

## GESTION DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD PETROLERA EN LABORATORIO

López R<sup>1</sup> y Plaza G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fac. Ciencias Naturales – <sup>2</sup> Fac. de Ingeniería – INENCO – CIUNSA  
Universidad Nacional de Salta  
Avda. Bolivia 5150.  
CP 4400. Salta. Argentina  
Email: ritazepol@hotmail.com  
Fax: 0387 - 4255489 – Tel: 0387 - 4255424

### RESUMEN

Se realizó un bioensayo en laboratorio con muestras de la industria petrolera del Norte de la provincia de Salta, se llevó a cabo un proceso de biorremediación durante 109 días, en el cual se evaluó la degradación del hidrocarburo, y como afecta a esta, la incorporación de otro residuo, la arena del filtrado de gas de la industria. Se realizaron en forma periódica los controles de concentración de hidrocarburo, humedad, heterótrofos totales, materia orgánica y nematodos.

En todas las muestras se llegó a menos del 1% en los 109 días, teniendo la muestra con la arena un porcentaje de remoción del 67,24 % estando por encima de las otras muestras sin el residuo. La incorporación de arena del filtrado de gas mejoró la estructura y aireación del suelo, beneficiando a los heterótrofos totales y por consiguiente la biorremediación.

**PALABRAS CLAVES:** Biorremediación, bioensayo, actividad petrolera, gestión de residuos

### INTRODUCCION

Los residuos que se liberan en la actividad petrolera son diversos, siendo mayoritario los empetrolados que se encuentran tanto en agua como en suelos; así también encontramos, los residuos del sistema de filtrado de gas que comprende arenas con hidrocarburo, que deben ser gestionados por esta actividad.

El manejo inadecuado de los materiales y residuos peligrosos, genera a nivel mundial un problema de contaminación de los suelos y agua (Schmidt, 2000).

La degradación microbiana constituye el principal proceso de descontaminación natural (Prince, 1993). Este proceso se puede acelerar y/o mejorar mediante la aplicación de tecnologías de biorremediación (Alexander, 1999).

El uso de tecnologías de biorremediación para el tratamiento de sitios contaminados, es relativamente reciente y presenta varias ventajas respecto de los métodos físico-químicos tradicionales (Eweis et al, 1998). Algunas de estas ventajas son: (i) bajos costos de instalación y operación; (ii) es una tecnología simple y de fácil aplicación; (iii) es un tratamiento seguro con un mínimo de riesgos a la salud y (iv) es un tratamiento tecnológicamente efectivo.

Para que una técnica de biorremediación opere eficientemente, deben cumplirse varias condiciones.

-El residuo debe ser susceptible de biodegradarse

-Deben estar disponibles los microorganismos apropiados.

-Las condiciones ambientales tales como pH, temperatura y nivel de oxígeno, deben ser apropiadas (Colin Baird, 2001).

En el caso de suelos contaminados con hidrocarburos se requiere también de una concentración mínima de microorganismos específicos degradadores  $10 \times 10^3$  a  $10 \times 10^4$  UFC/gr. de suelo y de microorganismos heterótrofos totales de  $10 \times 10^5$  a  $10 \times 10^6$  UFC/gr. de suelo (Ercoli, 1995, 1999).

Cumpliendo con estos requisitos se puede llegar a obtener una degradación efectiva del contaminante.

Es importante la gestión de los residuos de esta actividad con técnicas de remediación de suelos naturales en este caso de la Biorremediación, debido a que:

La explotación de hidrocarburo que está ubicada en el Noroeste de la Provincia de Salta representa el 2% del total del petróleo del País y cerca del 16% de la producción nacional de gas.

Las siguientes figuras representan la producción del petróleo y gas, al mismo tiempo las regalías, a lo largo de los años desde 1998 a 2007.

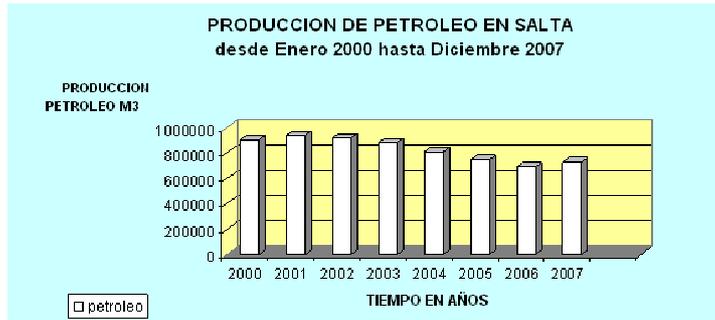


Figura 1: Producción de PETROLEO en la ciudad de Salta desde el año 2000 hasta 2007- Fuente: Secretaría de Minería, Industria y Recursos Energéticos



Figura 2: Producción de GAS en la ciudad de Salta desde el año 2000 hasta Abril del 2007- Fuente: Secretaría de Minería, Industria y Recursos Energético

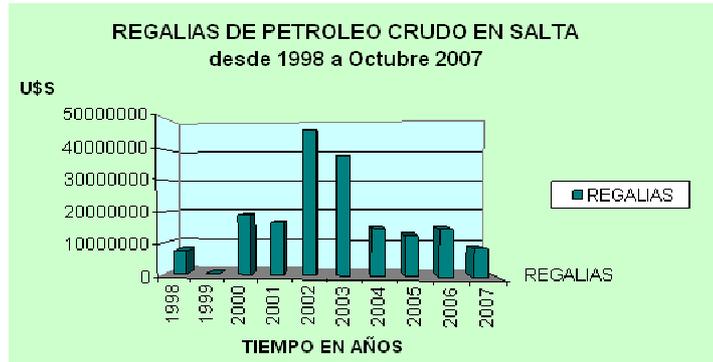


Figura 3: Regalías de petróleo crudo en Salta desde 1998 a octubre 2007-Fuente: Secretaría de Minería, Industria y Recursos Energéticos

Como se ve en las figuras la industria petrolera en la provincia de Salta representa un importante aporte al Producto Bruto Interno (PBI) y debe encuadrarse en la mejora continua para garantizar el Desarrollo Sustentable ambiental. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo gestionar algunos de los residuos que genera esta actividad de forma sustentable, evaluando la efectividad de la biorremediación con la incorporación de otro residuo de esta actividad como lo es la arena del filtrado de gas.

### METODOLOGIA

Se experimentaron suelos contaminados con hidrocarburo provenientes de la actividad petrolera del Norte Argentino (Departamento Gral. San Martín- Salta).

Se Evaluó la efectividad de la biorremediación con la incorporación de arena procedente del filtrado de gas de la empresa, mediante un seguimiento de degradación del hidrocarburo.

Teniendo las muestras de este bioensayo las siguientes características:

Muestra 1.....Caja con suelo teniendo 1,18% de hidrocarburos totales.

Muestra 2.....Caja con suelo de teniendo 1,08% hidrocarburos totales

Muestra 3.....Caja con suelo de la muestra 1 **más la incorporación de arena del filtrado de gas.**

Se colocaron las muestras de suelo contaminado con hidrocarburo en cajas con capacidad de 13 dm<sup>3</sup>, llenando las mismas aproximadamente con 7kg de muestra.

Inicialmente se homogenizó la muestra de cada caja, simulando un laboreo agrícola en campo llegando a un tamaño final de partícula uniforme y adecuada aireación.

Las cajas fueron colocadas en cámara termostática a 30°C +/- 3°C y sometidas a un régimen de aireación a través de trabajo manual con rastrillo y humectación con una frecuencia de tres veces por semana.

Para el análisis físico-químico y biológico del suelo se tomaron muestras, por el método aleatorio simple, de cada caja. Los análisis físicos - químicos - biológicos realizados fueron:

- Conductividad ..... Método conductímetro..... inicio
- pH..... Método potenciométrico..... inicio
- Nitrógeno total..... Digestión ácida. Kjeldhal..... inicio
- Fósforo..... Colorimétrico. Método Bray-Kurtz1..... inicio
- Sólidos totales, sólidos volátiles, humedad y cenizas..... Método gravimétrico..... una vez por semana
- Hidrocarburos Totales ..... Técnica ASTM Dd 1178-60..... cada 15 días  
(Modificada por Refinor)
- Recuento de aerobio..... Recuento de Microflora Aerobia..... Cada 15 días  
Heterótrofos totales (Frioni, 1999)
- Recuento de la nematoflora..... Método de la bandeja de..... cada 15 días  
Baermann modificada (Fraga, 1968)

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las cajas con los suelos empetroados (después de la homogenización) iniciaron el proceso de biorremediación con las siguientes características.

MUESTRA	FOSFORO (PPM)	NITROGENO (PPM)	POTASIO (PPM)	pH	CONDUCTIVIDAD mS/cm
1	59	191	5	7,67	1,61
2	38	171	13	7,59	2,1
3	38	114	6	7,75	1,06

Tabla 1: Caracterización inicial de las muestras

Los nutrientes se encuentran dentro de los valores normales teniendo las relaciones 100:20:1:1 y 100:10:1:1 (C:N:P:K) (Ercoli, 1999)

El pH Se encontró con los valores óptimos para una biorremediación adecuada y la conductividad está en las primeras muestras por encima de los valores óptimos.

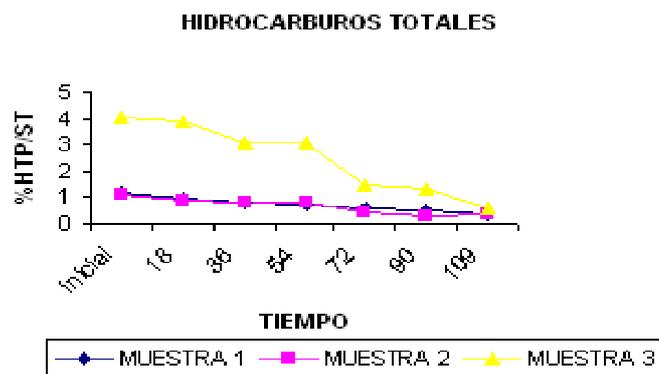


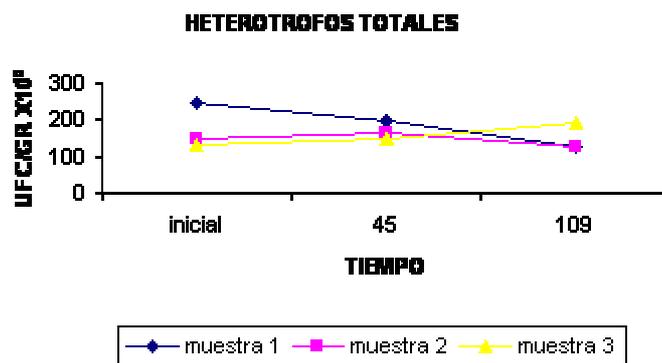
Figura 5: Hidrocarburo totales como (%en ST) en función del tiempo (días)

### PORCENTAJE DE REMOCION

- Muestra 1..... 66,94 %
- Muestra 2..... 63,88 %
- Muestra 3..... 67,24 %

Las muestras 1 y 2 son muestras que empezaron con baja concentración de hidrocarburo. Estas muestras tuvieron un porcentaje de remoción de 66,94% y 63,88%. En los 109 días llegando a concentraciones del orden de 0,39 %.

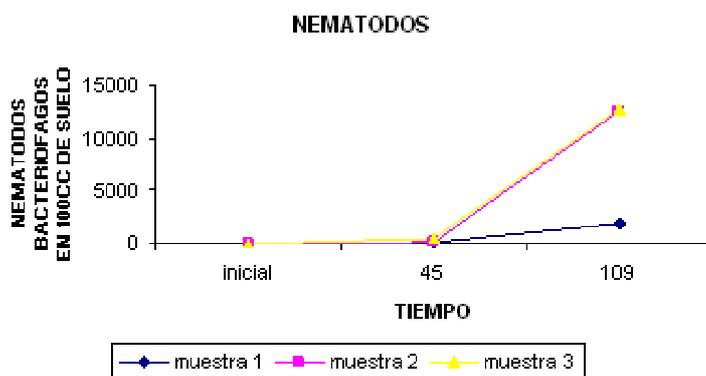
La muestra 3 es la misma que la 2 más el agregado de arena que proviene del filtrado de gas, el residuo de arena incorpora mayor concentración de hidrocarburo. Esta muestra tiene el mayor porcentaje de remoción posiblemente sea por que la arena permite mayor aireación y mas textura al suelo permitiendo una mejor biorremediación.



**Figura 6: Recuento de aerobios heterótrofos totales en función del tiempo (días)**

Se observa en la Fig. 6 que todas las muestras están por encima del nivel requerido de heterótrofos para una biorremediación adecuada, disminuyendo la microflora al final debido a la falta del sustrato (en este caso hidrocarburo).

En el caso de la muestra 3 se incrementa la población microbiana al final del ensayo, probablemente a la mayor aireación en el medio provisto por la incorporación de arena.



**Figura 7: Recuento de nematodos bacteriófagos en función del tiempo (días)**

Como es de esperarse al principio la nematofauna presenta una población escasa ya que las concentraciones del contaminante son altas, a medida que este es degradado por los heterótrofos, la población de nematodos aumenta; esto se observa en todas las muestras.

Se demuestra al mismo tiempo que la incorporación de arena para los nematodos es indistinta.

## CONCLUSION

Una disminución hasta el 1% aproximadamente del hidrocarburo del pasivo ambiental en 109 días del proceso debido a la degradación de hidrocarburo por acción bacteriana.

La incorporación de arena del filtrado de gas favorece la biorremediación produciéndose cambios considerables en el porcentaje de remoción del hidrocarburo, llegando la muestra con arena a un 67,24 %.

Los heterótrofos totales aumentan con la incorporación de la arena del filtrado de gas debido a que la arena proporciona mejor aireación y estructura al suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alexander M. (1999). biodegradation and bioremediation. Segunda edición. Academic Press. San Diego.
- Colin Baird. (2001) Química Ambiental. Editorial Reverte S.A. Barcelona.
- Ercoli E.; Gálvez J. y Aranzadi E. (1995). Degradación biológica en suelos contaminados con hidrocarburos. 2º simposio de producción de hidrocarburos. Instituto Argentino del Petróleo. Tomo 1.
- Ercoli, E.; Gálvez, J; Videla, C.; Cursi, E y Calleja, C. (1999). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos. INGEPET 99. Lima. Perú.
- Eweis, J.B.; Ergas, S.J; Chang, D.P y Schroeder, E.D. (1998). Bioremediation Principles. McGraw-Hill International Editions. 296 pp.

Fraga, Cesar P. (1968). Introducción a la Nematología Agrícola. Hemisferio Sur. Bs.As.  
Frioni, L. (1999). Procesos Microbianos. Tomos I y II, Colecc. Manuales. Ed. De la Fundación. Universidad Nac. De Río Cuarto. Córdoba.  
Plaza G. Otero M. y Torres N.(2001) "Bioremediación de suelos contaminados con hidrocarburo". AVERMA. Vol. 5 Pag. 63-67. 2001. ISSN 0329-5184  
Prince R. (1993). petroleum spill bioremediation in marine environments.Crit.Rev.Microbil.19.217-242.  
Schmidt w. (2000). Suelos contaminados con hidrocarburos: la biorremediación como una solución ecológicamente compatible. proyectos de sitios contaminados GTZ .SEMARNAT

#### **ABSTRACT**

We realized a bioassay laboratory samples of the petroleum of industry in northern Salta province, took out a process of bioremediation during 109 days in which assessed the degradation of hydrocarbon, and how this affects the incorporation of another waste, sand filtering gas industry. Were conducted on a regular basis controls hydrocarbon concentration, moisture, heterotrophic total organic matter and nematodes. In all samples was reached less than 1% in 109 days, taking the sample with sand removal of a percentage of 67.24% while over the other samples without the residue. The incorporation of sand gas filtering improved the structure and aeration of the soil, benefiting the total heterotrophic and therefore the bioremediation.

**KEY WORDS:** Bioremediation, petroleum activity, bioassay, waste management