

RECICLAJE DE ACEITES USADOS PARA TRANSMISIÓN DE POTENCIA EN LAS INDUSTRIAS Y TALLERES DE SERVICIO DE LA CIUDAD DE MILAGRO, ECUADOR

Edgar Italo Mendoza Haro, Rodolfo Enrique Robles Salguero

Resumen: En el presente artículo se muestra una metodología para la recuperación de aceites usados en lubricar piezas y partes mecánicas de máquinas que están expuestas a desgastes mediante fricción, con el propósito de reducir la generación de desechos peligrosos. Buscando soluciones definitivas a un problema actual de la ciudad de Milagro-Ecuador, como son: la recolección y recuperación de lubricantes utilizados en procesos industriales ubicados en la ciudad y sus sectores de influencia productiva y económica. Lubricantes que normalmente son desechados sin tratamiento y control alguno en lo concerniente al impacto ambiental, provocando degradación de flora y fauna en sus efluentes y ríos al utilizar los mismos como medios para evacuarlos o eliminarlos, sin procedimientos previos para recolección, recuperación y regeneración del mismo. Los aceites recuperables, motivo de la presente investigación son equivalentes a la serie del fabricante ExxonMobil DTE20, específicamente el Mobil DTE26. Son aceites utilizados para transmitir potencia en los procesos fabriles y agrícolas de las industrias: azucarera, alcoholera, papelera, bananera y cacaoera del sector investigado. Los resultados indican que el proceso de filtración desarrollado durante la investigación, logran una remoción eficiente y eficaz de contaminantes metálicos y orgánicos, reutilizándolos con confianza y seguridad para transmitir potencia.

Palabras Claves: degradación, desechos peligrosos, lubricantes, reciclaje.

RECYCLING OF WASTE OILS FOR POWER TRANSMISSION IN INDUSTRY AND SERVICE IN MILAGRO CITY ECUADOR

Abstract: In this paper a methodology for recovery of oils used to lubricate mechanical parts and machine parts that are exposed to wear by friction, in order to reduce dangerous waste generation. Looking definitive to a current problem of the city of Milagro-Ecuador solutions, such as: the collection and recovery of lubricants used in industrial processes located in the city and its productive sectors and economic influence. Lubricants that are normally discarded without treatment and one control relevant to the environmental impact, causing degradation of flora and fauna in their effluents and rivers from using them as means to evacuate or delete them without previous procedures for collection, recovery and regeneration thereof. Oils and recoverable reason for this investigation are equivalent to the manufacturer's serial DTE20, specifically the Mobil DTE26. Those are used to transmit power in the manufacturing and agricultural processing industries: sugar, distillery, paper, banana and investigated the cocoa sector. The results indicate that the filtration process developed during the investigation, achieves an efficient and effective removal of metallic and organic contaminants, reusing with confidence to transmit power.

Keywords: Degradation, Hazardous Wastes, Lubricants, Recycling

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro Planeta Tierra es lo único que se mueve sin lubricación, todo lo que se mueve sobre ella necesita lubricación, considerando que todo lo que se mueve produce fricción y donde hay fricción se producen desgastes, entonces los aceites lubricantes se tornan imprescindibles, por lo que, se justifica la recuperación de los mismos mediante procesos tecnológicos que ameriten investigación y desarrollo. [1]

Actualmente en la ciudad de Milagro, se confronta un problema con la recolección y recuperación de lubricantes utilizados en los procesos industriales ubicados en la ciudad y sus sectores de influencia productiva y económica, ya que normalmente son desechados sin tratamiento y control alguno en lo concerniente al impacto ambiental, provocando degradación de flora y fauna en sus efluentes y ríos al utilizar los mismos como medios para evacuarlos o eliminarlos, sin procedimientos previos para su recolección, recuperación y regeneración del mismo, obteniéndose una recuperación económica y ambiental importante. Es por esto que, los investigadores de las áreas de Mantenimiento Preventivo-Proactivo de Compañía Azucarera Valdez (CAVSA) y Universidad Estatal de Milagro (UNEMI) se proponen llevar adelante este proyecto. Recuperar aceites usados utilizados para lubricar piezas y partes mecánicas de máquinas que están expuestas a desgastes mediante fricción, de igual forma los que transmiten potencia como los SAE 10, controlando y evitando desechos por los efluentes que contaminan los vertederos de las industrias y por ende de la ciudad.

Los aceites lubricantes son casi todos productos altamente refinados y se encuadran dentro de los aceites minerales como:

- Aceites para motores y engranajes.
- Aceites hidráulicos para transmisiones de potencia.
- Fluidos para el mecanizado de metales y protección contra la corrosión.
- Aceites de uso en transformadores eléctricos

Contaminándose con polvos, agua, desgastes de piezas y partes, suciedad y otros, que se encuentran disueltos o emulsionados en el aceite y deben ser minimizados por reciclajes. Para reciclar estos lubricantes se utilizan tratamientos como acondicionamientos y reacondicionamientos, desarrollados durante la investigación.

II. DESARROLLO

1. Metodología

En términos generales la presente investigación es de: campo, documental, bibliográfica, exploratoria, descriptiva y longitudinal.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación conjunta entre investigadores de las áreas de Mantenimiento Preventivo-Proactivo de CAVSA y UNEMI. Tiene como objetivo buscar soluciones definitivas a un problema actual de la ciudad de Milagro, como son: la recolección y recuperación de lubricantes utilizados en los procesos industriales ubicados en la ciudad y sus sectores de influencia productiva y económica. Para lo cual se siguió el procedimiento siguiente:

- Determinación de la cantidad de lubricantes que se generan en los diferentes procesos industriales que utilizan máquinas y herramientas.
- Tratamiento mediante procesos de regeneración y recuperación evitando pérdidas económicas y ambientales.
- Determinación de costos por la regeneración y recuperación, contra los beneficios que esto implica para el proyecto de inversión que se pondrá en marcha.
- Determinación y cuantificación del alcance del impacto ambiental que genera este proyecto.

Los aceites utilizados para realizar los ensayos se obtuvieron de máquinas u objetos de mantenimiento de la industria azucarera y equipos de transportes de la ciudad.

2. Marco Contextual

En la ciudad de Milagro y sus alrededores se generan anualmente grandes volúmenes de aceites usados, provenientes del sector industrial y agrícola, esto llevó a emprender un análisis cualitativo y cuantitativo de las diferentes actividades realizadas en la cadena comercial de este residuo (generación, almacenamiento, mezcla, recolección, transporte y disposición final), encontrándose resultados inquietantes que atañen al sector energético por las prácticas de disposición final, ya que los aceites usados se están utilizando como combustibles en forma indiscriminada y sin tratamientos por la pequeña y mediana industria del sector, especialmente por la artesanal.

Teniendo en cuenta estos resultados, se inició una segunda fase de evaluación tendiente a examinar detalladamente las condiciones en que se efectúan estas

prácticas, sus repercusiones energéticas, económicas y ambientales, buscando soluciones que permitan un manejo adecuado de estos compuestos, minimizando al máximo su impacto ambiental y recuperando los lubricantes para su reutilización.

En la ciudad de Milagro se generan anualmente cerca de 30,000 galones (Gl.) (114 m³) de aceites usados, de los cuales se ha calculado un potencial de recuperación cercano a los 10,000 Gl. (37.85 m³) utilizados para transmitir potencia en maquinarias industriales y agrícolas. Aproximadamente 5,000 Gl. (18.93 m³) de los últimos son incorporados al mercado de los combustibles de acuerdo a los resultados de la Figura 1, específicamente en hornos y calderas de industrias pequeñas y medianas, como talleres de fundición, hornos, talleres de metalmecánica, para rociarlo en calles que no tienen asfalto, pequeños trapiches paneleros y de alcohol.

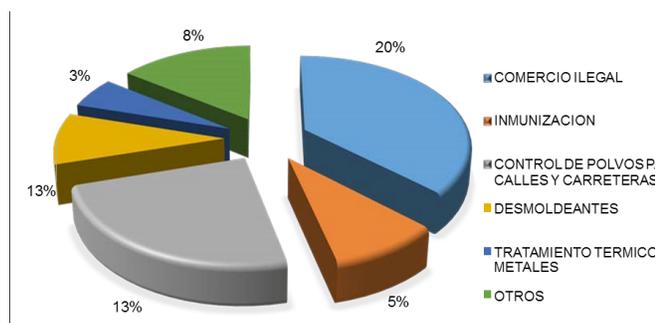


Figura 1. Prácticas de disposición final de los aceites usados en la ciudad de Milagro

El desconocimiento de procedimientos técnicos de los usuarios para la recuperación de aceites es causado por la ausencia de normativas sobre su utilización industrial, la carencia de estándares de consumos en calderas, hornos, secadores y por el mercado negro existente, es que, este tipo de energéticos alternativos tienen un uso inadecuado no solamente en la parte técnica, también en lo ambiental.

Los aceites usados están generando la degradación del medio ambiente por la contaminación que generan, particularmente aquellos asociados con contenidos de metales pesados como: arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos. De acuerdo al Ministerio del Ambiente: 1 litro (Lt) de aceite puede llegar a contaminar un aproximado de 100,000 Lt de agua [2].

La implementación de planes y programas tendientes a lograr un apropiado manejo, recolección, transporte y aprovechamiento de este residuo, se traducirá en grandes beneficios, energéticos, ambientales y sociales, por una nueva alternativa de disposición, la remoción de contaminantes especialmente los metales pesados y por la generación en un mercado formal que elimine su carácter de residuo peligroso, fomentando así la mano de obra del sector para su recuperación, acopio y tratamiento.

Las propiedades de los aceites usados dependen prioritariamente de las bases lubricantes que son fabricados, incorporando a estas los aditivos para mejorar su viscosidad, el poder detergente y la resistencia a altas temperaturas de operación.

Los 5,000 Gl. (18.93 m³) de aceites usados y recuperables, motivo de la presente investigación son equivalentes a la serie Mobil DTE20 y de manera específica el Mobil DTE26 aceites utilizados para transmitir potencia en los procesos fabriles y agrícolas de las industrias: Azucarera, alcoholera, papelera, bananera y cacaotera del sector investigado, las características técnicas de aceites nuevos son las siguientes. Ver Tabla I.

Tabla I. Características de lubricante Mobil DTE20, serie 26

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS	
La serie Mobil DTE 20 Serie	26
Grado ISO	68
cSt@40°C	71.2
cSt@100°C	8.53
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	98
Densidad @ 15,6° C/15,6°C, ASTM D 1298	0.881
Corrosión al cobre, ASTM D 130, hr @ 100°C	1B
Características de herrumbre Proc B, ASTM D 665	Pass
Punto de congelación, °C, ASTM D 97	-21
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	236
FZG 4-Square Load Support, DIN 51354, Etapa de fallo	12
Secuencia de espuma I, II, II, ASTM D 892 ml	20/0

Fuente: [3]

Además, como resultado del servicio prestado, los aceites en mención (Mobil DTE26) contienen sólidos, metales y productos orgánicos. Análisis realizados por

la empresa Latin American Hydrocarbon Corporation S.A (LAHBCORP), demuestran que los aceites usados presentan características típicas como las señaladas en la Tabla II.

Tabla II. Características Típicas de los Aceites Usados

CARÁCTERÍSTICAS	INDUSTRIAL
Viscosidad a 40°C, SSU	143-330
Gravedad 15,6 °C, °API	25.7-26.2
Peso específico a 15,6 °C	0.9002-0.8972
Agua, % Vol.	0.1-4.6
Sedimentos, % Vol.	0
Insolubles en Benceno, % peso	0
Solubles en gasolina, % Vol.	0
Punto de ignición, °C	157-179
Poder calorífico, MJ/kg	40,120-41,840

Fuente: [4].

Las técnicas para recuperación de aceites usados como los tratados en la presente investigación son: centrifugación y filtración micrónica. La presente investigación se basa en la segunda técnica.

Los aceites industriales, utilizan sistemas de filtración micrónicos y coalescentes, con equipos versátiles que permiten al usuario obtener metas de limpieza y control de contaminación presentes en los lubricantes, garantizando eficiencia y capacidad en los elementos filtrantes obteniendo excelentes resultados en los periodos de recambio. La filtración micrónica retiene los sólidos en suspensión, casi siempre metales pesados y sílice. Las filtraciones coalescentes retienen básicamente partículas de agua que luego son eliminadas purgando los filtros.

3. Diseño propuesto

La propuesta tiene como objetivos: investigar, diseñar, construir y ensayar un equipo piloto para filtración micrónica de aceites usados, específicamente los de la Serie Mobil DTE26, teniendo como referencia la filtración de aproximadamente 5,000 Gl. (18.93 m³) de lubricante, para lo cual se ha desarrollado un plan piloto, cuyo diseño de componentes se detallan en la Figura 2 y en la Tabla III.

A continuación se presenta el diseño del equipo y sus componentes.



Figura 2. Diseño de equipo para diálisis de aceites usados.

Tabla III. Componentes de equipo para diálisis.

Descripción	Cantidad
Bomba VICKERS 7 GPM 1200 RPM presión máxima 2500 Psig (17.24 MPa)	1
Carcaza FBO # 14 (porta filtros)	2
Elemento filtrante coalescente 10UM # 60356 P/ Filtro FBO-14	1
Elemento filtrante particulado 10UM # 60340 P/ Filtro FBO-14	1
Mangueras hidráulicas presión máxima 2,500 PSI (17.24 MPa)	Variable

4. Costos de Implementación

Los costos de implementación de la metodología consiste en la compra de equipos para la filtración y recuperación de aceites como los detallados anteriormente, descritos en la Tabla IV.

Tabla IV. Costos de implementación de la propuesta.

Descripción	Costos (\$)
Moto-Bomba hidráulica de recirculación del aceite	1,500
Filtros para el proceso de filtración	2,250
Tanques plásticos para la recolección y almacenamiento	500
Tanques de transición del aceite	500
Costos variables. Energía eléctrica para recuperar los 5,000 Gl. (18,927 Lt.)	250
Costos fijos	500
Accesorios y periféricos	1,000
Costos totales	6,500

Garantizando flujos de lubricantes hasta de 25 Gl / min (0.0946 m³/min), sistema de filtración compuesto generalmente por dos carcasas.

Una carcasa micrónica con elementos filtrantes que tienen como función principal la retención de partículas sólidas presentes en el aceite con tamaños hasta 25 micras, por ejemplo de metales pesados, y otra carcasa para filtración coalescente conformada por elementos filtrantes, encargados de separar las moléculas de agua libres y en suspensión presentes en el aceite. Además de estas carcasas son necesarios componentes hidráulicos para la interconexión con el resto del equipo ver Figuras 3 y 4. Se observan internamente los componentes del filtro coalescentes para retención y separación de las moléculas de agua.

Previo a la realización de una recuperación de aceites es necesario la caracterización del tipo de aceites que se van a recuperar, porque los contaminantes presentes dependen de diversos factores y no serán iguales en todos los casos, lo cual puede requerir algún paso extra para facilitar la filtración como una decantación o pasarlo por una malla con un Mesh mayores a 25 micras (medida de los agujeros de las mallas filtrantes).

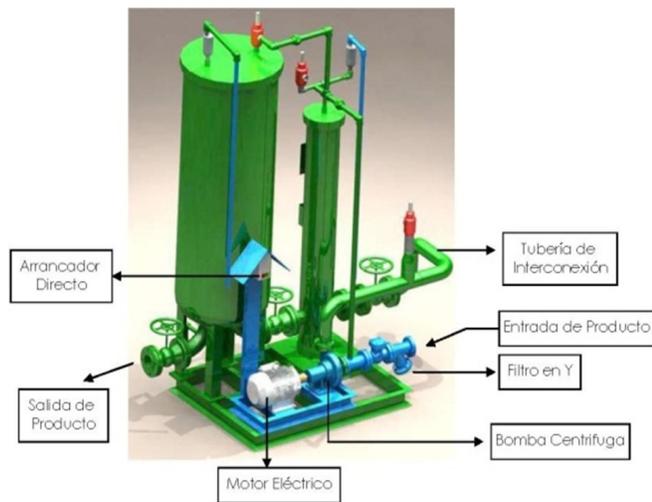


Figura 3. Modelo de equipos para recuperación de aceites usados.
Fuente: [5]

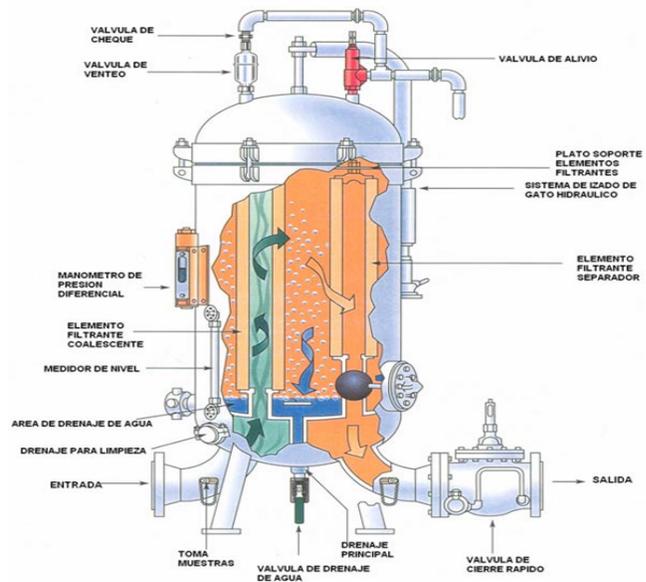


Figura 4. Ilustración del proceso de recuperación de aceites.
Fuente: [5]

Los ingresos y beneficios económicos de la implementación de la metodología se detallan continuación. Ver Tabla V

Tabla V. Costo – Beneficio Inversión de la propuesta

Galones de aceite	Costo nuevo (\$)	Costo recuperado (\$)	Diferencia-Beneficio (\$)
5,000	55,000	30,000	25,000

Los beneficios económicos o utilidades fuera de impuestos son del orden de los \$25,000 por la recuperación de 5,000 Gl. (18.93 m³) de aceites usados, considerando que aplicamos el proyecto por una vez, esto implica que los equipos quedarán para futuros trabajos similares, teniendo que reemplazar los elementos filtrantes que son descartables.

5. Resultados

Los resultados esperados son: disminución de la contaminación ambiental y recuperación económica que

generan la reutilización de aproximadamente 5,000 Gl. (18.93 m³) de aceite que pueden ser tratados anualmente en este sector del país. Ensayos preliminares realizados en el laboratorio de fábrica de CAVSA y ECOELECTRIC muestran la recuperación de aceites en el reductor de velocidad del turbogenerador NG GEVISA de 27 MW (Ver Figura 5). Tabla V. Costo – Beneficio de la Inversión de la propuesta.



Figura 5. Resultado de la recuperación de aceites
Fuente: [6]

Se visitaron los tres ingenios azucareros más importantes que producen alrededor del 95% del azúcar que se consume en el país (Ecuador) y las tres destilerías más importantes que producen alcohol a partir de melaza o miel “C” ubicadas en la zona geográfica investigada, para analizar la repercusiones e interés que tienen los usuarios con los aceites recuperados y de los resultados obtenidos se destacan que:

- El 75% del sector investigado, muestran interés en el uso de aceites recuperados en sus equipos que mueven procesos industriales, considerando factores como: costos, cumplimiento de normas ambientales, rendimiento frente a los tradicionales y seguridad en el suministro. El otro 25% está dispuesto a ensayarlo.
- Los empresarios admiten conocer que el aceite usado y no tratado es un residuo peligroso, altamente contaminante, pero no tienen herramientas y el conocimiento necesario para el tratamiento. Están fortaleciendo sus procesos, ingresando a los sistemas de gestión integrados, específicamente de calidad y control ambiental para minimizar su impacto hacia el medio ambiente.

III. CONCLUSIONES

[1] Las muestras de laboratorio de fábrica en CAVSA indican que el proceso de filtración desarrollado durante la investigación, logra una remoción eficiente y eficaz de contaminantes metálicos y orgánicos en aceites usados, especialmente los evaluados como son: sistemas hidráulicos para transmisión de potencia Mobil DTE26, reutilizándolos con confianza y seguridad en transmisiones u otros usos requeridos.

[2] El sistema diseñado es simple y económico comparado con sistemas equivalentes de filtración, por ejemplo los sistemas de filtración centrífuga.

[3] Los costos de aceites recuperados están en el orden del 45.5% menos que el costo de un aceite nuevo.

[4] Para la comunidad de Milagro y sus zonas de influencia, la investigación desarrollada es amigable en la parte ambiental y económica de la ciudad, garantizando disminuir la contaminación en sus efluentes y ríos.

[5] Los talleres de servicio informales de la ciudad deben ser capacitados por el ente regulador del gobierno para incorporar en sus actividades de mantenimiento esta metodología.

[6] Es factible la implementación del trabajo desarrollado con el aporte económico de la empresa privada a nivel de Industrias del sector. Para el presente caso, CAVSA y UNEMI contribuyeron con recursos para respaldar la investigación, específicamente la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, carrera de Ingeniería Industrial.

[7] Esta investigación establece y entrega a las Industrias una metodología plenamente garantizada para que la implementen, buscando contribuir de una forma efectiva a la disminución de la contaminación ambiental.

[8] Como futura línea de investigación se recomienda continuar con los estudios relacionados con minimizar los impactos ambientales negativos de la ciudad de Milagro que afectan la calidad de vida de sus habitantes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen a: Compañía Azucarera Valdez. S.A. y Universidad Estatal de Milagro por la cooperación científica y financiera recibidas para realizar esta investigación.