



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930
ES, a través del sistema de micro filtrado para reducir costos en
la Compañía Minera Antamina Huaraz-2020**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Industrial**

AUTOR:

Villanueva Cruz, Edmundo Kelvin (ORCID: 0000-0003-0273-2400)

ASESOR:

Dr.Mendez Parodi, Raul Alfredo (ORCID: 0000-0002-1667-9594)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi Madre que con su coraje me enseñó a ser determinante y nunca dejar de perseverar, desde muy pequeño me enseñó la grandeza de la vida y de su complejidad haciéndome entender que siempre hay una solución y que no hay límite. para la imaginación.

A mi Esposa que, con su consejo y verdadero amor, logro que empiece este reto de ser ingeniero.

Agradecimiento

A mis Hermanos con su apoyo incondicional siempre con muestras de verdadero cariño y apoyo.

A mis hijos que siempre están pendientes de mi y muy atentos de cada uno de mis pasos.

Índice de contenidos

Caratula	<i>i</i>
Dedicatoria	<i>ii</i>
Agradecimiento	<i>iii</i>
Índice de contenidos	<i>iv</i>
Resumen	1
Abstract	2
INTRODUCCIÓN	3
I. MARCO TEÓRICO	10
II. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo y Diseño de investigación	20
3.2 Variables.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo	21
3.4 Técnica e Instrumento de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos.....	28
3.6 Métodos de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos	31
III. RESULTADOS	32
3.1 Diagnóstico sobre el costo del aceite en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.....	32
3.2 Planificar e implementar el procedimiento de micro filtrado de aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.	37
3.3 Evaluar y comparar costos después de la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado.....	42
IV. DISCUSIÓN	46
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	51
ANEXOS	56

Resumen

El objetivo general fue regenerar el aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado para disminuir el costo en la compañía minera Antamina Huaraz - 2020. El tipo de Investigación fue aplicada y el diseño pre experimental. La población estuvo conformada por La población está constituida por 12 camiones Komatsu 930 ES que ingresan al área de mantenimiento para hacer el cambio de aceite usado (aceite hidráulico que no cumple con los estándares establecidos por Caterpillar S.O.S services para la operación de los camiones) por aceite nuevo durante el mantenimiento, tanto el turno de día como de noche, guardia "D" y "A" durante un mes. Se concluye que La regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado disminuye el costo en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

Palabras clave: regeneración de aceite usado, costo, mantenimiento

Abstract

The general objective was to regenerate the oil used in Komatsu 930 ES trucks, through the micro-filtering system to decrease the cost in the mining company Antamina Huaraz - 2020. The type of Research was applied and the design was experimental. The population was made up of The population is made up of 12 Komatsu 930 ES trucks that entered the maintenance area to change the used oil (hydraulic oil that does not comply with the systems established by Caterpillar SOS services for the operation of the trucks) by new oil during maintenance, both day and night shifts, guard "D" and "A" for one month. It is concluded that the regeneration of the oil used in Komatsu 930 ES trucks, through the modified micro-filtering system, the cost in the mining company Antamina Huaraz-2020.

Keywords: used oil regeneration, cost, maintenance.

INTRODUCCIÓN

En el día a día surgen muchas inquietudes respecto al mantenimiento de los equipos en la minería, actividad que constituye un eje importante en la economía nacional de nuestro país, que a su vez impulsa de forma categórica muchas de las industrias locales convergiendo en el consumo de materiales, insumos, equipos etc. Así, surge la necesidad de ser más eficientes en los procesos dentro del esquema de los mantenimientos programados, específicamente del sistema hidráulico, en este campo siempre se ve la necesidad de cambiar, adicionar y hasta modificar estos esquemas casi que son como una ruta a seguir, es decir se necesita buscar siempre el mejor proceso para poder llegar a ser rentable y a proteger el medio ambiente con la mejora en los procesos.

El propósito de la gestión empresarial y productiva es un factor clave para lograr la eficacia y eficiencia de las sucesiones del proceso, estableciendo de esta forma mayor productividad específicamente en la cadena de mantenimiento el sistema hidráulico, distribuyendo eficazmente los recursos y materiales a emplear en dicho proceso. Con una mejor gestión se hizo más dinámico la sucesión de mantenimiento del modo hidráulico, mediante la regeneración de aceites usados por micro filtrado, esto permitió eliminar tareas que son más largas y que demandan otros requerimientos. Con la implementación de este nuevo sistema podremos hacer que otras áreas relacionadas o similares a estos procesos puedan implementar este mismo esquema logrando que no solo se focalice en el área de mantenimiento. Debemos tener presente que este nuevo esquema o proyecto que se implementó generó una serie de cambios y necesidades que un primer plano fue una inversión y que en el periodo llegó a ser rentable por el desarrollo que logró su desempeño. Es muy importante saber que en un espacio de tiempo el manejo de este sistema fue muy rápido y sobre todo muy dinámico, logrando así tener confianza que los sistemas hidráulicos de los camiones estuvieron bien protegidos; de esta manera se logró reducir los costos de mantenimiento del sistema hidráulico. Por lo tanto, en la

presente investigación de se consolidó la propuesta reducir los costos a través de la optimizaron del uso del aceite hidráulico ya que, el tiempo de vida se alargó en las mismas condiciones óptimas haciendo que el consumo de esta materia sea menor.

Como **realidad problemática**, en la actualidad se observa en Sudamérica cómo ha evolucionado en la extracción de los minerales, el sector minero es uno de los más importantes en la exportación de materia prima. Esto ha hecho que el Perú no se vea ajeno y mucho menos lejano a este intercambio que se da por la necesidad de extraer los minerales de los diferentes yacimientos mineros que tiene el Perú.

En el año 2018, el rubro de minería representó casi el 10% del Producto Bruto Interno-PBI de nuestra nación y del 61% total, de las exportaciones peruanas, distinguiendo la participación del Cu (cobre) en más del 50% del producto bruto interno-PBI minero metálico (La República, 2019).

Es en el campo de la minería específicamente, donde el Perú ha logrado ocupar un ascenso importante en los últimos 20 años desarrollando proyectos de gran inversión, con construcciones modernas, para el desarrollo de estos proyectos mineros y también muchas de las compañías han tenido que re-invertir en sus sistemas para ser más rentables y estar a la vanguardia y la necesidad del momento para seguir siendo competitivos. En la última década la compañía minera Antamina re-invirtió más 1200 millones de dólares y la compañía minera Cerro Verde re-invirtió 5600 millones de dólares para su mayor desarrollo económico, social y productivo. Vemos que estas grandes compañías que tienen capitales extranjeros logran con un estudio y desarrollo de proyectos ser más rentables y por ende más productivos porque utilizan las tecnologías que desarrollan de forma más rápida y efectiva los procesos.

Señala Huanachin (2019) que la empresa Minera Antamina mostró un informe tecnológico sustentatorio (ITS) al Senace donde propone una serie de permutas para mejorar las operaciones en la unidad minera de Cu (cobre) y Zn (zinc), ubicado

en el departamento de Áncash. Se estima que el monto de inyección económica por estas mejoras asciende a US\$ 390 millones. Este quinto ITS fue elaborado por la empresa, que propone aumentar el área para el acceso interno, implementar un sistema de traslado de material (desmonte), cambiar superficies de grifos, acumulación de GLP y suministro de lubricantes. También se prevé rediseñar la plataforma de con al maquina de chancado de mineral y la mejora del sistema interno de control de aguas.

Asimismo, la compañía minera en tecnología a logrado estar a la vanguardia en lo que se refiere a maquinaria pesada de última generación por la gran demanda que trae la extracción de los minerales, se logra acopiar maquinaria de clase mundial con tecnología de punta.

Con el aumento del precio de los minerales (metales), el departamento de minería otra vez es el principal comprador de maquinaria pesada de ultima generación. En la minería de tajo abierto, la inclinación al gigantismo continúa marcando la patrón, debido al choque que genera en la productividad, por ello las compañías están pidiendo camiones de gran envergadura de carga, de mas 400 toneladas métricas como el CAT 797F o el 980E, en nuestro país los representantes las compañías Ferreyros, representante de Caterpillar en el Perú, y Komatsu-Mitsui (El Comercio, 2018).

Específicamente, compañía minera Antamina tiene 19 años de operación y cuenta con 130 camiones de alto tonelaje (320 Toneladas métricas por camión) que son de acarreo de mineral, desmonte etc. Funcionan con el sistema hidráulico cada uno de ellos, dicho sistema sirve para poder votar el material de la tolva en el lugar donde sea trasladado; cada uno de estos camiones de acarreo trabajan durante las 24 horas ya que el horario de trabajo en mina está cubierto por personal de trabajo durante las 24 horas de cada día durante los 365 días del año. Estos camiones de acarreo solo paran por alguna falla mecánica, de sistema o mantenimiento programado. El mantenimiento de los camiones está a cargo de la misma compañía, se cuenta con

225 trabajadores los mismos que son responsables de desarrollar las actividades de mantenimiento. Específicamente en el área de truck shop que se encarga las reparaciones, correctivos, mantenimiento programado se cuenta con 180 trabajadores aproximadamente, los mismos que laboran en 2 turnos, cada una ellas de 12 horas, y para completar el ciclo de trabajo y descanso cuenta con 4 guardias.

El mantenimiento programado se realiza cada 250 horas de trabajo, a cada camión de acarreo, esto es en función a la recomendación del fabricante de dichos camiones; en este mantenimiento programado se ejecutan varios trabajos y uno de ellos es la condición del sistema hidráulico; en este proceso el aceite hidráulico pasa por un análisis del nivel de partículas que tiene en su composición siendo este el que determina el cambio de dicho aceite. Cuando cumple las 500 horas de trabajo y el contador de partículas indica que el aceite se encuentra bien en su composición base, solo se cambian los filtros. En el caso que el aceite hidráulico no cumpla con el requerimiento de cantidad de partículas el aceite es cambiado.

Sin embargo, el área de mantenimiento de la compañía Antamina se ha visto afectada por costos asociados al cambio de aceite en el sistema hidráulico de levante y frenos de los camiones de acarreo Komatsu 930ES que cargan 320 toneladas métricas, los cuales utilizan aceite Mobil SAE 10, que se cambia cada 2000 horas según recomendación del fabricante o bajo alguna condición que afecte a dicho aceite.

El proyecto minero Antamina durante estos 19 años cuenta con 130 camiones de acarreo de mineral de las marcas Caterpillar y Komatsu. Cada uno de estos camiones cuenta con un tanque hidráulico (250 galones) que complementan al sistema de levante, dirección, refrigeración y lubricación del sistema antes mencionado. El cilindro de aceite hidráulico tiene un costo referencial en el mercado minero de \$752.76 (50 galones). Por lo tanto, se necesitó por cada camión aproximadamente \$3763.80 para hacer que el sistema hidráulico funcione. También existen costos relacionados al uso de hora hombre y horas máquina para realizar las

actividades en el cambio. Estos costos están asociadas a las actividades que se realizan en esta labor, que son: jalar bandejas para aceite, drenar el aceite que ya cumplieron sus horas de trabajo, las bandejas para aceite se tienen que poner en tres puntos distintos de la máquina para drenar completamente el aceite; en el siguiente paso se cierran los compartimientos de drenaje, se cambian los filtros hidráulicos de los sistemas de levante, frenos y dirección y luego se llena el aceite nuevo al tanque hidráulico. Empleándose para realizar esta labor a personal especializado, se requieren 2 personas tomando aproximadamente 6 horas, por camión y considerando los 90 camiones en operación que tiene la empresa minera ese tiempo es de 540 horas.

Además, hay costos asociados por parada de cada camión de: \$1500/hora; siendo 12 cambios/año por cada camión, lo cual implica pérdidas de \$18,000/año por camión y por la flota de 90 camiones las pérdidas son de \$1,620.000.

La compañía Antamina en el área de mantenimiento y específicamente en el truck shop donde se hacen los mantenimientos programados de los camiones de acarreo, a partir de la experiencia del personal se hacen propuestas de innovaciones en procesos que pudieran mejorar significativamente la reducción de costos en las diversas actividades contando con el programa “Ideas con valor”, así surge también a partir de la experiencia del personal de esta área la propuesta de que si se puede regenerar el aceite hidráulico a través de un tanque de micro filtrado donde reduciría el costo, esto a partir de alargar el cambio de lubricante de 2500 horas a 3500 horas, siendo esto algo tentativo ya que en la práctica y en función al conteo de partículas y viscosidad se puede lograr extender mucho más, probablemente hasta el doble de las horas que inicialmente se estima.

Con los argumentos líneas arriba buscaremos demostrar que la Regeneración en el aceite mono grado usado en los camiones Komatsu 930ES, a través del sistema de micro filtrado reducirá el costo en la compañía minera Antamina Huaraz – 2020.

Este proceso de regeneración del aceite se desarrollará mediante el pretratamiento, regeneración propiamente dicha y el acabado.

En base a lo descrito se planeó como **formulación del problema** de investigación: ¿De forma se dará la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930ES, a través del sistema de micro filtrado que reducirá costos en la compañía minera Antamina Huaraz-2020?

La **justificación de la investigación** fue en razón a que, el aceite SAE 10 es la base del factor que repercute en la disminución de rendimiento del sistema hidráulico. Esto representa un costo de horas de mano de obra y equipo en mantenimiento del sistema hidráulico, cambio de elemento averiados, adición del consumo de aceite por reemplazo del aceite usado contaminado o la frecuencia del cambio del mismo y el costo del tiempo de pare de los vehículos de acarreo. El empleo de un aceite de cimienta mineral regenerado reducirá las consecuencias nocivas de degradación del aceite hidráulico, limitando los costos de mantenimiento, de adquisición de nuevo aceite, el cuidado del medio ambiente, la protección de la salud humana y la preservación de los recursos nativos o naturales.

Esto se logró mediante un proceso de micro filtrado de los aceites usados con un equipo diseñado y construido con filtros de alto micraje, con válvulas de recirculación, válvula de alivio y venteo, todo este equipo funciona de forma independiente y sin producir ningún daño a cualquier componente del camión. Es por esta razón que hubo la necesidad de promover un desarrollo equilibrado y sobre todo muy dinámico encontrando la forma de poder desarrollar tecnologías con las cuales convivimos y podemos mejorarlas para poder tener una vida más acorde con la realidad y poder cuidar nuestro planeta; todo esto se reglamenta con la leyes nacionales vigentes como lo indica el art. 67 de la carta magna de nuestro país y de la política del Perú, establece la política ambiental e impulsa el uso sostenible de nuestros recursos que tenemos en nuestro territorio.

Se planteó como **objetivo general**: regenerar el aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado para disminuir el costo en la compañía minera Antamina Huaraz – 2020. A partir de este se plantearon los **objetivos específicos**:

Realizar un diagnóstico sobre el costo del aceite en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

Planificar e implementar el procedimiento de micro filtrado de aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

Evaluar y comparar costos después de la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado.

Determinar los parámetros para la toma de muestras integral tanto del aceite usado como del aceite regenerado en los camiones Komatsu 930ES en la empresa minera Antamina, Huaraz-2020.

La hipótesis de investigación que se contrastó fue: la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado disminuirá el costo en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

I. MARCO TEÓRICO

Los **antecedentes investigados** a nivel nacional e internacional fueron los siguientes:

En el ámbito internacional en la investigación de Meneses y Romero (2011) titulada “Diseño y armado de un modelo portátil para el rescate del lubricante hidráulico usado con base mineral del laboratorio de sistema oleo neumáticos”, tesis de grado, facultad de ingeniería físico – mecánico de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Se constituyeron la meta de proyectar y ejecutar un prototipo movable que entregue al laboratorio poder constante en un instrumento para recobrar el aceite hidráulico sobado de base mineral para cada uno de los registros de prueba. Se finaliza mostrando la trascendencia de la restauración de aceite hidráulico sobado, examinando desde una vista económica y medio ambiental. Un aceite contaminado es sinónimo de vacío, restricción y ruina de la limitación de operación de cualquier componente, equipo o aparato. También se concluye que el modelo de filtración llega a realizar a excelencia con las perspectivas de la reparación del aceite, se aproximó a los patrones de pulcritud de un aceite nuevo y suprimió una abrumadora cuantía de partes en cada una de sus fases de filtración, convirtiéndolo en una maquina altamente competente.

También, Nielsen (2016) en su investigación titulada “Argumentación de beneficio de Planta de renovación de aceites lubricantes”, tesis de licenciatura, facultad de ciencias económicas, Universidad Nacional de Cuyo. Se planteó como objetivo analizar el beneficio desde la vista de un inversor personal, para instalar una planta de regeneración de aceites y lubricantes en la provincia de Mendoza. El estudio desarrollado ha llevado a un desenlace sobre la utilidad del proyecto; es decir, la ganancia de creación de dicha planta de regeneración de aceites y lubricantes. Distintos valores como el valor actual total, el valor cíclico equivalente, el costo cíclico equivalente como también la relación costo/beneficio llegan todos a la misma resolución.

Igualmente, Gómez, García, Hernández y Ramírez (2016) en su estudio titulado “La manufactura de la re-refinación del oleo mineral usado en Argentina. Ocasión de comercio con beneficio ambiental”, Universidad del CEMA. Se plantearon como objetivo estudiar la manufactura de la re-refinación, tanto desde su aspecto ambiental como financiero. Desde una de las aristas medio ambiental se determina que se está ante una ocasión específica que resuelve en forma eficiente los resultados al medio ambiente de uno de los remanentes peligrosos que afectan al mismo.

De mismo modo, Torres (2004) en su estudio titulado “diseño de un esquema de reprocesado de aceite usado para la obtención de aceite”, tesis de Grado, área de ingeniería, industrias y bienes de la naturaleza no reformable, universidad nacional de Loja. Se estableció como objetivo reprocesar el aceite usado para su reutilización para su reutilización, disminuyendo la contaminación ambiental. Se concluye que del análisis económico y ecológico se demuestra que es factible y viable reprocesar el aceite de motor usado, y que los contaminantes fueron disminuidos a niveles que permiten su utilización como combustible, sin causar daños al medio ambiente.

Asimismo, Arraut (2009) en su investigación titulada “Implementación de una factoría para la recuperación de aceites sobados en la ciudad de Cartagena”, tesis de grado, escuela de ingeniería industrial de la universidad tecnológica de Bolívar - Cartagena. Se planteó como objetivo determinar la viabilidad del proceso y económica financiera implementando una planta para el reciclaje de aceites sobados ubicada en Cartagena (Colombia). Se concluye que, al nivel de estudio de pre factibilidad técnica y económica, resultara rentable construir y operar la planta propuesta.

Además, Mogro (2015) en su investigación titulada “Propone la creación de una planta de renovación de aceites sobados de vehículos para crear bases lubricantes”,

título de grado, facultad o escuela de ciencias químicas de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. El objetivo que se estableció fue que BIOIL constituiría una compañía dedicada a elaborar y producir lubricante para proceder a la regeneración de aceites sobados de automotores, desarrollándose en Guayaquil (Ciudad) en el norte de la ciudad. Se concluye, dentro del plan se contará con personal capacitado para ejecutar todas las operaciones y también con la fusión estratégicas como la lubricación, que ayudarán al reparto del producto para que sea reconocido nacionalmente.

Mazanarez (2016) en su investigación titulada “Utilización de aceite lubricante en desuso en motores de ignición interna en el municipio de Ahome, Sinaloa”. Tesis de grado, del Instituto Politécnico Nacional de Sinaloa - México. Se planteó que el propósito en el aprendizaje es crear una hoja de ruta de control del residuo de aceite sobado de los motores de ignición en el Municipio de Ahome, con la normativa ambiental actual, aplicada a los Aceites sobados (NAV-ALU). En este trabajo se expone de manera global el problema que provoca en el agua, aire y suelos por el remanente, su colisión al ambiente y la salud de los seres humanos. Por otro lado, se obtiene un beneficio social y ambiental al reducir o evitar su diseminación en la fuente, así como el vertido incorrecto en alcantarillas, vía pública, corrientes de agua y tierras de cultivo.

Y, Llanos (2013) en su investigaron “Proposición para el control del aceite sobado de vehículos automotores en el cantón Sigsig”, tesis, de la universidad politécnica Salesiana de Cuenca - Ecuador. Su objetivo se centró en una “proposición para el manejo del aceite sobado automóviles en el cantón Sigsig”. El estilo no adecuado de hacer uso de estos residuos inorgánicos, después de cumplir su tiempo o ciclo de funcionalidad como lubricante, aun cuando es de origen natural o sintética. El lubricante al ser depurado de modo inapropiado es una advertencia y riesgo para la especie humana, vegetal, ecosistemas y el medio ambiente. Se finaliza con la puesta de las facilidades adecuadas para este proyecto que busca generar modificaciones sustantivas para el cantón Sigsig, ya que el similar es un instrumento para el tramite ambiental efectiva y comunitariamente aceptable por el entorno que se anota como productores, para recibir preceptos sobre el manejo de aceite sobado.

Además, Meza (2005) en su investigación titulada iniciación sobre decantación en técnicas hidráulicas de aceite, tesis de Ingeniero Mecánico, de la universidad de San Carlos de Guatemala. Se erigió como meta ayudar en forma práctica y financiera, seleccionar procedimientos adecuados de decantación según los parámetros requeridos por los creadores de aceites y equipos. Se concluye que la clase del fluido empleado en un sistema hidráulico es categórico en el rendimiento del mismo; y que la higiene es uno de las bases fundamentales sobre los que se acuña la calidad de este líquido hidráulico y la filtración viene en el medio de notificación para mantener la altura de limpieza deseado por un sistema específico, por lo tanto, la condición de un sistema hidráulico es ocupación directa del sistema de filtrado.

En el ámbito nacional, Zelada (2015) en su investigación titulada “Evaluación técnico - financiera de una fabrica de re-refinación de aceites lubricantes usados en el Perú”, tesis de grado, facultad de petróleo, gas natural y petroquímica de la Universidad de Ingeniería, Perú. Se planteó como intención principal escoger tecnología de depuración, para seleccionar la disposición actual de los aceites sobados, escogiendo lo mas importante para la adquisición de bases lubricantes con componentes requeridos por el ámbito local. Consecuencia de esto, se examina la ganancia financiera del proyecto y el escrutinio de la susceptibilidad al variar el importe de la componente primario, base lubricante y edificación de la fabrica.

De igual manera Ramírez (2018) en su investigación titulada “Eficiencia del biodiesel del aceite de granos de ricinus communis (higuerilla) como comburente alternativo”, tesis de título, facultad de ingeniería, de la Universidad César Vallejo. Se estableció como objetivo definir la eficiencia del combustible biodiesel del aceite de semillas de Ricinus communis (higuerilla) como comburente alternativo, Chiclayo donde se corrobora su provecho e importancia para ser usado, en reemplazo del comburente común y corriente. Se concluye que la eficiencia del biodiesel del aceite de semillas de Ricinus communis (higuerilla) como comburente rotatorio es alta ya que genero un elevado índice de porcentaje de rentabilidad de biodiesel, además por sus características físico-químicas se comprueban una óptima calidad,

además señala que la fabricación del biodiesel obtenido a partir del aceite de semillas de *Ricinus communis* es factible y eficiente para ser empleado como combustible alternativo según información acopiada y obtenida en esta investigación.

Así también, Navarro (2014) en su investigación titulada “Estado situacional del control del aceite lubricante usado en la ciudad de Ayacucho y proposición de disposición final”, tesis, en la facultad de ingeniería de la Universidad de Piura - Perú. Su objetivo fue incursionar en el estudio de la situación actual de los aceites sobados en Ayacucho (Ciudad, Perú), con la intención de enunciar usos alternos dando propuestas como la búsqueda de acopiar de forma adecuada y en un lugar adecuado los segmentos residuales generados consecuencia de su uso final. Se sugiere que los gremios u organizaciones competentes germinen estrategias que obliguen a los usuarios de aceites sobados y a los transportadores a cumplir la reglamentación técnicas vinculadas al manejo de aceites sobados.

Del mismo modo, Sánchez (2014) en su investigación titulada “Prototipo de una planta industrial para la re-refinación de aceites lubricantes sobados en el distrito de Chilca”, tesis de Ingeniero Químico, de la Universidad del Callao. Se planteó como objetivo el proyecto de una factoría industrial para la re-refinación de aceites lubricantes sobados en el distrito de CHILCA. Como conclusión se evidencia la ingeniería del proceso, ingeniería de diseño de especificaciones, evaluación económica probando la efectividad y ganancia del proyecto obteniendo como conclusión un TIRF (tasa interna de retorno financiero) igual a 81.05% y un VANF (valor actual neto financiero) idéntico a \$ 6 922 407 en un espacio de 10 años, con una etapa de restablecimiento de financiamiento de 1 año y 4 meses.

Se finaliza con la investigación de Villar (2018) “método de gestión de mantenimiento para escuadra de camiones Komatsu 730E-6 para función en condiciones de altitud sobresaliente a los 3500 msnm.”, tesis de Ingeniero Mecánico, de la Universidad Cesar Vallejo. Se planteó como objetivo constituir la reingeniería en el Sistema de trámite de mantenimiento para flota de camiones Komatsu 730E-6 para tareas donde los requisitos de altitud sean superiores a los 3500 msnm, tiene una

colisión positiva en el aumento de la disponibilidad y confiabilidad de la armada de camiones eléctricos Komatsu 730E-6 en la compañía minera en la sierra liberteña. Se concluye que: Los gastos promedio del mantenimiento con el sistema de sostenimiento anterior fue de US\$ 49.203 (100%), después de aplicado los correctivos en el plan de mantenimiento planteado para la parada son US\$ 30.760 (62.52%), obteniéndose una reducción sustantiva de US \$ 18.443 (37.48 %). Las veces de paradas promedio fue por unidad de 18 por mes (100%) luego de ser aplicadas las mejoras pasó a 11 (63%), es decir hay una reducción de 6.7 paradas por unidad (37%). El análisis económico señala en un horizonte de 6 años, el Valor Actual Neto de los costos si se sigue laborando con el procedimiento empleado es US\$ 4'285,576.53, mientras que si se utiliza las renovaciones en el plan de mantenimiento el Valor Actual Neto es de US\$ 1'677,584.14. La relación beneficio costo >1. Así se obtuvo mejorar el plan de mantenimiento, por lo demás es confiable, porque se disminuyeron las paradas y los costos.

Las **teoría y enfoques conceptuales** donde se enmarca la investigación fueron las siguientes:

En la renovación de los aceites sobados, se consideran aceites desgastados a todos aquellos que tengan uso lubricante, inadecuados para su uso inicial. En peculiar, son los lubricantes procedentes de motores de ignición, estructuras de transmisión, turbinas e hidráulicos. Los lubricantes usados tienen la consideración de residuos peligrosos (Directiva 87/101/CEE, 1986).

Según Grau y Grau (2013) los lubricantes usados tienen 3 particularidades: a) Tiene dominio contaminante muy elevado. Sus aditivos, que constituyen el 10-20% de su composición son muy contaminantes. Azufres, metales pesados, hidrocarburos aromáticos y poli cíclicos y disolventes halogenados, b) tiene una gran capacidad de dispersión que encarece la gestión, por encima de los procesos de recolección y

transporte, y c) son un residuo de costo alto: de él se puede obtener un nuevo lubricante mediante regeneración.

La regeneración de aceites usados es un procedimiento que permite crear lubricante de base a través de un proceso de aceites degradados, haciendo la separación de contaminantes, los insumos de la oxidación y los suplementos que contengan dichos lubricantes (Directiva 87/101/CEE, 1986).

Hay una pluralidad de tecnología para la producción de lubricante base a partir de lubricantes en desuso y aunque la gran mayoría tiene objetivos comunes, cada una solventa técnicamente el problema de forma específica. Un proceso de regeneración puede dividirse en 3 fases (Martín, 2008):

1ra. fase pre-tratamiento tiene como objetivo desechar de forma fácil una parte esencial de los contaminantes del lubricante en desuso, como son el líquido elemento, los hidrocarburos ligeros, los lodos, las partículas de alto micraje, etc. Para esto se utiliza formas para cada proceso determinado, o incluso una mezcla de varios. ejemplos: filtración, centrifugación, decantación, calentamiento, deshidratación tratamiento térmico, destilación atmosférica, desasfaltado térmico, tratamiento químico, desmetalización, etc.

2da. fase regeneración propiamente dicha; en esta parte hay que desaparecer los fangos asfálticos y aditivos. Es por esto que, cada tecnología emplea su técnica, por este punto donde están las más altas diferencias entre ellas; así algunas emplean el procedimiento químico clásico de aumento de ácido sulfúrico seguido de tamizar con tierras o posterior decantación y neutralización, otros emplean otros tratamiento de la química como aumento de sodio líquido y ebullición, desunir con disolventes, extracción con propano, y otros procedimientos físicos como destilación al vacío o ultra filtración con membranas. Bajo el acto de observar un predominio en el uso de la destilación al vacío, complementada por diversas tecnologías. Con una secuencia se puede ver que cada proceso tiene sus virtud y prejuicio, pero todos, con una cierta eficiencia, son capaces de obtener un lubricante libre de contaminantes,

aunque con una alta pigmentación que lo hace imposible comercialmente, por esta razón todos ponen una tercera etapa de acabado.

3ra. fase de acabado; como en los pasos anteriores, cada técnica utiliza un método diferente, así unos utilizan tierras decolorantes, hidrogenación, hidrot ratamiento catalítico continuando con destilaciones, tratamiento con zeolitas o destilación al vacío.

Los sistemas hidráulicos se han de mantener limpios y operativos para que su funcionamiento sea más eficaz y extienda la vida funcional (esta sugerencia no se refiere únicamente al aceite hidráulico, sino también la forma general de la instalación). Está comprobado por organizaciones y compañías de prestigio mundial que el aceite impuro causa más del 70% de los daños y paradas de los sistemas hidráulicos y de lubricación. El abuso de celo por cambiar el aceite demasiado a menudo no es una alternativa de solución eficaz, porque tiene un coste inasequible que ha de apreciarse también desde una perspectiva sostenible y además no obvia que el sistema hidráulico de potencia para evitar la contaminación y llegar al nivel de limpieza requerido, y están en unión con los requisitos de mantenimiento del sistema y su longevidad (De la Heras, 2011).

Asimismo, Miravete y Larrodé (2004) señalan que los aceites hidráulicos son aceites combinados en los cuales mediante sustancia activa se mejora la resistencia al envejecimiento y se aumenta la protección contra la corrosión.

Sobre el filtrado Cerdá (2018) indica que es una de las operaciones de mantenimiento más importante en las instalaciones hidráulicas. El aceite, durante sus ciclos de trabajo, acumula suciedad y partículas, generalmente metálicas arrancadas del interior de las tuberías y otros elementos, que deben eliminarse, ya que pueden acabar desgastando las partes móviles de la instalación, acortando su vida útil de funcionamiento y, en casos extremos, provocando una avería.

Como señala Grau y Grau (2013) los aceites usados son un residuo de costo alto y que de él se puede obtener un nuevo lubricante mediante regeneración. Según Alvarado (2016) el costo es la evaluación, en términos inversionista, de todos los recursos y actividades necesarias para la fabricación de un producto, la contribución de un servicio o, en su caso, la adquisición de un bien o servicio.

Medidas preventivas relacionadas con los sistemas hidráulicos son: no devolver al tanque aceites que provienen de fugas o reparaciones sin ser filtrado previamente, ante el desarme de ciertos elementos tomar precauciones para evitar la entrada de suciedad, sacar muestras de aceite para sus análisis, comprobar que los filtros y tapas se encuentran bien fijados, antes de cambiar de marca de aceite es necesario la limpieza de todo el sistema hidráulico (Jiménez, 2015). El mantenimiento preventivo bien realizado permite que el departamento de mantenimiento controle el sistema hidráulico en lugar de ser al revés, como sería en el caso del mantenimiento correctivo, que es de mucho mayor coste (Creus, 2011).

Asimismo, señala (Gastalver, 2014) que las actividades de mantenimiento pueden ser actividades de diagnóstico, de conservación, preventivo, etcétera. El mantenimiento preventivo es el más importante porque previene costes, fundamentalmente inesperados. También hemos mencionado que las herramientas de gestión técnica sirven para llevar registros, conocer los fallos de los vehículos, lo que cuesta mantener cada uno de ellos y la mano de obra utilizada en cada uno de ellos. Llevar un adecuado registro de los datos de los vehículos permite a la empresa conocer no solo el costo de la mano que producirá dicho elemento; utilizada en cada uno de ellos sino también el costo de los repuestos, así como el tiempo en que el vehículo ha estado parado inmovilizado, que también implica un coste.

Además, Gastalver (2014) explica y propone que la primera ficha de registro de datos del histórico de mantenimiento de los vehículos es la orden de trabajo que es una hoja donde se detallan las instrucciones de trabajo a realizar en el vehículo. En dicha ficha se identificará la fecha de solicitud del trabajo sobre el vehículo, el kilometraje y el número de vehículo, fundamentalmente. Además, se señalará sobre

que parte del vehículo se desarrolla el trabajo y se realiza una descripción del trabajo en general, mano de obra utilizada, materiales utilizados y la causa de la reparación. Se puede dejar un apartado para analizar cómo pudo evitarse la reparación que puede ser por un mejor control de lubricante, mejor inspección, mejor protección e incluso por una necesaria mejora de la conductividad. La segunda ficha que debe ser llevada en las empresas de transportes es la hoja de costo de mantenimiento haciendo referencia a la cantidad y costo de gasolina, diésel, aceite de motor, aceite de transmisión, grasas y lubricantes, así como otros costos adicionales. Esta hoja de costo debe ser llevada por separado para cada vehículo y de periodicidad mensual. La tercera ficha debe ser la de análisis de reparación y mantenimiento en base a la cual se obtiene un análisis de los conceptos que suponen el costo de cada operación y se hará individualmente para cada vehículo. En ella se reflejará el costo de repuestos, lubricación, sistema de combustible, sistema eléctrico, sistema de enfriamiento, frenos, embrague, suspensión, sistema hidráulico, dirección, motor, sistema de transmisión, ruedas y neumáticos, chasis, kilometraje y causas. La cuarta ficha puede ser la tarjeta de trabajo y la ficha de historial que son las fichas que dan a conocer sobre el fallo del vehículo y la acción correctiva que se ha realizado, así como sobre el costo del mantenimiento realizado al vehículo. Para llevar a cabo esta gestión se puede utilizar programas que se comercializan o bien programar hoja Excel.

También D'Alessio, (2012) señala que el costo de la función logística del mantenimiento, es decir, de la conducción de repuestos, suministros y materiales y del uso de la mano de obra calificada, que injiere en los arreglos que se hacen a las máquinas de una planta para mantenerlas en buen funcionamiento, de este modo los planes de producción se vuelven competentes y no se vean menos limitados. El común de las necesidades de los costos ha generado otros problemas de una envergadura que las empresas, al comprar aparatos especiales poco conocidas en el ámbito donde se desarrollan, por más bajo en presupuesto; las horas de vida de estas no ha tenido la garantía requerida, los repuestos son muy altos en precio, y la mano de obra necesita firmar un contrato. Al final, se consigue cuantiosos prejuicios

debido a una maquinaria que está obsoleta, que atenta contra la operatividad, los proyectos de producción o el empleo formal y todo esto va en contra de la rentabilidad de la compañía.

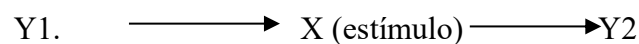
II. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

El modelo de investigación fue aplicado, porque esta dará solución a un problema práctico que se suscita en la Compañía Antamina; es decir se regenerara el aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES a través del sistema de micro filtrado para disminuir los costos en la Compañía minera Antamina.

El diseño fue pre experimental, llamado pretest-postest con un único grupo, en este boceto un grupo es medido, en la variable dependiente dos veces: antes y después de administrar el tratamiento. Luego, se comparan las dos mediciones, para determinar si se ha producido algún cambio.

El prototipo del diseño es el siguiente:



Dónde:

Y1: Costos en la compañía minera Antamina Huaraz

X: regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES

Y2: Costos en la compañía minera Antamina Huaraz después del micro filtrado

3.2 Variables

Variable Independiente: regeneración del aceite usado procedimiento que permite producir lubricante raíz mediante un depurado de lubricante en desuso, en específico y mediante la disolución de los infectantes o contaminantes, la mercancía o productos de la oxidación y los agregados que contengan dichos lubricantes. (Directiva 87/101/CEE, 1986).

Variable Dependiente: los costos en términos financieros es la evaluación de todos los recursos y actividades necesarias para la creación de un producto, el aporte de un servicio o, en su caso, la compra de un bien o servicio.

3.3 Población, muestra y muestreo

La población está constituida por 12 camiones Komatsu 930 ES que ingresan al área de mantenimiento para hacer el cambio de aceite usado (aceite hidráulico que no cumple con los estándares establecidos por Caterpillar S.O.S services para la operación de los camiones) por aceite nuevo durante el mantenimiento, tanto el turno de día como de noche, guardia “D” y “A” durante un mes.

Cada tanque del sistema hidráulico de cada camión acopia 250 galones. La pérdida de aceite por cambio de filtros hidráulicos es de 5 galones aproximadamente por lo tanto por 12 camiones se estaría perdiendo 60 galones en un mes. Asimismo, la pérdida de aceite después de cumplir su tiempo de operación y llega para su mantenimiento programado; es de 5 galones. En el mes serian 30 galones de pérdidas por los 6 camiones que se llegan atender.

El total de aceite usado que se deshace al mes en 12 camiones es:

$3000 \text{ galones} - (60+60) = 2880 \text{ galones}$ de aceite hidráulico que serán sometidos a regeneración para obtener aceite base.

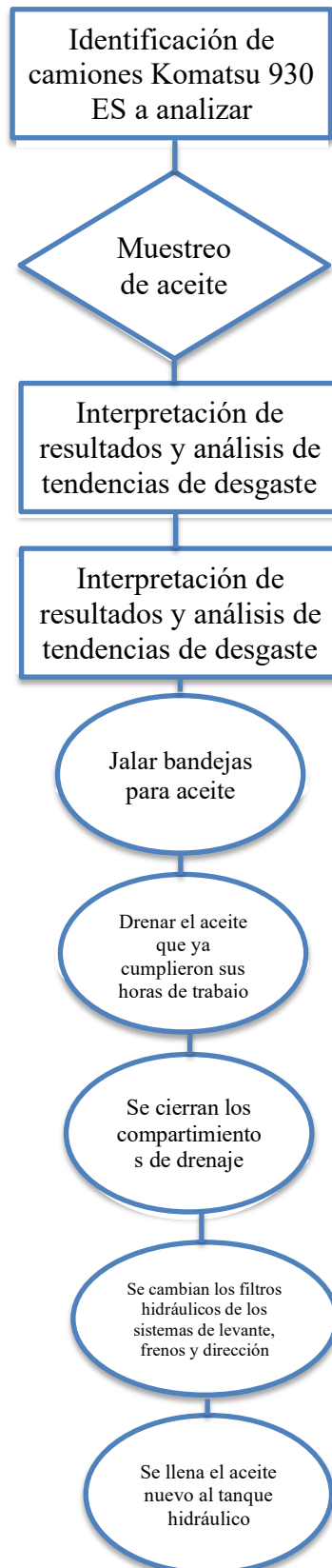
Al ser el diseño pre experimental, el muestreo es no probabilístico y se distingue por la ausencia de asignación aleatoria de las unidades a los tratamientos. Es decir, se realizará la regeneración del aceite usado por los 12 camiones Komatsu 930 ES, que ingresan al área de mantenimiento en el día y la noche en las guardias “D” y “A” durante un mes.

3.4 Técnica e Instrumento de recolección de datos

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
Regeneración del aceite usado	Análisis de documentos	Formato de muestreo de aceite (de pruebas de estado y composición)	Reporte de mantenimiento preventivo
	Planificación técnica de la regeneración del aceite usado	Plan (etapas) de la regeneración del aceite usado	
Costos	Análisis de documentos	Formato de orden de trabajo para cambio de aceite. Formato de costo de relleno de nuevo aceite base (aceite regenerado) para cada camión y precio de horas de trabajadores y horas máquina de cambio de aceite. Formato de registro de paradas de camiones.	Reporte de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia.

Proceso antes de la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado.

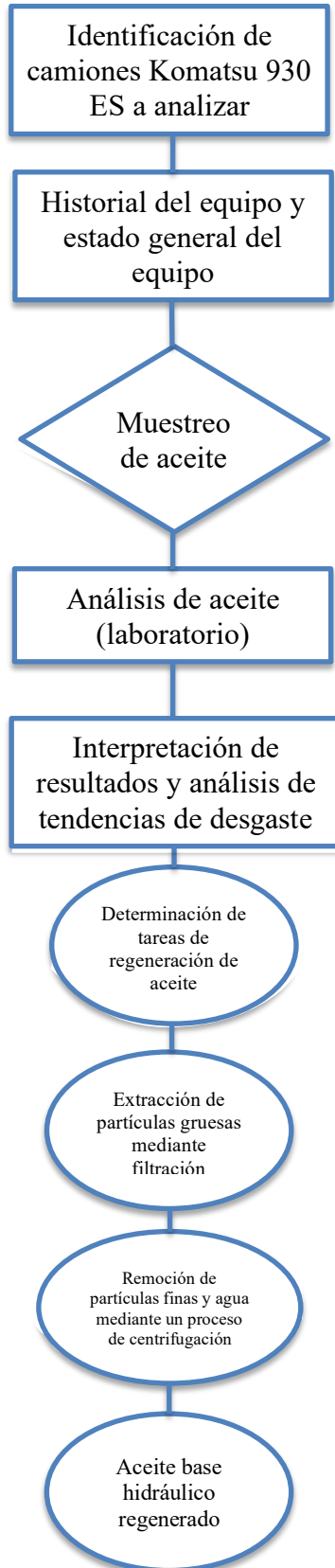


Cuadro 1. Los costos asociados a estas actividades del proceso antes de la regeneración de aceite usado.

EQUIPO	MAQUINA	Mantenimiento	Costo (\$) de aceite hidráulico nuevo por 50 galones	Horas de trabajo en cambio de aceite	Número de trabajadores	Costo (\$) por hora de trabajo	Costo (\$) total horas de trabajo en cambio de aceite	Costo parada de camion para cambio de aceite	Costo (\$) por deshacerse de aceite usado	Costo total de mantenimiento de cambio de aceite
HT 001	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	183	5546.80

Fuente: Elaboración propia.

Proceso después de la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado.



Cuadro 2. Los costos asociados a estas actividades del proceso después de la regeneración de aceite usado.

EQUIPO	MAQUINA	MANTTO	Costo (\$) de aceite hidraulico nuevo por 50 galones	Horas de trabajo en cambio de aceite	Numero de trabajadores	Costo (\$) por hora de trabajo	Costo (\$) total horas de trabajo en cambio de aceite	Costo parada de camion para cambio de aceite	Costo total de mantenimientode cambio de aceite
HT-001	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00

Fuente: elaboración propia.

Específicamente, en el análisis de documentos como se señala se usará el formato de muestreo de aceite (pruebas de estado y composición), el muestreo se realizará antes y después de la regeneración del aceite; el muestreo antes de la regeneración se realizará al aceite usado por los 12 camiones komatsu 930ES (al ser 12 los camiones se realizarán 12 muestreos), luego de la regeneración del aceite usado mediante el micro filtrado para cada uno de los camiones se obtendrán nuevo aceite y al ser 12 lo camiones serán 12 los muestreos de nuevo aceite. Los aceites usados para su regeneración tomando en consideración lo que establece Caterpillar S.O.S Services, tendrán los siguientes parámetros, estos parámetros se obtienen en conjunto en cada muestra que se toma para cada camión:

Cuadro 3. Pruebas de estado y composición por cada 1000 horas.

**Caterpillar S.O.S Services
Wear Table**

Creado Fabricante Familia Model Prefijo ID de producto Compartimiento Valid Equipment Valid Samples Valid Fluid Hours	6-Ene-2020 Caterpillar All MT765 AMS,0AMS% Sistema Hidraulico 24 70 1000		
Elementos	Requiere Ninguna Accion	Inspeccionar	Accion Necesaria
Cobre	0 a 18	19 a 23	Over 23
Hierro	0 a 22	23 a 27	Over 27
Cromo	0 a 2	3 a 4	Over 4
Aluminio	0 a 4	5 a 6	Over 6
Plomo	0 a 10	11 a 13	Over 13
Silicio	0 a 13	14 a 15	Over 15
Estaño	0 a 2	3 a 4	Over 4

Fuente: Base de datos Caterpillar.

Viscosidad es medida en: *centistokes (cSt)*.

La unidad **SI** para la viscosidad cinemática es el m^2/s .

$$1 \text{ St} = 100 \text{ cSt} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.0001 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$$

3.5 Procedimientos

Para alcanzar los objetivos de la investigación se llevó a cabo diferentes movimientos que concedieron la información indispensable:

- a) En primer lugar, se recolecto información técnica del sistema hidráulico de los camiones Komatsu 930ES.
- b) Se realizó el análisis del aceite hidráulico a partir de valores límites y normales de desgaste.
- c) Finalmente se procedió a regenerar el aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado para disminuir el costo en la compañía minera Antamina Huaraz.

3.6 Métodos de análisis de datos

De acuerdo con el diseño de investigación del trabajo llamado pretest-postest con un único grupo, los métodos de análisis de información que se utilizarán son: El análisis de covarianza, que permitirá ajustar los datos de post-tratamiento mediante el tipo de la regresión lineal; busca relacionar los resultados recibidos en distintos grupos de una variante cuantitativa, pero "modificando" las posibles desigualdad existentes entre los conjuntos en otras variables que pudieran perjudicar también al resultado (covariantes). Asimismo, se utilizará los análisis rectas de regresión paralelas donde las diferencias de las intercepciones de ambas líneas de regresión en el punto de corte será el efecto de tratamiento. Facultar y definir el grado de dependencia de las series de valores X e Y, pronosticando el valor y estimado que se conseguiría para un valor x que no esté en la distribución.

Asimismo, en las muestras que se toman antes y después se obtendrán los resultados de los siguientes aspectos:

Determinación de la cantidad de azufre y concentraciones de aditivo y grasa:

Procedimiento: el ejemplar se oxida por combustión en una bomba que recolecta oxígeno bajo presión. Instrumentos: Bomba, Crisol de platino, alambre de platino, circuito de prendido, algodón, agua pura, solución de cloruro de bario (85 gr/litro), agua saturada de bromo, ácido clorhídrico, oxígeno, solución de carbono sódico (50 g/litro).

Determinación de cloro en lubricantes nuevos y usados:

La muestra se oxida por la combustión en una bomba que recolecta oxígeno a presión. Los compuestos de cloro así sueltos se absorben en una fórmula de carbonato de sodio y la cantidad de cloro presente se determina gravimétricamente por gravimetría como cloruro de plata. Instrumentos: Bomba, oxígeno, carbono de sodio tubo de precipitación.

Análisis químico para metales en aceites nuevos y usados:

La ceniza de sulfato se diluye en ácido clorhídrico (HCl) y los metales individuales determinados por el método mojado.

Análisis de la cantidad de Cloro en aceites nuevos y usados.

La muestra se hierve bajo reflujo en butanol en presencia de sodio metálico. La forma de cloruro de sodio se nombra con nitrato de plata. El rango de aplicación es superior a 0.1%.

Análisis de bifenilos poli clorados (PCB's)

Procedimiento: los cloros se eliminan de la molécula de PCB usando un reactivo órgano-sólido. Los iones de cloruro resultado de esto se miden usando un indicador colorimétrico. Instrumento: kit de ensayo colorimétrico.

Complementariamente, después de la regeneración del aceite usado, en cada muestreo se obtendrán medidas del nuevo aceite base a partir de los siguientes criterios:

Determinación de la viscosidad:

Instrumentos: Viscosímetro, sujetadores del viscosímetro, termostato y baño del viscosímetro.

Determinación del punto de escurrimiento:

Instrumentos: Contenedor de ensayo, termómetros, tapón de corcho, camisas a doble pared de vidrio, disco de corcho y junta anular.

Método de prueba estándar para color:

Instrumento colorímetro.

Determinación de la acides total:

Con este ensayo se dispone los aceites aislantes y lubricantes, la acidez debida a los ácidos fuertes solubles.

Determinación del contenido de cenizas:

El ejemplar colocado en crisol de porcelana se caldea hasta que los gases que se separan se inflaman, dejándolos quemar hasta que queda un residuo carbonoso. El residuo carbonoso se calienta a 775°C en un horno mufla hasta reducción total a cenizas.

Así se demostrará cuantitativamente y por medio estadística que la Regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado disminuirá los costos en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

3.7 Aspectos éticos

Después de haber podido concretar este proyecto científico lo que en un inicio fue una idea; ahora podemos enunciar que en la integridad de su contexto siempre se buscó ser totalmente originales con la herramienta que nos permitió poder encontrar todas aquellas observaciones que ayudan a plantear una relación muy estrecha entre lo que se piensa y se desea realizar para así transmitirlo en este informe, desde el inicio se corrigió cada uno de los procesos respetando los derechos de los autores. La principal razón de utilizar los conceptos, análisis y todo aquello que hace un especialista y conocedor del tema es poder transmitir de sus libros; utilizamos varias de sus citas exclusivamente para el desarrollo académico de esta tesis. Antes de iniciar se solicitó los permisos correspondientes y autorizaciones. Dentro del planteamiento de proyecto no se busca causar daños a terceros en ningún aspecto como podría ser el social, económico, de valores, en uso de sus costumbres, elección de religión y cualquier otro aspecto que pudiera dañar la imagen o susceptibilidad; mas lo que se busca es la integración y poner una alternativa que facilite el proceso dentro de la compañía. En consecuencia, final se busca tener un desarrollo científico apoyado en un conocimiento experimental.

III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico sobre el costo del aceite en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

Conforme un equipo va avanzando en su vida útil, sus componentes sufren desgastes, generando así un incremento de la frecuencia de errores de trabajo y por ende los costos de mantenimiento aumentan. El impacto fehaciente de un aceite contaminado se da en la detención no prevista de la máquina, el precio total de sustituir un aceite, se aumenta, así como acrecentar el precio de desbaratar del mismo.

Esto ha generado que la empresa reconozca el precio global del dinero del aceite en sus equipos simboliza una compra importante, por lo que, el aceite debe ser meticulosamente mantenido en un afán por extender su vida útil.

El instrumento que se utilizó fue el formato de registros de parada de camiones (Anexo 3B); asimismo, el formato de orden de trabajo de cambio de aceite cada 1000 horas (Anexo 3C).

Cuadro 4. Costos de mantenimiento de cambio de aceite.

EQUIPO	MAQUINA	Mantenimiento	costo (\$) de aceite hidráulico nuevo por 50 galones	Horas de trabajo en cambio de aceite	Número de trabajadores	Costo (\$) por hora de trabajo	Costo (\$) total horas de trabajo en cambio de aceite	Costo parada de camion para cambio de aceite	Costo (\$) por deshacerse de aceite usado	Costo total de mantenimiento de cambio de aceite
HT 001	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	183	5546.80
HT 002	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	198	5561.80
HT 003	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	180	5543.80
HT 004	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	182	5545.80
HT 005	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	187	5550.80
HT 006	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	198	5561.80
HT 007	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	190	5553.80
HT 008	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	186	5549.80
HT 009	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	188	5551.80
HT 010	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	195	5558.80
HT 011	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	182	5545.80
HT 012	CAMION	Cambio de aceite	3763.80	5	2	10	100	1500	199	5562.80

Fuente: elaboración propia.

Las causas por las que se aumentan los costos del cambio de aceite de los camiones de acarreo Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina son las siguientes; alguna falla mecánica, fallas en el sistema de levante, fallas en la dirección, fallas en la refrigeración y fallas en la lubricación del sistema; costo de cambio de aceite cada 2000 hora por mantenimiento preventivo (250 galones), mayores horas hombre con cambio de aceite por aceite nuevo, Además, las pruebas de laboratorio como pruebas de estado y composición.

Cuadro 5. Matriz de correlaciones.

CAUSAS		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	Frecuen- cia
Fallas en el sistema de levante	C 1	■	0	0	1	1	0	0	2
Fallas en la dirección	C 2	0	■	0	1	1	0	0	2
Fallas en la lubricación del sistema	C 3	0	0	■	1	1	1	0	3
Cambio de aceite cada 2000 horas	C 4	1	1	1	■	1	1	1	6
Costo horas hombre	C 5	1	1	0	1	■	1	1	5
Pruebas de estado de aceite	C 6	0	0	1	1	0	■	1	3
Pruebas de composición	C 7	0	0	1	1	0	1	■	3
									24

<p>VALORES 0 No hay relación entre las causas 1 Si hay relación entre las causas</p>

Fuente: elaboración propia.

Según las frecuencias obtenidas en la matriz de correlaciones se determinó que la causa con mayor frecuencia es el cambio de aceite cada 2000 horas que a su vez es seguido por el costo horas hombre en cambio de aceite.

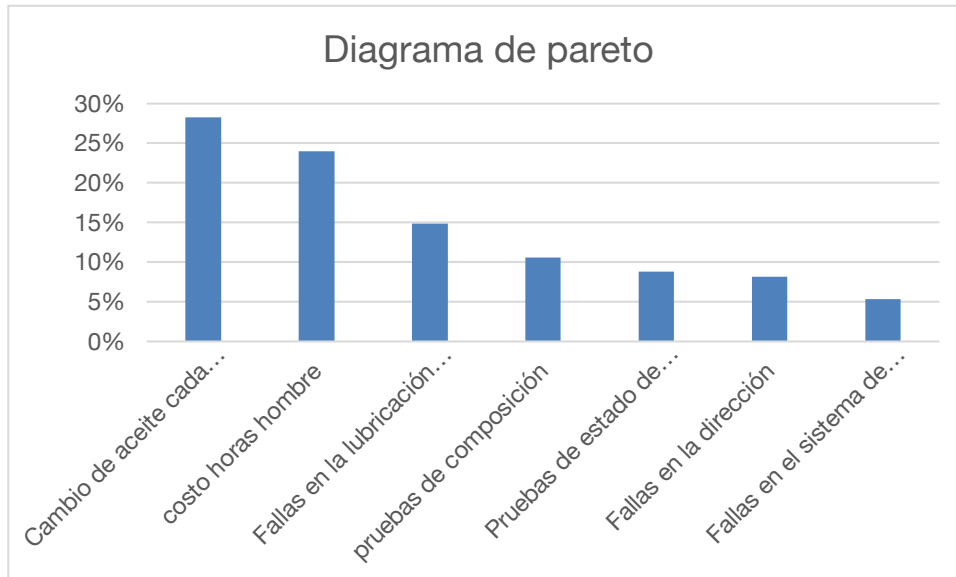


Figura 1. Diagrama de Pareto.

Según los datos obtenidos del diagrama de Pareto los problemas de la Compañía Minera Antaina son ocasionados por el costo de cambio de aceite, que requiere hacerse cada 2000 horas según recomendación de fabricante ya que se tiene que cambiar 250 galones por cada camión de acarreo Komatsu 930 ES.

Causas de costo de mantenimiento de cambio de aceite

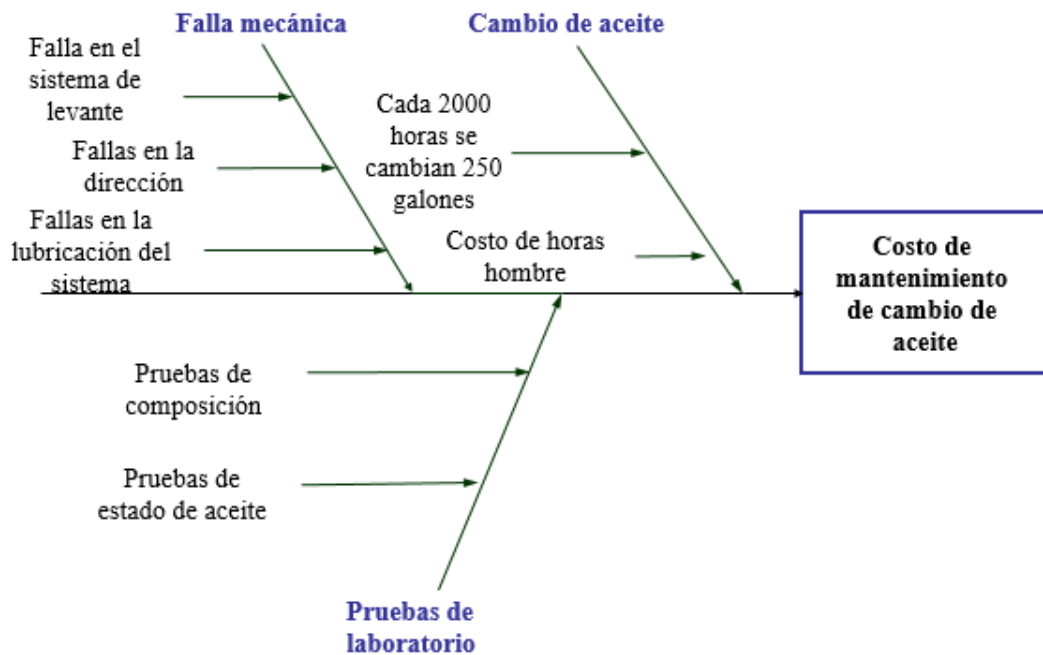


Figura 2. Diagrama de Ishikawa.

La causa del costo de mantenimiento de cambio de aceite es el cambio de aceite cada 2000 horas según mantenimiento programado en el que se realiza el cambio de 250 galones de aceite, a cada camión de acarreo, esto es en función a la recomendación del fabricante de dichos camiones; los cuales utilizan aceite Mobil SAE 10, además, el cambio de aceite actual genera la utilización de 10 horas/hombre por camión.

La compañía Antamina en el área de mantenimiento y específicamente en el truck shop donde se hacen los mantenimientos programados de los camiones de acarreo, a partir de la experiencia del personal se hacen propuestas de innovaciones en procesos que pudieran mejorar significativamente la reducción de costos en las diversas actividades contando con el programa “Ideas con valor”, así surge también a partir de la experiencia del personal de esta área la propuesta de que si se puede regenerar el aceite hidráulico a través de un tanque de micro filtrado donde reduciría

el costo, esto a partir de alargar los intervalos de cambio de aceite de 2500 horas a 3500 horas, siendo esto algo tentativo ya que en la práctica y en función al conteo de partículas y viscosidad se puede lograr extender mucho más, probablemente hasta el doble de las horas que inicialmente se estima.

3.2 Planificar e implementar el procedimiento de micro filtrado de aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

El aceite hidráulico juega un rol determinante en el buen rendimiento de cualquier mecanismo. Al minorizar o quitar la lubricación se produce una disminución de la capa de lubricante insertado entre los elementos mecánicos proporcionados de desplazamiento relativo entre ellos, lo que induce a un desgaste, incremento de las fuerzas de fricción, incremento de temperatura, incitando dilataciones e incluso fundición de materiales bloques de piezas móviles. Por tanto, el mismo nivel de lubricante puede ser un parámetro de control funcional (Cruz, 2011)

Las muestras iniciales deben ser sacadas cada 250 HRS según el manual de mantenimiento preventivo para luego examinar y establecer un monitoreo a los compartimientos con índice de contaminación, debe establecerse una tendencia equilibrada de datos. Para establecer una cronología pertinente de datos, realizar muestreos semejante de aceites especiados uniformemente (Ramírez, 2007).

Asimismo, Ramírez (2007) señala que, para lograr los mas óptimos resultados, las pruebas de aceite deben tomarse en intervalos de 250 HRS, según experiencia de prueba de banco de los fabricantes se puede proporcionar una indicación oportuna de contaminación y degradación del aceite, además de hacer seguimientos posteriores y llevar las tendencias de progreso.

Caterpillar S.O.S Services, tiene los siguientes parámetros, estos parámetros se obtienen en conjunto en cada muestra que se toma para cada camión:

Cuadro 6. Estándares que se deben cumplir el aceite.

Creado	6-Ene-2020		
Fabricante	Caterpillar		
Familia	All		
Model	MT765		
Prefijo ID de producto	AMS,0AMS%		
Compartimiento	Sistema Hidraulico		
Valid Equipment	24		
Valid Samples	70		
Valid Fluid Hours	1000		
Elementos	Requiere Ninguna Accion	Inspeccionar	Accion Necesaria
Cobre	0 a 18	19 a 23	Over 23
Hierro	0 a 22	23 a 27	Over 27
Cromo	0 a 2	3 a 4	Over 4
Aluminio	0 a 4	5 a 6	Over 6
Plomo	0 a 10	11 a 13	Over 13
Silicio	0 a 13	14 a 15	Over 15
Estaño	0 a 2	3 a 4	Over 4

Fuente: Elaboración propia.

Un plan moderno de análisis de lubricantes debe ser como una cadena donde la integridad y la fuerza de cada eslabón (selección de la localización óptima del puerto de muestra, constancia adecuada, opción de las pruebas a realizar, adecuado análisis y la interpretación realizada por el personal especializado) es idéntica, es la herramienta efectiva para aumentar la confiabilidad de la maquinaria. Ese programa utiliza la tecnología, los conocimientos, de la funcionamiento del equipo y los resultados del análisis de aceite para constituir acciones precisas de mantenimiento y permitir una lubricación óptima. (Trujillo, 2007).

TIPOS DE ANÁLISIS QUE SE REALIZARON EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE FLUIDO.

El análisis cíclico de aceite consistió en una sucesión de pruebas de diagnóstico que llevaron a evaluar la contaminación y la degradación en una muestra de aceite.

Las pruebas que se realizaron en el laboratorio de análisis fueron los siguientes:

a) Detección de elementos de desgaste.

Se realizó a través un Equipo Plasma ICP (Plasma de Acoplamiento inductivo)

Se detectaron 22 componentes metálicos, desgastes, contaminantes y aditivos:

La combinación de estos componentes determinó un normal o anormal desgaste de sistemas de la máquina.

Este test vigila la proporción de desgaste de un componente específico, identificando y tomando medida de la concentración de los componentes de desgaste que se encuentran en el aceite. Este examen de desgaste se expresa en partes por millos (ppm) o miligramo 1 Litro (mg/Lt) y solo detecta partículas hasta un tamaño de 10 micrones (10u).

Cuadro 7. Los principales contaminantes en los aceites en el sistema hidráulico.

SISTEMA HIDRÁULICO	
Fe	Mayoría de componentes internos: engranajes, rodamientos, ejes.
Cr	Rodamientos, vástagos de cilindros

Análisis de la condición de aceite:

La prueba de condición del aceite se determinó a través de un Espectrofotómetro Infrarrojo. Este test también se denomina como FT-IR (Fourier Transform Infrared Analysis), identificó y cuantificó elementos orgánicos al medir su absorción de luz infrarroja a la longitud de onda específica de cada componente orgánico.

Este análisis infrarrojo (IR) relaciona muestras tanto de aceite usado como de aceite nuevo. Se aplica a los aceites de todos los compartimientos. Mide la cantidad de

hollín, oxidación, nitración y azufre. También puede identificar contaminación con Agua, Combustible o Glicol. Estas cantidades son expresadas en porcentajes (%)

b) Pruebas físicas.

Las pruebas físicas confirmaron la aparición de agua, combustible y glicol en el Aceite.

c) Enumerar las partículas. Se utilizó un contador de partículas.

d) Índice PQ: El PQ es un equipo automático para determinar cuantitativamente el nivel de partículas ferromagnéticas que se exponen en los aceites sobados. Estas partículas ferrosas pueden provenir del acero, hierro o alguna aleación ferrosa que son incluidos mayor que 10 micras.

Mediante el formato de muestreo de aceite (Anexo 4A) se obtuvo las conclusiones del análisis de aceite hidráulico de 12 camiones Komatsu 930 ES; a partir del cual, se implementó el procedimiento de micro filtrado de aceite usado en los camiones en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

Con la decantación fuera de línea, no se está sujeto a la particularidad de flujo y sistema hidráulico principal; por lo tanto, el mejor filtro, flujo y tamaño se seleccionó para alcanzar la frecuencia de mantenimiento deseada.

Cuadro 8. Formato de muestreo de aceite.

CAMION	PQ	PQ	VISCOSIDAD 100 °C (cSt)	Oxidacion	Agua(%)	ANALISIS DE METALES (ppm)										CONTADOR DE PARTICULAS (CP)							
						Fe	Cr	Pb	Cu	Sn	Al	Ni	Ag	Si	ISO	4μ	6μ	10μ	14μ	21μ	38μ	70μ	
HT 001	1000	7	5.9			8	2	2	25	2	4			8	20/19/14	1929.81	658.5	110	14	4	0	0	
HT 002	1000	7	5.8			8	4	4	24	4	6			33	20/19/15								
HT 003	1000	6	5.6			12	1	2	4	0	0			9	18/16/13	1653.66	246.8	51.01	17	5	3	0	
HT 004	2000	6	5.5	2.68		7	1	0	5	1	2			6	18/16/13	868.29	325.9	97	19	0	0	0	
HT 005	4000	5	5.4			4	1	2	12	1	2			7	18/16/13								
HT 006	4000	7	5.6		0	5	2	2	9	5	4			0	18/16/13	7010.4	2468	861	186	20	3	0	
HT 007	4000	8	5.7		0	8	0	2	11	2	7			0	18/16/13	764.38	391.5	87	16	3	0	0	
HT 008	4000	4	5.8		0	3	1	1	20	1	1			1	18/16/13								
HT 009	4000	6	5.4			3	0	5	5	1	2			2	18/16/13								
HT 010	4000	5	5.4			4	2	1	8	3	3			0	18/16/13								
HT 011	4000	7	5.3			6	1	0	4	1	2			2	18/16/13	47249	6601	510	21	2	0	0	
HT 012	4000	6	5.7			5	5	0	10	0	1			2	18/16/13	1386	522	166	13	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Evaluar y comparar costos después de la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado.

Cualquier elección de acción debe ser valorado también desde el punto de vista de ahorro.

Cuadro 10. Costo total de mantenimiento de cambio de aceite después de la regeneración.

EQUIPO	MAQUINA	Mantenimiento	costo (\$) de aceite hidráulico nuevo por 50 galones	Horas de trabajo en cambio de aceite	Número de trbajadores	Costo (\$) por hora de trabajo	Costo (\$) total horas de trabajo en cambio de aceite	Costo parada de camionpara cambio de aceite	Costo total de mantenimie nto de cambio de aceite
HT 001	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 002	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 003	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 004	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 005	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 006	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 007	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 008	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 009	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 010	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 011	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00
HT 012	CAMION	Cambio de aceite	163.00	2	1	10	20	500	683.00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Comparación de costos después de la regeneración de aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES.

EQUIPO	Costo total de mantenimiento de cambio de aceite sin regeneración de aceite	Costo total de mantenimiento de cambio de aceite con regeneración de aceite
HT 001	5546.80	683.00
HT 002	5561.80	683.00
HT 003	5543.80	683.00
HT 004	5545.80	683.00
HT 005	5550.80	683.00
HT 006	5561.80	683.00
HT 007	5553.80	683.00
HT 008	5549.80	683.00
HT 009	5551.80	683.00
HT 010	5558.80	683.00
HT 011	5545.80	683.00
HT 012	5562.80	683.00

Fuente: elaboración propia

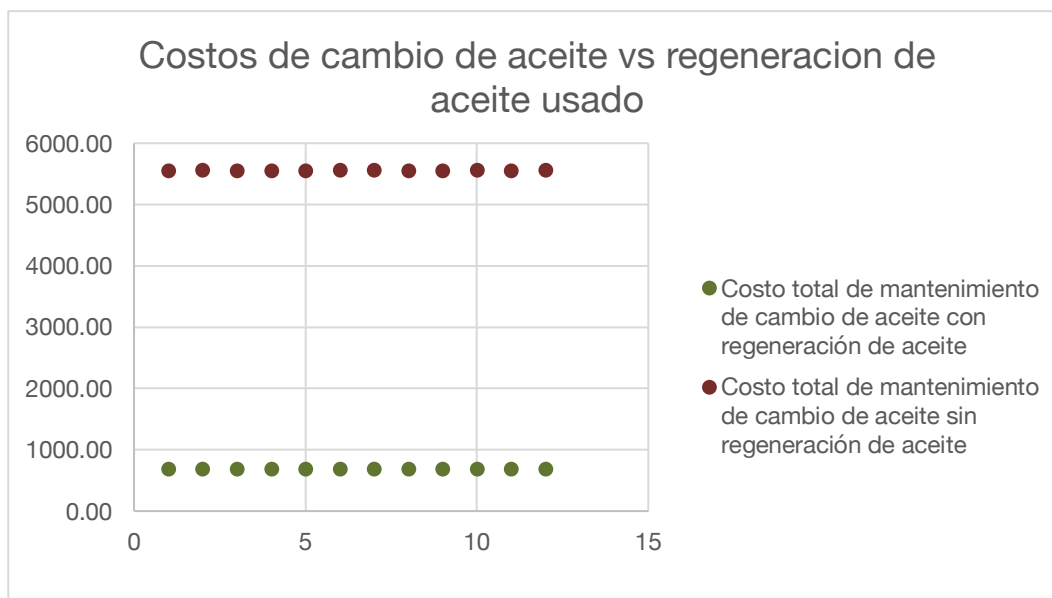


Figura3. Costos de cambio de aceite vs regeneración de aceite usado

De la gráfica se observa que la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado disminuye el costo en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación.

Existe una diferencia significativa en el costo de mantenimiento de cambio de aceite en el costo de mantenimiento de cambio de aceite antes de la regeneración de aceite usado (pre-test) y las medidas después de la regeneración de aceite usado (post-test).

Hipótesis Estadísticas:

H_0 = No existen diferencias significativas en el costo mantenimiento de cambio de aceite en el costo de mantenimiento de cambio de aceite antes de la regeneración de aceite usado (pre-test) y después de la regeneración de aceite usado (post-test).

H_1 = Existen diferencias significativas en el costo de mantenimiento de cambio de aceite en el costo de mantenimiento de cambio de aceite antes de la regeneración de aceite usado (pre-test) y después de la regeneración de aceite usado (post-test).

Nivel de significancia: 0.05 = 5%

Si P-valor < 0,05 se rechaza H_0 (Se acepta H_1)

Para contrastar la hipótesis de hizo uso de la prueba T Student para muestras relacionadas con el software SPSS versión 25, siendo los resultados de la contrastación los siguientes:

Cuadro 12. Estadísticas de muestras emparejadas.

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Costo total de mantenimiento de cambio de aceite antes de la regeneración de aceite usado.	5552,80	12	6,928	2,000
Costo total de mantenimiento de cambio de aceite después de la regeneración de aceite usado.	683,00	12	,000	,000

Fuente: elaboracion propia

Cuadro 13. Prueba de muestras emparejadas

	t	gl	Sig. (bilateral)
Costo total de mantenimiento de cambio de aceite antes de la regeneración de aceite usado - Costo total de mantenimiento de cambio de aceite después de la regeneración de aceite usado	2434,900	11	,000

Fuente: elaboracion propia

El P-valor obtenido en la prueba T Student en el SPSS es de 0,00000 y como es menor que 0,05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 , siendo nuestra conclusión:

Existen diferencias significativas en el costo de mantenimiento de cambio de aceite en el costo de mantenimiento de cambio de aceite antes de la regeneración de aceite usado (pre-test) y después de la regeneración de aceite usado (post-test).

Es decir, la regeneración de aceite usado si tuvo realmente un efecto significativo sobre la variable costo de mantenimiento de cambio de aceite. De hecho, los costos de mantenimiento de cambio de aceite bajaron en promedio de 5552,80 a 683,00.

IV. DISCUSIÓN

El primer objetivo específico fue diagnosticar sobre el costo del aceite en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020.

En relación a este objetivo los resultados nos muestran que los costos por cambio de aceite, mano de obra que participa en dicho cambio, así como las pérdidas por parada de los camiones y el costo de desechar el aceite usado superan los 5500 dólares en cada uno de los camiones Komatsu 930 que ingresa a mantenimiento.

Esto concuerda con lo establecido por Sánchez (2014) en su investigación titulada “prototipo de una factoría industrial para la re-refinación de aceites, lubricantes sobados en el distrito de chilca”, tesis de Ingeniero Químico, de la Universidad del Callao. Se planteó como objetivo el diseño de una factoría industrial para la re-refinación de aceites, lubricantes sobados en el distrito de CHILCA. Como conclusión se señala la ingeniería de proceso, ingeniería de diseño de detalles, evaluación económica demostrándonos la efectividad y rentabilidad del proyecto obteniendo como resultado un TIRF (tasa interna de retorno financiero) igual a 81.05% y un

VANF (valor actual neto financiero) igual a \$ 6 922 407 en un horizonte de 10 años, con una etapa de recuperación de la inversión de 1 año y 4 meses.

El segundo objetivo fue planificar e implementar el procedimiento de micro filtrado de aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES en la compañía minera Antamina Huaraz-2020. En este ítem los resultados muestran que 12 camiones Komatsu que ingresaron a cambio de aceite hidráulico 3 de ellos tenían 1000 horas de recorrido a partir del último cambio de aceite que se les realizó, 1 tenía 2000 horas y 8 camiones tenían 4000 horas, todos ellos requirieron regeneración de aceite el mismo que se efectuó para los 12 camiones mostrando los resultados en el tercer objetivo específico al comparar los costos de cambio de aceite versus regeneración de aceite reduciéndose en gran medida los costos de 5 500 dólares aproximadamente a 600 dólares.

Estos resultados concuerdan con lo establecido por Villar (2018) “sistema de gestión de mantenimiento para los equipos de camiones Komatsu 730E-6 para trabajo con requisitos de altitud superior a los 3500 msnm.”, tesis de Ingeniero Mecánico, de la Universidad Cesar Vallejo. Se planteó como objetivo reestablecer si la ingeniería en el Sistema de trámite de mantenimiento para flota de camiones Komatsu 730E-6 para funciones en condición de altitud superior a los 3500 msnm, tiene impacto positivo en el aumento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de camiones eléctricos Komatsu 730E-6 en una empresa minera de la sierra liberteña. Se finaliza que: El importe promedio del mantenimiento con el sistema de manutención anterior fue de US\$ 49.203 (100%), luego de aplicado los correctivos en el plan de mantenimiento proyectado de parada son US\$ 30.760 (62.52%), lográndose una disminución significativa de US \$ 18.443 (37.48 %). La cantidad de paradas promediando fue por unidad de 18 por mes (100%) luego de ser aplicadas las mejoras pasó a 11 (63%), es decir hay un descenso de 6.7 paradas por unidad (37%). El análisis económico muestra en un horizonte de 6 años, el Valor Actual Neto de los costos si se sigue trabajando con el método empleado es US\$ 4'285,576.53, mientras que si se emplea las mejoras en el plan de mantenimiento el Valor Actual Neto es de US\$ 1'677,584.14. La relación beneficio costo >1. Así se logró mejorar

el plan de mantenimiento, por lo tanto es más confiable, porque se redujeron las paradas y disminuyeron los costos.

V. CONCLUSIONES

- ✓ La regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado disminuye el costo en la compañía minera Antamina Huaraz-2020. La disminución de los costos después de la regeneración es grande debido a que al regenerar 250 galones usados por los camiones Komatsu 930 ES en cada mantenimiento de cambio de aceite, el costo por los 250 galones disminuye a S/ 163, asimismo, el costo de mano de obra en cambio de aceite a S/20 y el costo por parada de cambio para cambio de aceite a S/ 500 dando un total de S/683 en comparación a costos sin la regeneración del aceite que superaban los S/ 5500.
- ✓ La merma de los costos de mantenimiento con la regeneración de aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES es 70% menos frente a la decisión de cambiar con aceite nuevo; es decir, los costos disminuyeron de montos superiores a S/. 5500 antes de la regeneración a S/ 683 que es el costo después de la regeneración del aceite.
- ✓ Se estableció un procedimiento para la toma de muestras integral que permitirá mejores resultados al detectar de manera preventiva fallas futuras en el sistema hidráulico mediante:
 - Determinación de la cantidad de azufre y concentraciones de aditivo y grasa:
 - Determinación de cloro en lubricantes nuevos y usados.
 - Análisis químico para metales en aceites nuevos / usados.
 - Análisis de la cantidad de Cloro en aceites nuevos / usados.
 - Análisis de bifenilos poli clorados (PCB's).
 - Precisión de la viscosidad.
 - Precisión del punto de escurrimiento.

- Método de prueba estándar para color.
- Determinación de la acides total.
- Determinación del contenido de cenizas.

VI. RECOMENDACIONES

En relación a la investigación realizada en la compañía Minera Antamina 2020 se establecen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Aplicar la regeneración de aceite usado por los camiones a todos los camiones de acarreo Komatsu 930ES, los cuales utilizan aceite Mobil SAE 10, y que ingresan a mantenimiento de cambio de aceite, tanto en el turno de día como de noche y en las 4 guardias, para disminuir así el costo promedio de mantenimiento de cambio de aceite de 5552,80 a 683,00 por cada camión. Además, extender a las demás maquinarias que utilizan aceite Mobil SAE 10 la regeneración de aceite usado para minimizar los costos de mantenimiento.
- ✓ El proceso de la regeneración del aceite usado en los camiones Komatsu 930 ES, a través del sistema de micro filtrado deberá comprender los siguientes pasos.
 1. Identificación de camiones Komatsu 930 ES a analizar.
 2. Analizar el historial del equipo y estado general del equipo.
 3. Tomar las muestras de aceite usado.
 4. Análisis el aceite de aceite (laboratorio).
 5. Interpretación de resultados y análisis de tendencias de desgaste.
 6. Determinación de tareas de regeneración de aceite.
 7. Extracción de partículas gruesas mediante filtración.
 8. Remoción de partículas finas y agua mediante un proceso de centrifugación.

- ✓ Normar el procedimiento para la toma de muestras integral que permitirá mejores resultados al detectar de manera preventiva fallas futuras en el sistema hidráulico mediante:
 1. Determinación de la cantidad de azufre y concentraciones de aditivo y grasa:
 2. Determinación de cloro en lubricantes nuevos y usados.
 3. Análisis químico para metales en aceites nuevos y usados.
 4. Análisis de la cantidad de Cloro en aceites nuevos y usados.
 5. Análisis de bifenilos poli clorados (PCB's).
 6. Determinación de la viscosidad.
 7. Determinación del punto de escurrimiento.
 8. Método de prueba estándar para color.
 9. Determinación de la acides total.
 10. Determinación del contenido de cenizas.
- Comprometer a la gerencia de mantenimiento mina y vicepresidencia de la compañía.
- Establecer un checklist con una base de datos para poder realizar un control preciso de regeneración del aceite usado y los intervalos de forma adecuada.
- Asegurar el planeamiento correspondiente junto con los mantenimientos programados.
- Establecer un cronograma de charlas de información del nuevo procedimiento y diagrama de proceso de la regeneración del aceite.
- Difundir en todas las guardias el nuevo proceso de cambio de aceite regenerado.

REFERENCIAS

ALVARADO, Víctor. Ingeniería de Costos. México: Grupo editorial patria, 2016.
8 pp.

ISBN: 9786077444671.

ARRAUT, Luis. Implementación de una planta para la recuperación de aceites usados en la ciudad de Cartagena. Tesis (Especialista en Gerencia de Proyectos). Cartagena: Universidad tecnológica de Bolívar, 2009. 22 pp. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0051852.pdf>

CERDÁ, Luis. Automatismos, neumáticos e hidráulicos. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2018, 44 pp.

ISBN: 9788497324557.

CREUS, Antonio. Neumática e Hidráulica. Barcelona: Editorial Marcombo, S.A., 2011, 360 pp.

D'ALESSIO, Fernando. Administración de las operaciones productivas. México: Pearson, 2012. 458 pp.

ISBN: 9786073211864.

DE LA ARADA, Mercedes. Optimización de la cadena logística. España: Paraninfo S.A., 2019. 58 PP.

ISBN: 9788428341752.

DE LAS HERAS, Salvador. Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas. Barcelona: Editorial UPC, 2011. 371 pp.

ISBN: 9788476538937.

Directiva 87/101/CEE relativa a la gestión de aceites usados. Diario de las comunidades europeas, Bruselas, 22 de diciembre de 1986.

GASTALVER, Maria. Gestion y Control de Flotas y Servicios de Transporte por Carretera. Edicion 5.0 Malaga: Editorial Elearning S.L, 2014. 78-79 pp. ISBN: 9788416199983.

GOMEZ, Carlos. GARCIA, Gustavo. HERNANDEZ, Ariel. RAMIREZ, Pablo. La industria de la re-refinacion de aceite mineral usado en Argentina. Oportunidad de negocios con beneficios ambiental. Argentina: Universidad del CEMA, 2007. 63 pp. Disponible en:

GRAU, Mario y GRAU, María. Riesgos ambientales en la industria. Madrid: UNED. 2006. 332 pp. p ISBN: 9788436251753.

HUANANCHIN, Wilfredo. Minera Antamina planea invertir US\$ 390 millones en mejora de operaciones [en línea]. Gestión. Perú. 19 de julio de 2019. [Fecha de consulta: 06 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/empresas/minera-antamina-planea-invertir-us-390-millones-mejora-operaciones-273621-noticia/?ref=gesr>.

JIMÉNEZ, Fernando. Mantenimiento preventivo de sistema de automatización industrial. Málaga: Editorial IC, 2015.

LLANOS, Francisco. Propuesta para el manejo de aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sigsig. Tesis (Titulo Profesional). Cuenca – Ecuador: Universidad politécnica Salesiana, 2013. 129-130 pp. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5174/1/UPS-CT002737.pdf>.

Maquinaria pesada: ¿cuáles son los equipos más pedidos? [en línea]. El Comercio. Perú. 13 de febrero de 2018. [Fecha de consulta: 04 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/maquinaria-pesada-son-equipos-pedidos-noticia-496745-noticia/?ref=ecr>.

MARTIN, José. La Gestión de los Aceites Usados. España: editorial EOI, 2009. 22-25 pp.

MAZANARES, Lucia. Manejo de aceite lubricante usado en motores de combustión interna en el municipio de Ahome. Tesis (Maestro en Ingeniería Industrial). México: Instituto politécnico nacional, 2016. 2 pp.

MENESES, Christian. ROMERO, Danis. “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO PORTATIL PARA LA RECUPERACION DEL ACEITE HIDRAULICO USADO DE BASE MINERAL DEL LABORATORIO DE SISTEMAS OLEONEUMATICOS” Tesis (Ingeniero Mecánico). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.15pp, 130pp. Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/138068.pdf>.

MESA, Hugo. PRINCIPIOS SOBRE FILTRACIÓNEN SISTEMAS HIDRÁULICOS DE ACEITE. Tesis (Ingeniero Mecanico). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. xv pp. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0464_M.pdf.

Minem: Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería [en línea]. La República. Perú. 24 de junio de 2019. [Fecha de consulta: 05 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://larepublica.pe/economia/2019/06/25/minem-casi-el-10-del-pbi-y-el-61-de-las-exportaciones-del-2018-fueron-producto-de-la-mineria/>.

MIRAVETE, Antonio y LARRODÉ. Transportadores y Elevadores. Emilio. Zaragoza: Editorial Reverté, S.A., 2004, 159 pp. ISBN: 8492134917.

MOGRO, Sofia. Propuesta para la creación de una planta de regeneración de aceites usados de vehículos para elaborar bases lubricantes. Emprendimiento (Titulo Profesional). Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015. xiii pp. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9015>.

NAVARRO, Wilber. Estado situacional del manejo del aceite lubricante usado en la ciudad de Ayacucho y propuesta de disposición final. Tesis (Titulo Profesional). Piura – Perú: Universidad de Piura, 2014. v pp. Disponible en: https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2792/MAS_GAA_018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

NIELSEN, Melanie. Analisis de rentabilidad de “Planta de regeneración de aceites lubricantes”. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2016. 107 pp. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8274/nielsen-cingel-melaniefce.pdf.

RAMIREZ, Wilmer. Eficiencia del biodiesel del aceite de semillas de ricinus communis (higuerilla) como combustible alternativo, Chiclayo. Tesis (Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. xi pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27769>.

SANCHEZ, Luis. DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA LA RE-REFINACION DE ACEITES LUBRICANTES USADOS EN EL DISTRITO DE CHILCA. Tesis (Ingeniero Quimico). Perú: Universidad del Callao, 2014. 9 pp. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/407>.

Torres, Francisco. DISEÑO DE UN ESQUEMA DE REPROCESADO DE ACEITE USADO PARA LA OBTENCION DE ACEITE. Tesis (Ingeniero Electro - Mecanico). Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2004. 109 pp. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16456/1/Torres%20Heredia%2c%20Francisco%20Xavier.pdf>.

VILLAR, Cesar. “SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA FLOTA DE CAMIONES KOMATSU 730E-6 PARA TRABAJO EN CONDICIONES DE ALTITUD SUPERIOR A LOS 3500 MSNM.” Tesis (Ingeniero Mecanico). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. xv pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/28579>.

ZELADA, Oscar. Estado situacional del manejo del aceite lubricante usado en la ciudad de Ayacucho y propuesta de disposición final. Tesis (Titulo Profesional). Lima Universidad Nacional de Ingeniería. 2015. iii pp. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni>.

ANEXO

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Regeneración del aceite usado A través del sistema de micro filtrado	Cualquier operación de reciclado que permita producir aceites de base mediante el refinado de aceites usados, en particular mediante la retirada de los contaminantes, los productos de oxidación y los aditivos que tengan dichos aceites (De la Arada, 2019)	Cualquier operación de reciclado que permita producir aceites de base mediante el refinado de aceites usados, en particular mediante la retirada de los contaminantes, los productos de oxidación y los aditivos que tengan dichos aceites (De la Arada, 2019)	Diseño de sistema de micro filtrado	<ul style="list-style-type: none"> • Número de equipos • Número de operarios • Número de tareas 	Razón
			Nivel de contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • % partículas Hasta 25 micras.	Razón
			Tasa de flujo	<ul style="list-style-type: none"> • % de capacidad de tanque • 20 galones por minuto (gpm) 	Razón
			Análisis de nuevo aceite	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de azufre y concentraciones de aditivo y grasa. • Cantidad de cloro • Viscosidad • Color 	Razón

Fuente: Elaboración propia

Operacionalización de la variables dependiente.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Costo de regeneración del aceite usado través del sistema de micro filtrado	El costo es la evaluación, en términos inversionista, de todos los recursos y actividades necesarias para la fabricación de un producto, la contribución de un servicio o, en su caso, la adquisición de un bien o servicio (Alvarado, 2016).	El costo de la función logística del mantenimiento, es decir, de la conducción de repuestos, suministros y materiales y del uso de la mano de obra calificada, que injiere en los arreglos que se hacen a las maquinas de una planta para mantenerlas en buen funcionamiento	Costo de suministro Costo de materiales Costo de mano de obra	Costo de galones de aceite usado y regenerado (nuevo aceite) Costo por hora de uso de quipos para mantenimiento (cambio de aceite) Costo por hora de mano de obra para mantenimiento (cambio de aceite)	Razón: 0-20, 20-40 y 40-60 soles por galón Razón: 0-40 soles por hora de uso de maquina: Razón: 0-55 soles por hora/hombre

Fuente: Elaboración propia

B. FORMATO DE REGISTRO DE PARADA DE CAMIONES KOMATSU 930 ES

FORMATO DE REGISTRO DE PARADA DE CAMIONES KOMATSU 930 ES PARA MANTENIMIENTO									
MES:									
EQUIPO	MAQUINA	DIA	HORA DE INICIO	DURACION DE LA FALLA	HORA FINAL	DESCRIPCION DE LA FALLA	SISTEMA	DURACION EN HORAS	COSTO POR PARADA DE CAMION
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									
KOMATSU 930ES									

Fuente: Elaboracion propia

**C.- FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO DE CAMBIO DE ACEITE
CADA 1000 HORAS**

Formato de Trabajo			
Lugar		COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA S.A	
		Word Order N°	MM612587
		Tarea	001
Referencia del Equipo	HT-140		
Descripción	Camión Komatsu 930 ES		
Descripción de Orden de Trabajo	Cambio de Aceite Hidráulico		
Descripción Extendida			
Tarea	001	Descripción	Cambio de Aceite Hidráulico
Componente	Sistema Hidráulico	Modificador	
Originado por		Fecha Planificada	
Grupo de Trabajo	Mecánico Mina	Asignado a	
Tipo de Orden de Trabajo	Mantenimiento	Tipo de Mantto	Preventivo
Requerimiento para la Tarea			
Tipo de Recurso	Cantidad de Personas	Horas Estimadas	
Mecánico	02	5 horas	
Fecha de Inicio		Prioridad	
Instrucciones de Seguridad			
Utilizar equipo de protección personal para trabajo mecánico			

Fuente: Elaboracion propia

D.- FORMATO DE COSTO DE RELLENO DE NUEVO ACEITE BASE (ACEITE REGENERADO) PARA CADA CAMIÓN Y COSTO DE HORAS DE MANO DE OBRA Y HORAS MÁQUINA DE CAMBIO DE ACEITE

Instrucciones de Trabajo			
TAREAS Bloqueo del equipo; drenar en bandejas de aceite, utilizar herramientas adecuadas e inspeccionadas mover las bandejas de aceite entre 2 personas, cambiar los filtros hidráulicos utilizando una bandeja adecuada para no hacer derrames. Revisar el nivel de aceite y rellenar hasta que quede en el nivel adecuado.			
Hr Hombre		Hr Maquina	
Costo Hr Hombre		Costo Hr Maquina	
Costo Total de Actividad en el Cambio de Aceite			
Relleno de aceite hidráulico durante cambio de aceite en camión komatsu (en galones)		Costo total de aceite hidráulico rellenado (en soles)	

Fuente: Elaboracion propia