



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Factibilidad técnica económica de la reutilización de aceite usado refinado en
sistemas mecánicos.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE;
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Sandoval Calderon, Richard Alexander (orcid.org/0000-0003-0527-1531)
Zamora Castrejon, Deciderio (orcid.org/0000-0001-9173-0268)

ASESOR:

Dr. Luján López, Jorge Eduardo (orcid.org/0000-0003-1208-1242)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible Y Adaptación Al Cambio Climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación con todo cariño y amor a mis padres, por su apoyo incondicional

Agradecimiento

A Dios por ser mi guía en la vida y a mi querida universidad por toda la aventura estudiantil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de Tablas | v |
| Resumen. | vi |
| Abstract..... | vii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 10 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación | 10 |
| 3.2. Variables y Operacionalización | 11 |
| 3.3. Población, Muestra y Muestreo | 11 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos | 12 |
| 3.5. Procedimientos | 13 |
| 3.6. Método de Análisis de Datos | 13 |
| 3.5. Aspectos éticos | 13 |
| IV. RESULTADOS | 15 |
| IV. DISCUSIÓN | 19 |
| IV. CONCLUSIONES | 22 |
| IV. RECOMENDACIONES..... | 23 |
| REFERENCIAS..... | 24 |
| ANEXOS | 31 |

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | 30 |
| Tabla 2. Cantidad de Aceite almacenados (Litros) | 31 |
| Tabla 3 . Análisis de datos del aceite SAE 10W-30, | 34 |
| Tabla 4. Resultados Análisis de Control de calidad de Aceite Usado..... | 36 |
| Tabla 5. Características de Aceites Lubricantes aptos en sistemas mecánicos | 37 |
| Tabla 6. Criterios para determinación de capacidad de procesamiento..... | 40 |
| Tabla 7. Características de sensor de nivel máximo y mínimo..... | 61 |
| Tabla 8. Inversión Inicial del Proyecto..... | 65 |
| Tabla 9. Flujo de Caja | 66 |
| Tabla 10. Valor Actual Neto | 67 |
| Tabla 11. Tasa Interna de Retorno | 68 |

Resumen

La presente investigación denominada Factibilidad técnica económica de la reutilización de aceite usado refinado en sistemas mecánicos, está enmarcada dentro de la línea de investigación de Diseño y simulación de sistemas electromecánicos, y tuvo como objeto de estudio los aceites que se reciclan en los dispositivos mecánicos de una empresa minera en la ciudad de Cajamarca; en el cual se determinó las factibilidades técnicas y económicas de su reutilización. Esta investigación está dentro de la línea de responsabilidad social universitaria: Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio climático.

Se inició el estudio haciendo una evaluación del estado actual de la cantidad de aceites que son reemplazados en la maquinaria que se encuentran en operación; luego se hizo una descripción de las características físicas que requieren los aceites para ser considerados aptos para su reutilización; a partir de ello se hizo el dimensionamiento de los mecanismos del proceso de tratamiento de aceite usado refinado para su aplicación en sistemas mecánicos de maquinaria pesada en minería; y finalmente se evaluó económica utilizando indicadores económicos como VAN, TIR y relación costo/beneficio.

Los resultados del estudio mostraron que es factible la reutilización de los aceites usados, debido a que se llegó a determinar que con un procesamiento adecuados, logran tener características físicas de acuerdo a lo que los mecanismos requieren para su lubricación, y con ello contribuirá a la disminución de los residuos líquidos peligrosos, además que incrementan la rentabilidad económica de la empresa.

Palabras Clave: Factibilidad Técnica y Económica, Reutilización de aceites refinados, sistemas mecánicos.

Abstract

The present investigation called Economic technical feasibility of the reuse of refined used oil in mechanical systems, is framed within the line of investigation of Design and simulation of electromechanical systems, and had as object of study the oils that are recycled in the mechanical devices of a mining company in the city of Cajamarca; in which the technical and economic feasibility of its reuse was determined. This research is within the line of university social responsibility: Sustainable Development and Adaptation to Climate Change.

The study began by evaluating the current state of the amount of oils that are replaced in the machinery that is in operation; then a description of the physical characteristics required by the oils to be considered suitable for reuse was made; From this, the sizing of the mechanisms of the refined used oil treatment process was made for its application in mechanical systems of heavy machinery in mining; and finally economic was evaluated using economic indicators such as VAN, IRR and cost/benefit ratio.

The results of the study showed that the reuse of used oils is feasible, because it was determined that with adequate processing, they manage to have physical characteristics according to what the mechanisms require for their lubrication, and with this they will contribute to the reduction of hazardous liquid waste, in addition to increasing the economic profitability of the company.

Keywords: Technical and Economic Feasibility, Reuse of refined oils, mechanical systems.

I. INTRODUCCIÓN

Los aceites dentro de los sistemas mecánicos, constituyen insumos imprescindibles para su funcionamiento; el mantenimiento preventivo en todos los sistemas incluye el cambio de aceite, el cual se da a determinadas horas de funcionamiento o a determinados kilómetros de recorrido, de acuerdo a la operación que realizan; dichos cambios de aceites constituyen la extracción de “aceite quemado”, hacia el medio ambiente. (Jurado, 2017).

Los lubricantes que se utilizaron dentro de los mecanismos en los diferentes procesos productivos y/o generación de energía, como elementos que disminuyen la fricción de dos o más superficies metálicas, son extraídos de los sistemas al cumplir su tiempo de vida y tienen como disposición temporal, depósitos y espacios dentro de las empresas, para luego ser llevados por las empresas prestadoras de residuos hacia su disposición final. (Jurado, 2017).

La extracción de los aceites de los mecanismos, se hace imprescindible, debido a que ellos pierden propiedades de lubricar, refrigerar y de limpiar, debido a que están sometidos a fuertes impactos y contaminación; por ende su reemplazo es una labor cotidiana, lo cual genera de manera inevitable el almacenamiento de los llamados aceites quemados que si no son tratados dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente de cada país, contribuye significativamente en la contaminación del aire y suelo. (Pasaye-Anaya, 2020)

En el Perú, las empresas que están dedicadas al sector minero, destinan grandes cantidades de su presupuesto en mantenimiento de sus unidades vehiculares, como también en la maquinaria pesada, y tienen establecido programas de mantenimiento preventivo, que incluyen cambios de aceite en varios sistemas de mecanismos durante el kilometraje de bloqueo del vehículo o las horas de operación de equipos pesados; el producto resultante son cientos de galones de aceite usado, que junto con los residuos sólidos constituyen desechos mineros. (OSINERGMIN, 2017)

Los lubricantes, en sus diferentes grados de viscosidad, cuando ya no tienen las propiedades originales, son porque tienen un grado alto de contaminación, ya sea por los metales que se desgastan dentro de la misma máquina, y por partículas que ingresan a los mecanismos; éstos lubricantes presentan características de no reutilización, cuando su grado de contaminación es alta y además si han sufrido algún cambio en su composición química. Se realizan las denominadas pruebas a los lubricantes, a fin de establecer si aún están aptos para ser consideradas como posibles aceites a reutilizar; se ha evidenciado que en un gran porcentaje los aceites quemados, están dentro del rango de considerarse reutilizables. (OSINERGMIN, 2017)

En compañías, que se dedica a labores de extracción mayoritariamente de oro, tiene implementado un área de servicio y mantenimiento a las unidades vehiculares, a las unidades de transporte de carga, a las unidades de maquinaria pesada, tanto en campo como en taller, y utiliza un procedimiento de reemplazo de los aceites lubricantes de los sistemas del motor, caja de velocidades, transmisión, sistemas hidráulicos, sistemas de dirección, sistemas de suspensión, frenos entre otros; dicho reemplazo es planificados por el área de planificación, y ejecutados por el personal técnico. (Torres, 2019, p.23)

Los aceites extraídos de los mecanismos, son almacenados en tanques rotulados de color negro, previo registro, son sellados y almacenados en un área de disposición temporal, de acuerdo a lo que establece la norma medio ambiental; sin embargo, no se cuenta con un registro de las propiedades físicas de los aceites quemados. No tiene un plan de reutilización de dichos aceites, y la empresa tercerizada que se dedica al recojo de los residuos, no hace el análisis de las propiedades que tiene el aceite en su disposición final.

En relación a ello, se planteó la formulación del problema de la forma siguiente: ¿Cómo determinar la factibilidad técnico económica en la aplicación de aceite usado refinado para la reutilización en sistemas mecánicos? La investigación se justificó técnicamente razonablemente, ya que permite

establecer a partir de las propiedades físicas que poseen los aceites utilizados, su reutilización utilizando mecanismos capaces de filtrar y devolver las propiedades iniciales de los aceites a fin de utilizarse en sistemas mecánicos en los cuales dichas propiedades.

logren el efecto de lubricación dentro de los estándares establecidos; así mismo dentro del punto vista económico, la propuesta tuvo un enfoque de disminuir la cantidad de aceites quemados que son enviados a su almacenamiento final, debido a que la reutilización de ellos, disminuye los costos operativos por mantenimiento. Los costos asignados a las labores de mantenimiento, son significativos dentro de los costos operativos de la empresa, por lo tanto, la propuesta buscó realizar el análisis económico, y su impacto en el beneficio económico de la empresa.

Ambientalmente, se justificó la investigación, debido a que el almacenamiento de los aceites quemados, no todo llega a su disposición final, tal como establece la normativa del Ministerio del Ambiente, y muchas veces, los aceites quemados son vertidos directamente hacia el suelo, con lo cual contribuye a su contaminación, sucediendo lo mismo con el aire y el agua.

Se justificó además la propuesta desde el punto de vista social, porque se amplía la oferta laboral, en operar los mecanismos que logran recuperar las propiedades de los lubricantes, incrementando los puestos de trabajo para la población.

Se elaboró el objetivo general del trabajo de investigación, el cual fue evaluar la factibilidad técnico económica en la aplicación de aceite usado refinado para la reutilización en sistemas mecánicos, dentro de las instalaciones de la minera; estableciéndose 4 objetivos específicos los cuales fueron: evaluar el estado actual de la cantidad de aceites que son reemplazados en la maquinaria que se encuentran en operación : describir las características físicas que requieren los aceites para ser considerados aptos para su reutilización ; dimensionar los mecanismos del proceso de tratamiento de aceite usado refinado para su aplicación en sistemas mecánicos de maquinaria pesada en minería ; elaborar una evaluación económica utilizando

indicadores económicos como VAN, TIR y relación costo/beneficio.

Así mismo teniendo en cuenta la literatura existente se formuló la hipótesis que si es factible la reutilización la aplicación de aceite usado refinado en la reutilización en sistemas mecánicos.

II. MARCO TEÓRICO

El aporte de la presente investigación a la Ingeniería, es que mediante la información real existente, se puede determinar la factibilidad de la reutilización de los aceites reciclados en los sistemas mecánicos, desde el punto de vista técnico, económico; y realizando un análisis de los artículos científicos, se logró identificar que para otras realidades de uso de aceite quemado, es factible el uso en sistemas mecánicos, el cual tiene implicancia en el aspecto económico

(Aravena, 2020), propuso realizar un proceso de reciclaje en una factoría, en el cual produce aceite base, utilizando el método de refinación y purificación, de los aceites que se extrajeron de las máquinas de construcción y equipos de operación de la mina Chuquicamata. La planta para la refinación del aceite es de 400 m², y contará con dos máquinas de refinación del lubricante, una máquina centrífuga de anillos verticales, y un depósito de acopio provisional de los lubricantes; la inversión que propuso es alrededor de los 430 mil dólares, e hizo una evaluación bajo 3 escenarios, que son bajo, un medio y uno de alta rentabilidad. Planteó la reutilización de 453 m³ de lubricante al año, dentro de un total de 2000 m³ de lubricante utilizado por sus equipos. Logró determinar que existe un incremento de un 15% de la rentabilidad En el área de reparación de automóviles de la empresa, realizando para ello un análisis con los indicadores económicos.

(JIMENEZ, 2022), expone: alternativa de recuperación para los aceites lubricantes usados, describe que los aceites usados que se utilizaron en los mecanismos de los vehículos automotrices y en los procesos industriales, son recursos muy valiosos, y que poseen propiedades diferentes tanto en la forma original en la forma final o residual; determinó el método de restauración propiedades, los cuales fueron en función a su ciclo de vida. Determinó la gestión del manejo de los aceites quemados, mediante

esquemas de manejo, es decir el procedimiento del tratamiento a seguir, y de esa manera recuperar el material base, y con ello planteó la posibilidad de su uso como combustible alternativo o como aceite base en los sistemas mecánicos.

Logró determinar la sostenibilidad de su propuesta en el tiempo, haciendo una evaluación de las cantidades de aceite que utiliza, como también la rentabilidad de los procesos de reutilización de los aceites.

(Niño, 2020), determinó que los aceites que se utilizan en Colombia en el sector automotriz y el sector industrial tienen un alto contenido de plomo, magnesio, aluminio, níquel, cobre, así como también de hidrocarburos aromáticos polinucleares, los cuales se liberan al medio ambiente de manera indiscriminada; estableció los procedimientos de recojo, recuperación y la disposición final de los aceites utilizados, y propuso la reutilización de ellos dentro de los mismos mecanismos y de los procesos productivos. Se evaluó 5 diferentes metodologías de la forma de recuperar las características de los aceites usados, utilizó una matriz dofa e hizo un análisis pestal, y concluyó que, de los 5 procedimientos, el procedimiento de destilación por vacío es el más ventajoso y adecuado. Así mismo su propuesta tiene un impacto positivo ambiental, económico y social para la industria colombiana.

(MORENO, 2019), propuso un plan de disposición final de los aceites lubricantes producidos en los talleres automotrices de la región Píllco Marca-Huánuco, la investigación tiene como objetivo crear un sistema de gestión para la disposición final de aceites y grasas en los departamentos de mantenimiento automotriz. En la región Píllco Marca-Huánuco, talleres especiales y así aprender sobre el manejo de residuos sólidos peligrosos, como aceites y lubricantes para motores de vehículos y mecanismos de transmisión. El estudio utiliza un enfoque cualitativo; se realizó una encuesta sobre la información de 21 servicios que realizan reparaciones de automóviles y se realizó una encuesta que nos permitió conocer que el 23,8% de los

encuestados no conoce ni está interesado en el aceite reciclado, el 42,9% de las personas está interesada, mientras que el 28,6% están listos para desarrollar un plan de gestión de residuos. La recomendación para este estudio es cuantificar la cantidad de aceite de motor que se podría reciclar si existiera un plan de disposición final y se utilizara como materia prima para las plantas de diálisis de lubricación.

(ALDANA, 2019) hizo un diseño de una planta de tratamiento de 20 L/h para la reducción del procesamiento de sólidos en lubricantes automotrices para bloques de vehículos Olmos presentado en la facultad de ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, con foco en la identificación de estructuras de reciclaje de Olmos en mecanismos de motores de vehículos de ciclo urbano; Se diseña la reconstrucción de la planta de procesamiento y con ayuda del análisis descriptivo se logra determinar las propiedades del aceite utilizado en los motores de combustión interna. Para ello, recopiló datos sobre la cantidad de aceite recuperado de Olmos y su almacenamiento temporal y encontró que se recuperaba un promedio de 200 a 300 litros de aceite por mes. Hizo un análisis físico- químico del aceite quemado, donde la gravedad específica fue de aprox. 0,89 y 0,941 g/cm³.

El diseño de la planta propuesta inicia con el diseño del tanque de deshidratación al vacío, cuando el nivel de aceite llega a los 300 litros se activa el calentador y se calienta el aceite a 50°C en 1 hora, luego con el funcionamiento de la bomba de vacío. El proceso que desarrolló se sometió a un análisis económico para determinar los costos operativos de la planta, incluidos los costos de mano de obra y energía, y la implementación en el sector privado de la ciudad de Olmos resultó rentable.

(HINOJOSA, 2019) utilizó un programa Aspen, en el cual logró determinar que el 42% de los aceites quemados puede ser utilizado para su transformación posterior. Teniendo en consideración la variación de los valores de las

temperaturas del sistema de destilación utilizando el programa Aspen, el control de simulación pudo verificar que una temperatura suficiente para este proceso debe estar alrededor de los 450 grados centígrados, como se recomienda en el proceso de destilación, debido a que al aumentar esta temperatura, se producen pérdidas significativas en la destilación. Resultado producido comienza a producirse debido a su cambio de fase rápido y acelerado, también se podría argumentar que si es necesario, aumentar el flujo de refrigerante a la entrada de los intercambiadores de calor para que el proceso funcione correctamente.

(ROSETO, 2020) utilizó métodos de tratamiento basados en la destilación y extracción por solventes utilizando energíasolar y procesos de pirólisis por microondas. La destilación se divide en tres etapas. El principio es el pretratamiento para eliminar el agua y los hidrocarburos ligeros, el segundo tercera etapa es la actividad fundamental, lo que aísla la base de los alquitranes, así como los pavimentos, por último, una tercera etapa que aísla las divisiones ligeras, medianas y pesadas del aceite base, la interacción igualmente incorpora el tratamiento en vista de los dos. Es crítico llamar la atención de que esta exploración además presume que es absurdo esperar involucrar el petróleo consumido como combustible, y esto depende de la forma en que su consumo entrega óxidos metálicos y átomos naturales seguros en el clima. En cuanto a los grados de recuperación de las propiedades, es posible reutilizarlo en otros marcos mecánicos en los que se establecen los grados de consistencia y las temporadas de vida de los aceites reutilizados.

Según (CUEVA, 2022), en su postulación del señor, llamado plan de una estrategia de reutilización de materiales reciclables esenciales obtenidos de grandes equipos en clases de canales, aceites y neumáticos utilizados en obras de desarrollo teniendo un lugar con la organización de desarrollo Cuvel y compañía, introducido a la escuela politécnica inigualable del litoral,

Guayaquil, Ecuador. En los ejercicios de la organización, los aceites de engrase sobrantes se envían fuera de una organización aprobada para el surtido de residuos peligrosos, la cual necesita ajustarse a un plan de administración ecológica que es regulado y evaluado por el poder competente; este movimiento tiene un gasto significativo dentro de los ejercicios de la organización y el acuerdo con la organización se reestablece como un reloj; Por esta razón el científico optó por proponer la plausibilidad de construir un ciclo que considere el desarrollo en lo que respecta al surtido, caracterización, reutilización y tratamiento de los residuos de aceite de engrase del mantenimiento preventivo de vehículos y grandes equipos, ya que la organización de desarrollo se beneficiará produciendo economías de escala con este impulso que está directamente conectado con la misión y visión de la organización que busca crear procesos de administración sostenibles unidos al desarrollo dentro de la asociación, sumándose a la consideración del clima.

(CORTEZ, 2019), propuso el aprovechamiento del aceite automotriz reciclado que es generado por los vehículos automotrices de la ciudad de Sogamoso, y de esa manera proponer un negocio de aceite reciclado, dentro de la empresa EMIR S.A. E.S.P. El autor contempló un análisis estratégico del entorno del negocio, para lo cual utilizó la herramienta digital canvas, y determinar el foda, hizo visitas técnicas inopinadas y con la ayuda de una ficha de recolección de datos recopiló la información necesaria en cuanto a los niveles de aceite que se desechan en dicho municipio. En su análisis estadístico, logró ordenar la información y utilizando variables como son la mediana, moda, desviación estándar, etc., Que de forma menos complicada pueda ofrecer al público la posibilidad de abrir un nuevo proceso con la base de comercialización de lubricantes reutilizados. Luego, mediante el método de análisis multicriterio, se hizo la evaluación de cinco métodos para la purificación y limpieza de aceite usado, por lo que la mejor alternativa según la perspectiva fue el tratamiento con propano líquido.

(MÉNDEZ, 2021) hizo un trabajo de índole experimental, en el cual hizo la construcción de una columna de intercambio iónico, con la finalidad de recuperar aceite lubricante que se utilizó en un motor de combustión interna; el trabajo experimental consistió en realizar 3 pruebas, utilizando pesos de valor fijo y de un material celulósico y de carbón activado, con el fin de disminuir el fuerte olor específico, así como de separar las impurezas y partículas en el contenido del aceite. Luego hizo el tratamiento con la zeolita, ello fue para la eliminación de los metales que se han incrustado en el aceite. La metodología que utilizó fue de tener zeolita de diferentes pesos, y con ello se determinó la disminución de las concentraciones de todos los metales. Los resultados que se obtuvieron es que se logró remover 89.47% del cobre, 71.11% del silicio, 57.14% de cromo y el 56% de hierro. Lo significativo de la propuesta, es que el método utilizado tiene menores costos al momento de realizar la experiencia, comparado con métodos más complejos.

Las posibilidades económicas y técnicas de introducir un dispositivo de diálisis de aceite con fines de reciclaje también deben analizarse desde el punto de vista de la viabilidad operativa.



Figura 1. Factibilidad del Proyecto

La factibilidad técnica, se determina en función al equipamiento que se requiere para el proceso de separación de las partículas sólidas que contienen los aceites. En dicho análisis se determinan los parámetros de funcionamiento del proceso, como son caudal y altura; parámetros mecánicos, como son torque, rpm y potencia mecánica, así como parámetros eléctricos, como son tensión intensidad de corriente eléctrica, factor de potencia y potencia eléctrica.

La factibilidad económica de la reutilización de los aceites quemados está en función a: el costo de los aceites reutilizados, tienen que ser menores a los costos de los aceites nuevos, al gasto de energía eléctrica para los procesos de reutilización de aceites debería incluir una proporción dentro de las normas para dichos ciclos, así como al gasto de reutilización de aceites reutilizados no debería superar el gasto de difusión de aceites nuevos.

La razonabilidad normal de la reutilización de aceites consumidos depende de la cantidad de aceite reutilizado, por ejemplo, la reducción de aceites consumidos depositados en locales de eliminación transitoria, lo que disminuye las influencias de contaminación; además de la cantidad de energía prevista para los procesos de reutilización de aceites, por ejemplo, la cantidad de gas de tubería en el período de energía en las estaciones de energía térmica debe estar dentro de los niveles estándar de emisiones de gas. La disminución de los niveles de contaminación del suelo, el agua y el aire.

La técnica de partición y extracción de los sólidos descompuestos en el aceite seminuevo se completa en los componentes que se encargan de desempeñar estas funciones concretas. Este ciclo se termina en dos etapas, obviamente separadas, como la falta de hidratación al vacío y la decantación divergente; en la figura 2 se hace referencia al procesamiento del aceite

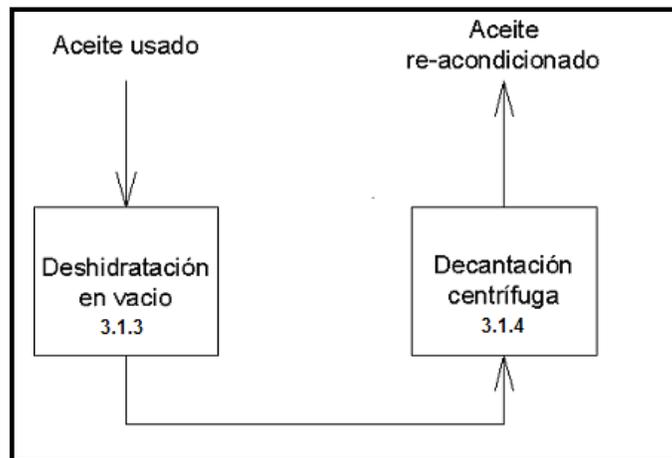


Figura 2. Proceso de diálisis de aceite.

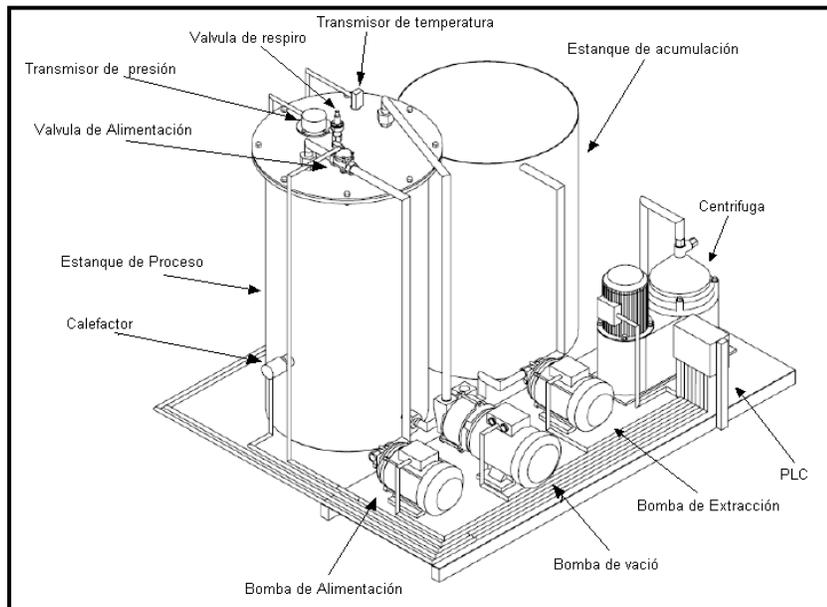


Figura 3. Equipamiento de Tratamiento de aceite

El equipamiento necesario para el proceso de purificación y separación de las partículas en el aceite usado de origen automotriz e industrial, son:

- a) Bomba de alimentación.
- b) Bomba de extracción.
- c) Calefactor.

- d) Bomba de alimentación.
- e) Equipo PLC
- f) Válvula de respiro.
- g) Transmisor de presión.
- h) Estanque de acumulación.
- i) Centrífuga.

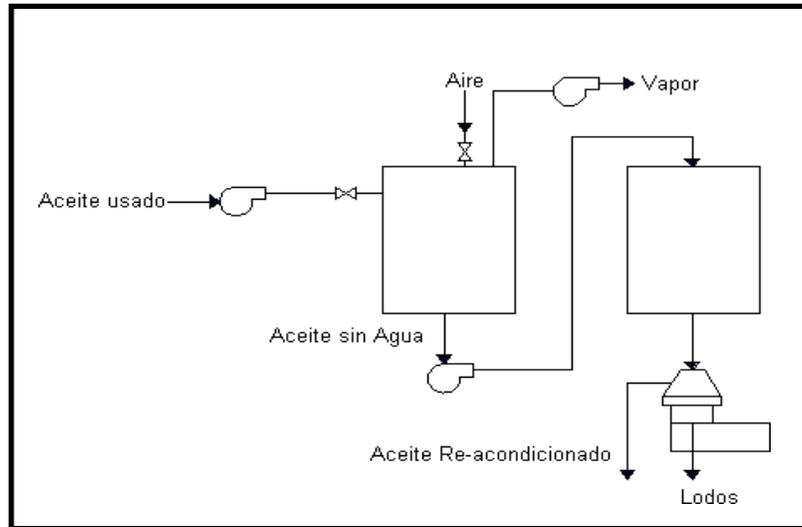


Figura 4. Diagrama de Bloques de Tratamiento de aceites

Al evaluar la rentabilidad del proyecto, utilizando indicadores financieros, se puede evaluar la viabilidad financiera del proyecto y compararlo con otras oportunidades de inversión que la empresa puede emprender. Si el VAN es mayor a 0, la inversión se aceptará como factible. Si el VAN es menor a 0, la inversión será rechazada. Además, priorizaremos las inversiones con mayor valor presente.

Una inversión se considerará factible si r es superior a la productividad mínima que exigimos a la inversión. Cuando era joven, queríamos negarla. El valor de R se llama tasa interna de retorno (TIR).

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

A = desembolso inicial

Qs = Flujo de caja del momento s n= n° de años que dura la inversión

r = TIR

La normativa que se aplica en el desarrollo de la investigación es: Normativa SAE, determina los niveles de viscosidad de los aceites La escala numérica del aceite de motor inicia con el grado SAE 0 y se establece en 10 grados SAE, que indican la viscosidad mínima o la fluidez máxima del aceite. A medida que aumenta la frecuencia, aumenta la viscosidad y aumenta la viscosidad del aceite. En el primer grupo, la viscosidad se establece en -18 ° C. esto nos da a entender que la viscosidad en situaciones de encendido en baja temperatura, se clasifica en seis grados SAE: SAE 0W, SAE 5W y SAE 10W. SAE 15W, SAE 20W, SAE 25W. La letra W es característica de los lubricantes usados en invierno y proviene del inglés (Winter). Ejemplo: El aceite de clase SAE 10W se puede utilizar para arrancar rápidamente el motor desde frío hasta una temperatura mínima de -20 °C. El aceite SAE 15W garantiza un rápido encendido en frío del motor hasta una temperatura mínima de -15 °C.

En el segundo grupo, la viscosidad se establece desde 100 °C. Esto muestra la capacidad fluidez del lubricante cuando el motor está a temperatura de trabajo. En este conjunto se configuran cinco clases de SAE. B.: SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 50, SAE 60. Los motores con mayor tecnología son más rápidos y tienen tolerancias de ensamblaje más estrictas entre las piezas, por lo que es necesario usar aceite SAE de grado bajo con suficiente fluidez para circular libremente y mantener los niveles de lubricación mientras se forma una película más delgada.

Normativa API de lubricantes base american petroleum institute

Grupo I: los solventes son sofisticados, altamente solubles, propensos a la corrosión y degeneración por temperatura. Para la mayoría de las utilidades en el área automotriz e industrial y formulaciones de grasa.

Grupo II-Hidrocraqueo leve y remoción de cera. Mayor resistencia a la corrosión y equilibrio térmico. Se emplean en distintas aplicaciones en áreas automotrices e industriales.

Grupo III-Fuerte hidrocraqueado, desparafinado y/o isomerización por hidrogenación, alto índice de viscosidad, y excelente equilibrio térmico y oxidante. Se utiliza principalmente en el campo del automóvil.

Grupo IV: el material base sintético diseñado químicamente tiene un punto de fluidez bajo, un índice de viscosidad alto, excelente equilibrio térmico y excelente estabilidad oxidante. Se utiliza principalmente en motores especiales y aceites para engranajes en el campo automotriz.

Grupo V- lubricantes bases no integrados en otras categorías como naftenos, ésteres y poliglicoles.

El color del aceites , se refiere al tono de los aceites puede variar de claro a oscuro. La variedad proviene del aceite del que se separa, los aditivos y las estrategias y el nivel de tratamiento que recibe. durante el sistema de refinado, y la suma y el tipo de sustancias añadidas consolidadas. (Mundomotor, 2020, p.2)

En cuanto al olor, se considera normal para los aceites de uso en los marcos mecánicos, no tiene áreas graves de la fuerza para la posibilidad de que el aceite no tiene partículas fuertes que han manchado, ni suponiendo que se ha mezclado con el agua del marco de refrigeración del motor. Como la gran mayoría de estas respuestas, la oxidación del aceite avanza rápidamente por la intensidad y la tensión. No es normal para otras respuestas de oxidación que solemos experimentar, como el óxido. Del mismo modo que el óxido y otros ciclos destructivos se suceden en las superficies de las máquinas, la

oxidación provoca un cambio compuesto desastroso y duradero en las partículas del aceite base. (LKUBER, 2010, p.3)

El aspecto que presenta el aceite, es por la descomposición del aceite (pegajosidad) comienza cuando se abren los soportes y se admite el aire. El aire oxida el aceite. Con el tiempo, un tambor o barril de aceite abierto y usado terminará más oscuro de lo que comenzó. Este grado de oxidación afecta a la presencia del aceite, pero no a su efecto. (WIDMAN, 2017, p.11)

El Punto de Inflamación, hace referencia a algunas estrategias para decidir el punto de inflamación de un aceite. La muestra oscila entre 163 y 169°C. Cada una de ellas depende de la consistencia del líquido y de la estrategia elegida. Las pruebas ASTM disponibles incluyen la ASTM D56. (ASTM INTERNACIONAL, 2021, p.12)

El valor de la Gravedad específica, incide en la determinación del espesor de la película de aceite en el motor, da una señal superior del valor calórico del combustible, los energéticos "pesados" contienen un mayor número de unidades de intensidad por galón que los rellenos "ligeros".

Para mayor comodidad, la interfaz de programación (American Oil Organization) ha establecido una escala de gravedad específica de la muestra del aceite que oscila entre 0.890 y 0.9416 G/cm³. que se utiliza habitualmente en los Estados Unidos. Con esta tabla (ver abajo), puede cambiar las partes decimales anormales de la gravedad explícita a los valores de la interfaz de programación, que se componen

como números enteros. Los números altos de la interfaz de programación muestran gravedades inequívocas bajas, así como al revés. (J.Contreras, 2019, p.2).

El valor de la gravedad específica API, oscila entre 11.18 y 11.43 en la escala de interfaz de programación, la gravedad particular del agua es 10. La mayoría

de las potencias de los fluidos, que son más ligeros que el agua, tienen valores de 10 a 49. Las potencias diésel van de 20 a 45.

Los grados de la interfaz de programación en la tabla muestran un gráfico de cambio que incorpora la gravedad de la interfaz de programación, la gravedad explícita, las libras por galón, los BTU (unidades cálidas inglesas) por libra y los BTU por galón para los energizantes. (Ruano, 2019, p.2)

Los Residuos Carbonosos en los aceites, hace referencia a las sustancias añadidas con propiedades limpiadoras deben estar equipadas para eliminar las cenizas, los depósitos de carbono y otros resultados de la cámara de ignición. Al mismo tiempo, deben ocuparse de los resultados del deterioro del aceite durante la combustión. De este modo, se evita que se acumulen los depósitos que podrían impedir la actividad del motor. (Tormos, 2017, p.3).

Las supuestas grasas "disolubles" son aquellos aceites que se pueden mezclar con agua (emulsión) para aprovechar las ventajas de refrigeración de la última opción y las ventajas de engrase y contra la oxidación del aceite. (Álvarez A, 2021, p.3).

El poder calorífico caracteriza la cantidad de energía por unidad de masa que puede crear un combustible cuando se produce una respuesta de la sustancia de oxidación.

Hay que recordar que la mayoría de las potencias contienen hidrógeno y carbono en su pieza. En el momento en que se consumen, estas mezclas se entrelazan con el oxígeno, proporcionando agua, dióxido de carbono e intensidad.

Esta intensidad se transforma en energía. En el caso de los aceites utilizados en estructuras mecánicas, el poder calorífico alcanza entre 9850 y 9980 Kcal/Kg. (METROGAS, 2019, p.1).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, porque tuvo por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico

Diseño de investigación: Diseño no experimental, porque se basó en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación

Variables y operacionalización

Variable 1: Factibilidad Técnico Económica en la aplicación de aceite usado refinado es la determinación de la viabilidad de utilizar el aceite usado refinado, desde el punto de vista técnico y económico. (Aravena, 2020)

Variable 2: Reutilización en sistemas mecánicos Es el uso de los aceites reciclados en sistemas mecánicos, cumpliendo la función de lubricación en las mismas condiciones que el aceite original. (Jimenez, 2022)

3.2. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población: está constituido por los aceites usados de motores de maquinariapesada de una empresa minera de Cajamarca
La muestra: está constituido por 300 litros de aceites usados de motores de maquinaria pesada de una empresa minera de Cajamarca
El muestreo: es no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis: un galón de aceites usados de motores de maquinaria pesada de una empresa minera de Cajamarca.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos técnicas de recolección de datos

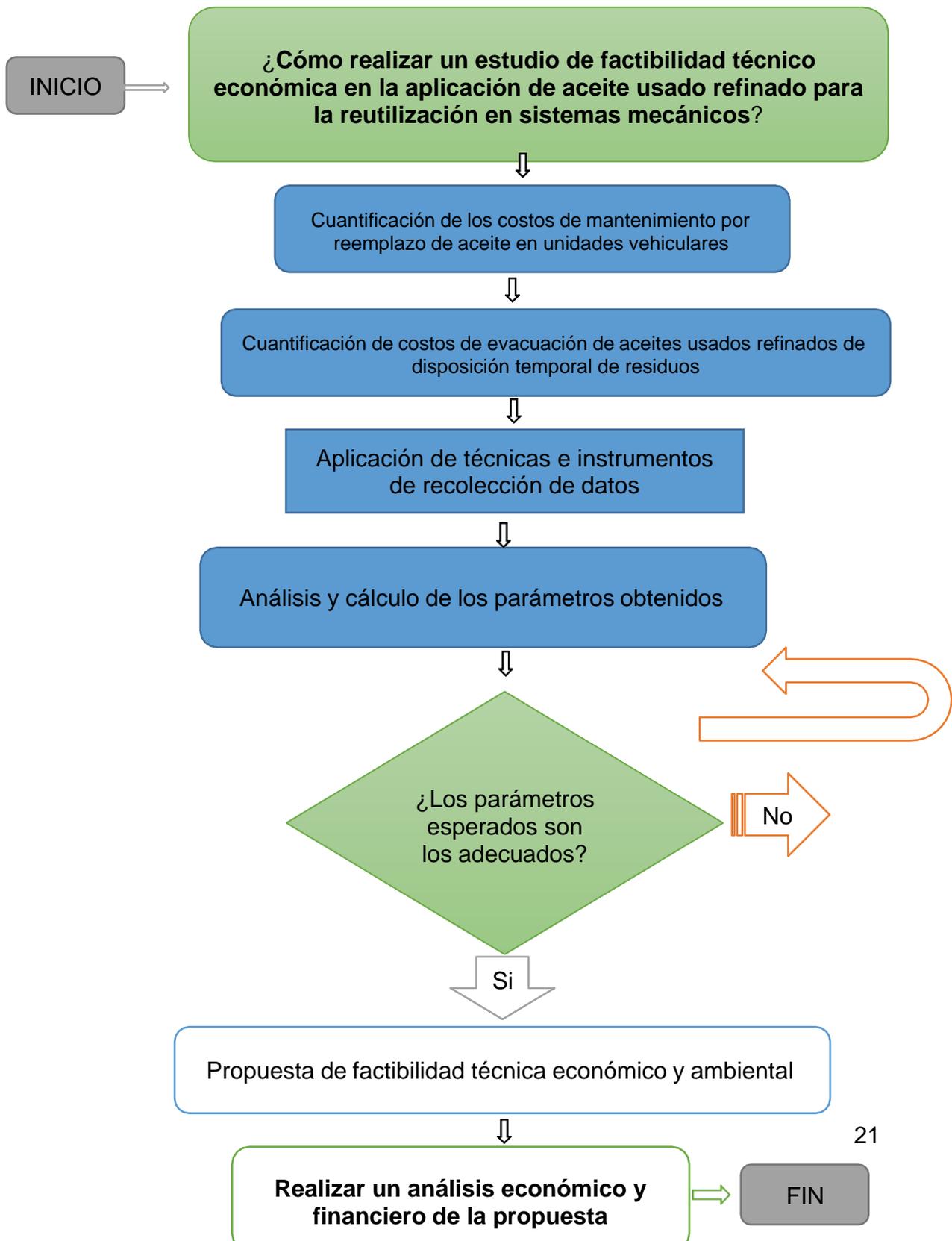
Se utilizaron métodos de observación y análisis de la literatura. Los métodos de observación incluyen la observación de registros de petróleo que se reemplaza durante las labores de mantenimiento preventivo a las unidades automotrices en el servicio de mantenimiento, los registros de cambio de aceite muestran la cantidad, el grado de viscosidad de los aceites, el tiempo de uso y el grado de contaminación. La información recolectada se obtuvo de la gerencia de mantenimiento, y fue contrastada con la del registro de salida por parte de la entidad prestadora de residuos peligrosos.

La herramienta de recopilación de datos utilizó un formulario de registro y el formulario de registro se registra por tipo de unidad, número de servicios y cantidad de aceite cambiado.

Además, se utilizaron guías de observación, es decir. registros públicos sobre el seguimiento de los procesos de mantenimiento preventivo en las diferentes rutas de la unidad vehicular. (Ver Anexos)

3.4. Procedimientos

La información recopilada para esta encuesta se compiló utilizando distritos y objetos administrativos; información estadística sobre los servicios realizados. Estadísticas del historial del servicio de mantenimiento preventivo que se realiza a las máquinas en operación; se identificó los servicios realizados en las labores de cambio de aceite cada 250 horas de trabajo de equipos en operaciones.



21

3.5. Método de análisis de datos

En este estudio se utilizó la estadística descriptiva como método para analizar los datos obtenidos con nuestra herramienta. Entre ellos, el análisis cuantitativo se refiere al estudio, medición y análisis estadístico de los cambios que produce de forma fácilmente cuantificable.

3.6. Aspectos éticos

Se respetó la autoría de los autores citados.

IV. RESULTADOS

4.1. Objetivo específico 1: Evaluar el estado actual de la cantidad de aceites que son reemplazados en la maquinaria que se encuentran en operación.

4.1.1. Almacenamiento Temporal de aceites quemados.

El servicio de mantenimiento de las diferentes unidades en la empresa, se realizaron en el área de mantenimiento, en el cual existe personal que está debidamente organizada, desde un gerente de mantenimiento, jefe de mantenimiento, planner de mantenimiento, personal técnico de mantenimiento y de limpieza; es ahí donde las unidades vehiculares de la empresa, realizan de acuerdo a una programación, las labores de mantenimiento de sus sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y electrónicos; realizando los reemplazos de los elementos de sus mecanismos, y de los fluidos de trabajo.

El cambio de los aceites de motor, de los sistemas hidráulicos tales como frenos, sistema de dirección, sistema de propulsión de sus implementos y sistema de transmisión, se realizaron periódicamente, utilizando aceites de la misma calidad que el original, es decir que tienen las mismas características físicas, mecánicas, y en las cantidades que estipula el fabricante de cada unidad. Los aceites extraídos de las unidades son almacenados en unos recipientes cilíndricos de color negro, cerrados herméticamente, y rotulados, de acuerdo a su procedencia, es decir del sistema y de la unidad de donde fueron extraídos; el volumen de cada recipiente es de 42 Galones.

4.1.2. Registro de aceites quemados.

Tabla 1. Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros)

| Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| Año | Mes | 10W-30 | 15W-40 |
| 2020 | Enero | 458 | 545 |
| | Febrero | 548 | 521 |
| | Marzo | 365 | 632 |
| | Abril | 457 | 458 |
| | Mayo | 521 | 542 |
| | Junio | 684 | 658 |
| | Julio | 658 | 452 |
| | Agosto | 458 | 691 |
| | Setiembre | 421 | 521 |
| | Octubre | 354 | 598 |
| | Noviembre | 654 | 458 |
| | Diciembre | 547 | 568 |

| Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| Año | Mes | 10W-30 | 15W-40 |
| 2021 | Enero | 325 | 545 |
| | Febrero | 457 | 684 |
| | Marzo | 654 | 521 |
| | Abril | 215 | 536 |
| | Mayo | 412 | 654 |
| | Junio | 325 | 545 |
| | Julio | 541 | 585 |
| | Agosto | 451 | 698 |
| | Setiembre | 358 | 564 |
| | Octubre | 564 | 587 |
| | Noviembre | 512 | 521 |
| | Diciembre | 451 | 457 |

Fuente: Administración de empresa minera, 2021

Se tuvo acceso a la información del registro de aceites quemados en el área de almacenamiento temporal de residuos, debido a que en la presente investigación está limitada solo para el estudio de los aceites provenientes de

los motores de combustión interna de la maquinaria, los cuales utilizan el aceite 15W-40D y 10W-30

En la tabla 1, se tiene la información de la cantidad de aceite proveniente de los motores de la maquinaria que el área de mantenimiento ha almacenado, teniendo registro diario, mensual y anual, de los años 2019, 2020 y 2021.

Tabla 2. Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros)

| Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| Año | Mes | 10W-30 | 15W-40 |
| 2019 | Enero | 550 | 650 |
| | Febrero | 458 | 556 |
| | Marzo | 548 | 457 |
| | Abril | 658 | 662 |
| | Mayo | 521 | 784 |
| | Junio | 458 | 452 |
| | Julio | 325 | 545 |
| | Agosto | 458 | 589 |
| | Setiembre | 521 | 412 |
| | Octubre | 454 | 687 |
| | Noviembre | 354 | 565 |
| | Diciembre | 421 | 569 |

Fuente: Área mantenimiento de Empresa.

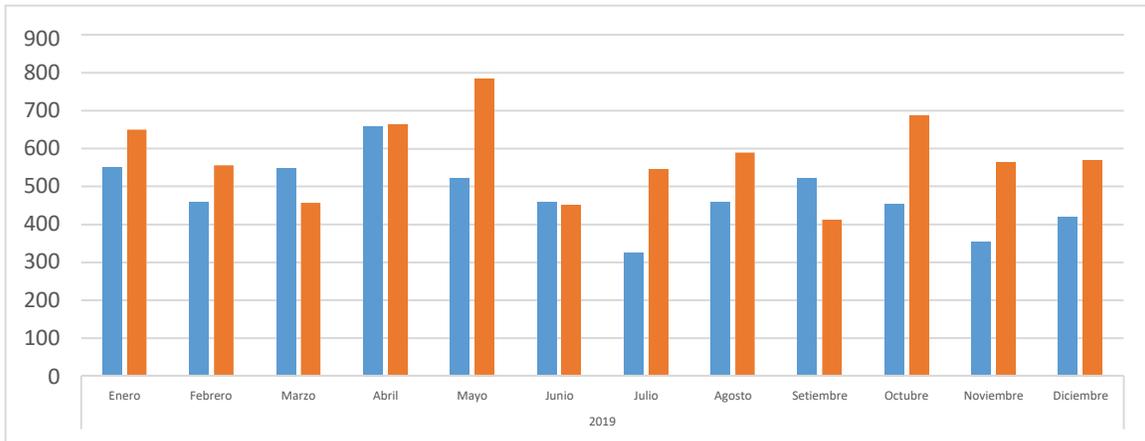


Figura 1. Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros), año 2019

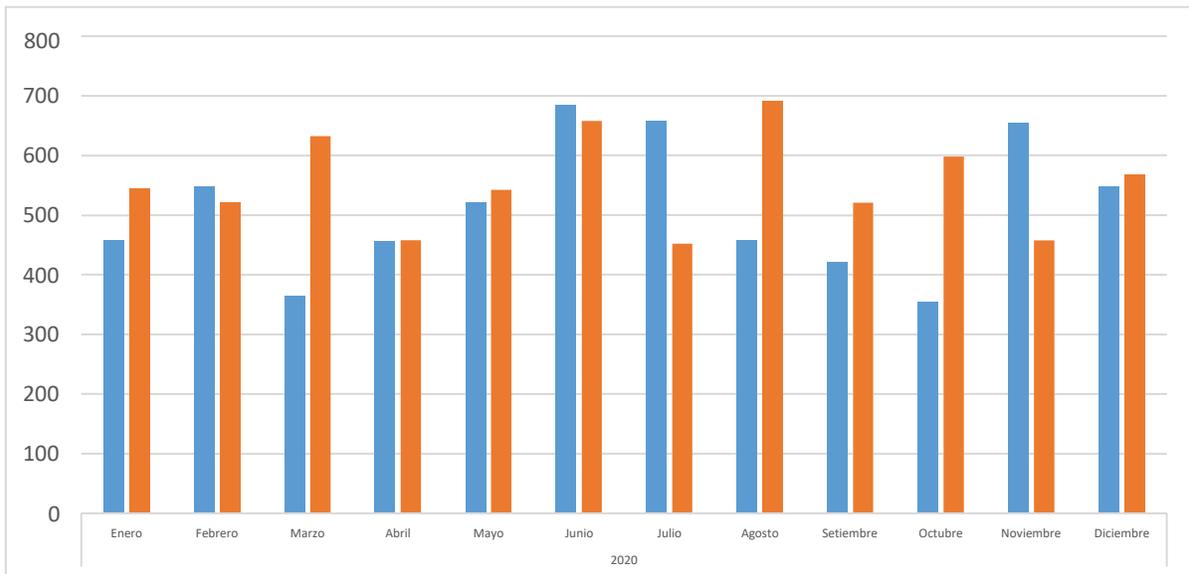


Figura 2. Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros), año 2020

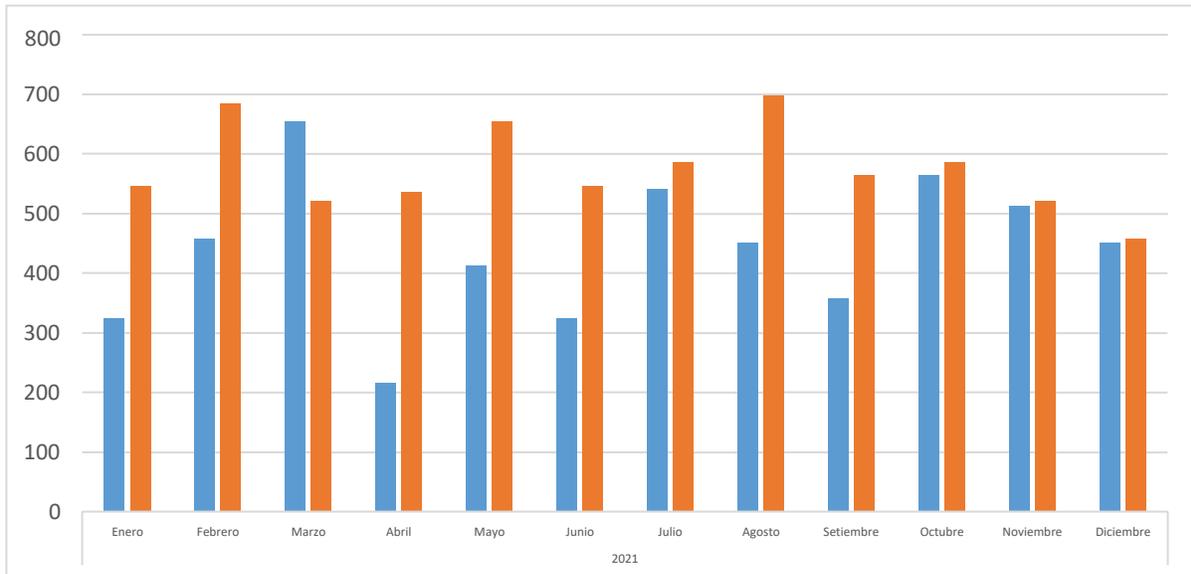


Figura 3. Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros), año 2019

4.1.3. Análisis probabilístico para determinar disponibilidad de aceites quemados.

A fin de determinar la cantidad de disponibilidad mensual de aceite en el área de temporal de residuos, se utilizó el análisis probabilístico de la distribución de Weibull, debido a que los datos de las cantidades de aceite no guardan relación entre sí, existiendo mucha dispersión entre ellos.

Para el análisis probabilístico de Weibull, se hizo en función al siguiente procedimiento:

- Ordenar en forma ascendente los valores de todos los meses de los 3 años de registro de información de la cantidad de aceites almacenados en el área de disposición temporal de residuos, por cada tipo de aceite.
- Calcular la mediana de los valores, utilizando la expresión:

$$R = (M(x) - 0.3)/(N+0.4)$$

Donde:

R: Rango de valores.

M: Medida de los volúmenes

mensuales de aceite
N: Número de mediciones

Los ejes cartesianos están linealizados, es decir, en ambos ejes se utiliza el logaritmo de la función utilizada para determinar la ecuación de la recta. El eje Y de la línea es $\ln(\ln(1/(1-R)))$ y el eje X es el valor logarítmico de la medición.

La tabla 3 muestra el análisis de datos del aceite SAE 10W-30, es decir Cálculo de la mediana, el eje Y y el eje X de una ecuación lineal.

Tabla 3 . Análisis de datos del aceite SAE 10W-30

| N° | Aceite almacenado SAE 10W.30 (Orden Ascendente) | Mediana ((M(x)-0.3)/(N+0.4)) | 1/(1-Mediana) | Y = $\ln(\ln(1/(1-Mediana)))$ | X = $\ln(\text{Volumen Aceite})$ | X.Y | X.X |
|----|---|------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------------------|--------|-------|
| 1 | 215 | 0.02 | 1.02 | -3.92 | 5.37 | -21.05 | 28.84 |
| 2 | 325 | 0.05 | 1.05 | -3.02 | 5.78 | -17.45 | 33.45 |
| 3 | 325 | 0.08 | 1.08 | -2.54 | 5.78 | -14.69 | 33.45 |
| 4 | 325 | 0.10 | 1.12 | -2.21 | 5.78 | -12.78 | 33.45 |
| 5 | 354 | 0.13 | 1.15 | -1.95 | 5.87 | -11.47 | 34.45 |
| 6 | 354 | 0.16 | 1.19 | -1.75 | 5.87 | -10.25 | 34.45 |
| 7 | 358 | 0.19 | 1.23 | -1.57 | 5.88 | -9.22 | 34.58 |
| 8 | 365 | 0.22 | 1.28 | -1.41 | 5.90 | -8.33 | 34.81 |
| 9 | 412 | 0.24 | 1.32 | -1.27 | 6.02 | -7.66 | 36.25 |
| 10 | 421 | 0.27 | 1.37 | -1.15 | 6.04 | -6.92 | 36.51 |
| 11 | 421 | 0.30 | 1.43 | -1.03 | 6.04 | -6.22 | 36.51 |

| | | | | | | | |
|------|-----|------|---------|--------|--------|--------|---------|
| 12 | 451 | 0.33 | 1.49 | -0.92 | 6.11 | -5.62 | 37.35 |
| 13 | 451 | 0.36 | 1.55 | -0.82 | 6.11 | -5.00 | 37.35 |
| 14 | 454 | 0.38 | 1.63 | -0.72 | 6.12 | -4.42 | 37.43 |
| 15 | 457 | 0.41 | 1.70 | -0.63 | 6.12 | -3.86 | 37.51 |
| 16 | 457 | 0.44 | 1.79 | -0.54 | 6.12 | -3.32 | 37.51 |
| 17 | 458 | 0.47 | 1.88 | -0.46 | 6.13 | -2.80 | 37.54 |
| 18 | 458 | 0.50 | 1.99 | -0.37 | 6.13 | -2.30 | 37.54 |
| 19 | 458 | 0.53 | 2.11 | -0.29 | 6.13 | -1.80 | 37.54 |
| 20 | 458 | 0.55 | 2.24 | -0.22 | 6.13 | -1.32 | 37.54 |
| 21 | 458 | 0.58 | 2.39 | -0.14 | 6.13 | -0.85 | 37.54 |
| 22 | 512 | 0.61 | 2.56 | -0.06 | 6.24 | -0.38 | 38.92 |
| 23 | 521 | 0.64 | 2.76 | 0.02 | 6.26 | 0.09 | 39.13 |
| 24 | 521 | 0.67 | 2.99 | 0.09 | 6.26 | 0.57 | 39.13 |
| 25 | 521 | 0.69 | 3.27 | 0.17 | 6.26 | 1.05 | 39.13 |
| 26 | 541 | 0.72 | 3.60 | 0.25 | 6.29 | 1.55 | 39.61 |
| 27 | 547 | 0.75 | 4.00 | 0.33 | 6.30 | 2.06 | 39.75 |
| 28 | 548 | 0.78 | 4.51 | 0.41 | 6.31 | 2.58 | 39.77 |
| 29 | 548 | 0.81 | 5.16 | 0.50 | 6.31 | 3.12 | 39.77 |
| 30 | 550 | 0.83 | 6.03 | 0.59 | 6.31 | 3.70 | 39.82 |
| 31 | 564 | 0.86 | 7.27 | 0.68 | 6.34 | 4.34 | 40.13 |
| 32 | 654 | 0.89 | 9.13 | 0.79 | 6.48 | 5.15 | 42.03 |
| 33 | 654 | 0.92 | 12.28 | 0.92 | 6.48 | 5.96 | 42.03 |
| 34 | 658 | 0.95 | 18.74 | 1.08 | 6.49 | 6.98 | 42.11 |
| 35 | 658 | 0.97 | 39.56 | 1.30 | 6.49 | 8.45 | 42.11 |
| 36 | 684 | 1.00 | 1000.00 | 1.93 | 6.53 | 12.62 | 42.61 |
| SUMA | | | | -17.94 | 220.91 | -99.48 | 1357.67 |

Fuente: Autoría Propia

$$a = \frac{n \cdot \sum(X \cdot Y) - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

Cálculo del valor de a:

$$b = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \cdot \sum(X \cdot Y)}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

Cálculo del valor de b:

4.2. Describir las características físicas que requieren los aceites para ser considerados aptos para su reutilización.

En este objetivo del desarrollo de la investigación, la metodología que se utilizó fue:

- Características de sólidos disueltos y propiedades físicas de los aceites usados.
- Características de sólidos disueltos y propiedades físicas de los aceites aptos para uso en sistemas mecánicos.

Se hizo el análisis del aceite usado en el Laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, realizado el 4 de Julio del 2022, a solicitud de los tesisistas: Sandoval Calderón Richard Alexander y Zamora Castrejón Deciderio; el análisis en mención se hizo bajo la modalidad de "Ensayo de control de calidad de residuos sólidos, y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4. Resultados Análisis de Control de calidad de Aceite Usado

| Determinación | Resultado |
|------------------------------|-----------------|
| Temperatura Ambiente | 27 °C (80.6 °F) |
| Color | Negro |
| Olor | Característico |
| Aspecto | Gomoso |
| Punto de Inflamación (F 329) | 165°C |
| Cloruros | ---- |
| Agua | No tiene |
| Gravedad Específica G/Cm | 0.89 |
| Gravedad en grados API | 11.23 |
| Residuos Carbonosos | Si tiene |
| Solubilidad | Insoluble |
| Poder Calorífico Kcal/Kg | 9908 |

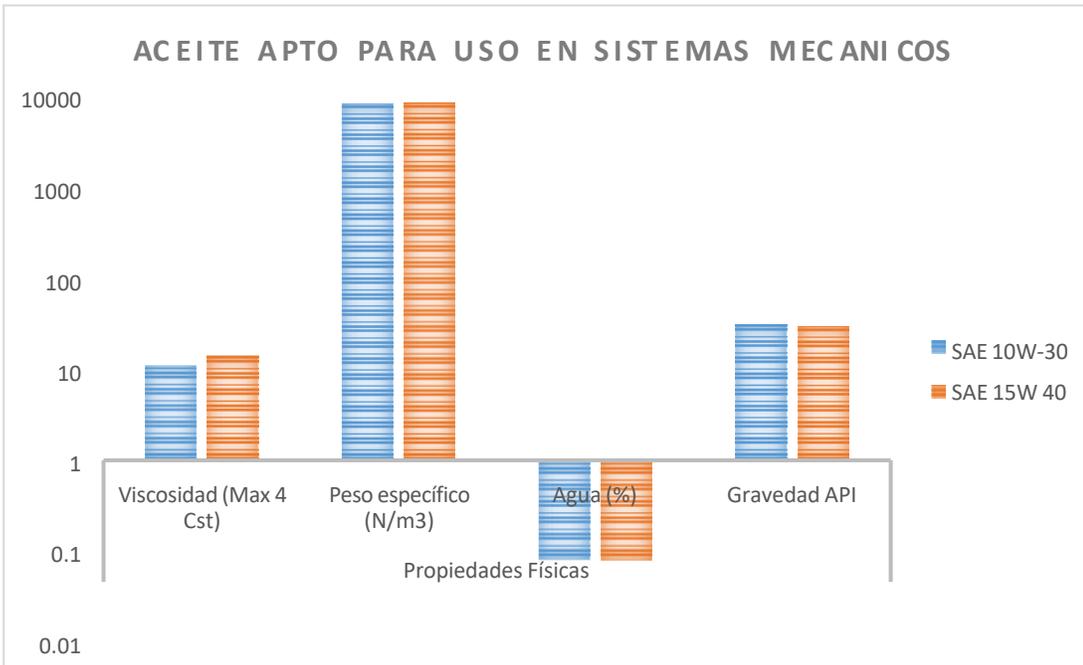
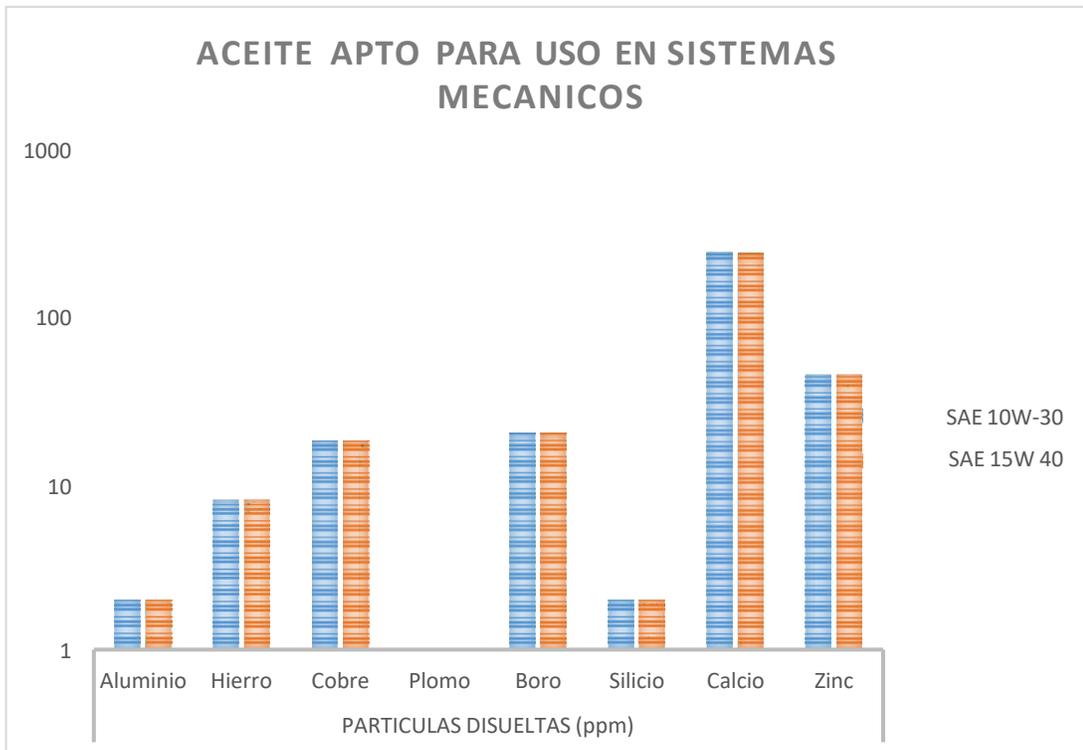
Fuente: FIQUIA, UNPRG, 2022

Así mismo, se realizó la investigación en lo referentes a las características que deben presentar los aceites lubricantes para ser considerados aptos en la lubricación de los sistemas mecánicos, tanto en la cantidad mínima admisible de partículas disueltas desólidos (minerales), y de las propiedades físicas de éstos; dichos datos son determinados por la Norma SAE (Society American Engineer), en su actualización en el año 2029, teniendo en cuenta las normas medioambientales EPA en su versión 2019.

Tabla 5. Características de Aceites Lubricantes aptos en sistemas mecánicos.

| | | ACEITE APTO PARA USO EN SISTEMAS MECANICOS | |
|----------------------------|----------------------------|--|------------|
| | | SAE 10W-30 | SAE 15W 40 |
| PARTICULAS DISUELTAS (ppm) | Aluminio | 2 | 2 |
| | Hierro | 8 | 8 |
| | Cobre | 18 | 18 |
| | Plomo | 0 | 0 |
| | Boro | 20 | 20 |
| | Silicio | 2 | 2 |
| | Calcio | 245 | 240 |
| | Zinc | 45 | 45 |
| Propiedades Físicas | Viscosidad (Max 4 Cst) | 11 | 14.2 |
| | Gravedad específico (G/Cm) | 0.895 | 0.900 |
| | Agua (%) | 0.08 | 0.08 |
| | Gravedad API | 11.20 | 11.40 |

Fuente: SAE, 2020.



4.3. Objetivo específico 3: Dimensionar los mecanismos del proceso de tratamiento de aceite usado refinado para su aplicación en sistemas mecánicos.

Para el desarrollo del tercer objetivo del trabajo de investigación, se hizo con la validación del procedimiento de cálculo de los mecanismos del proceso de diálisis de aceite, por parte del Ingeniero Químico, quien determinó tanto la forma de cuantificar la capacidad de procesamiento de la máquina, en función a ciertos criterios de técnicos, económico ; así como también el procedimiento de cálculo de las variables de funcionamiento de los mecanismos, a fin de dimensionarlos de acuerdo a su capacidad de procesamiento.

El servicio profesional del Ingeniero Químico, validó el Instrumento de recolección de información, en la cual certificó la consistencia de los datos y procedimientos realizados.

Para establecer la capacidad del proceso de una máquina de diálisis de aceite, proceda de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Número de entradas utilizables.
- b) El valor de contaminación del aceite lubricante del motor.
- c) Política de la empresa en materia de reciclaje de lubricantes.
- d) Aforo de almacenamiento del lubricante utilizado.
- e) Tecnología de producción de equipos de diálisis.
- f) Costo de producción del aceite lubricante regenerado.

Hay tres aspectos a considerar al decidir el tamaño de una máquina de diálisis:

- a) Prioridad: El producto pertenece a la prioridad de la empresa o puede esperar más tiempo
- b) Seguridad: la implementación del proyecto permitió aumentar el desempeño en seguridad de la empresa

En base a ello se tabularon unos coeficientes indicando los aspectos a tener en cuenta, los cuales sirvieron para cuantificar el dializador de la máquina.

Según el aporte del Profesional Ingeniero Químico, determinó que, para cuantificar la capacidad de procesamiento de la máquina en mención, se tuvo que tener tres aspectos fundamentales que son el grado de prioridad, el tema de seguridad, teniendo 3 calificaciones: de 1 a 6, donde 1 es el límite inferior del criterio y 6 es el límite superior del criterio, para los 6 ítems asignados.

Tabla 6. Criterios para determinación de capacidad de procesamiento

| Items | Grado de | Aspecto | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| | Prioridad | Ambiental | Seguridad |
| Cantidad de insumos disponibles. | 2 | 2 | 2 |
| Grado de contaminación de los lubricantes en el motor. | 3 | 1 | 5 |
| Políticas de la empresa en cuanto a reutilización de los lubricantes. | 1 | 3 | 1 |
| Capacidad de almacenamiento de lubricantes utilizados. | 4 | 4 | 3 |
| Tecnologías para la construcción de la máquina dializadora. | 5 | 5 | 4 |
| Costos de producción de lubricante reciclado. | 6 | 6 | 6 |

Fuente: Quinteros Vilchez, Catherine, 2022

De los resultados de la tabla de criterios para determinación de capacidad de procesamiento, se obtuvo un valor total de 63/100, es decir que el resultado del análisis de la tabla de criterios es de 63%, el cual indica que la capacidad de procesamiento de la máquina:

- a) Entre 90 y 108: La capacidad de procesamiento solo depende de la cantidad de materia prima disponible.
- b) Entre 70 y 90: La capacidad de procesamiento será entre el 70 y 90 % de la materia prima disponible.
- c) Entre 50 y 70: La capacidad de procesamiento está entre el 50 y 70% de la materia prima disponible.
- d) Menor de 50. No es factible determinar la capacidad de procesamiento.

De acuerdo al criterio, se pudo concluir que:

- a) De los 400 a 500 litros de aceite disponibles por mes de los dos aceites utilizados en la máquina de diálisis, el 50% está destinado a ser utilizado y el 50% restante será almacenado y utilizado por el proveedor de atención médica ya que la empresa es una ISO . 14001 apropiado.
- b) Un índice de "insumo disponible" de 2 indica que la mitad del insumo será apto para reciclar.
- c) Así, se regenerarán 250 litros de dos tipos de aceites SAE 10W-30 y SAE 15 W-40, por lo que la capacidad máxima de producción de aceite lubricante regenerado es de 500 litros mensuales. Para efectos de cálculo, se decidió diseñar la máquina de diálisis para operar intermitentemente dos veces por semana con una capacidad de 125 litros por hora acción.

4.3.1. Calcular, diseñar y seleccionar los mecanismos hidráulicos, mecánicos y eléctricos, de la máquina dializadora.

Descripción del proceso

El procedimiento de purificación de aceite implica la separación y extracción de los contaminantes existentes y se puede realizar en dos pasos:

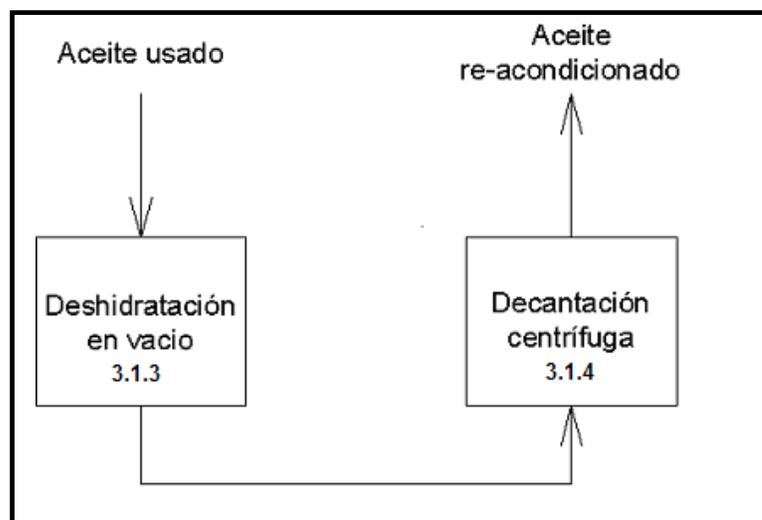


Figura 9. Proceso de Reciclado de aceite motor

De la figura 9, se puede observar que existen dos procesos para el procesamiento del aceite, siendo éstos:

a) Deshidratación en vacío:

Esto se alcanza cambiando el estado termodinámico del lubricante a 50 grados centígrados y 123,38 mbar.

b) Decantación centrífuga:

el proceso de eliminación de partículas se logra suspendiendo los sólidos a medida que pasan por el proceso de centrifugación.

Desarrollo del proceso

La interacción se inicia con el ingreso del aceite al tanque del ciclo del deshidratador, cuando el aceite llega al mayor grado de 300 litros, se enciende el radiador, que calienta el aceite a 50°C durante 60 minutos, disipando el agua que es liberada por el sifón de descarga al ambiente, Cuando se cumplen los estados de $T= 50^{\circ}\text{C}$ y $t= 1$ hora, se apaga el calentador y se acciona el sifón de descarga, purgando el aceite del deshidratador al tanque de recolección. Cuando el deshidratador termina de purgarse, el sifón no está disponible y el ciclo se reinicia. El rotador es atendido desde el tanque de recolección a través de un sifón de alimentación que se consolida en el engranaje.

4.3.2. Elementos constitutivos de equipo de diálisis de aceite.

La separación del agua del aceite se realiza mediante la evaporación, debido a que dichos fluidos tienen diferente punto de ebullición, dicho proceso se realiza con una presión de vacío constante entre 110 y 130 milibar de presión y una temperatura de 50 grados centígrados.

El equipo tiene la capacidad de procesamiento de 125 litros por hora, y se admite una cantidad máxima de agua del 1%, es decir de 125 litros; 1.25 litros como máximo es agua condensada.

El equipo está formado por los siguientes dispositivos electromecánicos:

- Estanque de proceso
- Bomba de alimentación
- Bomba de vacío
- Válvula reguladora de vacío o de respiro
- Válvula de alimentación
- Calefactor
- Sensor de nivel máximo y mínimo
- Transmisor de temperatura

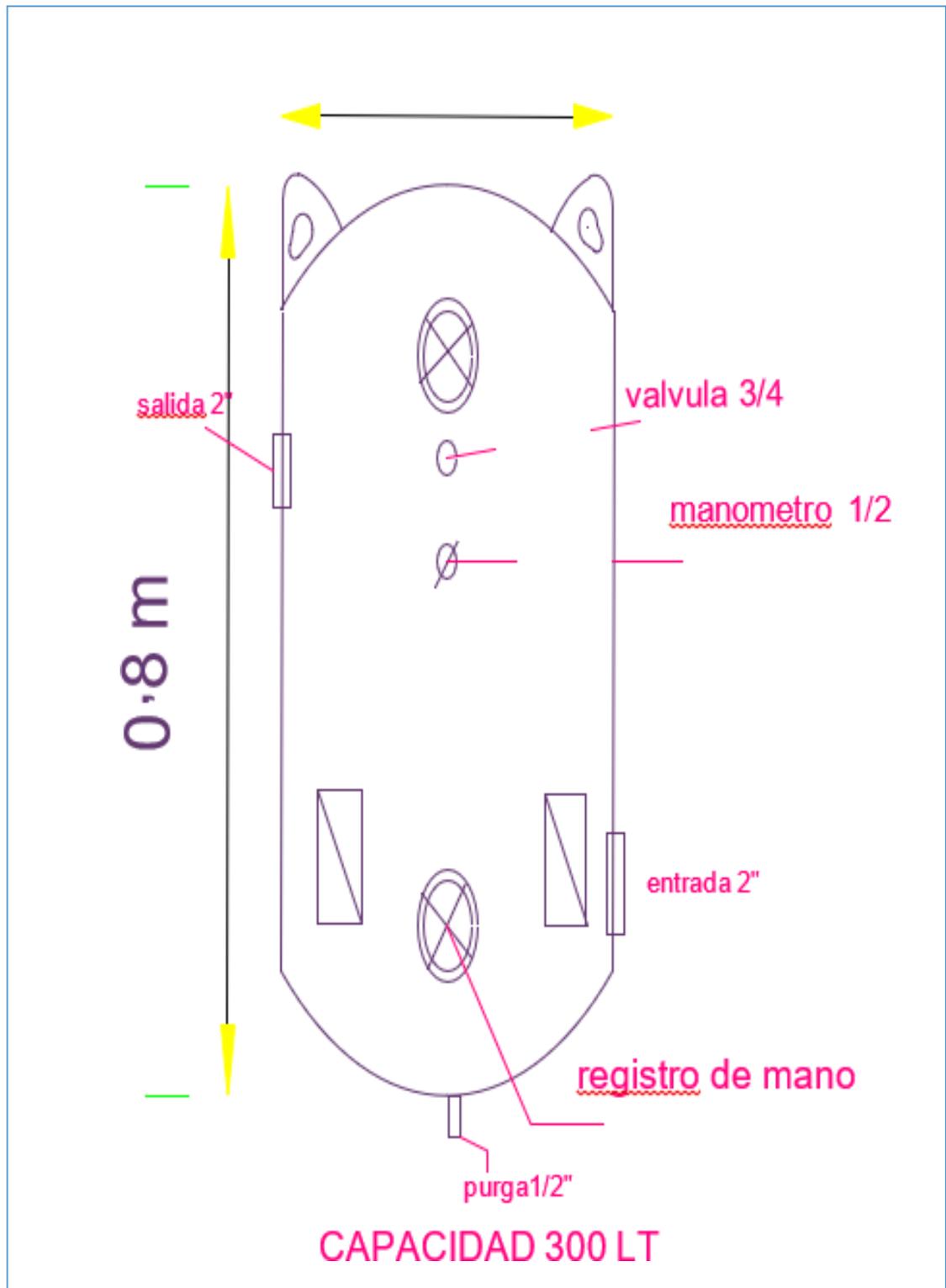
4.3.3. Selección y dimensionamiento de los componentes.

1. Estanque de proceso.

Un estudio del tamaño de la máquina en base a la disponibilidad de lubricantes determinó que era de 125 litros por hora y la capacidad del tanque era de 300 litros por lo que se llenaba diariamente. Dos veces con una reserva de 50 litros.

Elegimos un estanque de 300 litros con las siguientes especificaciones técnicas:

| | |
|---|-------------------------|
| Aforo | 0,3m ³ |
| Peso | 162,1 Kg |
| Material Manto | Acero A-414 GR.G |
| Material Cabezal | Acero A-414 GR.G |
| Material Conexiones | Acero A-105 |
| Espesor mínimo admisible manto | 3,64 mm |
| Espesor mínimo admisible cabezal | 3,0 |
| 4 mm Eficiencia de unión manto longitudinal | 0,8 |
| 5 Eficiencia de unión manto circunferencial | 0,8 |
| Tolerancia cabezales | AS |
| ME UG-81 | |
| Manto | ASME UG-80 |
| Presión de diseño | 12 bar / 175 psi @ 50°C |
| Presión de trabajo | 10,5 bar / 152 |
| psi @ 25°C Presión prueba hidráulica | 15,6 bar / 226 psi |



Dimensiones del Estanque
Litros 300 LT

Las dimensiones del estanque se determinan con la expresión:

$$V = V_{cil} + \frac{1}{2}Ve1 + \frac{1}{2}Ve2$$

Dónde:

V: Volumen del estanque, en m³

Vcil: Volumen del cilindro central del estanque, en m³

Ve1: Volumen esfera superior estanque

Ve2: Volumen esfera inferior estanque, en m³

Cálculo del volumen del cilindro central.

Se determina con la expresión:

$$V_{cil} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} * H$$

Dónde:

Vcil: Volumen cilindro central del estanque, en m³

D: Diámetro del cilindro, en m

H: Altura del cilindro, en m.

Para un D = 0.5, y H = 1.2m, se tiene:

$$V_{cil} = \frac{\pi \cdot 0.5^2}{4} * 1.2$$

$$V_{cil} = 0.235 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen de semi esfera superior:

Se determina:

$$Ve1 = 0.5 * \frac{4}{3} * \pi * r^3$$

Dónde:

Ve1: Volumen de semiesfera superior, en m3.

r: Radio de semiesfera superior, en m.

$$r = D/2 = 0.5/2 = 0.25 \text{ m}$$

Reemplazando valores:

$$Ve1 = 0.5 * \frac{4}{3} * \pi * 0.25^3$$
$$Ve1 = 0.032 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que:

$$Ve1 = Ve2 = 0.032 \text{ m}^3$$

Se tiene finalmente, que el volumen del estanque es de $0.235 + 0.032 + 0.032 = 0.3 \text{ m}^3 = 300 \text{ Litros}$

2. Bomba de Alimentación.

Las bombas deben ser de un tipo que no dañe. Las bombas de anillo líquido son las más adecuadas para este tipo de aplicaciones debido a que son auto lubricantes y el vapor no se mezcla con el lubricante de la bomba ya que no existe otro tipo de bomba y tiene un amplio rango de vacío y caudal. Maneja el mayor caudal para el cual el límite administrativo no está totalmente fijado, en este caso 125 litros por hora, con un componente de beneficio de 3:

$$Q = 3 * 125 \frac{\text{Litros}}{\text{Hora}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Litros}} * \frac{1 \text{ Hora}}{3600 \text{ s}} = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimensionamiento bomba

La presión final P_f esta determinada como la presión absoluta de operación esta es:

$$P_f = 0,122 \text{ atm} = 123,380 \text{ mbar}$$

$$P_v = P_a - P_f$$

Donde

P_a : presión atmosférica 1013,300 mbar.

$$P_v = 1013,300 - 123,380 = 889,920 \text{ mbar.}$$

Cálculo de Potencia de la Bomba

Al calcular la potencia hidráulica, se hizo utilizando al expresión que relaciona la altura de impulsión m , el caudal de suministro, el volumen específico del aceite, y las eficiencias mecánicas y eléctricas (Robert Mott, p. 433)

La potencia que necesita la bomba para este caudal a una altura estática de 22 metros, se determina:

$$P = \frac{\gamma * 0.001 * H}{s_1 * s_2 * 1000}$$

Dónde.

P: Potencia (KW.)

γ : Peso específico del agua (N/ m^3)

Q: Caudal (m^3/s).

H: Altura manométrica (m)

s1: Eficiencia del motor eléctrico

ϵ_2 : Eficiencia de la bomba.

Los valores de la eficiencia del motor eléctrico y de la bomba están en función a las variables hidráulicas, como también a los aspectos constructivos de la electrobomba; para una bomba Hidrostal, los valores son de 0.9 y 0.7 respectivamente. (Hidrostal, 2017)

La altura de la bomba en metros es la diferencia de altura entre el tanque y la capa superior del equipo y las pérdidas de presión por fricción.

Accesorios y tuberías. La distinción entre el estanque y la capa superior llega a ser de 1,2 metros, y se utiliza la ecuación de Darcy para calcular la caída de presión, que se expresa como:

Cálculo de Perdidas de Carga (hf):

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

hf: Altura de Pérdida de presión, en m.

f: Factor de fricción, adimensional

L: Longitud, en m.

V: Velocidad del fluido, en m/s

D: Diámetro de la tubería, en m.

Utilizamos las dos formas para determinar el factor de fricción:

Ecuación de Coolebrok.

Diagrama de Moody.

La ecuación de Coolebrok:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Dónde:

λ : Factor de fricción.

D: Diámetro de la tubería (m)

Re: Número de Reynolds. (adimensional)

K: Factor por tipo de accesorio. (adimensional)

El Número de Reynolds se determina:

$$Re = \frac{\rho * v * D}{\vartheta}$$

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad (m/s).

D: Diámetro de la tubería, (m).

ϑ : Viscosidad (Pa. s)

ρ : Densidad del agua (kg/m³)

La velocidad aproximada de flujo en tuberías:

Se determina a partir de la ecuación:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

El caudal Q de la electrobomba es de 0.001 m³/s Y el diámetro de la tubería es de 1" = 0.0254 m la existente.

$$V = \frac{4 \times 0.001}{\pi(0.0254)^2} = 1.97 \text{ m/s}$$

La viscosidad del aceite a 20°C, es 0.0015 Pascal por segundo, y la densidad de 890Kg/m³.

Por lo tanto

$$R = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\vartheta}$$

$$Re = \frac{890 \times 1.97 \times 0.0254}{0.0015} = 29689$$

El número de Reynolds mayor a 4000 se considera **un flujo turbulento.**

Factor de fricción:

Sustituyendo en la ecuación de Coolbrock, obtenemos el coeficiente de fricción, f , que es de 0,0015 mm para el desnivel E de la tubería de PVC, que es de 0,0000015 m: Sustituyendo en esta ecuación, obtenemos:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Utilizando la calculadora interactiva de coolebrok, se obtuvo un valor de $\gamma = 0.03$, que es el factor de fricción

Ecuación de Darcy. Permite determinar la pérdida de energía, la cual involucra al factor de fricción, la longitud de la tubería, la velocidad del flujo y el diámetro de la tubería. (Robert Mott, p. 439).

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f \frac{0.03 \cdot 12 \cdot 1.97^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0254} = 3.27 \text{ m.}$$

Perdidas por fricción en la tubería. Las pérdidas por accesorios se determinan:

$$H_{acc} = \frac{KV^2}{2gD}$$

Donde:

Hacc: Pérdida de carga por accesorios, en metros.

K: Factor por tipo de accesorio (Ver tabla 7)

V: Velocidad del fluido. (m/s)

D: Diámetro de la tubería, 1" = 0.0254 m

Tabla 7. Valores de factor de coeficiente por fricción en tuberías

PVC

| Accesorio | Factor de fricción |
|------------------|--------------------|
| T | 0.07 |
| Codo 90° | 0.08 |
| Codo 45° | 0.06 |
| Y | 0.11 |
| Reducción 2 a 1 | 0.15 |
| Ampliación 1 a 2 | 0.05 |
| Válvula de globo | 0.14 |

Fuente: PAVCO, 2018

El factor por tipo de tubería depende del accesorio, se tiene $K = 0.08$, para cambios de dirección (codos de 90°)

Reemplazando:

$$H_{acc} = \frac{KV^2}{2gD}$$

$$H_{acc1} = \frac{0.08 \cdot 1.97^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.0254} = 0.62 \text{ m}$$

$$H_{acc T} = H_{acc1} \times 2 = 1.24 \text{ m}$$

Pérdidas totales en la Tubería: Se determinó las pérdidas de cargas en las tuberías de PVC, tanto por las pérdidas de cargas por fricción y en los accesorios.

$$P_t = h_f + h_{acc}$$

Dónde:

Pt. Pérdidas de carga total, en m.

hf: Pérdida de carga por fricción, en m

hacc: Pérdida de carga en accesorios, en m.

Reemplazando valores, se tiene:

$$P_t = 3.27 \text{ m.} + 1.24 \text{ m}$$

$$P_t = 4.51 \text{ m}$$

La altura dinámica: Se determinó mediante la expresión:

$$H_m = H + P_t$$

Dónde:

H_m: Altura dinámica, en m

P_t: Pérdidas de carga total, en m.

H: Altura de impulsión, en m

Reemplazando valores, se tiene:

$$H_m = 1.2 \text{ m} + 4.51 = 5.71 \text{ m}$$

La potencia desarrollada en la electrobomba es:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{\epsilon_1 * \epsilon_2}$$

$$P = \frac{9810 \times 0.001 \times 1.2}{0.9 \times 0.7} = 186 \text{ Watt}$$

Se utilizará una electrobomba centrífuga de 200 Watt, con una tensión eléctrica de 220 Voltios monofásica, frecuencia 60 Hertz.

3. Bomba de vacío

Una bomba de vacío es una parte esencial de un deshidratador, ya que este equipo proporciona el voltaje para eliminar la humedad del aceite. El tipo de bomba viene determinado por la aplicación y su medida depende del vacío generado y de la velocidad de extracción.

Bomba seleccionada

Máximo 50m³/h Presión
última 33 mbarPotencia
1,5 Kw.



Bomba de vacío Travaini modeloTRMB 32-50GH

El flujo Q es el vapor de agua que se disipa en el deshidratador y es extraído de estanque por la bomba en el tiempo t

$$Q = v / t$$

Dónde :

t = 1 hora

v : La cantidad total de agua evaporada extraída del estanque en una hora es igual al volumen específico de vapor saturado v_g a 50°C multiplicado por la masa total de agua.

$$v = v_g \times m$$

Dónde

$$v_g = 12,045 \text{ m}^3 / \text{Kg m} = 3 \text{ Kg}$$

$$v = 12,045 \times 3 = 36,135 \text{ m}^3$$

$$Q = 36,135 \text{ m}^3/\text{h}$$

La bomba de vacío debe bombear 36.135 m³/h, que corresponde al volumen de vapor saturado de 1,25 kg de agua a 50°C y 123.380 mbar.

4. Válvula reguladora de vacío.

Tpo de conmutación: Es un dispositivo para el cambio programado de las cámaras de cloro, compuesto por dos válvulas de control de tensión y vacío, que se monta en el complejo de la pared o en la válvula de cabecera del cabezal de la cámara de cloro. Dispone de una señal mecánica cercana del estado de la actividad, de dos maneras: una soltando el tornillo del mango final de la válvula de reducción de la tensión y la otra aflojando el tornillo hacia el final de la barra de sombra de la válvula de gestión del vacío. Es decir, puede demostrar qué cámara de microorganismos o de cloro está en actividad.

El cambio programado (Switchover) se produce por el "incremento" del vacío, suponiendo que el cloro se cierra en la cámara o en la batería de cámaras

que estaba en actividad, y por la llegada del gatillo en la válvula posterior asociada a la cámara obatería que estaba en modo de respaldo.

La válvula de reserva se mantiene cerrada por medio de un detector-cierre. Esta capacidad se logra mediante una válvula de control de tensión posterior montada en otra alimentación de aceite.

En el momento en que se termina el aceite en la línea de alimentación principal que estaba en actividad, el vacío del marco trasciende el vacío típico, conquistando el poder de retención del detentor reunido al desbloquearlo. Así, la línea de cloro gas que estaba en reserva entra en actividad y comienza a suministrar cloro a la estructura, suplantando a la primera.

5. Válvula de alimentación

Para la alimentación del aceite, se utiliza una válvula de alimentación, de tipo globo, la cuál está compuesto por un actuador eléctrico multivuelas inteligente y una válvula de globo. Pantalla LCD, mando a distancia por infrarrojos (opcional). Estabilidad confiable y altas ventajas rentables. El cuerpo de la válvula puede prevenir efectivamente el retorno de los medios, para garantizar el funcionamiento estable del sistema de control de fluidos. Presenta la siguientes características:

- Tipo de actuador: Actuador de válvula de globo eléctrica de múltiples vueltas
- Material del cuerpo: WCB, CF8, CF8M
- Presión: 10/16/20/64 bar (145/232/290/928 psi)
- Temperatura del medio: -30 a 400 °C (-22 °F a 752 °F)
- Medios adecuados: agua, aire, petróleo, gas, cemento, etc.
- Voltaje: Trifásico: 380V AC. Rango: 380VAC ~ 420VAC; Monofásico: 220V CA. Rango: 200VAC ~ 240VAC
- Tipo de conexión: con brida



6. Calefactor eléctrico

El calefactor eléctrico es un calentador de tuerca, porque este tipo de radiador es especialmente adecuado para tanques, aguanta voltaje, vacío y no es difícil de levantar porque tiene un cable que se conecta al lago. El radiador se coloca en la masa del estanque.

Cálculo de la potencia del calefactor

La potencia requerida para evaporar el agua

del aceite es $Q_t = Q_{\text{aceite}} + Q_{\text{agua}}$

Donde:

Q_{aceite} : Calor necesario para calentar el aceite de 15°C a 50°C.

Q_{agua} : Calor necesario para calentar el agua de 15°C a 50°C y evaporarla. Calor necesario para calentar el aceite Q_{aceite}

Primera ley de la termodinámica:

$$Q = m (h_2 - h_1)$$

Donde

$$h_2 - h_1 = C_p (T_2 - T_1) \quad Q = m \times C_p (T_2 - T_1)$$

m : es la masa de aceite equivalente a 300 litros. $T_1 = 15^\circ\text{C}$, temperatura del aceite en el inicio del ciclo. $T_2 = 50^\circ\text{C}$, temperatura al final del ciclo.

h_1 : es la entalpía del aceite para T_1

h_2 : es la entalpía del aceite para T_2

$C_p = 0,489 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$, Calor específico del aceite a presión constante a 50° .

Masa del aceite m : La cantidad de aceite usado recuperado por hora es de 125 litros/hora, de los cuales el contenido máximo de agua es del 0,1% de la cantidad total, es decir, 125 litros de aceite usado contienen 1,25 litros de agua, por lo que entonces:

Aceite = Aceite usado – Agua

Aceite = 125 Litros/hora – 1.25 Litros/hora = 123.75 Litros/hora

La masa m, del aceite es la densidad ρ de este por su volumen

$$m = \rho \times v$$

donde:

$\rho = 864 \text{ Kg/m}^3$, densidad promedio de los aceites minerales a 50°C

$v = 123.75 \text{ Litros} = 0,12375 \text{ m}^3$

$m = 0,12375 \text{ m}^3 \times 864 \text{ Kg/m}^3 = 106.5 \text{ Kg}$

Remplazando estos valores en la ecuación

$Q_{\text{Aceite}} = 106.5 \times 0,489 \times (50 - 15) = 1839 \text{ Kcal}$.

Calentamiento y vapor a una temperatura de 50°C, ya que la eliminación del agua del aceite se requiere a una temperatura que no exceda los 50°C, la operación de vapor debe realizarse a una presión para llenar el agua a esta temperatura, que es igual a 0,122 atm. La presión del tanque de preparación se mantiene constante.

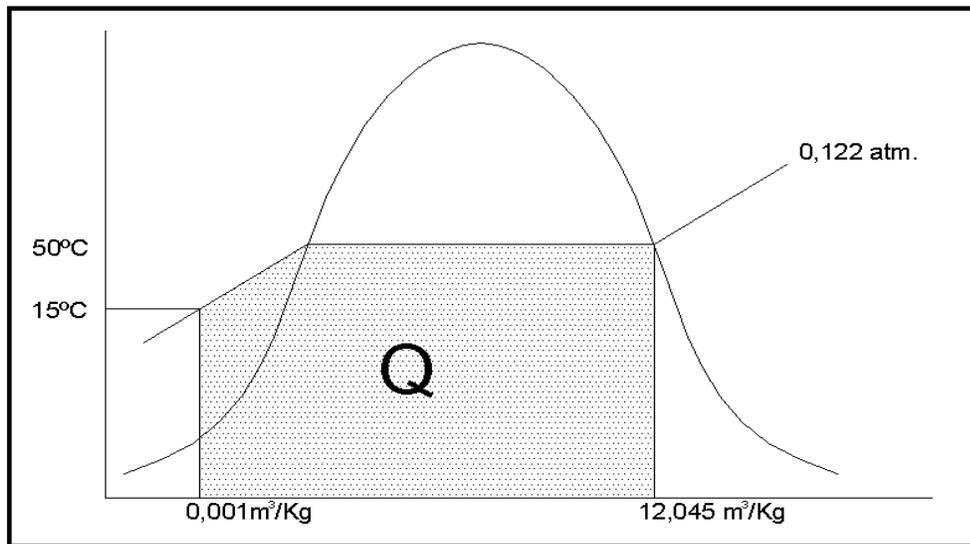


Diagrama Temperatura – Volumen específico

El calor necesario para evaporar el agua a presión constante de 0,122 atm.

De la primera ley de la termodinámica.

$$Q = m (h_2 - h_1)$$

Donde:

m : masa del agua es de 1.25 Kg

h₁ : entalpía del agua subenfriada a los 15°C y 0,122 atm

h₂ : es la entalpía del vapor saturado h_g a

los 50°C y 0,122 atm h₁ = 15,021 Kca.

h₂ = 618,97 Kcal

$$Q_{\text{agua}} = 1.25 \times (618,97 - 15,021) = 753.5 \text{ Kcal}$$

$$Q_t = 1839 + 753.5 = 2592.5 \text{ Kcal.}$$

La potencia P de la resistencia eléctrica en Kw.

$$P = Q / t$$

Donde:

Q : Energía o calor Qt en Kilo joulet : Tiempo en segundos.

$$Q = 2592 \text{ Kcal.} \times 4,186 \text{ Kj/Kcal} = 10852 \text{ Kj.} t = 1 \text{ hora} \times 3600 \text{ seg/hora} \\ = 3600 \text{ seg.}$$

$$P = 10852 / 3600 = 3.014 \text{ K}$$

7. Sensor de nivel máximo y mínimo

EL sensor de nivel de flotador es un dispositivo que se utiliza para medir el nivel de líquido en un deposito o tanque. El sensor cuenta con un interruptor que se puede usar para activar una bomba, un indicador, alarma u otro dispositivo. Los datos del sensor de nivel se muestran en la tabla 8.

Tabla 7. Características de sensor de nivel máximo y mínimo.

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Nombre del producto | Sensor de nivel de agua |
| Contactos | NO + NC |
| Clasificación de contacto máxima | 10W |
| Voltaje máximo del interruptor | 100V DC |
| Corriente de interruptor máxima | 0,5 a |
| Tensión máxima de avería | 220V DC |
| Corriente máxima de transporte | 1.0A |
| Resistencia de contacto máxima | 100 MΩ |
| Clasificación de temperatura | -10 ~ + 85 grados |
| Material de bola flotante | P.P |
| Material del cuerpo flotante | Plástico |
| Tamaño del cuerpo flotante | 23,6x17,5mm/0,9 "x 0,7" (L * D) |
| Diámetro de rosca de tornillo | 20mm/0,79" |
| Diámetro de la tuerca aranjada | 23,5mm/0,92" |
| Altura de ruptura | 50mm / 2" |
| Ángulo de ruptura | 45 ° |
| Longitud Total del cuerpo | 90mm/3,5" |
| Longitud del Cable | 39cm/15,3" |
| Color | Negro |
| Contenido del paquete | 1 x Sensor de nivel de agua |

Fuente: Electric equipment, 2022

8. Transmisor de Temperatura

El sensor de temperatura Pt100 WTR 120 es un potente sensor de temperatura que no requiere cables adicionales. Sensor de temperatura Pt100. Puede usar escudos para conectarse directamente a las interacciones. La prueba Pt100 es una prueba de nivel A de precisión de 3 hilos, y existe un mercado para la prueba Pt100. El cabezal del filtro central se puede conectar al sensor KMU 100.

El sensor de temperatura Pt100 WTR 120 tiene un rango de temperatura de aproximadamente -50°C a 400°C, por lo tanto, tiene una extensa gama de usos. Con un cable de 1/2", el sensor de temperatura Pt100 se puede conectar a una tubería o contenedor. El sensor de temperatura Pt100 WTR puede soportar cargas mecánicas y altas la temperatura. Platino 100



[Mostrar precios!](#)



Sensor de Temperatura PT100
WRT

Especificaciones del sensor PT100 WR

| Sensor de temperatura Pt100 WTR 120 | |
|--|--|
| - Sensor de temperatura Pt100 de 3 hilos | - Sensor de temperatura Pt100 clase A |
| - Estructura de proteccion de acero inoxidable | - Escala de medición: -50 ... +400 °C |
| - IP 54 o IP 69 | - Tipo de conexión de 1/2" |
| - Alta precisión | - Posibilidad de conexión al transductor KMU 100 |
| Especificaciones técnicas | |
| Carcasa | Conexión: acero inoxidable o aluminio |
| | Estructura de proteccion: acero inoxidable, Ø 9 mm |
| Tipo de Pt100 | 3 hilos |
| Escala de medición | -50 ... +400 °C |
| Clase de precisión | Clase A |
| Longitud en mm | 50, 100, 160, 200, 250, 300 |

9. Controlador lógico programable P.L.C.

Aparato avanzado con memoria programable para guardar las pautas programadas de control del proceso.

Selección

la selección del PLC. Depende sobre todo de las banderas de información y resultados que requiera la interacción.

Señales de entrada.

Sensor Nivel mínimo Nivel máximo Temperatura

Sensor Nivel mínimo y Nivel máximo.

Especificaciones:

Serie LL / LLE en plástico para categorías de temperatura de -25 a +80°C ó de -40a +125°C de diseño compacto y salida digital (TTL)

Rosca a proceso: M12 x 1 mm o tipo botón, montaje interior o exterior Pre-cableados o conector aéreo

M12 x 1 mm

Presión de trabajo:

5 bar Alimentación:

de 5 a +12 Vcc +/-

5%

Salida: por transistor NPN (TTL) 10mA @25°C

Sensor de Nivel Mínimo y Máximo



P.L.C. seleccionado. Minicontrolador AF-10MR-AS características: Display frontal para programación directa sin consola extern, relés de salida independientes, alimentación 85-260 VAC, 6 entradas de señal 4 salidas relé.



Micro controlador lógico programable Array AF-10MR-AS

4.4 Objetivo específico 4: Realizar una evaluación económica de la propuesta.

4.4.1. Inversión Inicial del Proyecto.

Tabla 8. Inversión Inicial del Proyecto.

| N° | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario S/. | Precio Total S/. |
|-----------------|--|--------|----------|---------------------|------------------|
| Dispositivos | | | | | |
| 1 | Estanque de proceso: Vol 300 Litros, Plancha 3/16" | Unidad | 1 | 450 | 450 |
| 2 | Bomba de Alimentación: 200 Watt, 220 Voltios monofásica, 60 Hertz. | Unidad | 1 | 860 | 860 |
| 3 | Bomba de vacío. 1,5 Kw | Unidad | 1 | 1250 | 1250 |
| 4 | Válvula reguladora de vacío. | Unidad | 1 | 1050 | 1050 |
| 5 | Válvula de alimentación. 10/16/20/64 bar, -30 a 400 °C. 220 V AC. | Unidad | 1 | 910 | 910 |
| 6 | Calefactor eléctrico. 6.028 kW | Unidad | 1 | 720 | 720 |
| 7 | Sensor de nivel máximo y mínimo | Unidad | 2 | 1120 | 2240 |
| 8 | Transmisor de Temperatura. Pt100 WTR 120 | Unidad | 1 | 210 | 210 |
| 9 | Controlador lógico programable P.L.C. AF-10MR-AS | Unidad | 1 | 1280 | 1280 |
| Sub Total 1 S/. | | | | | 8970 |
| Mano de Obra | | | | | |
| 10 | Instalación de Equipo | Unidad | 1 | 1800 | 1800 |
| Sub Total 2 S/. | | | | | 1800 |
| Pruebas | | | | | |
| 11 | Pruebas de funcionamiento | Unidad | 1 | 560 | 560 |
| Sub Total 3 S/. | | | | | 560 |
| Mantenimiento | | | | | |
| 12 | Mantenimiento preventivo | Unidad | 1 | 220 | 220 |
| Sub Total 4 S/. | | | | | 200 |
| Total S/. | | | | | 11530 |

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2. Ingresos Económicos del Proyecto.

Los ingresos estimados del proyecto están dados por el costo del lubricante reciclado, para una producción de 250 litros mensuales, que equivale a 66.13 Galones al mes, a un costo de 65 Soles por galón, que es el precio actual en el mercado, se tiene un ingreso mensual de 4298 Soles; valor que representa los ingresos mensuales del proyecto.

4.4.3. Flujo de Caja.

Tabla 9. Flujo de Caja

| Item | Mes | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Egresos S/. | | | | | | | | | | | | | |
| Costo de la Inversión | 11530 | | | | | | | | | | | | |
| Operador de la máquina | | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Insumos | | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Energía Eléctrica | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Ingresos S/. | | | | | | | | | | | | | |
| Venta de lubricante | | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 |
| Utilidad (Ingresos - Egresos) | | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 |

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.4. Cálculo de Indicadores Económicos.

Valor Actual Neto.

Usando la función VAN en Microsoft Excel para determinar el valor presente durante un período de 12 meses con una tasa de interés mensual del 4%, tenemos:

Tabla 10. Valor Actual Neto

| Item | Mes | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Egresos S/. | | | | | | | | | | | | | |
| Costo de la Inversión | 11530 | | | | | | | | | | | | |
| Operador de la máquina | | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Insumos | | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Energía Eléctrica | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Ingresos S/. | | | | | | | | | | | | | |
| Venta de lubricante | | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 |
| Utilidad (Ingresos - Egresos) | | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 |
| =VNA(0.04;F21:Q21). | | | | | | | | | | | | | |
| | S/ 25,133.23 | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Se logra un importe de 25133.23, el cual representa los valores de las utilidades actualizados al mes 0; es decir si se resta dichos ingresos menos la inversión inicial, se tiene el valor actual neto: $25133 - 11530 = 13606$ Soles,

Tasa Interna de Retorno.

Empleando la función TIR de Microsoft Excel para determinar la tasa interna de retorno durante un período de 12 meses, se obtiene:

Tabla 11. Tasa Interna de Retorno

| Item | Mes | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Egresos S/. | | | | | | | | | | | | | |
| Costo de la Inversión | 11530 | | | | | | | | | | | | |
| Operador de la máquina | | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Insumos | | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Energía Eléctrica | | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Ingresos S/. | | | | | | | | | | | | | |
| Venta de lubricante | | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 | 4298 |
| Utilidad (Ingresos - Egresos) | -11530 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 | 2678 |
| =TIR(F25:R25) | 21% | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Autoría Propia.

Se logró obtener una tasa interna de retorno del 21%, superior a la tasa bancaria del 3,5%, haciendo factible el proyecto.

V. DISCUSIÓN

La investigación realizada determinó que la factibilidad técnica y económica de la reutilización de los aceites refinados, es posible implementarla en la empresa minera, debido a que los aceites quemados que actualmente se reciclan en su zona de disposición temporal de residuos, presentan características físicas y químicas que se pueden modificar y tener las mismas de los aceites nuevos para uso en sistemas mecánicos.

El estudio tuvo como base científica los resultados de los análisis de laboratorio que se realizó a la muestra de aceite, el cual fue extraído de manera aleatoria de los cilindros que se encuentran en la zona de disposición final de la empresa; teniendo en cuenta el tiempo de almacenamiento en la cual se encuentra; debido a que la empresa prestadora de servicio que se encarga de llevar los residuos líquidos a su disposición final, lo hace con una frecuencia de 15 días; por lo tanto el aceite permanece en las condiciones de almacenamiento a presión atmosférica y a temperatura ambiente, la cual es variable, con valores desde 0 grados hasta 20 grados centígrados; además del grado de contaminación del aceite por polvo o por residuos sólidos que están disueltos en la atmósfera.

Con la propuesta, se logró determinar que es factible la reducción de los aceites almacenados en la zona de almacenamiento temporal, debido que el aceite ya no iría a una zona de disposición final, sino se quedaría en la misma empresa; el aceite. El cambio de los aceites de motor, de los sistemas hidráulicos tales como frenos, sistema de dirección, sistema de propulsión de sus implementos y sistema de transmisión, se realizaron periódicamente, utilizando aceites de la misma calidad que el original, es decir que tienen las mismas características físicas, mecánicas, y en las cantidades que estipula el fabricante de cada unidad. Los aceites extraídos de las unidades son almacenados en unos recipientes cilíndricos de color negro, cerrados herméticamente, y rotulados, de acuerdo a su procedencia, es decir del sistema y de la unidad de donde

fueron extraídos; el volumen de cada recipiente es de 42 Galones

La determinación de la capacidad de procesamiento, es un factor fundamental en el estudio, porque se hizo en función a 6 criterios a fin de calcular la cantidad de aceite que se puede procesar en un tiempo determinado; se hizo en función al número de entradas disponibles, el grado de contaminación del aceite lubricante del motor, la Política de la empresa en materia de reciclaje de lubricantes, la capacidad de almacenamiento del lubricante utilizado, la Tecnología de producción de equipos de diálisis y el Costo de producción del aceite lubricante regenerado.

De los 400 a 500 litros de aceite disponibles por mes de los dos aceites utilizados en la máquina de diálisis, el 50% está destinado a ser utilizado y el 50% restante será almacenado y utilizado por el proveedor de atención médica ya que la empresa es una ISO . 14001 apropiado. Un índice de "insumo disponible" de 2 indica que la mitad del insumo será apto para reciclar. Así, se regenerarán 250 litros de dos tipos de aceites SAE 10W-30 y SAE 15 W-40, por lo que la capacidad máxima de producción de aceite lubricante regenerado es de 500 litros mensuales. Para efectos de cálculo, se decidió diseñar la máquina de diálisis para operar intermitentemente dos veces por semana con una capacidad de 125 litros por hora.

Si se compara el estudio realizado, con el que hizo (ALDANA, 2019) el cual consistió en el diseño de Planta de Tratamiento de 20 L/h para la Reducción del Procesamiento de Sólidos en Lubricantes Automotrices Se diseñó la reconstrucción de la planta de procesamiento y con ayuda del análisis descriptivo logró determinar las propiedades del aceite utilizado en los motores de combustión interna. Para ello, recopiló datos sobre la cantidad de aceite recuperado de Olmos y su almacenamiento temporal y encontró que se recuperaba un promedio de 200 a 300 litros de aceite por mes. Hizo un análisis físico- químico del aceite quemado, donde la gravedad específica fue de aprox. 0,89 y 0,941 g/cm³; dichos valores de gravedad específica

están dentro del rango que se hizo el análisis en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque.

En cuanto a la viabilidad económica, los ingresos estimados del proyecto están dados por el costo del lubricante reciclado, para una producción de 250 litros mensuales, que equivale a 66.13 Galones al mes, a un costo de 65 Soles por galón, que es el precio actual en el mercado, se tiene un ingreso mensual de 4298 Soles; valor que representa los ingresos mensuales del proyecto.

Los indicadores económicos tales como el VAN y el TIR, que son de 13606 Soles y 21% respectivamente, en el periodo de 12 meses, hacen viable la implementación de la propuesta; es decir que la empresa tendría no solamente una mejora en el almacenamiento de los residuos líquidos, sino también rentabilidad económica.

VI. CONCLUSIONES

- Se evaluó el estado actual de la cantidad de aceites que son reemplazados en la maquinaria que se encuentra en operación, utilizando el método probabilístico de Weibull, con lo cual se determinó la probabilidad de la cantidad de aceite reciclado dentro de un mes.
- Se describió las características físicas del aceite usado, a través de un análisis realizado en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Se hizo la selección de cada uno de los elementos que conforman los mecanismos de procesamiento de aceite reciclado, a fin de tener características iniciales.
- Se realizó una evaluación económica de la propuesta, con un valor actual neto de 13606 Soles y una Tasa Interna de Retorno del 21%, valores que hacen factible la implementación de la propuesta.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio a nivel de las empresas de transporte de pasajeros, debido a que en ellas se tiene alta frecuencia de cambio de aceite, debido a que tienen grandes recorridos en corto periodo de tiempo.
- Así mismo, se debe implementar un sistema de gestión, de acuerdo a lo que estipula la norma de medio ambiente ISO 14001, en el cual se deben hacer mediciones frecuentes del grado de contaminación del suelo en el entorno de la empresa.
- Hacer un seguimiento a las características que presentan los aceites durante el periodo de utilización en los diferentes sistemas mecánicos, a fin de determinar posibles desgastes en los elementos que están sujetas a fricción constante.

BIBLIOGRAFIA

1. Adewole, B. Z., Olojede, J. O., Owolabi, H. A., & Obisesan, O. R. (2019). Characterization and suitability of reclaimed automotive lubricating oils reprocessed by solvent extraction technology. *Recycling*, 4(3), 31.
2. Aguilar Ocupa, D. E. (2021). Diseño de un sistema de regeneración de los aceites lubricantes multigrado usados en automóviles livianos, para su reutilización en la región de Lambayeque.
3. Aldana Sanchez, D. J. (2019). Diseño de una planta de diálisis de 20 litros/hora para disminuir la presencia de sólidos en el aceite automotriz de vehículos livianos, Olmos..
4. Cabascango Collahuazo, N. S. (2021). *Análisis de la tendencia de desgaste de un motor de encendido provocado de un vehículo M1 de uso público utilizado el análisis de aceite usado* (Doctoral dissertation, QUITO/UIDE/2021)..
5. Carrasco Calle, L. E. (2021). Propuesta de implementación del sistema de gestión ambiental (SGA) Norma ISO 14001 para la preservación del medio ambiente marítimo en la planta Chancay de Pesquera Centinela SAC-2020-2021..
6. Copacati Arisaca, W. (2022). Estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de una Empresa de mantenimiento y servicio automotriz en el Cono Norte, Arequipa 2022.
7. Córdova Pardo, M. V., & Zambrano Espinoza, G. I. (2022). *Evaluación de las características de los desechos de aceites de los motores para su reciclaje* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
8. Cortés Mesa, A. Y., & Nielsen Avelta, M. S. (2019). *Aprovechamiento de aceite lubricante automotriz usado, como nueva línea de negocio en la empresa EMIR SA ESP* (Bachelor's thesis, Universidad El Bosque).
9. Cueva Velásquez, G. A., Rojas Cazar, W. E., & Almeida Campos, K. E. (2022). *Diseño de un sistema de reciclaje de materias primas residuales provenientes de maquinaria pesada en categorías de aceites, neumáticos*

y filtros utilizados en actividades de construcción correspondiente a la Constructora CUVEL & compañía (Doctoral dissertation, ESPAE-ESPOL)..

10. Dávila Rueda, D. I. (2018). Comparación de las Propiedades Físico-Químicas en los Lubricantes Minerales y Sintéticos en Estado Virgen para uso Automotriz en el Mercado Nacional.
11. EGOÁVIL MÉNDEZ, D. (2019). Implementación de un programa de lubricación para aumentar la disponibilidad de los scoops Caterpillar R1600G en la Compañía Minera Casapalca.
12. Espiritu Casas, A. Y., & Muñoz Arenas, J. L. (2019). Gestión de procesos en el área de servicio técnico para mejorar la calidad del producto en la empresa CGM RENTAL SAC, Lurín-2019.
13. Garabí, D. G. H., & Paz, R. (2005). Desarrollo de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001.
14. HINOJOSA PENA, L. F., & ORTIZ TREJO, J. E. (2019). *SIMULACION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE COMBUSTIBLE A PARTIR DEL ACEITE AUTOMOTRIZ USADO EN OCAÑA-NORTE DE SANTANDER* (Doctoral dissertation).
15. Kazakov, P., Dimitrov, M., & Vasilev, M. (2017). Automobile oils parameters prediction by spectral characteristics. *Proceedings of university of Ruse*, 56, 142-146.
16. Laupa Cárdenas, A. (2021). Aplicación de aceite usado de vehículos para mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica en la Av. Naranjal, Lima 2021.
17. Llumiquinga Suntaxi, R. E., & Sarango Amagua, F. A. (2021). Evaluación del comportamiento del lubricante original y alternativo en un motor de combustión interna.
18. LOPEZ-AYALA, J. Valoración energética del aceite lubricante usado en sistemas térmicos de combustión de la industria cementera ecuatoriana. *Novasineria* [online]. 2018, vol. 1, n. 2.
19. Manzanarez-Jiménez, L. A. (2022). Alternativas de recuperación para los aceites lubricantes usados. *Epistemus (Sonora)*, 16(32).

20. Masco Gallegos, C. Y. (2018). Determinación de Aspectos Ambientales Generados por una Planta de Reciclado de Aceite para la Implementación de la ISO 14001: Arequipa-2017.
21. Maureira Aravena, G. A. (2020). *Estudio de factibilidad técnica económica legal y ambiental de una planta de reciclaje de aceite lubricante usado en la Mina Chuquicamata subterránea* (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).
22. Méndez Agreda, T. C., & Mendieta Hernández, A. X. (2021). *Recuperación de aceite lubricante usado de origen automotriz por intercambio iónico* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química)..
23. Moreno Tello, L. D. (2019). PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA DISPOSICION FINAL DE LOS ACEITES DE LUBRICANTES PROCEDENTES DE TALLERES AUTOMOTRIZ DEL DISTRITO PILLCO MARCA–HUÁNUCO–2019.
24. Narváz Palma, C. A. (2018). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de lubricantes sintéticos de grado alimenticio en Ecuador..
25. Navia Yépez, P. J., & Herrera Mera, J. C. (2021). *Evaluación de la salud y contaminación de un aceite lubricante utilizado en un motor de encendido por compresión de un vehículo de transporte urbano* (Doctoral dissertation, QUITO/UIDE/2021).
26. Niño Gutierrez, J. C. (2021). *Propuesta de implementación de procesos de reciclaje de aceites industriales dentro de la empresa con el fin de reducir costos de operación* (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)..
27. Oladimeji, T. E., Oguntuashe, K. M., Emetere, M. E., Efevbokhan, V. E., Odunlami, O. A., & Obanla, O. R. (2020). Industrial-and automotive-used lubricating oils recycling cum acidic sludge treatment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 106(9), 4157-4167.
28. Padilla-Padilla, C. A., Moreno-Pinduisaca, L. E., Buenaño-Moyano, L. F., Cuaical-Angulo, B. A., & Barrera-Cárdenas, O. B. (2018). Análisis

- situacional del tratamiento de aceites automotrices residuales. *Polo del Conocimiento*, 3(7), 172-187.
29. Patín Patín, Á. A. (2018). *Reciclado de aceite quemado de vehículo en la estabilización de suelos arenosos* (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2018).
 30. Quillos-Ruiz, S. A., Nahui-Ortiz, J., Escalante-Espinoza, N. J., & Calderon-Rodriguez, L. C. (2021). Efecto del vertimiento de aceites residuales en la calidad del suelo en los talleres automotrices de la Ciudad de Chimbote. *LACCEI Inc.*
 31. RESTREPO, C. A. G., & PEÑA, Y. F. RECICLAJE DE ACEITES EN EL VALLE DEL CAUCA.
 32. RODRÍGUEZ, B. Y. L., & MICHEL, G. A. R. (2020). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE ACEITES USADOS PROVENIENTES DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN EL GRAN SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA. *Gente Clave*, 4(1), 30-60.
 33. Rosero, R. D. P. F., Flores, J. M. R., Morocho, W. M. B., & Padilla, C. A. P. (2020). Tratamientos químicos y fisicoquímicos para aceites residuales de sistemas automotrices. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(8), 1014-1029.
 34. Stan, C., Andreescu, C., & Toma, M. (2018). Some aspects of the regeneration of used motor oil. *Procedia Manufacturing*, 22, 709-713.
 35. Stout, S. A., Litman, E., & Blue, D. (2018). Metal concentrations in used engine oils: Relevance to site assessments of soils. *Environmental Forensics*, 19(3), 191-205.
 36. Tabares Peñate, E. A., & Guzmán Rojas, J. D. (2021). Diseño de una máquina trituradora de filtros de aceite usados para vehículos.
 37. Torres Muñoz, R. E., & Reyes García, R. F. (2021). *Manejo de aceites lubricantes usados y criterios de calidad química del suelo de la lavadora & lubricadora Vélez del cantón Chone* (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
 38. Wolak, A. (2018). Changes in lubricant properties of used synthetic oils based on the total acid number. *Measurement and Control*, 51(3-4), 65-

72.

39. Yoshida, S., Yamamori, K., Hirano, S., Sagawa, T., Okuda, S., Miyoshi, T., & Yukimura, S. (2020). *The development of JASO GLV-1 next generation low viscosity automotive gasoline engine oils specification* (No. 2020-01-1426).
40. Zahos-Siagos, I., & Karonis, D. (2018). Exhaust Emissions and Physicochemical Properties of Hydrotreated Used Cooking Oils in Blends with Diesel Fuel. *International Journal of Chemical Engineering*, 2018..

ANEXOS

Instrumento: Registro de datos de observación

Objetivo: Recolectar información de la cantidad de aceite usado en cada mes de los años 2020 y 2021, que se tienen en la zona de almacenamiento temporal de residuos líquidos de la empresa minera.

| Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| Año | Mes | 10W-30 | 15W-40 |
| 2019 | Enero | | |
| | Febrero | | |
| | Marzo | | |
| | Abril | | |
| | Mayo | | |
| | Junio | | |
| | Julio | | |
| | Agosto | | |
| | Setiembre | | |
| | Octubre | | |
| | Noviembre | | |
| | Diciembre | | |

| Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| Año | Mes | 10W-30 | 15W-40 |
| 2020 | Enero | | |
| | Febrero | | |
| | Marzo | | |
| | Abril | | |
| | Mayo | | |
| | Junio | | |
| | Julio | | |
| | Agosto | | |
| | Setiembre | | |
| | Octubre | | |
| | Noviembre | | |
| | Diciembre | | |

| Cantidad de Aceite almacenados en área de disposición temporal (Litros) | | | |
|--|-----------|--------|--------|
| Año | Mes | 10W-30 | 15W-40 |
| 2021 | Enero | | |
| | Febrero | | |
| | Marzo | | |
| | Abril | | |
| | Mayo | | |
| | Junio | | |
| | Julio | | |
| | Agosto | | |
| | Setiembre | | |
| | Octubre | | |
| | Noviembre | | |
| | Diciembre | | |

Instrumento: Registro de datos de observación

Objetivo: Recolectar información de las características que deben tener los aceites para ser considerados aptos para el uso en los sistemas mecánicos.

| | | ACEITE APTO PARA USO EN SISTEMAS MECANICOS | |
|----------------------------|----------------------------|--|------------|
| | | SAE 10W-30 | SAE 15W 40 |
| PARTICULAS DISUELTAS (ppm) | Aluminio | | |
| | Hierro | | |
| | Cobre | | |
| | Plomo | | |
| | Boro | | |
| | Silicio | | |
| | Calcio | | |
| | Zinc | | |
| Propiedades Físicas | Viscosidad (Max 4 Cst) | | |
| | Gravedad específico (G/Cm) | | |
| | Agua (%) | | |
| | Gravedad API | | |

Validación de instrumento

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

Quinteros Vílchez, Marilyn Catherine

Profesión:

Ingeniero Químico

Grado académico:

Ingeniero titulado y colegiado

Actividad laboral actual: Especialista en Análisis Químico físico en laboratorio.

II. INDICACIONES AL EXPERTO.

A continuación, hay dos secciones separadas sobre el conocimiento y la influencia en el tema del documento de evaluación.

La siguiente tabla muestra una escala del 1 al 5, aumentando de ignorante a conocedor. Marque con una "X" cuando considere su conocimiento sobre el tema de la tarea de evaluación.

| | | | | |
|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| 1 Ninguno | 2 Poco | 3 Regular | 4 Alto | 5 Muy alto |
|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|

Marque con una "X" las fuentes que considere que han tenido un impacto alto, medio o bajo en su conocimiento del tema.

| FUENTES DE ARGUMENTACIÓN | GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS | | |
|--|---|-----------|----------|
| | A (ALTO) | M (MEDIO) | B (BAJO) |
| a) Análisis teóricos realización (AT) | x | | |
| b) Experiencia como profesional (EP) | x | | |
| c) Trabajos estudiados de autores nacionales (AN) | x | | |
| d) Trabajos estudiados de autores extranjeros (AE) | x | | |
| e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación (CP) | x | | |


**Marilyn Catherine
Quinteros Vílchez**

Estimado(a) experto(a):

Las herramientas de recopilación de datos que se aprobarán incluyen manuales de observación y trabajos de investigación titulados. **“FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA EN LA APLICACIÓN DE ACEITE USADO REFINADO PARA LA REUTILIZACIÓN EN SISTEMAS MECÁNICOS**

” Para demostrar la eficacia de la herramienta de recopilación de datos, responda las siguientes preguntas:

2. ¿ Considere aplicar estas pautas en relación con el objetivo de la investigación.?

Es pertinente: x Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

 Permite establecer las condiciones mínimas para el uso de los aceites quemados _____

3. ¿considera que las directrices son suficientes para los fines descritos en el estudio?

Son suficientes: x Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

_____ Porque determina los criterios para la determinación de la

Capacidad de procesamiento

4.-¿Cree que la información solicitada está redactada de tal manera que los estudiantes que trabajan pueden seleccionar y/o escribir las respuestas sin hacer preguntas?

Son adecuadas: Poco adecuadas:

Por favor, indique las razones:

- a) La información es parte de una realidad.
- b) Utiliza la información a fin de utilizarla en su trabajo de investigación
- c) Utiliza la información a fin de utilizarla en su trabajo de investigación

5.-¿Tiene sugerencias para mejorar las herramientas de recopilación de datos?

Información detallada sobre el uso de aceites no solo para motores, sino también para sistemas de transmisión mecánica

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación.



**Marilyn Catherine
Quinteros Vilchez**

Firma del Experto

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

PEREZ HERRERA, ELMER

Profesión:

Ingeniero mecanico electricista

Grado académico:

Ingeniero titulado y colegiado

Actividad laboral actual: docente en ingeniería mecánica eléctrica.

II INDICACIONES AL EXPERTO.

A continuación, hay dos secciones separadas sobre el conocimiento y la influencia en el tema del documento de evaluación.

La siguiente tabla muestra una escala del 1 al 5, aumentando de ignorante a conocedor. Marque con una "X" cuando considere su conocimiento sobre el tema de la tarea de evaluación.

| | | | | |
|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| 1 Ninguno | 2 Poco | 3 Regular | 4 Alto | 5 Muy alto |
|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|

Marque con una "X" las fuentes que considere que han tenido un impacto alto, medio o bajo en su conocimiento del tema.

| FUENTES DE ARGUMENTACIÓN | GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS | | |
|--|---|-----------|----------|
| | A (ALTO) | M (MEDIO) | B (BAJO) |
| a) Análisis teóricos realización (AT) | x | | |
| b) Experiencia como profesional (EP) | x | | |
| c) Trabajos estudiados de autores nacionales (AN) | x | | |
| d) Trabajos estudiados de autores extranjeros (AE) | x | | |
| e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación (CP) | x | | |


Elmer Pérez Herrera
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 211868

Estimado(a) experto(a):

Las herramientas de recopilación de datos que se aprobarán incluyen manuales de observación y trabajos de investigación titulados. **“FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA EN LA APLICACIÓN DE ACEITE USADO REFINADO PARA LA REUTILIZACIÓN EN SISTEMAS MECÁNICOS”**

” Para demostrar la eficacia de la herramienta de recopilación de datos, responda las siguientes preguntas:

4. ¿ Considere aplicar estas pautas en relación con el objetivo de la investigación.?

Es pertinente: x Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

 Permite establecer las condiciones mínimas para el uso de los aceites quemados _____

5. ¿considera que las directrices son suficientes para los fines descritos en el estudio?

Son suficientes: x Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

_____ Porque determina los criterios para la determinación de la

Capacidad de procesamiento

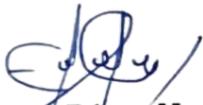
4.-¿CREE que la información solicitada está redactada de tal manera que los estudiantes que trabajan pueden seleccionar y/o escribir las respuestas sin hacer preguntas? Son adecuadas: x Poco adecuadas: Por favor, indique las razones:

- d) La información es parte de una realidad.
- e) Utiliza la información a fin de utilizarla en su trabajo de investigación
- f) Utiliza la información a fin de utilizarla en su trabajo de investigación

5.-¿Tiene sugerencias para mejorar las herramientas de recopilación de datos?
Información detallada sobre el uso de aceites no solo para motores, sino también para sistemas de transmisión mecánica

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación.


Elnor Pérez Herrera
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 211868

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

LIONEL CACERES MALAVER

Profesión:

Ingeniero mecanico electricista

Grado académico:

Ingeniero titulado y colegiado

Actividad laboral actual: docente en ingeniería mecanica.

II INDICACIONES AL EXPERTO.

A continuación, hay dos secciones separadas sobre el conocimiento y la influencia en eltema del documento de evaluación.

La siguiente tabla muestra una escala del 1 al 5, aumentando de ignorante a conocedor. Marque con una "X" cuando considere su conocimiento sobre el tema de la tarea de evaluación.

| | | | | |
|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| 1 Ninguno | 2 Poco | 3 Regular | 4 Alto | 5 Muy alto |
|--------------|-----------|--------------|-----------|---------------|

Marque con una "X" las fuentes que considere que han tenido un impacto alto, medio o bajo en su conocimiento del tema.

| FUENTES DE ARGUMENTACIÓN | GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS | | |
|--|---|-----------|----------|
| | A (ALTO) | M (MEDIO) | B (BAJO) |
| a) Análisis teóricos realización (AT) | x | | |
| b) Experiencia como profesional (EP) | x | | |
| c) Trabajos estudiados de autores nacionales(AN) | x | | |
| d) Trabajos estudiados de autores extranjeros (AE) | x | | |
| e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación (CP) | x | | |


LIONEL CACERES MALAVER
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 214320

Estimado(a) experto(a):

Las herramientas de recopilación de datos que se aprobarán incluyen manuales de observación y trabajos de investigación titulados. **“FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA EN LA APLICACIÓN DE ACEITE USADO REFINADO PARA LA REUTILIZACIÓN EN SISTEMAS MECÁNICOS**

” Para demostrar la eficacia de la herramienta de recopilación de datos, responda las siguientes preguntas:

6. ¿ Considere aplicar estas pautas en relación con el objetivo de la investigación.?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Permite establecer las condiciones mínimas para el uso de los aceites quemados _____

7. ¿considera que las directrices son suficientes para los fines descritos en el estudio?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

_____ Porque determina los criterios para la determinación de la

Capacidad de procesamiento

4.- ¿CREE que la información solicitada está redactada de tal manera que los estudiantes que trabajan pueden seleccionar y/o escribir las respuestas sin hacer preguntas? Son adecuadas: Poco adecuadas: Por favor, indique las razones:

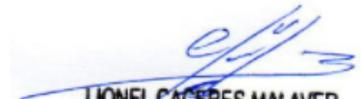
g) La información es parte de una realidad.

- h) Utiliza la información a fin de utilizarla en su trabajo de investigación
- i) Utiliza la información a fin de utilizarla en su trabajo de investigación

5.- ¿Tiene sugerencias para mejorar las herramientas de recopilación de datos?
Información detallada sobre el uso de aceites no solo para motores, sino también para sistemas de transmisión mecánica

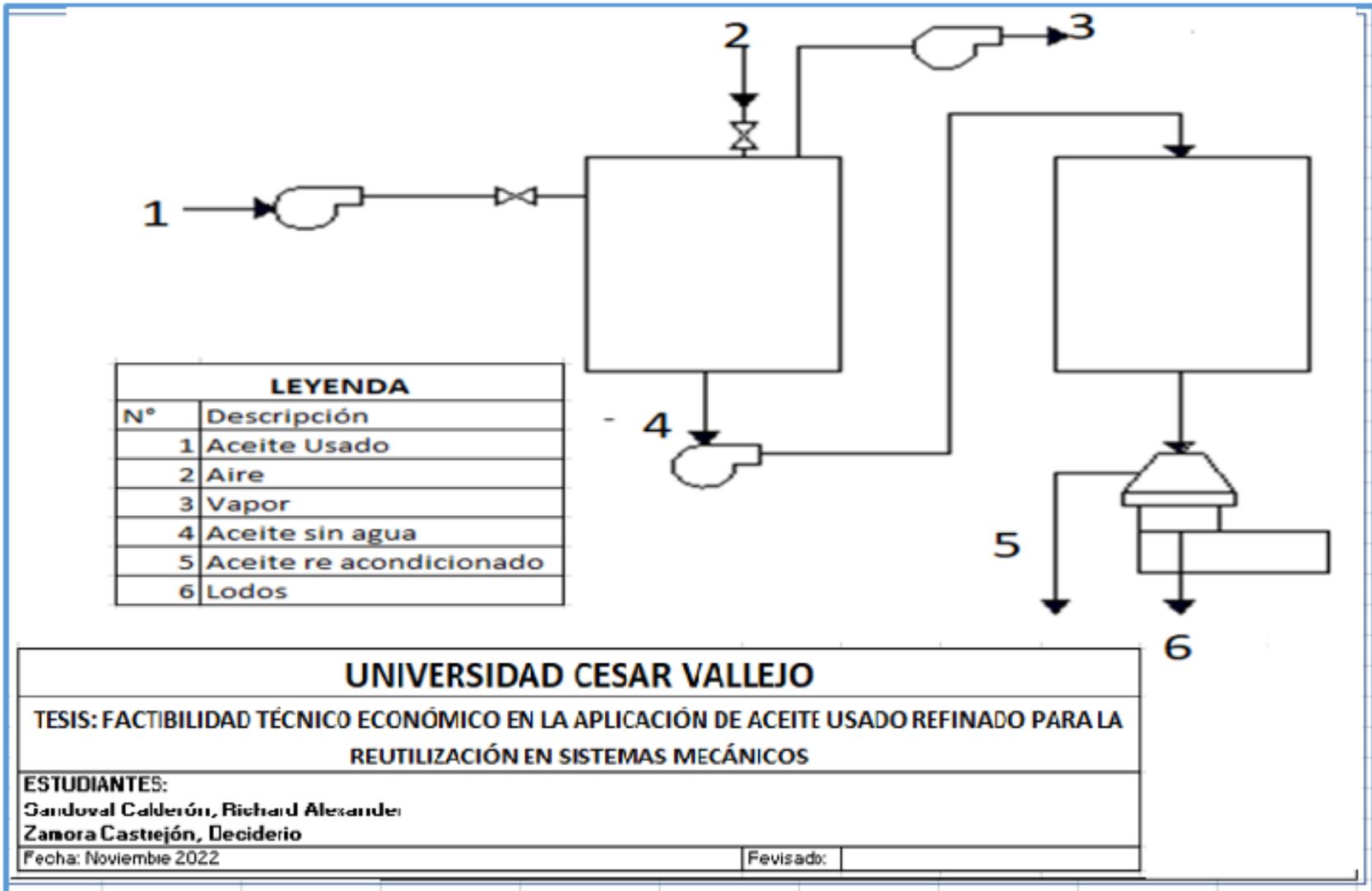
Le agradecemos por su colaboración.

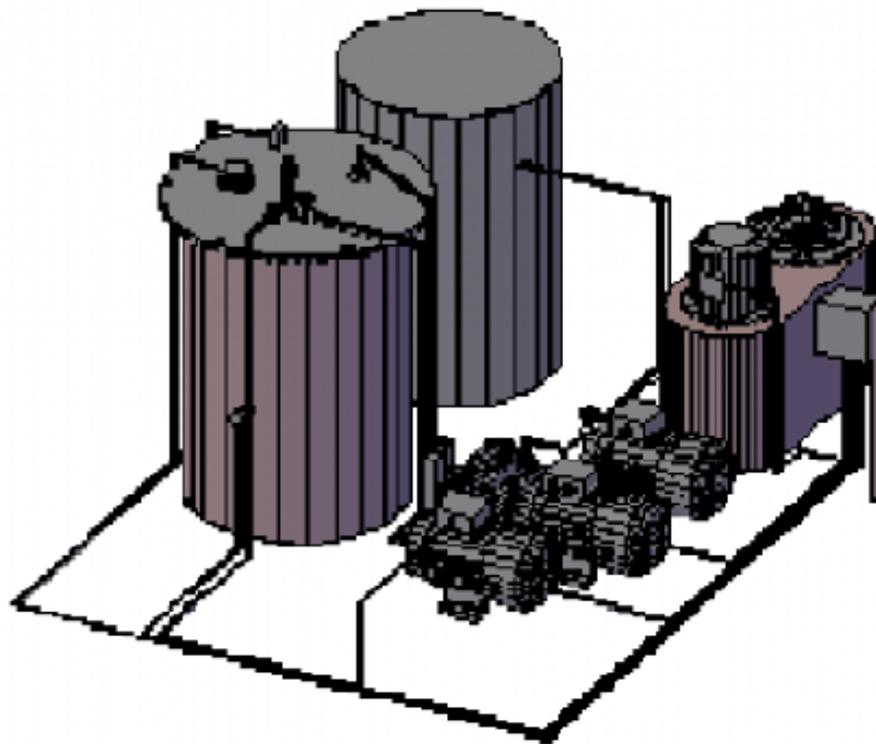
Fecha de evaluación.



LIONEL CACERES MALAVER
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. 214320

ANEXOS





| |
|--|
| Estanque de proceso: Vol 300 Litros, Plancha 3/16" |
| Bomba de Alimentación: 200 Watt, 220 Voltios monofásica, 60 Hertz. |
| Bomba de vacío. 1,5 Kw |
| Válvula reguladora de vacío. |
| Válvula de alimentación. 10/16/20/64 bar, -30 a 400 °C. 220 V AC |
| Calefactor eléctrico. 6.028 kW |
| Sensor de nivel máximo y mínimo |
| Transmisor de Temperatura. Pt100 WTR 120 |
| Controlador lógico programable P.L.C. AF-10MR-AS |

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

TESIS: FACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO EN LA APLICACIÓN DE ACEITE USADO REFINADO PARA LA REUTILIZACIÓN EN SISTEMAS MECÁNICOS

ESTUDIANTES:

Sandoval Calderón, Richard Alexander
Zamora Castrejón, Deciderio

Fecha: Noviembre 2022

Revisado:

Matriz de operacionalización de variables
Variable: Factibilidad de aceite usado refinado

| Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|--|--|-------------|---|---------------------------------|
| Es la determinación de la viabilidad de utilizar el aceite usado refinado, desde el punto de vista técnico y económico | Se mide esta variable, considerando los recursos existentes, como es el aceite usado refinado, a fin de volver a tener propiedades físicas aptas para su reutilización | Técnica | Índice de sólidos disueltos Grados de Viscosidad Consumo de energía | razón Intervalo Intervalo |
| | | Económica | Costo de aceite reciclado, Costo de aceite nuevo, Costos operativos Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno | Intervalo |
| | | | | |

Variable: Reutilización en sistemas mecánicos

| Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|--|---|-------------------------------|--|---------------------------------|
| Es el uso de los aceites reciclados en sistemas mecánicos, cumpliendo la función de lubricación en las mismas condiciones que el aceite original | Se mide esta variable, determinando la eficiencia de la lubricación en los sistemas mecánicos | Eficiencia de la lubricación. | Eficiencia de la lubricación Vida útil de aceite. Capacidad de refrigeración. Capacidad de limpieza | Razón Intervalo Intervalo |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "

Factibilidad técnica económica de la reutilización de aceite usado refinado en sistemas mecánicos.

", cuyos autores son ZAMORA CASTREJON DECIDERIO, SANDOVAL CALDERON RICHARD ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 10 de Diciembre del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO DNI: 17897692 ORCID: 0000-0003-1208-1242 | Firmado electrónicamente por: JLUJAN el 15-12- 2022 08:41:08 |

Código documento Trilce: TRI - 0481740