

Análisis de sensibilidad ambiental, aplicado al caso de la contaminación por hidrocarburos en el acuífero del Tocuyo

Monsalve María

CIDIAT - Universidad de los Andes
monsalvent@gmail.com
Venezuela

Jegat Hervé

CIDIAT - Universidad de los Andes
monsalvent@gmail.com
Venezuela

Mora Luis

CIDIAT - Universidad de los Andes
monsalvent@gmail.com
Venezuela

Fecha de recepción: 13-02-2014 Fecha de aceptación: 22-04-2014

Resumen

El estudio se basó en delimitar el área de contaminación por gasolina, en un análisis de sensibilidad ambiental y en la evaluación de alternativas de control o mitigación. Se hizo mediante la aplicación de Metodologías de evaluación de impacto ambiental siendo éstas herramientas fundamentales en los estudios de contaminación, donde el grado de deterioro del acuífero está íntimamente ligado con la geometría del sitio, con la litología de la roca reservorio y con la vulnerabilidad del

acuífero a ser contaminado. Considerando la realidad del suelo, es decir, la heterogeneidad de éste, se define el impacto ambiental por contaminación de hidrocarburo, como el deterioro que el ser humano causa sobre el ambiente y en la mayoría de los casos con efectos irreversibles. El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo utilizando datos existentes y la metodología de realización de sondeos eléctricos verticales con dispositivo Wenner y Schlumberger, siguiendo las recomendaciones definidas por especialistas. Se realizaron muestreos en los pozos P6 y P8, para

estudiar con sus respectivos análisis de laboratorio el comportamiento de las bacterias existentes. Finalmente, se integra toda la información en software de análisis y visualización de estos datos para así utilizarlos en un sistema de información geográfica (SIG), elaborando diferentes mapas bases para la representación del contaminante en el acuífero de El Tocuyo y representar las zonas de bajo, medio y alto riesgo.

Palabras clave: Acuífero; sensibilidad ambiental; gasolina; agua; Tocuyo

Environmental sensitivity analysis, applied to the case of pollution by hydrocarbons in the Tocuyo aquifer

Abstract

The study was based on delimiting the area of contamination by gasoline, in an environmental sensitivity analysis and in the evaluation of control or mitigation alternatives. It was done through the application of Environmental Impact Evaluation Methodologies being these fundamental tools in pollution studies, where the degree of deterioration of the aquifer is intimately linked with the geometry of the site, with the lithology of the reservoir rock and with

the vulnerability of the aquifer to be contaminated. Considering the reality of the soil, that is to say, the heterogeneity of this, the environmental impact due to hydrocarbon contamination is defined, as the deterioration that the human being causes on the environment and in most cases with irreversible effects. The development of this project was carried out using existing data and the methodology of realization of vertical electrical probes with Wenner and Schlumberger device, following the recommendations defined by specialists. Samples

were taken in wells P6 and P8, to study the behavior of existing bacteria with their respective laboratory analyzes. Finally, all the information is integrated into analysis software and visualization of these data to be used in a geographic information system (GIS), elaborating different base maps for the representation of the pollutant in the El Tocuyo aquifer and representing the zones of low, medium and high risk.

Keywords: Aquifer; environmental sensitivity; gasoline; water; Tocuyo

Introducción

Aproximadamente el 94% del agua dulce líquida del planeta es subterránea, razón por la cual este estudio es de importancia. El interés sobre las aguas subterráneas y la preocupación sobre su contaminación se ha incrementado de manera importante en los últimos años y se manifiesta en el incremento de las investigaciones (Henry y Heinke, 1999). La contaminación de las aguas subterráneas es un fenómeno lento que hace que tarde en manifestarse y hace que su limpieza sea muy lenta y costosa, siendo ésta además imposible para

algunos contaminantes [Eweis *et al.*, 1999)]. Esta investigación tiene como objetivo general evaluar el impacto de la contaminación por hidrocarburo del acuífero El Tocuyo. Dentro de los objetivos específicos se encuentran: a) Realizar un diagnóstico de los problemas de contaminación por gasolina; b) Realizar el análisis de sensibilidad ambiental; c) Evaluar alternativas de control.

Materiales y Métodos

La metodología se observa en el flujograma que se presenta en la Figura 1.

Resultados y Discusión

Delimitación del área de estudio

La delimitación del área de contaminación se realizó de acuerdo a las respuestas de las resistividades de los sondeos eléctricos verticales (Plaza, 2009), según método propuesto por Wenner y Schlumberger según Oliveira *et al.*, (2005), y posteriormente con las perforaciones realizadas (Astier, 1982). La delimitación final del área de contaminación se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Metodología propuesta en el desarrollo de la investigación

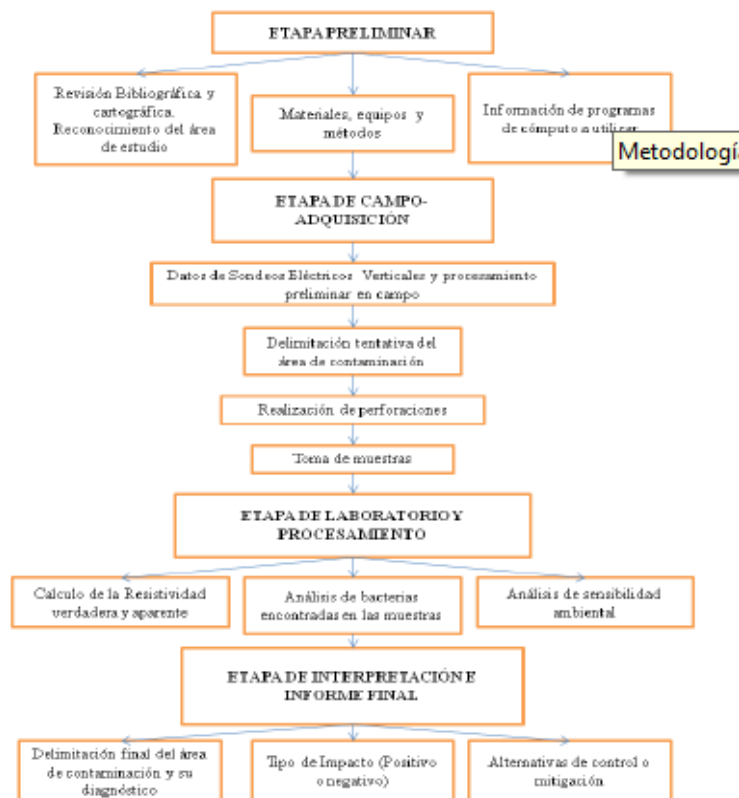
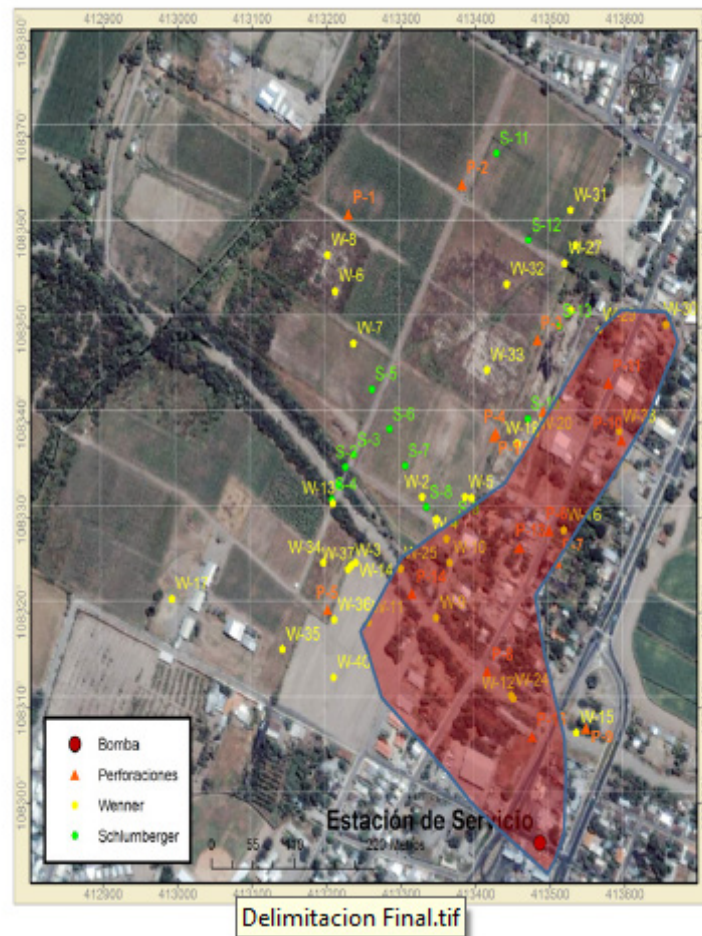


Figura 2. Delimitación final del área de contaminación



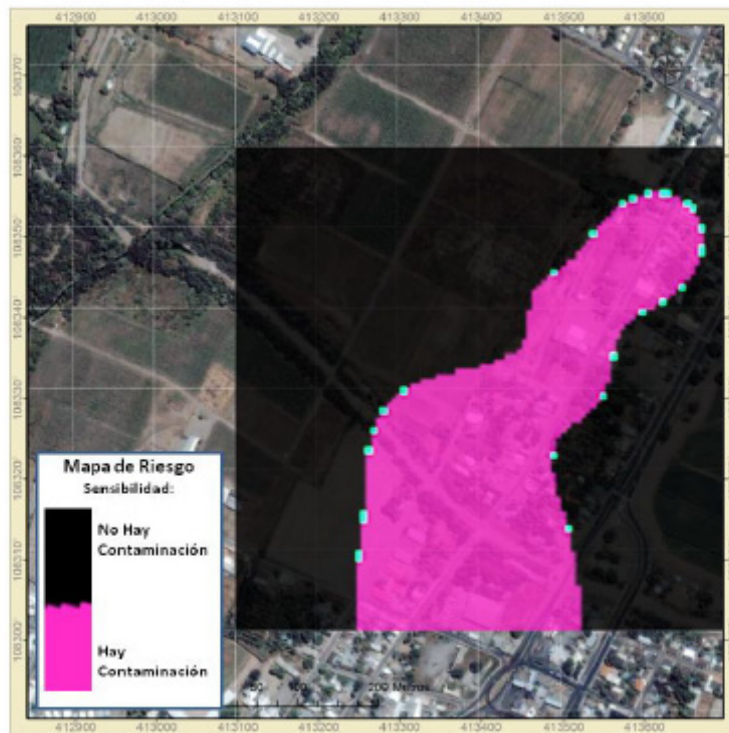
Análisis de Sensibilidad Ambiental

El mapa de riesgo representa el

análisis de sensibilidad ambiental del área de estudio, en el cual mediante una paleta de dos colores se determina la sensibilidad de la zona, y

muestra donde hay contaminación de color rosado y donde no hay contaminación de color negro (Figura 3).

Figura 3. Mapa de Riesgo. El color negro representa una sensibilidad baja, y el color rosado una sensibilidad alta.



Alternativas de Control

Las poblaciones microbianas presentes en el agua de estos pozos debieron ser desplazadas, después de la contaminación por las poblaciones registradas como primarias que degradan la gasolina y otras como las poblaciones secundarias que se alimentan de los metabolitos produ-

cidos por las poblaciones primarias. (Henry y Heinke, 1999).

Al comparar las bandas de las cepas patrones pertenecientes al género de *Pseudomonas* se observa una gran similitud con la de una de las poblaciones dominantes presentes en P6 y P8 (Figura 4). Este resultado complementado con los obtenidos en

los estudios de las colonias, donde se aprecia la producción de pigmentos fluorescentes, hace presumir la presencia del género *Pseudomonas* en los cultivos de enriquecimiento, es probable sea responsable de la biodegradación de la gasolina (Henry y Heinke, 1999).

Figura 4. Población microbiana en las muestras de pozos



Conclusiones

Con base a la reclasificación del caudal de los pozos PC-1, PC-2 y PC-3 y de las zonas contaminadas se obtuvo un mapa riesgo el cual representa el análisis de sensibilidad ambiental. La sensibilidad se representa en el mapa con los siguientes colores, a saber: color rosado, sensibilidad alta y color negro, sensibilidad baja.

Las bacterias pseudomonas encontradas en las muestras P6 y P8 son aquellas que sobreviven en presencia de hidrocarburos como la gasolina, lo cual indica que la misma naturaleza se está encargando de revertir los daños a partir de la biorrecuperación del acuífero, lo cual proporciona una alternativa de mitigación.

Agradecimiento

A mi Luis Eduardo Mora Mora.

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) adscrito al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación.

Referencias Bibliográficas

Astier, J. (1982). *Geofísica aplicada a la hidrogeología*. Madrid: Paraninfo. 57 –101.

Eweis, J.; Ergas, S.; Chang, D.; Schroeder, E. (1999). *Principios de Biorrecuperación (Biorremediación)*. WCB/McGraw-Hill. ISBN:0-07- 057732-3. Madrid, España.

Henry, J.; Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. Prentice Hall, México. ISBN: 970-17-0266-2. Segunda Edición. Edición en español. Naulcalpan de Juarez, México.

Oliveira, A.; Tozzi, M. (2005). *Aplicação da resistividade e carga-bilidade em estudos de contaminação de sedimentos por derivados de hidrocarbonetos*. Revista Brasileira de Geofísica (2005) 23(2): 181-190.

Plaza, E. (2009). Caracterización geoelectrica del suelo de la zona norte de la terraza de Mérida, a partir de sondeos eléctricos verticales someros. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes, Mérida - Venezuela