más exhaustivo que la medición que produce el Hot Plate, dando así una determinación de contaminación del lubricante con agua, lo cual permite interpretar cuando está empezando a producirse un traspaso y poder actuar antes del fallo de los sistemas.



Fuente: <https://www.metrohm.com>

Figura 2-4. Analizador de potenciometría

2.3.4. Análisis de insolubles en pentano

Este análisis de insolubles en pentano, consiste en determinar la detergencia y dispersividad de los lubricantes. Los cuales permiten que los lodos de la combustión conformados por agua, carbón y óxidos permanezcan en el aceite y no se depositen en las juntas del motor, evitando así puntos calientes en la cámara de combustión y conductos de lubricación. Mediante el método ASTM D893.



Fuente: Google Imágenes

Figura 2-5 Método ASTM D893

2.3.5. PAMAS (Contador de partículas en lubricantes)

Este instrumento es un analizador de partículas de lubricantes el cual permite medir la cantidad de contaminación presente en el lubricante y categorizando por el tamaño o micraje de las partículas presentes, como (S, CO, Na, Si) en el aceite.

Capaz de medir el material contaminante desde las 2 μ a 100 μ mediante el método ISO, Arrojando un código ISO referente a la cantidad de material presente.



Fuente: www.Pamas.com

Figura 2-6. Contador de partículas en lubricantes

CAPÍTULO 3: ESTUDIO TÉCNICO- ECONÓMICO Y VIABILIDAD
DEL PROYECTO MEDIANTE FLUJO DE CAJA

3. **ESTUDIO TÉCNICO- ECONÓMICO Y VIABILIDAD DEL PROYECTO MEDIANTE FLUJO DE CAJA**

En este capítulo se analizara los costos de instalación, insumos, e instrumentación a colocarse en el laboratorio, junto con ello se analizara cual será el impacto económico que producirá en la empresa, en cuanto a los tiempos de ganancia que producirá y así mismo la reducción de pérdidas por concepto de detenciones imprevistas.

3.1. **ANÁLISIS ECONÓMICO DE INSTRUMENTACIÓN ACTUAL DEL LABORATORIO**

En el laboratorio actual que se encuentra en el contrato se dispone de una serie de instrumentos los cuales se utilizan para realizar ensayos a lubricantes y refrigerantes, estos instrumentos están insertos en un laboratorio que esta creado a partir de un container que se adaptó para poder tener las condiciones idóneas para la realización de estos ensayos, las cuales son un container oficina con aislación de polución, temperatura, mediante aire acondicionado.

Los costos totales para la implementación del actual laboratorio es el siguiente:

Tabla 3-1. Costos de Instrumentación.

GLOSA	VALOR (UF)
Test de Parche	148,02
Hot Plate	6,61
Rapid Tester	99,68
Análisis (mensual)	843,36
TOTAL INVERSIÓN	1.097,47

Fuente: Finning S.A.

Junto con el costo de inversión que realizó la empresa para la adquisición de los instrumentos para la medición y análisis de los aceites, se tuvo que implementar un laboratorio que no se poseía hasta el momento dentro del contrato, dando así un costo asociado el cual se desglosa de la siguiente manera:

Tabla 3-2. Gastos de puesta en marcha.

CONTAINER (Oficina 40 ft)	120,48
Aire acondicionado	13,77
Muebles	73,67
Salario (mensual)	55,08
Servicios básicos (mensual)	2,62
Análisis	448,19
Computador	47,81
TOTAL INVERSIÓN	641,13

Fuente: Finning S. A.

Además de los costos de inversión para dar inicio al laboratorio, se requiere de un costo fijo el cual está conformado por insumos para la realización de los análisis, que van desde el consumo eléctrico, pago de sueldo para trabajador encargado de los análisis, químicos necesarios para las muestras, frascos para la toma de muestras de lubricantes.

Estos gastos se realizan de manera permanente, aborda también un convenio contractual con la empresa que realiza los análisis actualmente. Consistiendo en que el laboratorio vende el frasco de la muestra con el precio del análisis para cada frasco el cual es obtenido en la mantención de los equipos de extracción. Dando una problemática más a la cual sumar el hecho de tercerizar el trabajo de los análisis. El laboratorio cobra actualmente \$ 12.160 o 0,42 UF por frasco que vende, teniendo en cuenta que cerca del 7 % de las muestras que son compradas no llegan a finalizar en el análisis respectivo, ya sea porque en las mantenciones o los equipos de trabajo mal utilizan estos frascos de muestras para diferentes índoles, da como resultado una pérdida actualmente mensual de alrededor:

Tabla 3-3. Pérdidas por concepto de mala utilización

MESES	CANTIDAD DE CAMIONES	CANTIDAD DE MUESTRAS	VALOR UNIT. (UF)	VALOR TOTAL (UF)	PERDIDAS (UF)	VALOR TOTAL (USD)
Enero	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
Febrero	80	1.840	0,42	770,2	53,9	29622,02
Marzo	82	1.886	0,42	789,4	55,3	30362,57
Abril	83	1.909	0,42	799,1	55,9	30732,85
Mayo	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
Junio	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
Julio	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
Agosto	81	1.863	0,42	779,8	54,6	29992,29
Septiembre	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
Octubre	83	1.909	0,42	799,1	55,9	30732,85
Noviembre	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
Diciembre	84	1.932	0,42	808,7	56,6	31103,12
TOTAL				9598,5	671,9	369164,4

Fuente: Finning S. A.

Dando un total anual de pérdidas por concepto de no utilización de los recursos de la manera correcta, asciende a \$ 19.518.867 y por otro lado el laboratorio cuenta con la opción de venta de frascos de muestras sin análisis teniendo un valor de \$ 6.740 siendo una opción para cuando se implemente el laboratorio con la instrumentación nueva.

3.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE INSTRUMENTACIÓN Y LABORATORIO
NUEVO

La propuesta de ampliar el laboratorio consta de una inversión la cual se evaluará si es factible durante el plazo estimado que la empresa tiene contrato de servicio de mantención de equipos Caterpillar, en la minera Ministro Hales.

El contrato firmado por Finning a Codelco en la minera ya mencionada es hasta finales del 2022, por ende, la inversión que se presentará contempla la viabilidad de la propuesta del laboratorio durante los 3 años que quedan de contrato. Debiendo generar una utilidad mínima del 15 %, propuesto por la gerencia y la central de costos.

Al igual que en la implementación principal del laboratorio actual la ampliación cuenta con instalación de un nuevo container modular de oficina, y junto con ello también nuevos muebles como lo son estanterías, mesón de pruebas, escritorio, además de un computador. Junto con la ampliación, se necesita de un nuevo integrante para los trabajos que conllevará la incorporación de nuevos instrumentos de medición de lubricantes.

Además de la implementación de la ampliación del laboratorio actual, se debe considerar un personal adecuado para manejar los nuevos instrumentos que se adquirirán, por lo tanto este debe tener el siguiente perfil:

- Ingeniero en Mantenimiento Industrial o Técnico Mecánico Automotriz.
- Certificado en ISO 18436-4 (Nivel: I, II, III).
- Cursos de administración de mantenimiento.
- Salario Aprox. \$1.600.000

Sera el encargado de realizar los análisis de los lubricantes de la flota, junto con ello, elaborar planes de acción respecto a detenciones que sean necesarias para la atención inmediata del equipo que se encuentre en mantención. Planificando con el área de ingeniería, modificaciones al plan de mantenimiento para el reajuste de horas programadas en las mantenciones.

Tabla 3-4. Costos de ampliación de laboratorio

INSTRUMENTO	VALOR (UF)	VALOR (USD)
Analizador de partículas	430,70	16.564,95
Analizador T.B.N - T.A.N	215,35	8.282,47
Analizador de oxidación	170,81	6.569,31
Insolubles en Pentano	740,26	24.471,00
TOTAL INVERSIÓN	1.547,83	59.530,27

Fuente: Finning S. A.

A continuación, se detallarán los costos asociados a los instrumentos nuevos que serán implementados en el laboratorio:

- PAMAS (Contador de partículas en lubricantes): UF 430,70 (16.565 USD).
- Analizador T.A.N. - T.B.N.: UF 215,35(8.282 USD).
- Analizador de Oxidación: UF 170,81 (6.592 USD).
- Analizador de Insolubles en Pentano: UF 740,26 (24.471 USD).
- Con un total de UF 1548 (USD 59.530).

3.2.1. Insumos por utilizar en el laboratorio

En los análisis realizables en el laboratorio actual, se utilizan insumos propios para las pruebas a los aceites los cuales son: filtros de test de parche, diluyente de lubricantes, frascos de muestras, filtros de PAMAS, paños industriales, plato de observación para microscopio, rotulado de muestras.

Cuando se realice la implementación de ampliación del laboratorio, se necesitará nuevos insumos los cuales son: frascos de muestras para los nuevos instrumentos, pipetas y probetas milimetrados, filtros de los nuevos instrumentos, solventes y activadores.

3.3. **EVALUACIÓN ECONÓMICA MEDIANTE FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO**

En la evaluación económica se incorpora todos los gastos asumibles para poner en marcha, proceso y termino del proyecto, para ello se utilizará el método de flujo de caja. Para ello se hace necesario antes de realizar el flujo de caja, determinar y subdividir todos los tipos de gastos que se incorporaran en este método.

Los tipos de gastos son:

- Costos fijos.
- Costos variables.
- Inversión.
- Egresos o pérdidas.
- Ingresos.
- Impuesto o tasas.

3.3.1. Costos Fijos

Los costos fijos, son egresos dentro del flujo de caja que reflejan gastos que son constantes en un periodo de tiempo, ya sea semanal, mensual o anual. Por ende, algunos costos asociados al laboratorio pueden catalogarse dentro de este mismo tipo de costo.

Dentro de estos costos se pueden catalogar, precios de insumos de los instrumentos, salario de personal, electricidad y agua.

3.3.2. Costos variables

Los costos variables, son egresos de proyecto que van directamente con la cantidad que se utilice un cierto producto el costo aumenta y son costos que mensualmente varían. En este caso puede determinarse algunos costos variables insumos tales como: los frascos de muestras e insumos de instrumentos que sean reemplazados cada vez que se utilice el instrumento, costos por reparaciones de instrumentos y

3.3.3. Tasa de descuento

La tasa de interés propuesta para la aprobación del proyecto es del 15 % dada por la Gerencia y la Central de costos de la empresa, siendo evaluado por el total de la vida del proyecto (3 años).

3.3.4. Inversión

En la inversión se contabiliza todos los egresos por concepto de compras para poner en marcha el proyecto, en este caso sería la inversión total de la ampliación del laboratorio, compra de la instrumentación nueva a utilizar, precio de la capacitación del personal para el uso de la nueva instrumentación.

3.3.5. Pérdidas por concepto de mala utilización

Por concepto de pérdida se entiende todo egreso que se genera y no es atribuible a un proceso el cual genere ganancia o utilidad, en este caso la pérdida es atribuible a una

mala utilización de un instrumento o insumo, generando que se incurran en gastos no previstos para realizar un análisis. Por este concepto se genera pérdidas en el contrato, por mala utilización de los frascos de muestras.

3.3.6. Pérdidas por concepto de detenciones por lubricantes

En los ingresos del proyecto se debe evaluar tiempos de espera que se pueden interpretar en valores económicos, asociados a la implementación del laboratorio en el mismo contrato, por ende, al realizar los análisis de los lubricantes que se extraigan del equipo que entre a mantención da un tiempo de reacción de 9 horas en promedio (12 hr - 6 hr).

Sabiendo que el equipo realiza 2 vueltas de descarga de material por hora de trabajo y conociendo los siguientes datos:

- Ley del cobre: 1,05 %
- Tonelaje promedio por camión: 400 ton.
- Horas de trabajo de camión diario: 20 hr [Colación y cambio de turno, (2 hr cada 12 hr)].
- Costo de la mantención: \$ 80.000.000.
- Intervención por mantención: 9 hr. Aproximada cada 250 hr de operación del camión.
- Horas de detención por concepto de intervención por motivo análisis de lubricantes trimestral:

Tabla 3-5. Detenciones en terreno.

Etiquetas de fila	Tiempo	Cant.
RELLENO REFRIGERANTE	297,68	183
RELLENO HIDRAULICO	172,93	49
RELLENO DIRECCION	162,70	77
RELLENO MOTOR	98,87	58
RELLENO TRANSMISION	38,32	28
RELLENO MOTR	1,57	1
RELLENO DIRECCION	1,52	2
Total general	773,58	398

Fuente: Finning S. A.

- Total de equipos: 39 camiones

Dando que por hora de trabajo del equipo transporta 800 ton/hr y mediante la Ley del Cobre (1,05 %), se produce 8,4 ton, las cuales al valor actual del cobre da un total \$ 38.354.400.

Para calcular la cantidad lo más real posible, que el equipo está en operación durante un año, se sabe que:

Tabla 3-6. Horas reales de equipo.	
Total de horas anual	TOTAL DE EQUIPOS
7.300	39
Mantenciones de 250 hr	
29,2	
Horas por mantención anual	
262,8	
Total real	Con 39 equipos
7.037,2 hr	274.450,8 hr

Fuente: Finning S. A.

Por lo tanto, las horas que operará un equipo más cercano a la realidad son de 19,28 horas diarias, dando así un monto total de \$ 739.472.832 de producción de cobre por equipo.

La mantención del equipo tiene un valor de \$ 80.000.000 de lo cual la hora de mantención tiene un valor de \$ 6.667.000 por equipo. Esto va con adherido a un MTBF de 40 hr las cuales debe estar garantizado por la empresa. El MTBF solo lo logra cumplir el 20 % de los equipos salidos de mantención, lo cual produce que la empresa genere pérdidas por concepto de reparaciones o rellenos, realizados en terreno.

Estas detenciones ascienden a un total de 771 horas en un trimestre, el cual contempló: julio, agosto y septiembre. Por ende, mensualmente se producen un total de 257 hr. Por equipo mensualmente son 6,58 hr.

Los valores por hora de trabajo en terreno tienen un costo de \$ 3.000.000 por lo tanto \$ 771.000.000 es el costo de total mensual de pérdidas por detenciones en terreno de los equipos salidos de mantención.

3.3.7. Disminución de horas de detenciones en terreno

En la evaluación de mejora del rendimiento y disminuciones de horas por motivos de detenciones en terreno, se contabiliza la ganancia que el laboratorio genera al realizar los análisis en un tiempo prudente. Para ello se debe calcular cuánto son las horas reales de disminución de las detenciones en terreno y contrastarlas con el precio de una hora en terreno. Así dando más bien que una ganancia, una disminución de la pérdida por este concepto.

Se estima que el primer año se reducirá en 18 % las detenciones en terreno, por motivos de análisis y el aprendizaje del personal para atribuir las mediciones a condiciones del estado del equipo, para pasar al segundo año al 25 % y culminando en el año 2021 con el 37 % de disminuciones en las detenciones en terreno.

Para el periodo desde el 4to. año hasta el 6to., se busca que las detenciones se mantengan en el rango del último año del periodo anterior.

3.4. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO 3 Y 6 AÑOS

El flujo de caja del proyecto en sí es hasta fines del año 2021, pero con gran posibilidad de aumentarlo a 6 años porque son contratos renovables, por la vida útil de la minera, la cual a fines del año 2019 fue ampliado hasta fines del año 2041. Dando así una vida útil del proyecto ampliable a 20 años, pero como en la minería es muy inestable la permanencia en un negocio, por motivos de seguridad y competitividad puede terminarse el contrato con la cuprífera Codelco.

Por ende, la proyección se puede estipular de forma segura es de 3 años y con continuidad a 6 años de manera segura.

Tabla 3-7. Flujo de caja del proyecto.

ITEM	Inicio (UF)	Año 2019 (UF)	Año 2020 (UF)	Año 2021 (UF)
Inversion en instrumentos	-1.548	0	0	0
Puesta en marcha	-258	0	0	0
Salarios	-675	-661	-661	-661
Insumos	-1.721	-688	-688	-688
Frascos con analisis	-9.599	0	0	0
Perdidas por mala utilizacion	-672	-372	-372	-0
Perdidas por detenciones	-26.540	-21.763	-16.322	-10.283
Ingresos por mantenciones	2.745.571	2.745.571	2.745.571	2.745.571
Ganancias por uso de lab.		4.777	5.441	6.039
Frascos sin analisis		-5.320	-5.320	-5.320
Saldos	2.697.137	2.721.544	2.727.648	2.734.658
Saldo acumulado	2.697.137	2.726.321	2.733.089	2.740.697

Fuente: Finning S. A.

Tabla 3-8. Flujos del proyecto en 6 años.

CONTINUACIÓN	2022	2023	2024
Pérdidas por detenciones	-6.478	-4.081	-2.571
Ganancia por uso de laboratorio	3.805	2.397	1.510

Fuente: Finning S. A.

Tabla 3-9. Ganancias del laboratorio

total de ganancia en los 6 años
23.969
total de ganancia en los 3 años
16.257

Fuente: Finning.com

Tabla 3-10. Ganancias del laboratorio

Inversión	-4.202	Ganancia de periodo/Inversión
Van de laboratorio (2019-2021)	8.037	1,91
Van de laboratorio (2022-2024)	1.912	0,45

Fuente: Finning S.A.

Estos flujos representan las ganancias producidas por el laboratorio, a lo largo de los 3 y 6 años proyectados en el proyecto. Para lograr reducir las pérdidas por las detenciones en terreno, generando un VAN del 109 % por lo que el proyecto resulta ser rentable.

En cuanto a la inversión prevista para el laboratorio a lo largo de la vida del proyecto se ve reflejado que las ganancias generadas en el periodo (2019 - 2021) es relativamente alta, por cuanto por cada peso que se emplee en el proyecto, esta retribuirá 1,91 veces la cantidad invertida, lo cual también, en el siguiente periodo (2022 - 2024) esta ganancia se ve disminuida, pero no dejando así de generar una utilidad o más bien reducir los costos que se generaban anteriormente sin dicho laboratorio, y aun en esas fechas se puede estimar que con la tasas de interés del 15 % propuesta por Gerencia aún se estarían cumpliendo.

Junto con ello se puede visualizar que a medida que se producen los análisis y uso del laboratorio propiamente tal, se va generando una disminución de pérdidas por detenciones en terreno, lo cual convierte en un gran avance en cuanto a mejorar números indicativos de la flota los primeros años de implementación donde es el mayor impacto de la utilización del laboratorio, por consiguiente los siguientes años, la proyección (2022 - 2024) no genera gran diferencia de ganancia respecto a perdidas por que al haber mejorado la disponibilidad de la flota en el primer ciclo. Y como toda inversión de mantenimiento llega a estabilizarse y dando paso a generar oportunidad de análisis y desarrollo de nuevos métodos para mantener y seguir aumentando los indicadores.



Fuente: <https://sites.google.com/site/erika22ogselene/ciclo-de-vida-de-los-proyectos>
Figura 3-1. Ciclo de vida de un proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de lubricantes ha adquirido una elevada importancia en los mantenimientos preventivos, ya que es el indicador de desgaste de múltiples componentes internos que se encuentran en los equipos.

El aceite junto con su función de lubricar partes móviles, también es el encargado de realizar la limpieza de las partículas desgastadas que se generan en dichas partes móviles, por ende, al encontrarse en el lubricante estos elementos, se genera la opción de realizar una importante cantidad de pruebas las cuales permiten contabilizar partículas, identificar materiales, viscosidad del aceite y con ello discriminar, determinar, y evaluar los sistemas del equipo.

Logrando así, evitar cambios de componentes mayores, identificar elementos que empiecen a desgastarse y lo más importante, permite realizar un seguimiento del activo e identificar desviaciones que se puedan producir en este y dar el tiempo de reacción a corregir y evitar así una falla.

La implementación del nuevo laboratorio justifica la inversión y cumple con los estándares solicitados por Gerencia, de que produzca una gran ventaja respecto a la situación actual del contrato, superando los 15 % de tasa de descuento, se produjo además una evaluación de costos asociados a la implementación de dicho laboratorio en tiempo de mejora de la disponibilidad y el MTBF, el cual a su vez conlleva una gran disminución de los costos de pérdidas que se generaban por concepto de detenciones en terreno, atribuibles a lubricantes.

Junto con la evaluación de costos se logra reducir los tiempos de espera que se producían por concepto de análisis y transporte de muestras, porque al tener el lugar físico en las mismas dependencias del contrato se elimina el transporte hacia la ciudad de Antofagasta.

Se recomienda llevar a cabo el proyecto el cual supera ampliamente la tasa de descuento propuestas por el inversionista que en este caso es la empresa. Junto con ello además logra ser rentable a lo largo de 2 periodos antes que empiece estabilizarse la flota con los análisis del laboratorio.

Ya llegando a la zona que empieza a descender la rentabilidad del laboratorio, es buen momento para volver a invertir y realizar un nuevo proyecto de mejora del laboratorio, para así no se vuelva estándar, la mejora que fue en su momento y convertirlo en un activo con mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

PK Mendies Container modulares

<http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=31981855>

Metrohm.com

SIS2.Cat.com (procedimientos de mantenimientos de equipos Caterpillar)

<https://sites.google.com/site/erika22ogselene/ciclo-de-vida-de-los-proyectos>

<https://www.pamas.de/es/contadores-de-particulas/productos-por-nombre/pamas-s40.html>