

Estimación de la eficiencia de remoción de diésel en un suelo contaminado, usando un surfactante sólido granular de uso doméstico al 2% y 4%

María Fernanda Artechí García¹, José Manuel Aguilar Cruz², José Antonio Zapata Noriega³,
Flor Elena del Ángel Maya¹, Mario José Romellón Cerino¹

- ¹ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Departamento de Química-Bioquímica-Ambiental.
- ² Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Departamento de Ingeniería en Sistemas y Computación.
- ³ Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Departamento de Ciencias Económico-Administrativa.

Resumen

Los suelos contaminados por hidrocarburos, pueden tratarse usando la técnica de lavado de suelo, sin embargo, muchas veces la sustancia química empleada es muy agresiva con el suelo, por lo cual se propone usar surfactantes de tipo domésticos. Se trabajó con un suelo contaminado con diésel y se lavó con un surfactante granular de tipo doméstico (Ace) empleando la técnica de Ruíz Moreno en 2018 y adaptada por Romellón Cerino en 2020 usando ambos diferentes tipos de surfactantes domésticos. Se hicieron dos diseños experimentales con el surfactante un lavado de suelo al 2% y el otro al 4%. La eficiencia de remoción en ambas concentraciones fue del 73% y 71%, respectivamente. Se puede observar que la eficiencia no es significativa en comparación al porcentaje empleado de surfactante.

Abstract

Soils contaminated by hydrocarbons can be treated using the soil washing technique, however, many times the chemical substance used is very aggressive with the soil, which is why it is proposed to use domestic surfactants. We worked with a soil contaminated with diesel and washed it with a domestic granular surfactant (Ace) using the technique of Ruíz Moreno in 2018 and adapted by Romellón Cerino in 2020 using both different types of domestic surfactants. Two experimental designs were made with the surfactant, one soil wash at 2% and the other at 4%. The removal efficiency at both concentrations was 73% and 71%, respectively. It can be seen that the efficiency is not significant compared to the percentage of surfactant used.

Palabras Clave: hidrocarburo, detergente, remediación fisicoquímica

Keywords: hydrocarbon, detergent, physicochemical remediation

1. INTRODUCCIÓN

El uso de técnicas fisicoquímicas como el lavado de suelos para tratar suelos contaminados por hidrocarburos ha sido empleada con éxito en diversas ocasiones a nivel nacional e internacional. Dicha técnica, emplea surfactantes de tipo industrial, los cuales son muy eficaces y eficientes; lo cual depende de las características propias de cada uno de ellos, así como del tipo de suelo y del tipo hidrocarburo que se encuentre presente en el suelo contaminado a tratar [1]. Sin embargo, después de aplicada esta técnica, se requiere darle un tratamiento al suelo para que este recupere su fertilidad, ya que los nutrientes y la flora microbiana se ven afectados [3]. De ahí surge la necesidad o el área de oportunidad para que se evalúen otro tipo de surfactantes o tensoactivos como son, los de uso doméstico.

Este tipo de surfactantes son tan diversos que existe un gran campo de investigación para que sean evaluados en cuanto a su eficiencia y eficacia en la remoción de hidrocarburos en los suelos contaminados por la industria petrolera. En el mercado de uso doméstico podemos identificar: surfactantes líquidos, surfactantes sólidos en barra, surfactantes sólidos de tipo granular conocidos como surfactantes en polvo, así mismo por su uso lo encontramos clasificados de la siguiente forma: para baño, para lavar ropa, para lavar trastes y multiusos.

Tomando en cuenta lo anterior y siendo tan diversos, se trabajó en este proyecto con un surfactante sólido de tipo granular (en polvo) para lavado de ropa marca Ace, con el objetivo de evaluar su capacidad de remover el Diesel que se encuentra contaminando el suelo.

2. METODOLOGÍA

Se obtuvo una muestra compuesta de suelo contaminado con un peso total de 45 Kg. Las muestras para estudio fueron de 2.5 Kg, las cuales se guardaron en bolsas de polietileno (Imagen 1).



Imagen 1. Muestras de suelo contaminado con diésel

El surfactante sólido granular se preparó al 2% y al 4%, para lo cual se emplearon 20 gr y 40% de surfactante por litro de agua, respectivamente (Imagen 2).



Imagen 2. Preparación de la solución de surfactante sólido granular (en polvo)

Por cada 2.5 kg de suelo contaminado se emplearon 2.5 litros de agua a la concentración indicada con anterioridad. Se procedió a homogeneizar el suelo contaminado con la solución preparada de surfactante, se agito por 15 minutos y después se dejó reposar por una hora (Imagen 3). Después se procedió a colar la mezcla con el apoyo de una manta para eliminar el excedente de agua, posteriormente se realizaron 2 lavados más con 2 litros de agua cada lavado, repitiéndose la técnica.



Imagen 3. Lavado del suelo contaminado con la solución de surfactante

El suelo lavado se almacena en bolsas etiquetadas debidamente. Las muestras de suelo lavado con surfactante se dejaron secar al sol por 72 horas aproximadamente. Posteriormente se pesaron las muestras para saber cuánto suelo había quedado después del proceso de lavado (Imagen 4).



Imagen 4. Secado y pesado de las muestras de suelo, después del lavado

Una vez secas las muestras se procedió a tamizarlas (Imagen 5) empleando tamices con número de malla #20 (0.0331 in), #30 (0.0232 in) y #40 (0.0165). Los tamices fueron colocados de forma descendente para que las partículas finas del suelo pudieran llegar hasta el último tamiz y las partículas gruesas quedaran en la parte superior.



Imagen 5. Tamizado de las muestras de suelo tratado

Las muestras ya colocadas en los tamices, fueron agitadas constantemente durante 15 minutos en un equipo Rotor R-06. Una vez terminada la agitación se determinó el peso de cada fracción obtenida en los tamices.

Se empleó la metodología reportada por Ruíz Moreno en 2018 [2], modificada por Romellón Cerino en 2020 [3] la cual fue adecuada para este proyecto, debido a que se empleó un surfactante sólido granular de tipo comercial de marca ACE.

La determinación de la concentración de hidrocarburos en suelo se realizó mediante la técnica de extracción de grasas y aceites por el método Soxhlet [2][4]. El cual consistió en extraer los hidrocarburos contenidos en la muestra del suelo impactado mediante la acción de un solvente orgánico volátil, en este caso Diclorometano (CH_2Cl_2), que se mantiene circulando aproximadamente 20 veces durante un periodo de 8 horas a través de la muestra (Imagen 6).

Para ello se pesaron 10 gr de muestra de suelo y se colocó en un cartucho de papel celulosa de 10 cm de largo aproximadamente para realizar un cartucho, el cual fue sometido a peso constante antes de ser insertado en el sifón o corneta del equipo Soxhlet. Se adicionaron de 250 a 300 ml de Diclorometano (CH_2Cl_2) en el matraz bola de 500 ml y se ensambló en el equipo Soxhlet para iniciar con el proceso químico de separación de grasas y aceites durante 8 horas aproximadamente [3].



Imagen 6. Extracción de grasas y aceites con equipo Soxhlet

Después se procedió a la determinación de la concentración de Diesel extraído, para lo cual se puso a peso constante cada cartucho y por diferencia de pesos se realizó el cálculo de cuanto Diesel fue removido de cada una de las muestras tratadas en el Soxhlet (Tabla 1 y 3).

3. RESULTADOS

La determinación de Hidrocarburos por la técnica Soxhlet, se realizó por triplicado en cada muestra trabajada. Podemos observar que debido al error humano la concentración final de cada muestra realizada tuvo una variación. Sin embargo, se sacó el promedio de la concentración de hidrocarburos final a cada muestra y se obtuvo un promedio de 24188.98 ppm de diésel después de lavado el suelo con el surfactante al 2% (Tabla 2). En los datos obtenidos después del lavado el suelo con el surfactante al 4% (Tabla 4) se observa que la concentración promedio de diésel fue de 25997.83 ppm. La concentración inicial obtenida de la muestra de suelo contaminado por diésel fue de 92011.5653 ppm. Cabe hacer mención que el tipo de suelo con el que se trabajo es Orgánico, según los resultados de la determinación de textura.

Tabla 1. Datos de las muestras de suelo lavado con Ace al 2% para la determinación de la concentración de Diésel

No. De Muestra	Muestra de suelo en el cartucho antes de la extracción	Peso inicial del cartucho	Peso final del cartucho, después de la extracción en el Soxhlet	Diesel removido	% de Diesel removido de la muestra	Concentración de Diesel
1	9.9923 gr	14.5042 gr	14.2654 gr	0.2388 gr.	2.3898%	23898.40 ppm
2	9.6038 gr	14.1891 gr	13.9522 gr	0.2369 gr	2.4667%	24667.32 ppm
3	9.7120 gr	14.3543 gr	14.1212 gr	0.2331 gr	2.4001%	24001.24 ppm

Tabla 2. Concentración de Diesel después de la técnica de lavado con surfactante granular de uso doméstico Ace al 2%

No. De Muestra	Concentración en PPM de Diesel en el suelo después del tratamiento	Concentración inicial de Suelo contaminado con Diesel en PPM	Porcentaje de Diesel removido
1	23898.40	92011.5653	73.7109
2	24667.32		
3	24001.24		
PROMEDIO	24188.98		

Tabla 3. Datos de las muestras de suelo lavado con Ace al 4% para la determinación de la concentración de Diésel

No. De Muestra	Muestra de suelo en el cartucho antes de la extracción	Peso inicial del cartucho	Peso final del cartucho, después de la extracción en el Soxhlet	Diesel removido	% de Diesel removido de la muestra	Concentración de Diesel
1	10.2980 gr	14.2559 gr	13.9903 gr	0.2656 gr	2.5791%	25791.42 ppm
2	9.9521 gr	14.6440 gr	14.3870 gr	0.2570 gr	2.5824%	25823.70 ppm
3	9.9399 gr	14.4220 gr	14.1598 gr	0.2622 gr	2.6379 %	26378.53 ppm

Tabla 4. Concentración de Diesel después de la técnica de lavado con surfactante granular de uso doméstico Ace al 4%

No. De Muestra	Concentración en PPM de Diesel en el suelo después del tratamiento	Concentración inicial de Suelo contaminado con Diesel en PPM	Porcentaje de Diesel removido
1	25791.42	92011.5653	71.7450
2	25823.7		
3	26378.53		
PROMEDIO	25997.83		

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Romellón, et al en 2020 [2] reportaron una remoción del 26% de hidrocarburos en sus muestras tratadas al 5% con un surfactante líquido de uso doméstico (Salvo) y de más del 50% en muestras tratadas con el mismo surfactante, pero al 10%, sin embargo, hacer mención que ellos trabajaron con suelo contaminado con petróleo de un derrame. En este proyecto se trabajó con suelo contaminado con diésel y con un surfactante de tipo granular (Ace) conocidos comúnmente como surfactante en polvo. Podemos observar con los datos obtenidos que el porcentaje de remoción es mayor al 70% en las concentraciones del 2% y del 4%.

Datos que nos indican que esta técnica de lavado fisicoquímica nos da resultados que están muy por arriba de lo reportado por Romellón, et al en 2020 [2]. También es de observarse que la diferencia de porcentaje de

remoción del diésel del suelo contaminado es de solo un 2%, entre ambos tratamientos por lo cual no existe una diferencia significativa si se lava con un 2% o con un 4% de surfactante granular de tipo doméstico (Ace). Se recomienda realizar el mismo tratamiento, pero en suelos contaminados por petróleo, y comparar las eficiencias de remoción de este surfactante. Y poder comparar la diferencia de remoción de uno líquido contra uno granular.

REFERENCIAS

- [1] Riojas González, HH, Torres Bustillos, LG, Mondaca Fernández, I., Balderas Cortes, JDJ, & Gortáres Moroyoqui, P. (2010). Efectos de los surfactantes en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Química Viva*, 9 (3),120-145. [fecha de Consulta 29 de octubre de 2023]. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86315692003>
- [2] Ruíz Moreno, Amalia Xiutlhalzin (2018). Tesis de Maestría: Surfactantes domésticos (líquidos) en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Villahermosa. Villahermosa, Tabasco, México.
- [3] Romellón Cerino, Mario José; Vazquez González, María Berzabe; Romellón Cerino, Julio Cesar; Magaña Flores, Anel; Cardenas Valdez, Ana Fabiola (2020). Determinación de la eficiencia de un surfactant líquido de uso doméstico para remover hidrocarburos de un suelo contaminado. *Universita Ciencia. Revista electrónica de Investigación de la Universidad de Xalapa*. Año 9, Número 26. Septiembre-diciembre 2020. ISSN 2007-3917. Xalapa, Veracruz, México.
- [4] Pons-Jimenez, M; Guerrero-Peña, A; Zavala-Cruz, J; Alarcón, A. (2011). Extracción de hidrocarburos y compuestos derivados del petróleo en suelos con características físicas y química diferentes. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. Vol. 27 No.1. Pág. :1-15 ISSN 0186-2979

Correo de autor de correspondencia: mjrcerino@gmail.com; mario.rc@villahermosa.tecnm.mx