

## Propuestas para el tratamiento de los residuales líquido generados en la fabricación de aceites en la refinería Sergio Soto.

Proposals for the treatment of liquid waste generated in the production of oil in the refinery Sergio Soto.

Carmen Betancourt<sup>1</sup>, Yeny Labaut<sup>1</sup>, Mijail Bonachea<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.

<sup>2</sup> Refinería Sergio Soto

### RESUMEN

La producción de 1150 t/año de aceite dieléctrico por la refinería de petróleo Sergio Soto, representa un ahorro para Cuba de aproximadamente \$1500/t producida. Hasta la actualidad no han podido solucionarse las dificultades relacionadas con la gestión de sus residuales líquidos y la producción se ha limitado. Esta investigación estuvo dirigida a encontrar alternativas para separar, caracterizar y recomendar el uso o manejo de las fases (oleosa y acuosa) componentes del residual líquido generado. La cuantificación de los componentes oleosos y el análisis de estos resultados permitieron diseñar variantes de tratamientos con sulfato de Alúmina y agua, para separar ambas fases. La fase acuosa fue ácida, rica en materia orgánica y constituyó el 96% del residual. La misma debe ser tratada antes de su uso o disposición. Los asfaltenos constituyeron el 80% de la fase oleosa, por lo que se recomendó evaluar su uso en la producción de asfalto.

**Palabras claves:** CONTAMINACION; RESIDUALES LIQUIDOS; PETROLEO.

### Abstract

The Sergio Soto oil refinery produces 1150 t/year of dielectric oil. This saves roughly \$1500/t. To the present the difficulties related to the management of its liquid residuals could not be solved and the production is limited. This research was aimed at finding alternatives to separate, characterize and recommend the use or management of the phases (oil and watery) of the obtained liquid residual. The quantification of oily components and the analysis of these results allow designing treatment options with aluminum sulfate and water in order to separate both phases. The watery phase was acid, with abundant organic material and it constituted the 96% of the residual. This phase should be treated before any use. The asphaltene constituted the 80% of the oily phase that is why it is advisable to assess its use in the asphalt production.

**Key words:** POLLUTION; LIQUID RESIDUALS; PETROLEUM.

### INTRODUCCIÓN

La Refinería de petróleo Sergio Soto, tiene dentro de sus líneas de producción la obtención de aceite dieléctrico para transformadores de hasta 13 KVA. La producción de este aceite dieléctrico genera aproximadamente 611 m<sup>3</sup>/año de aguas residuales que se caracterizan por un color oscuro muy intenso. Contienen hidrocarburos disueltos en una fase acuosa lo que le imparte un fuerte olor a hidrocarburos.

Este residual se usó en la reactivación de los pozos de petróleo en la zona de Majagua, provincia de Ciego de Ávila. Recientemente esta variante de disposición fue limitada y en ocasiones se interrumpe el funcionamiento de la planta por la acumulación de residuales.

La producción de 1150 t/año de aceite dieléctrico representa una ventaja económica para Cuba porque su coste de producción oscila entre \$900 y \$1000 por toneladas, mientras que en el mercado internacional una tonelada equivale a \$2500. Esta línea de producción además garantiza empleo a trabajadores del municipio de Cabaiguán.

La naturaleza del residual no ha permitido obtener resultados satisfactorios en los intentos realizados para identificar sus características y proponer su manejo. Esta investigación estuvo dirigida a encontrar alternativas para separar, caracterizar y recomendar el uso o manejo de las fases componentes del residual líquido generado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

Se extrajo una muestra de los tanques destinados al almacenamiento después de homogeneizar su contenido mediante bombas. Posteriormente se trasladó al laboratorio de agua del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos para su análisis.

### Ensayos

Mediante los métodos gravimétricos se determinaron las concentraciones de los sólidos suspendidos (SSusp), los sólidos totales (ST) los hidrocarburos totales (HcT) y los aromáticos (HcTa), las resinas (R), los asfaltenos (ASF), la materia orgánica particulada (MOP) y las grasas y aceites (G y A). Por potenciometría se determinó el pH, la salinidad, la conductividad eléctrica (CE). Por espectrofotometría el fósforo total ( $P_T$ ), el nitrógeno Kjeldhal (NTK), los fenoles y la demanda química de oxígeno (DQO). Los hidrocarburos saturados (HcS) por cromatografía gaseosa y la demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), por el método de dilución Winkler.

Los valores de los variables físicoquímicas medidas en la fase acuosa se compararon con la Norma Cubana (NC) NC 27:1999, la cual regula el vertimiento de residuales líquidos a cuerpos de aguas interiores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para conocer la composición de los residuales se procedió al análisis de los componentes oleosos presentes en la muestra, así como otros ensayos en los cuales la naturaleza del residual no hacía interferencias (Tabla I siguiente página).

El alto contenido salino se reflejó en los valores de salinidad (50 ppt). Este resultado guarda estrecha relación con las elevadas cantidades de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio usado en el proceso de purificación, además del propio contenido salino del crudo. Sin embargo significó una proporción baja de los sólidos totales (255 200 mg/L) presentes en la muestra.

Los hidrocarburos totales registraron un valor de 21 610 mg/L, constituidos fundamentalmente por hidrocarburos saturados (18 100 mg/L), según se muestra en la tabla I.

Tabla I. Resultados de los ensayos realizados en el laboratorio a la muestra sin tratar y a la fase acuosa

Ensayos realizados en la muestra extraída del tanque de almacenamiento		Ensayos realizados a la fase acuosa	
Ensayo	Concentración	Ensayo	Concentración
SSusp (mg/L)	4280	pH	3,60
ST (mg/L)	255200	CE $\mu$ mhos/cm	1224
Salinidad	50.00	P <sub>T</sub> (mg/L)	0,0147
HcT (mg/L)	21610	NTK (mg/L)	4,20
HcS (mg/L)	18100	DQO (mg/L)	2600
HcA (mg/L)	2170	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	175
R (mg/L)	1180	G y A (mg/L)	<LC*
ASF (mg/L)	90000	Fenoles (mg/L)	<LC*
MOP (mg/L)	2850	-	-

\*El límite de cuantificación del índice de fenoles y las grasas y aceites fueron 0.1 y 9 mg/L respectivamente

Los componentes del SARA (hidrocarburos saturados, aromáticos, resinas y asfaltenos) arrojaron una alta proporción de asfaltenos (80%) (Fig. 1). Esta alta proporción explica las características físicas de la muestra (Fig. 3A). La precipitación de asfaltenos es uno de los problemas de producción más relevantes que actualmente afecta a algunos de los yacimientos de petróleo (Licón y Omar, 2011), por lo que el uso de estos residuales en la activación de pozos de la zona de Majagua, pudo haber causado efectos negativos.

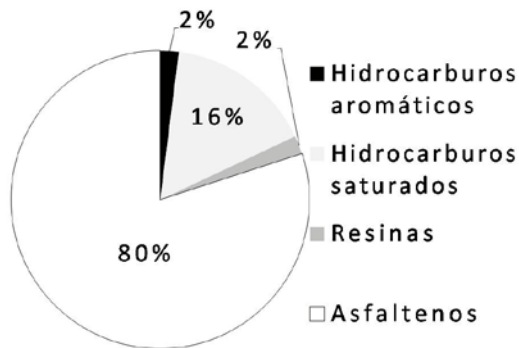


Figura 1. Fracciones de los componentes del SARA. La proporción más alta correspondió a los asfaltenos, mientras que para las resinas fueron las más bajas

En los años 30 Nellensteyn y, Pfeiffer y Saal sugirieron que los componentes asfálticos deberían ser vistos como una dispersión coloidal. De acuerdo a la teoría coloidal, las moléculas de asfalto están rodeadas por moléculas de resinas (Fig. 2A). Los puentes de hidrogeno y las interacciones dipolo-dipolo, presentes en los asfaltenos causan la agregación en micelas cuando la concentración de estos es suficientemente alta (Fig.2B).

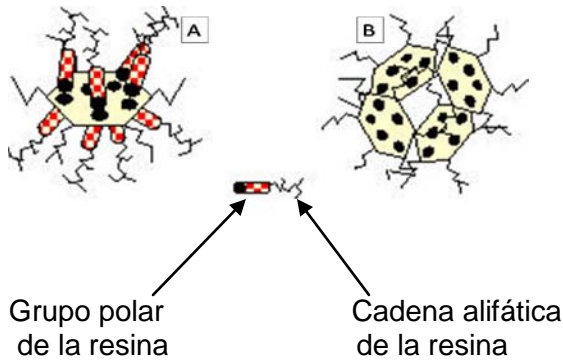


Fig. 2. En A se muestra una molécula de asfalto (estructura hexagonal) en forma de coloide rodeada de moléculas de resina. En B se muestra la formación de una miscela de asfalto.

Como las resinas son responsables de la estabilidad de los asfaltos en estado coloidal y en esta muestra están en una baja proporción (1.05%) se evaluó la posibilidad de desestabilizar el sistema precipitándolas. Existen varios métodos para la precipitación (Alayon, 2004) pero en esta investigación se eligió el uso de floculantes químicos.

### Pre-tratamiento de la muestra para la caracterización de la fase acuosa

En el pre-tratamiento se usaron dos floculantes; el tricloruro de hierro y el sulfato de aluminio (Alúmina). El uso de la Alúmina tuvo mejores resultados, por tal razón se probaron ocho variantes con este floculante, combinando el volumen de agua y de la muestra y el peso de la Alúmina. Cuando se usó la Alúmina en solución no se separaron las fases a pesar que se emplearon las mismas variantes que con la Alúmina en estado sólido.

La mejor variante fue la que usó 5 partes de muestra en 100 de mezcla con agua y la Alúmina en estado sólido. La figura 3A representa el residual líquido que emerge del proceso industrial y 3B la muestra tratada con la Alúmina.

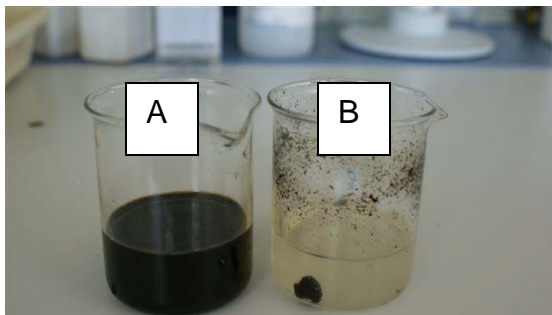


Fig. 3. Vista frontal de la muestra. A: Muestra sin tratar. B: Muestra tratada (5 partes de muestra en 100 de mezcla con agua y la Alúmina en estado sólido)

## RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LA FASE ACUOSA

La fase acuosa obtenida del tratamiento con agua y Alúmina fue sometida a una caracterización. La misma representó el 96.46% de la muestra (Fig. 4).

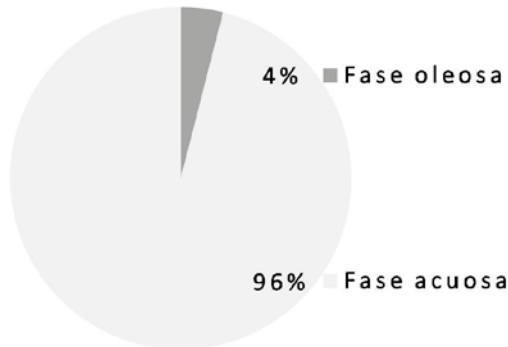


Fig. 4. Porcentaje de las fases componentes de la muestra

El contenido de materia orgánica resultó elevado y las concentraciones de la DQO y DBO<sub>5</sub> (Tabla I), incumplieron los valores establecidos por la NC usada. El pH registró valores que caracterizaron a esta fase acuosa como ácida lo cual impide el vertimiento al medio, según lo regulado en la NC. Este valor tan bajo de pH fue debido al uso de la Alúmina. Esta sal cuando se disuelve en agua produce una hidrólisis ácida porque proviene de una base débil y un ácido fuerte, por lo cual su uso produjo una caída de pH. Tanto el valor del pH como los de la materia orgánica restringe el uso directo de esta fase acuosa y revela la necesidad de un tratamiento.

## CONCLUSIONES

El residual del proceso de purificación de aceite presenta un alto contenido de sólidos totales y de salinidad. Los asfaltenos contribuyeron en una alta proporción a los componentes del SARA, lo cual se relacionó con las características físicas de este residual que además está constituido por dos fases: oleosa y acuosa. Estas fases se pueden separar diluyendo la muestra y adicionándole sulfato de aluminio en estado sólido como coagulante.

La fase acuosa representa el 96.46% del residual y posee características ácidas con alto contenido de materia orgánica. Estas características restringe y demanda un tratamiento encaminado disminuir su pH y la cantidad de materia orgánica.

## RECOMENDACIONES

Evaluar la factibilidad de incorporar la fase oleosa en el proceso de producción de asfalto y garantizar el tratamiento de la fase acuosa antes de disponerla al medio.

## AGRADECIMIENTOS

A las especialistas Donaida Chamero y Dismey Sosa y a la Lic en Lenguas Inglesas Ledys Alfonso por su colaboración en esta investigación.

## BIBLIOGRAFIA

Alayón M. Asfaltenos ocurrencia y floculación. Soporte electrónico. 2004. Cuaderno Firp S369-PP. Modulo de enseñanza en fenómenos interfaciales Disponible en: [http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S369PP\\_Asfaltenos.pdf](http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S369PP_Asfaltenos.pdf).

Norma Cubana (NC) 27. (1999). Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

Licón S. y Omar J. (2011). Selección de una agente inhibidor de la precipitacion de asfaltenos en los crudos provenientes de los campos Quiriquire y Jusepín del Estado Monagas. <http://saber.ucv.ve/123456789/483>.