



Medida de la Dimensión Fractal para medir la Efectividad de un dispersante de petróleo crudo en agua de mar.



Carlos Hernández-Rodríguez⁽¹⁾, J. Alejandro Llanos-Pérez⁽¹⁾, José Luis González-Dávila⁽²⁾, Jesús F. Flores-López⁽²⁾, E. Jonathan Suarez-Domínguez⁽¹⁾,
 1. Mexican Institute of Complex Systems, Tlaxcala 107 Col. Unidad Nacional. Cd. Madero, Tamaulipas. C.P. 89410
 2. Geo-Estratos S.A. de C.V. Calle 7 205-1 Col. Jardín 20 de noviembre. Cd. Madero, Tamaulipas. C.P. 89440

Introducción:

La dispersión del petróleo crudo en el agua de mar depende de sus propiedades fisicoquímicas como el contenido de asfaltenos, viscosidad, densidad, contenido de hidrocarburos aromáticos, etc. porque influye en la formación de emulsiones estables entre el agua y el hidrocarburo¹. Cuando ocurre un derrame de petróleo en el mar se recurre a agentes dispersantes para atacar el problema. Se trata de sustancias que contribuyen a la distribución de las partículas de crudo en el agua para facilitar así su biodegradación. El agente dispersante no debe ser más tóxico que el hidrocarburo mismo². Para determinar el grado de dispersión se han desarrollado varios métodos. Uno de ellos consiste en preparar mezclas del crudo y dispersante a diferentes proporciones con agua de mar y medir la turbidez³; en otro se prepara una mezcla de dispersante con hidrocarburo y se emulsiona con agua de mar por medio de olas simuladas. Tras recuperar el hidrocarburo sin emulsionar se calcula la efectividad del dispersante al compararlo con la cantidad añadida de crudo al inicio del experimento⁴; otro método evalúa el comportamiento de la capa superficial de hidrocarburo sobre el agua al entrar en contacto con el dispersante: se observa la formación de gotas de hidrocarburo que se dispersan sobre la superficie y el cambio de color del agua a marrón. Para evaluar la eficiencia del dispersante, este método propone una escala de cuatro niveles que depende de lo que se observe⁵.

Parte Experimental:

Se prepararon mezclas con un hidrocarburo ultrapesado (1.25%) y dispersante (1.25%) con agua de mar, provocando una emulsión y posteriormente determinando la turbidez. Se realizaron pruebas con dos dispersantes distintos, BRV y BRV-C para evaluar su efectividad por medio de la turbidez. Un blanco también fue analizado, formado por hidrocarburo con agua de mar. Posteriormente, utilizando otros tres hidrocarburos (Pozo Muro 26, Pozo Muro 28 y Pozo Samaria 35), se mezclaron al 1.25% de cada crudo con 1.25% de los mismos dispersantes en agua de mar. Se analizó un blanco que consistió en hidrocarburo con agua de mar. Se agitaron por 5 minutos a 700 RPM y la emulsión se colocó en un vidrio de reloj. Se tomaron fotografías a los 2, 5 y 10 minutos para observar el comportamiento del hidrocarburo restante en la superficie. Las fotografías fueron tratadas con un programa de procesamiento y análisis de imágenes en Java (Image Processing and Analysis in Java) ImageJ en su versión 1.45s. Se ajustó el brillo de forma automática, se eliminó el ruido y se calculó la dimensión fractal por conteo de caja usando tamaños de caja de 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32 y 64.

Conclusiones:

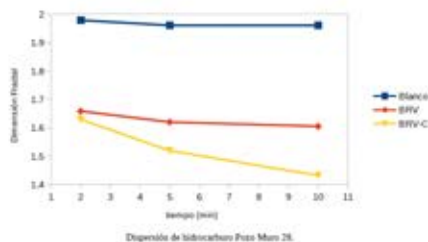
Se observó que un dispersante es más efectivo cuanto menor es la dimensión fractal de las dispersiones superficiales del hidrocarburo en el mar. Así, cuando el valor de la dimensión fractal es cercano a 2, la efectividad del dispersante es casi nula (Rango 1) pero cuando su valor es menor de 1.5 su efectividad estaría ubicada en los rangos 3-4 del método propuesto por Lewis⁵. Podría utilizarse entonces la medida de la dimensión fractal para evaluar la efectividad del dispersante de crudo.

Referencias:

- 1.- Langevin D., Poteau S., Hénaux I., Argillier J.F. Crude Oil Emulsion Properties and their Application to Heavy Oil Transportation. 2004. *Oil & Gas Science and Technology*. 59 (5): 511-521.
- 2.- Abdallah R.I., Mohamed S.Z., Ahmed F.M. Effect of Biological and Chemical Dispersants on Oil Spills. 2005. *Petroleum Science and Technology*. 22: 463-474.
- 3.- Mullins-Phillips G., Stewart J. Effect of four dispersants on biodegradation and growth of bacteria on crude oil. 1974. *Applied Microbiology*. 28(4): 547-552.
- 4.- St. Ross Environmental Research Limited, Alan Lewis Consultancy And MA Inc. Dispersant Effectiveness testing on water-in-oil emulsions at Ohmsett. 2006. U.S. Department of the Interior Minerals Management Service.
- 5.- Colcomb K., Salt D., Peddar M., Lewis A. Determination of limiting oil viscosity for chemical dispersion at sea. 2005. *International Oil Spill Conference*.

Resultados:

La caída de la dimensión fractal se debe a los espacios vacíos (agua sin hidrocarburo) que deja el hidrocarburo tras dispersarse en la superficie y que al tomar la fotografía y tratarla con el programa ImageJ se traducen en espacios blancos, como se observa en las figuras. Al analizar los resultados de los experimentos con los otros dos hidrocarburos, se obtuvo la siguiente gráfica.



Mezcla	2 minutos	5 minutos	10 minutos
Blanco			
BRV			
BRV-C			

