

Simulación del movimiento de los contaminantes en el suelo mediante el uso de un modelo numérico compatible con el sistema de información geográfica de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

Luis Raúl Echeverry Barreto , Sharel Alexa Charry Ocampo, Vanessa Rodríguez Rueda.

Resumen

In the advance of the project on the development of a toolbox for the simulation of discharges of contaminants in soil, it produces a job that involves various phases, which begins with collecting information provided by the national authority and processing it, to identify gaps in the hydrocarbon sector for the development of new parameters in the terms of reference for the development of projects in the sector. Developments of each of the activities contribute to training of each of the young researchers to assess the environmental problems presented in the hydrocarbon sector.

Introducción

El proyecto propone la elaboración de una guía para la simulación de vertimientos de contaminantes en el suelo en casos particulares del departamento de Casanare, para la construcción de un protocolo de modelación de vertimientos en el suelo emitidos por actividades petroleras.

El desarrollo del proyecto se ha dado durante una serie de fases; la primera fase inicio con el apoyo del joven investigador Luis Raúl Echeverry Barreto quien durante los meses de junio, julio y agosto, hizo parte del proceso de análisis y clasificación de información existente en la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de diversos puntos de extracción petrolera de proyectos implementados en el área, mediante una matriz que será incorporada en un SIG (Sistemas de Información Geográfica).

Durante la segunda fase se documentó el equipo de trabajo con información suministrada por el investigador principal como preámbulo al inicio de tareas para la comprensión de las dimensiones físicas del proyecto.

En una tercera fase se realizaron jornadas de capacitación de los software MATLAB y HydroGeoSphere (Therrien. et al. 2006), de tal forma que se entendiera el entorno de la simulación a desarrollar y variables usadas como área de vertimiento, caudal, condiciones de frontera, geometría del modelo y aspectos relacionados a la anisotropía. Estas simulaciones (ver Figura 1) permitieron generar guías metodológicas para casos de heterogeneidad y homogeneidad, ya que los casos de contaminación en suelos son de diversos tipos y magnitudes.

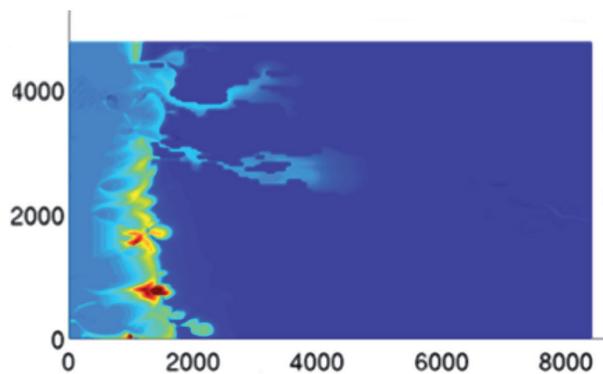


Figura 1. Simulación desarrollada en HydroGeoSphere (Fuente: Pérez et al. En preparación)

En la cuarta fase se hizo la revisión del Diagnostico Ambiental de Alternativas (DAA) y los términos de referencia (TDR) del sector de hidrocarburos para los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) asociados al departamento del Casanare (ver figura 2). Se hallaron inconsistencias que en cierta medida se complementaron con requerimientos y recomendaciones de aspectos, parámetros y análisis necesarios para otorgar una licencia ambiental.



Figura 2. Vertimientos en el departamento del Casanare (Fuente: Pérez et al. En preparación)

Posteriormente en la quinta fase se adelantó una etapa de recopilación, organización, selección y pre-procesamiento de la información disponible suministrada por el ANLA, con datos geológicos, geofísicos, climatológicos e hidrológicos, e Hidrogeológicos de 9 proyectos de empresas de diversas industrias dedicadas a la explotación de hidrocarburos, estas empresas están ubicadas en el departamento de Casanare.

Se determinó un polígono del área de estudio (ver Figura 3) considerando el punto de mayor demanda de pozos de extracción; la información suministrada por el ANLA contenía Informes de Cumplimiento Ambiental (ICAS) de proyectos que incluyen información sobre el impacto ambiental y las medi-

das tomadas para su mitigación. Después se elaboraron bases de datos, de los vertimientos y captaciones subterráneas, donde se tabularon parámetros físicos (caudal, coordenadas, tipo vertimiento, fuente receptora, tipo de pozo, tipo de aprovechamiento, tiempo de captación número de expediente, operador, nombre del proyecto, municipio, tipo de coordenadas) para cada ICA, clasificando de igual manera información piezométrica y

de pruebas de bombeo para encontrar información de líneas isométricas de los niveles de aguas subterráneas. La información procesada de forma compatible con el modelo computacional escogido, finalmente se hallaron falencias en la información de cada proyecto. Por consiguiente se consultaron otras fuentes de información como la Corporación Autónoma Regional de la Orino-

quia (Corporinoquia) y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). Estas consultas se hicieron de manera telefónica y por correo electrónico en el primer caso, y mediante reuniones con expertos en el segundo.

En la sexta fase se presentó un informe de avances ante el ANLA a través de una reunión en las instalaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el fin de presentar avances del proyecto y solicitar información adicional relacionada con líneas sísmicas, información geoléctrica y otros informes de cumplimiento ambiental proyectos desarrollados en el área de estudio (Casanare). Este proyecto contribuye a la solución de problemas de vertimientos en suelos en especial para la industria de los hidrocarburos, ya que proporciona una herramienta

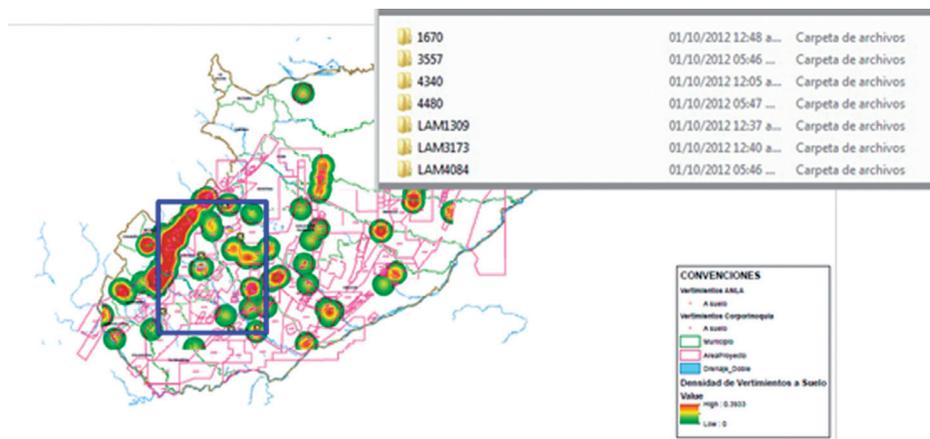


Figura 3. Vertimientos en el departamento del Casanare (Fuente: Pérez et al. En preparación)

para evaluar de manera cuantitativa los impactos de dicha actividad y para establecer alternativas de remediación, mitigación y control. Además de contribuir para la solución de un conflicto ambiental, contribuye al proceso profesional de cada integrante del grupo de investigación, como una experiencia educativa, laboral y personal.

Bibliografía

Anderson, M., Woessner, W., 1992. Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. Academic Press.

Jones, J., Sudicky, E., McLaren, R., 2008. Application of a fully-integrated surface-subsurface flow model at the watershed-scale: a case study. *Water Resources Research* 44 (3), W03407.

Kolditz, O., Delfs, J., Burger, C., Beinhorn, M., Park, C., 2008. Numerical analysis of coupled hydrosystems based on an object-oriented compartment approach. *Journal of Hydroinformatics* 10 (3), 227–244. Kolditz, O., Du, Y., Burger, C., Delfs, J., Kuntz, D., Beinhorn, M., Hess, M., Wang, W.,

Li, Q., Unger, A., Sudicky, E., Kassenaar, D., Wexler, E., Shikaze, S., 2008. Simulating the multi-seasonal response of a large-scale watershed with a 3D physically-based hydrologic model. *Journal of Hydrology*.

Maier, U., DeBiase, C., Baeder-Bederski, O., Bayer, P., 2009. Calibration of hydraulic parameters for large-scale vertical flow constructed wetlands. *Journal of Hydrology* 369 (3–4), 260–273.

A.J Pérez, R. Abrahao, J. Causapé, O.A Cirpka, and C.M Bürger. Implications of diffusive wave cascading plane simulations for the study of surface water – groundwater interaction with a 3-d fully-integrated catchment model. In: XVIII International Conference on Water Resources. 2010

A.J Pérez, R. Abrahao, J. Causapé, O.A Cirpka, and C.M Bürger. Simulating the transition of a semi-arid rainfed catchment towards irrigation agriculture. *Journal of Hydrology*, 409:663–681, 2011.

Smerdon, B., Mendoza, C., Devito, K., 2007. Simulations of fully coupled lake- groundwater exchange in a subhumid climate with an integrated hydrologic model. *Water Resources Research* 43 (1), W01416.

Sun, N., Sun, N., Elimelech, M., Ryan, J., 2001. Sensitivity analysis and parameter identifiability for colloid transport in geochemically heterogeneous porous media. *Water Resources Research* 37 (2), 209–222.

Therrien, R., McLaren, R., Sudicky, E., Panday, S., 2008. A three-dimensional numerical model describing fully integrated subsurface and solute surface flow and solute transport. Technical report.