

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE FLUJO SUBTERRÁNEO A DOS SUBCUENCAS GEOGRÁFICAMENTE DISTANTES

Omar Yagual Muñoz¹, Patricio Alvarez-Muñoz²

¹Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

²Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

E-mail: oyagualm@unemi.edu.ec, palvarezm@unemi.edu.ec

En la literatura sobre hidrología subterránea, casi no existen estudios comparativos sobre el comportamiento de los acuíferos, ante fenómenos como la sobre explotación de los mismos por expansión de la frontera agrícola y los efectos naturales en zonas distantes pero geológicamente similares. Es así que este trabajo aporta con un análisis comparativo de esta problemática aplicado a dos zonas distantes, una ubicada en Ecuador y otra ubicada en Argentina.

Introducción

En la región Litoral del Ecuador, se ubica la provincia del Guayas, donde el relieve es llano con una altitud entre 5 y 15 msnm, con una media de lluvias anuales de 1500 mm aproximadamente y en la región Mediterránea de Argentina, se ubica la provincia de Córdoba, cuyo relieve oscila entre los 500 a 2500 msnm, con una media de lluvias anuales entre 600 a 800 mm aproximadamente.

Subcuenca del Río Milagro

Tiene una área 226,74 Km², (IGM, 2009), su desembocadura es en el Río Yaguachi, 14 Km aguas abajo de la Ciudad de Milagro, cuya población es de aproximadamente 160.000 habitantes. El río Milagro tiene una longitud de 94 Km aproximadamente.

Subcuenca del Río Suquía

El área hidrográfica del curso hídrico mencionado es de aproximadamente 7.500 Km² (Fulginiti F., 2013), donde una pequeña parte está en la zona montañosa, es decir, 1900 Km², el resto del área se sitúa en la llanura hasta su llegada a la Laguna Mar Chiquita. Existen dos principales ríos que se forman en las montañas Sierras Grandes y Sierras Chicas que dan inicio al Suquía, estos son el río Cosquín y el San Roque.

Es importante mencionar que entre el dique San Roque y la Mar Chiquita, tiene el río Suquía un recorrido de aproximadamente de 200 km. (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2012).

Objetivo del estudio

Conocer y analizar cómo se comportan los acuíferos entre dos Cuencas con características diferentes una de otra, que están en regiones climáticas también diferentes, es el objetivo del presente trabajo, pues se puede sacar conclusiones que permitan cuidar los sitios de recarga, recomendando políticas ambientales y buenas prácticas de uso que sean sostenibles en el tiempo, para asegurar la calidad y cantidad del recurso subterráneo.

Materiales y métodos

La presente investigación es descriptiva porque se busca especificar cuantitativamente las características y propiedades hidrogeológicas de las regiones distantes, para someterlas a un análisis producto de la recolección de datos como pluviometría, niveles en pozos en servicio, tipo de rocas o suelo predominante

en la zona. (Maria del Pilar Baptista, Roberto Hernandez, Carlos Fernandez, 2010).

Para evaluar los niveles de los pozos entre ambas regiones, tomando en cuenta la lámina de lluvias respectivas, se recolectó información pluviográfica de Instituciones Estatales de Meteorología e Hidrología. Los instrumentos utilizados son: una sonda freaticométrica Modelo 102 MINI, longitud del cable de 25 metros y dimensiones de sonda 6.4mm x 38mm. Un sensor de Nivel y Temperatura Levellogger Edge-M30, exactitud del sensor de nivel $\pm 0.05\%$ FS, exactitud de sensor temperatura $\pm 0.05^\circ\text{C}$. Un sensor de Presión Barométrica Barologger M 1.5 compensador de mediciones del Levellogger. Se utilizó el software Modflow para la modelación de flujo subterráneo en la Subcuenca del Milagro, el área modelada abarca una extensión de 25 Km² que representa un 10 % del área total de la subcuenca. Los datos de entrada, como la conductividad hidráulica fue de 10 metros/día, nivel inicial es - 2,9msnm, recarga de 743 mm/año. La calibración y validación de los datos se hizo con los parámetros de conductividad hidráulica y recarga, mediante el ajuste manual por ensayo y error. (Espinoza C., 2012) El modelo utilizado es cuantitativo basado en comparar los valores medidos y los valores simulados. La característica predominante del suelo en Milagro-Ecuador es limo-arenoso. El suelo de la zona de estudio en Córdoba es limo-arenoso intercalado con arena-limosa.

El escenario base consta de 2 pozos para explotación destinada a riego de áreas verdes y Abastecimiento de Edificaciones en Ciudadela Universitaria de la Universidad Estatal de Milagro.

El escenario de cambio 1 propuesto tendrá 2 pozos más de explotación para riego, en total 4 pozos. El escenario de cambio 2 propuesto tendrá 3 pozos más respecto del escenario base, es decir, 5 pozos.

Resultados

En la Tabla 1, se observan los resultados de la modelación, donde en la Subcuenca del Milagro, el escenario 1 y el escenario 2 tiene una variación de nivel de 17 % y 38 %, respectivamente con relación al escenario base.

En la Subcuenca del Suquia, el escenario 1 y el escenario 2 tiene una variación de nivel de 2 % y 4 %, respectivamente con relación al escenario base. Podemos agregar que la variabilidad es más alta en los resultados de la Subcuenca del Milagro, que en la Subcuenca del Suquia que es menor la variabilidad. En la figura 1 se observa la curva de descenso vs tiempo, cuando el pozo está en producción, en donde el nivel estático pasa al nivel dinámico en un tiempo de aproximadamente 2 minutos, que es cuando alcanza el régimen estacionario.

¹ Esto representa la muestra del estudio estadísticamente aceptable 10 %, con la cual sus resultados podrán ser extrapolables a largo plazo.

Tabla 1.- Variación nivel freático Milagro-Córdoba.

Descripcion	Nivel (msnm)	Variacion Nivel(%)
Ecuador		
Escenario Base Milagro	-2,9	
Escenario cambio 1	-3,4	-17%
Escenario cambio 2	-4	-38%
Argentina		
escenario base Cordoba	387,9	
escenario cambio 1	379,66	2%
escenario cambio 2	373,87	4%

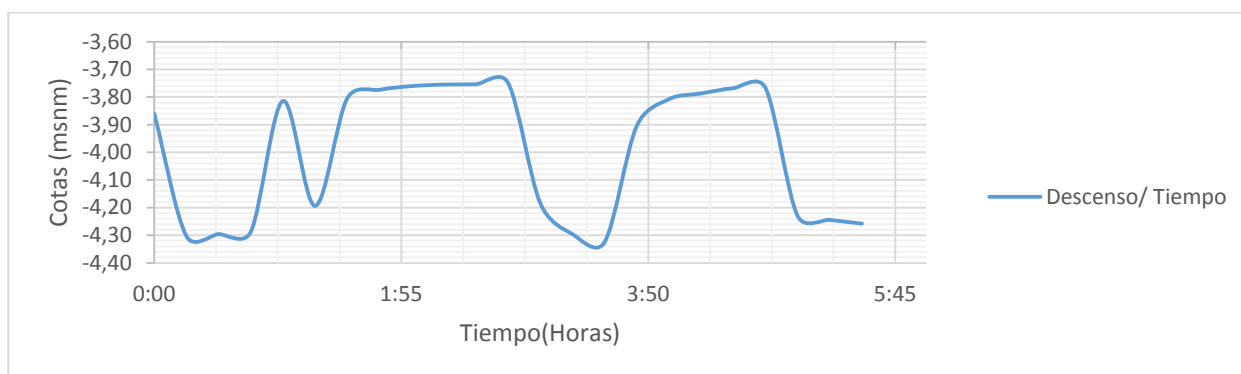


Figura 1.- Curva descenso Vs Tiempo de Nivel en pozo Subcuenca Milagro.

Fuente: (Yagual, O., 2016)

Discusión

Estos resultados nos indican que las características físicas, como el promedio anual de la lámina de lluvia, incide en la mayor variabilidad de la subcuenca del Milagro que la Subcuenca del Suquia en los escenarios modelados. La primera antes mencionada ubicada en una región tropical y la otra en una región semiárida. Los suelos predominantes en las áreas de estudio son limo-arenosos, prácticamente similares, sin embargo el acuífero de la Subcuenca del Milagro a tiene un descenso en sus niveles con mayores diferencias que la Subcuenca del Suquia, que es un indicador que tiene una mejor capacidad de almacenamiento que el primero.

Conclusiones

Los resultados observados nos demuestran que el estudio fue exitoso, ya que nos permite concluir que la recarga del acuífero y su explotación son variables que no son similares, pues el volumen de explotación del agua subterránea cada vez es mayor, mientras que la recarga natural cada vez se ve afectada y reducida por la acción antrópica.

De acuerdo a los resultados, los escenarios modelados, donde se aumentaba la explotación del agua subterránea, hacen descender los niveles, en el caso de la subcuenca del Milagro con mayores diferencias que la subcuenca del Suquia. La comparación de ambas subcuencas ha sido exitosa, porque ha permitido determinar cuan variables son los niveles de agua, de acuerdo a la lámina de lluvia caída en cada región, al aumentar la explotación. Ante esto, se recomienda evaluar el ciclo del agua mediante las políticas ambientales actuales tomando en consideración el tratar de no afectar o alterar lo menos posible

el mencionado ciclo, ya que con la acción antrópica cada vez aumentan las áreas impermeables en las Cuencas hídricas, provocando que exista menos infiltración hacia las recargas de los acuíferos, por consiguiente los niveles en los pozos descienden con mayor frecuencia.

Referencias

- Espinoza C.** (2012). "Curso electivo de Magíster en Recursos y Medio Ambiente Hídrico.". *Seminario: Modelación de Aguas Subterráneas*. Santiago De Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Fulginiti F.** (2013). "Modelación Hidrogeológica en Cuencas Endorreicas - Aplicación a la Cuenca de la Laguna Mar Chiquita y la Laguna Llanquanelo". Córdoba, Argentina: Tesis Maestría en Ciencias de la Ingeniería - Mención en Recursos Hídricos. U.N.C. Argentina.
- Gobierno de la Provincia de Cordoba.** (2012). Obtenido de http://web2.cba.gov.ar/actual_web/estadisticas/informes_depart_nuevos/capital/ambiente/clima.htm
- IGM.** (2009). *SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION*. Obtenido de http://app.sni.gov.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PAJAN/IEE/TEMATICA/CLIMA/SHP/CUENCA/DIVISION_HIDRO_CUENCA_G/MICROCUENCAS_HIDROGRAFICAS/PDF/MICROCUENCAS_CUENCA_GUAYAS.pdf
- Maria del Pilar Baptista, Roberto Hernandez, Carlos Fernandez .** (2010). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Yagual, O.** (2016). *Modelacion de flujo subterraneo, cuenca del milagro y subcuenca del suquia*. Cordoba.