



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:**

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2017

**TÍTULO:** propuesta metodológica para la evaluación del potencial de contaminación de aguas subterráneas en Colombia, a partir del método drástico

**AUTOR (ES):** Fernando Vásquez Carreño

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Paula Andrea Villegas González

**MODALIDAD:**

Trabajo de investigación

**PÁGINAS:**  **TABLAS:**  **CUADROS:**  **FIGURAS:**  **ANEXOS:**

**CONTENIDO:**

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENTES.
3. OBJETIVOS
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
5. MARCO DE REFERENCIA
6. ESTADO DEL ARTE SOBRE VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS.
7. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD INTRÍNCECA.
8. ACUÍFEROS EN COLOMBIA.
9. DISEÑO DEL MÉTODO.
10. CONCLUSIONES.
11. BIBLIOGRAFÍA.



## **DESCRIPCIÓN:**

Con el fin de diagnosticar el grado de vulnerabilidad de los acuíferos de distintas regiones de Colombia y ayudar a la formulación de estrategias de acción en favor de la protección del agua subterránea en el país, se ha diseñado un método de evaluación de vulnerabilidad de agua subterránea que toma en cuenta las condiciones hidrogeológicas y la información presente en Colombia.

## **METODOLOGÍA:**

Se ha realizado la recopilación de información de las aguas subterráneas existentes, la comparación de métodos de evaluación alrededor del mundo, el análisis de información y finalmente la formulación del método. De esta manera se ha obtenido una propuesta que logra identificar las zonas de mayor vulnerabilidad, mediante el análisis de distintas variables que otros métodos no tienen en cuenta y que son acordes al tipo de información es con el que se cuenta en Colombia.

## **PALABRAS CLAVE:**

ACUIÉROS, VULNERABILIDAD .

## **CONCLUSIONES:**

- ❖ Se realizó el diseño de una propuesta metodológica para la evaluación de potencial de contaminación de aguas subterráneas en Colombia, a partir de un análisis de los métodos de evaluación estudiados con énfasis en el método DRASTIC.
- ❖ Se recopiló toda la información posible sobre las aguas subterráneas disponibles por los entes gubernamentales en Colombia para el cálculo de vulnerabilidad por el método DRASTIC, demostrando que en general el nivel de información necesario para realizar exitosamente este método es escaso.
- ❖ Se determinaron distintos parámetros de cálculo que logran en conjunto determinar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas, los cuales poseen un nivel de información más detallado y que no son contemplados por el método DRASTIC.



- ❖ Se formuló la ecuación para obtener el índice de vulnerabilidad de un acuífero, en donde se computan los parámetros elegidos por su importancia en la contaminación de agua subterránea y en el nivel de conocimiento existente.
- ❖ Mediante una comparación teórica del método propuesto y el DRASTIC, se logra verificar que el nuevo método logra identificar de dos regiones que poseen mayor vulnerabilidad debido al uso de la tierra, al igual que distintos atributos que los hacen tener mayor índice de vulnerabilidad, igualmente detecta que dos regiones pueden tener menor vulnerabilidad que la analizada por DRASTIC debido a que considera que sus condiciones son regulares dentro de las condiciones de la región.

#### **FUENTES:**

ALBINET M Y MAGRAT J, 1970. *Cartographie de la vulnérabilité de la pollution des nappes d'eau souterraine*. 2°. S.l.: BRGM.

ALLER, L., HACKETT, G. y THORNHILL, J., 1987. *TIC : tandardized System for Evaluating Ground ater Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings* by. S.l.: s.n.

ALLER, L., LEHR, J.H. y PETTY, R., 1987. *A Standardized System to Evaluate Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings* [en línea]. 1987. S.l.: s.n. Disponible en:  
<http://rdn.bc.ca/cms/wpattachments/wpID3175atID5999.pdf>.

AREZOOMAND, M., LANGRUDI, O., KHASHEI, A. y JAVADI, S., 2016. Evaluation of vulnerability of aquifers by improved fuzzy drastic method : Case study : Aastane Kochesfahan plain in Iran. *Ain Shams Engineering Journal* [en línea], vol. 7, no. 1, pp. 11-20. ISSN 2090-4479. DOI 10.1016/j.asej.2015.11.013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asej.2015.11.013>.

BANCO MUNDIAL, 2014. Promedio detallado de precipitaciones (mm anuales). [en línea]. Disponible en:  
<http://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.PRCP.MM>.

BARTZAS, G., TINIVELLA, F., MEDINI, L., ZAHARAKI, D. y KOMNITSAS, K., 2015. Assessment of groundwater contamination risk in an agricultural area in



north Italy. , vol. 2, pp. 109-129.

CIVITA M, 1994. *Contamination vulnerability mapping. Theory and Practice*. Bologna: Pitagora.

DALY, D., DASSARGUES, A., DREW, D., DUNNE, S., GOLDSCHIEDER, N., NEALE, S., I.C., P. y ZWHALEN, F., 2002. Main concepts of the «European Approach» for (Karst) groundwater vulnerability assessment and mapping. *hydrogeology journal.*, vol. 10, no. 2, pp. 340-345.

DOMÍNGUEZ CALLE, E.A., RIVERA, H.G., VANEGAS SARMIENTO, R. y MORENO, P., 2008. Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano. *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, vol. 32, no. 42, pp. 195-212. ISSN 0370-3908.

EL TIEMPO, 2014. 36 municipios, en calamidad pública por falta de agua. [en línea]. 2014. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/crisis-de-sequia-en-colombia/14338595>.

EL TIEMPO, 2016. El Niño no da tregua en regiones. *EL TIEMPO* [en línea]. Cali, Caribe y Antioquia., 14 marzo 2016. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/situacion-critica-por-el-fenomeno-del-nino/16536074>.

ESLAVA, R., 2016. ¿Por qué hay escasez de agua en Colombia? [en línea]. [Consulta: 17 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.las2orillas.co/escasez-agua-colombia/>.

GENERACION.COM, 2012. Plan piloto para evitar contaminación por minería artesanal en Madre de Dios. [en línea]. 2012. Disponible en: <http://www.generacion.com/noticia/154135/plan-piloto-evitar-contaminacion-por-mineria-artesanal-madre-dios>.

GEOGR, S., 2011. Aguas Subterráneas — Acuíferos. ,

GODOY, F.E., JOSÉ TEODORO SILVA GARCÍA, S.O.E., RODRIGO MONCAYO ESTRADA, G.C.-C., FABIÁN VILLALPANDO BARRAGÁN, A.R.L. y VELÁZQUEZ2, J.N., 2013. APLICACIÓN DEL MÉTODO SINTACS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ACUÍFERA EN LA CUENCA DEL RÍO DUERO, MICHOACÁN, MÉXICO. , vol. 29, no. 4, pp. 235-248.



IDEAM, 2013. *Aguas Subterráneas en Colombia Una Visión General*. Bogotá D.C.: s.n. ISBN 9789588067605.

IDEAM, 2014. *Estudio Nacional del Agua*. S.l.: s.n. ISBN 9789588067704.

IDEAM, 2015. *Principios básicos para el conocimiento y monitoreo de las aguas subterráneas en Colombia*. S.l.: s.n. ISBN 9789588067773.

LATHAMANI, R., JANARDHANA, M.R., MAHALINGAM, B. y SURESHA, S., 2015. Evaluation of Aquifer Vulnerability Using Drastic Model and GIS: A Case Study of Mysore City, Karnataka, India. *Aquatic Procedia* [en línea], vol. 4, no. 1031-1038. ISSN 2214241X. DOI 10.1016/j.aqpro.2015.02.130. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214241X15001315>.

LENNTECH, 2017. Intrusión de agua salada en las aguas subterráneas. [en línea]. Disponible en: <http://www.lenntech.es/agua-subterranea/intrusion-agua-salada.htm>.

MAGRAT, J., 1968. *Vulnerabilité des nappes d'eau souterraine á la pollution*. Orléans: Bases de la cartographie.

MARIMAR, 2016. CONTAMINACIÓN | QUÉ ES, CLASES, NATURALEZA Y HOMBRE, SOLUCIONES. *cuidar el planeta*. [en línea]. [Consulta: 29 septiembre 2016]. Disponible en: <http://elblogverde.com/la-contaminacion/>.

MARTÍNEZ-ALEGRÍA, R., SANZ, G., MTD, A. y IMHR, A., 2014. Unconfined Aquifer Vulnerability Related to Topical Pollution – Montes Torozos ( Spain ). *Procedia Earth and Planetary Science* [en línea], vol. 0, pp. 1-6. ISSN 18785220. DOI 10.1016/j.proeps.2014.05.016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeps.2014.05.016>.

MARTÍNEZ, A., 2006. Particularización al método de los coeficientes de escorrentía. , pp. 1-28.

MILIARUM.COM, 2004. VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS. [en línea], Disponible en: <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Aguas/VulnerabilidadAcuiferos.htm#SINTACS>.

PHI, T.H. y STROKOVA, L.A., 2015. Prediction maps of land subsidence caused



by groundwater exploitation in Hanoi, Vietnam. *Resource-Efficient Technologies* [en línea], vol. 1, no. 2, pp. 80-89. ISSN 24056537. DOI 10.1016/j.reffit.2015.09.001. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405653715300300>.

POR LA PROTECCIÓN DEL ACUIFERO., 2016. Clasificación de Acuíferos. [en línea]. [Consulta: 1 noviembre 2016]. Disponible en: <https://acuifers-b-2012.wikispaces.com/Clasificacion+de+Acuiferos>.

QUINTERO, M.C.V., 2010. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD INTRINSECA DE LOS ACUÍFEROS A LA CONTAMINACIÓN. , no. 1021.

RÍOS ROJAS, L. y VÉLEZ OTÁLVARO, M.V., 2008. Vulnerabilidad a la contaminación, zona sur acuífero del valle del Cauca, Colombia. 1 2. , pp. 69-84.

ROBINS, N., ADAMS, B., FOSTER, S. y PALMER, R., 1994. Groundwater vulnerability mapping: the British perspective. *Hydrogéologie*, vol. 3, pp. 35-42.

SÁNCHEZ-SAN RAMÓN, F.J., 2012. Conceptos fundamentales de hidrogeología. , vol. 1, pp. 10.

SEMANA, 2017. Cinco efectos visibles del cambio climático en Colombia. [en línea]. Bogotá D.C., 22 enero 2017. Disponible en: <http://www.semana.com/nacion/articulo/efectos-del-cambio-climatico-en-colombia/512637>.

SUBDIRECCIÓN DE GEORECURSOS, 2000. *Memoria técnica final de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de los acuíferos ( PLANCH 5-01)*. 2000. Bogotá: s.n.

SUÑIGA, E., 2016. Ciclo hidrológico o Ciclo del agua. [en línea]. Disponible en: <https://vidacotidianitica.blogspot.com.co/2016/04/ciclo-hidrologico-o-ciclo-del-agua.html>.

UNIVERSITY OF WASHINGTON, 2014. The DRASTIC Method. [en línea], Disponible en: [http://courses.washington.edu/cejordan/SbCcMa\\_Presentation.pdf](http://courses.washington.edu/cejordan/SbCcMa_Presentation.pdf).

YOU, H., XU, L., YE, C. y XU, J., 2011. Evaluation of groundwater vulnerability

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

with improved DRASTIC method. *Procedia Environmental Sciences* [en línea], vol. 10, no. PART C, pp. 2690-2695. ISSN 18780296. DOI 10.1016/j.proenv.2011.09.418. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.418>.

**LISTA DE ANEXOS:** no aplica.