

REGENERACIÓN DE ACEITES LUBRICANTES USADOS QUE CUMPLAN LA NORMA NTE - INEN 2030 EN EL ECUADOR, EMPLEANDO EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN CON BUTANOL Y EL MÉTODO ÁCIDO-ARCILLA.

Rumiguano Macas Cristhian Santiago

Recibido: 06/08/2020

Aceptado:20/09/2020

Resumen— Se comparó parámetros, concentración de residuos y su viabilidad económica de los métodos más utilizados para la regeneración de aceites lubricantes. Mediante investigación y revisión sistemática de la literatura sobre regeneración de aceites lubricantes usados, se determinó las características de cada método, como también sus características fisicoquímicas de cada producto final, identificando el más apto para su implementación en el Distrito metropolitano de Quito, siempre y cuando cumpla con las normas NTE INEN 2030. Para así obtener un método eficiente para la regeneración de aceite lubricante, que sea amigable con el ambiente y económicamente viable.

Palabras clave—

métodos regeneración/regeneración aceite/aceite lubricante/concentración residuos/norma nte inen2030

Abstract— Parameters, residue concentration and their economic viability of the most used methods for the regeneration of lubricating oils were compared. Through research and systematic review of the literature on the regeneration of used lubricating oils, the characteristics of each method were determined, as well as their physicochemical characteristics of each final product, identifying the most suitable for implementation in the Metropolitan District of Quito, as long as comply with the NTE INEN 2030 standards. In order to obtain an efficient method for the regeneration of lubricating oil, which is friendly to the environment and economically viable.

Index — *regeneration_methods / oil_regeneration / lubricant_oil / residue_concentration / norma_nte_inen2030*

I. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Quito existen más de dos mil establecimientos generadores de aceite usado de automóvil sin contar con los establecimientos no regulados. Esto representa aproximadamente 4.05 millones de galones por año. Para poder reutilizar el aceite, el municipio de Quito implementó una medida de control, entregando la concesión de la recolección y disposición final de este aceite a la compañía Biofactor (Ortega, 2010).

El sector automotriz viene a ser uno de los mayores consumidores de aceite lubricante en especial los vehículos de carga pesada, puesto que presentan mayor recorrido que un vehículo particular, y a mayor kilometraje se debe realizar el cambio de aceite en un intervalo de tiempo más corto. Los métodos convencionales para la regeneración de aceite lubricante son por extracción y por ácido arcilla, estos métodos son viables económicamente al no presentar mayor gasto. Pero en rendimiento y características fisicoquímicas del producto regenerado, podría no ser fiable al momento de elegir uno de estos métodos. Para lo cual es recomendable investigar sobre las ventajas y desventajas de emplear cada método, comparar el producto con directrices que garanticen la calidad del aceite lubricante regenerado y de esta forma evitar incidir en gastos adicionales para ajustar el producto con aditivos y procesos adicionales.

La demanda de aceite lubricante por parte de las industrias manufactureras y automotrices es muy alta y el reciclaje de lubricantes usados jugará un papel vital para aliviar el problema de su cantidad requerida (Abdulkareem et al., 2014).

La baja demanda de los aceites lubricantes regenerados se ha debido a la falta de información de la calidad del producto como también a la deficiente difusión de los medios en la ciudad de Quito.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de la literatura correspondiente a los métodos aplicados para la regeneración de aceites lubricantes.

Se Identificó los métodos aplicados a un nivel industrial y que sean económicamente viables.

Se categorizó los solventes utilizados para el método de extracción, de mejor calidad y de mayor accesibilidad en la industria de regeneración de aceites lubricantes.

Se analizó el proceso acorde a las directrices impuestas, mediante los pasos que permitan establecer el proceso adecuado para regeneración de aceites lubricantes.

Se comparó las variables de viscosidad, punto de inflamación, porcentaje de cenizas y porcentaje de humedad, con los estándares de la norma NTE INEN 2030

III. MARCO TEÓRICO

1) Aceites Lubricantes

Son sustancias líquidas viscosas derivadas del petróleo, estas se componen por mezclas de hidrocarburos que se utilizan para reducir la fricción de partes rodantes o deslizantes, proteger contra la corrosión, enfriar los sistemas y limpiar algunas piezas. (Burbano, 2014)

2) Aceites lubricantes usados

El aceite lubricante obtenido del sector automotriz acumulan contaminantes que se degradan y hacen que los aceites pierdan sus características y cualidades originales. (Burbano, 2014). Los cuales presentan algunos residuos en su mayoría compuestos por cadmio, plomo, cromo y zinc (Morán, 2015).

3) Método de extracción por solventes

Se mezcla el aceite usado y el solvente en proporciones adecuadas para una completa miscibilidad de las bases lubricantes del aceite usado en el solvente. Se utiliza para separar moléculas simples, compuestos de coordinación y compuestos orgánicos, el solvente removerá los aditivos además de las impurezas orgánicas que contiene el aceite usado, las cuales se separan en sedimentación por la fuerza de gravedad. (Burbano, 2014). La agitación incrementa el área de contacto entre los contaminantes presentes en el aceite y los solventes. Las fases se deben dejar separar y establecer un equilibrio o reparto de los solutos entre las dos fases gobernado por la solubilidad relativa en cada una de las fases inmiscibles. En este caso el líquido insoluble es la base lubricante en el solvente que se uso. (Granados, 2004)

4) Método de ácido arcilla

El proceso se basa a partir de la aplicación de ácido sulfúrico y arcillas absorbentes. El empleo de ácido sulfúrico la remoción de aditivos, suciedad y asfáltenos. El uso de arcilla permite descartar el proceso de destilación. (Chuqui & Romero, 2017)

- 5) **Norma NTE INEN 2030**
Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo diésel.
- 6) **Butanol**
Es utilizado como solvente polar con unas diferencias de polaridad más notoria por lo que es capaz de atraer moléculas polares y apolares. (Granados, 2004) Se investigó el desempeño de seis solventes, mostrando al 1-butanol con el solvente con mayor remoción de lodo, seguido por el hexano, éter, 1-hexanol, tetracloruro de carbono y acetona. (Pinheiro et al., 2018)

IV. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura correspondiente a los métodos aplicados para la regeneración de aceites lubricantes. Se identificó los métodos aplicados a un nivel industrial y que sean económicamente viables. Se categorizó los solventes utilizados para el método de extracción, de mejor calidad y de mayor accesibilidad en la industria de regeneración de aceites lubricantes. Se analizó el proceso acorde a las directrices impuestas, mediante los pasos que permitan establecer el proceso adecuado para regeneración de aceites lubricantes. Se comparó las variables de viscosidad, punto de inflamación, porcentaje de cenizas y porcentaje de humedad, con los estándares de la norma NTE INEN 2030.

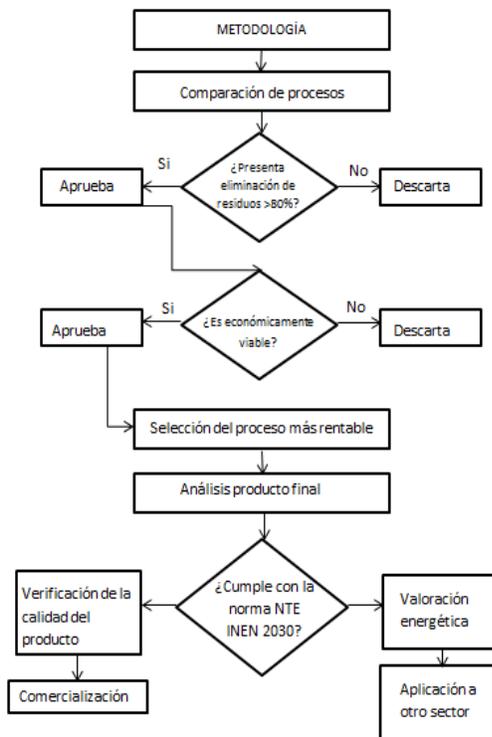


Figura1. Algoritmo metodológico

V. RESULTADOS

1) **Método ácido arcilla**

La revisión sistemática del método de ácido arcilla presenta desventajas ambientales, debido al ácido sulfúrico el cual reacciona y produce como residuo un lodo contaminante como metales pesados, hidrocarburos

aromáticos y ácido sulfúrico. El proceso es económicamente rentable y aplicable para la industria puesto que los reactivos empleados son de bajo costo y de fácil obtención. Pero el rendimiento global del proceso es de un valor medio de 68,44, el cual incumple con los objetivos establecidos para la aprobación del método. Se puede aumentar la separación de residuos y por ende el rendimiento del proceso, elevando la concentración de la arcilla empleada para el método. (Luján & Ruiz, 1987) . Las ventajas de este método muestran una rentabilidad económica al omitir la etapa de destilación y una reducción de gastos dado que los materiales como compuestos empleados son de bajo costo en el mercado. Las desventajas en primer aspecto son la falta de control en el rango de viscosidad. El proceso presenta la aparición de lodo ácido generado por el tratamiento con ácido sulfúrico y arcillas contaminadas por impurezas. También es limitado su alcance ya que presenta complicaciones con la separación de aceites pesados con un índice API menor a 20° y una densidad relativa mayor a 0.933.

TABLA 1. PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS ANTES DEL TRATAMIENTO

Parámetro	Clase A	Clase B
Water content v/v, wt%	13,7	11,5
Specific at gravity at 15,6°C	0,9124	0,9006
Índice de viscosidad	21,1	25,5
Viscosidad, cgs a 98,9°C	6,20	6,50
Fe (ppm)	22,50	21,31
Al(ppm)	20,31	20,11
Pb(ppm)	26,00	10
Sulphur content (%)	0,80	0,69

TABLA 2. PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON EL MÉTODO ÁCIDO ARCILLA

Parámetro	Clase A	Clase B
Water content, v/v, wt%	0,4	0,35
Specific at gravity at 15,6°C	0,8759	0,8779
Índice de viscosidad	88,9	89,10
Kinematic viscosity, cgs, 98,9°C	8,95	8,90
Fe(ppm)	2,6	2,4
Al(ppm)	3,4	3,3
Pb(ppm)	3,9	2,8
Sulphur content (%)	0,04	0,031

2) **Método por extracción con butanol**

La revisión sistemática de la literatura con respecto al método de extracción por butanol, presenta valores de viscosidad a 40°C entre los 65 cst a los 80 cst, estas viscosidades varían de acuerdo a la concentración de hollín y metales pesados que se le retiraron al aceite durante el proceso. El butanol como solvente no concede el paso de moléculas polares a través de los poros del papel filtro por lo tanto se obtiene un aceite menos viscoso; la estructura de la molécula del solvente al ser una cadena un poco más larga que el isopropanol y al tener su polaridad en un extremo de la cadena ayuda a atraer moléculas apolares las cuales son menos pesadas

TABLA 3. PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS ANTES DE LA EXTRACCIÓN

Parámetro	Clase A	Clase C
Índice de viscosidad	110	143
Viscosidad, 100°C, cst	10.7	10.5
P (ppm)	761	717
Ca(ppm)	1990	1620
Cl(ppm)	123	202
Zn(ppm)	1020	980
Fe(ppm)	142	212
S(%)	1.02	1.13

TABLA 4.

PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES DESPUÉS DE LA EXTRACCIÓN

Parámetro	Clase A	Clase C
Índice de viscosidad	87,7	125
Viscosidad, 100°C, cst	7.6	7.97
P (ppm)	531	838
Ca(ppm)	270	507
Cl(ppm)	68.7	110
Zn(ppm)	201	261
Fe(ppm)	2.22	1.49
S(%)	0.51	0.62

La norma NTE INEN 2030 establece los requisitos que deben cumplir los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo de diésel, se detallan a continuación las siguientes directrices: Para el sector de transporte de carga pesada se utiliza el aceite lubricante multigrado para motor 15W40.

TABLA 5.
REQUISITOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES PARA MOTORES DE CICLO DE DIÉSEL

Parámetros	Min	Máx	Métodos de ensayo
Viscosidad, cst a 100°C	12,5	16,3	
Índice de viscosidad	120		ASTM D2270
W humedad, %	0	0	ASTM D95
Contenido de Azufre, %	0	0,5	

VI. DISCUSIÓN

El alcance de cada método afecta al rendimiento y remoción de residuos del aceite lubricante usado. Por lo que se debe preparar la muestra, filtrándola para que los residuos sólidos de mayor tamaño se puedan descartar. En los dos métodos mencionados es preferible calentar la muestra hasta el punto de ebullición del agua para que esta se evapore y así controlar mejor el porcentaje de agua en el producto final. Para el método de extracción con butanol, se puede utilizar otro solvente como el Metil Iso butil cetona el cual también cumple con las características de miscibilidad y polaridad.

VII. CONCLUSIÓN

El método de extracción con butanol presenta un mayor rendimiento y extracción de residuos. Además la viscosidad del aceite se la puede controlar para obtener el valor estandarizado en la norma NTE INEN 2030. Como producto no deseado tenemos un residuo orgánico el cual puede ser desechado sin riesgo ambiental.

El método de ácido arcilla, es el más conveniente económicamente y presenta un rendimiento moderado que puede ser mejorado incrementando la concentración de arcilla en el proceso.

El método de extracción por butanol es idóneo para su instalación en el Distrito metropolitano de Quito. Cumpliendo con la norma NTE INEN 2030.

El método por extracción con butanol reemplaza con éxito al método clásico de ácido arcilla, ya que genera un lodo orgánico que puede ser aprovechado y es un proceso simple con recuperación del disolvente.

A medida que disminuye la diferencia de los parámetros de solubilidad entre el solvente y el aceite, aumenta la miscibilidad del solvente en el aceite, por lo tanto, el porcentaje de pérdidas de aceite disminuye

Un mayor porcentaje de remoción de lodo significa una mejor calidad del aceite re-refinado, lo que reducirá las etapas posteriores de refinación, como la destilación al vacío y las etapas de acabado por adsorción de arcilla o hidroacabado

El 1-butanol es más eficaz para la eliminación de impurezas que el MEK. El aumento de la dosis de KOH de 2 a 3 g / L no produce un aumento de la PSR, pero el rendimiento aumenta debido a la precipitación indeseable del exceso de KOH.

V. REFERENCIAS

Abdulkareem, A. S., Afolabi, A. S., Ahanonu, S. O., & Mokrani, T. (2014).

Effect of treatment methods on used lubricating oil for recycling purposes. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 36(9), 966–973. <https://doi.org/10.1080/15567036.2010.549920>

Burbano, E. R. M. (2014). *Aceites Lubricantes Usados de origen automotor e industrial* (2da Edición).

Chuqui, M., & Romero, J. (2017). *Propuesta de implementación de una planta de regeneración de aceites lubricantes usados en la ciudad de Cuenca empleando el proceso de extracción con propano* [Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14195>

Granados, M. J. (2004). *RE-REFINACION DE ACEITES LUBRICANTES USADOS DE MOTOR E HIDRAULICO POR EL METODO DE EXTRACCION CON SOLVENTES*.

Luján, J., & Ruiz, P. (1987). Reciclaje del aceite lubricante quemado por tratamiento ácido-arcilla, para su uso a nivel industrial y en motores de combustión interna. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 5(1), 7–10.

Pinheiro, C., Pais, R., Quina, M., & Gando-Ferreira, L. (2018). Regeneration of waste lubricant oil with distinct properties by extraction-flocculation using green solvents. *Journal of Cleaner Production*, 200(1), 578–587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.282>

NTE INEN 2030 (2011). Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana. Productos derivados del petróleo, aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo diesel, requisitos.



Rumiguano Macas Cristhian S. estudiante Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador.