

Evaluación del funcionamiento de los sistemas de flujo de agua subterránea mediante un modelo numérico en el acuífero administrativo de Rioverde, San Luis Potosí, México

Evaluation of groundwater flow systems functioning through a numerical model in the administrative aquifer of Rioverde, San Luis Potosi, Mexico

José Alfredo Solís Orozco, Hermann Rocha Escalante

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Álvaro Obregón #64, Col. Centro, C.P. 78000, San Luis Potosí, S.L.P., México. Tel. +52 (444) 826 2300

Palabras clave: Sistemas de flujo de aguas subterráneas, modelo numérico

Key words: Groundwater flow systems, numerical model

INTRODUCCIÓN:

En la zona media del estado de San Luis Potosí, se tienen cuatro acuíferos administrativos, de los cuales, el de Rioverde es el que tiene el mayor volumen concesionado, el mayor volumen disponible y el mayor volumen pendiente por registrar según el Registro Público de Derecho al Agua (REPGA). Este acuífero abarca principalmente los municipios de Rioverde y Ciudad Fernández, y pequeñas porciones de los municipios de Villa Juárez, Ciudad del Maíz, Alaquines, Cerritos y Cárdenas.

En el año 2020 se tienen registrados en el REPGA 1 430 aprovechamientos subterráneos dentro del acuífero administrativo, los cuales se localizan principalmente en la zona suroeste del acuífero, en donde se tienen las aguas de mejor calidad, los mejores suelos, y por lo tanto donde se concentra una importante actividad agrícola. De acuerdo con el REPGA, los tipos de uso agrícola y público urbano suman el 96% del volumen concesionado.

Tomando en cuenta que en México el 58.4% del agua utilizada en el abastecimiento público es agua subterránea, y tan solo del 2008 al 2017, el volumen extraído para este uso se incrementó 5.7% (Conagua, 2018a), es necesario estudiar las fuentes de abastecimiento para mejorar su aprovechamiento de manera sostenible. La evolución de la zona agrícola del valle de Rioverde ha generado que los pozos sean cada vez más profundos. En 1966, el 63% de los pozos tenían profundidades menores a 20 m, para el año 2000, el 92% del total de los pozos tenían una profundidad mayor a 40 m (Ballín-Cortés, Cardona, & Cisneros, 2004). El uso, profundidad y distribución espacial de los aprovechamientos subterráneos, ha generado importante evolución en el nivel estático, por lo que resalta la necesidad de comprender la circulación del agua subterránea en el área del acuífero administrativo para mejorar su aprovechamiento. El modelo hidrogeológico conceptual del acuífero administrativo (Figura 1) muestra los medios geológicos a través de los cuales circula el agua subterránea. Estos son un medio kárstico (calizas) de alta conductividad hidráulica, conformado por la Formación El Abra, un medio fracturado de baja conductividad hidráulica formado por rocas volcánicas, Riodacita El Carmen, e ignimbrita El Órgano, y posteriormente un medio poroso (medio granular), formado por depósitos sedimentarios entre los cuales se encuentran los conglomerados, arenas, limos y aluvión (Mártinez Partida, 2019).

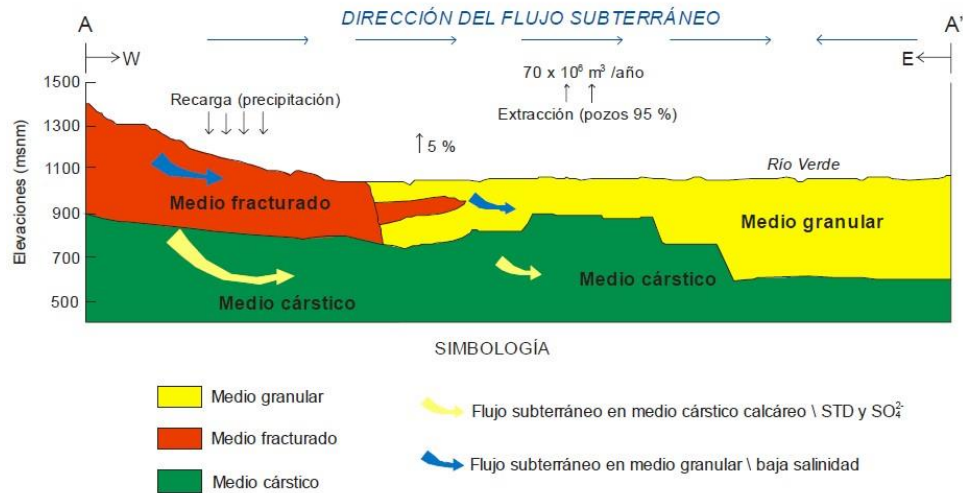


Figura 1: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero. Obtenido de (Hernández Martínez, 2008).

Aunque el acuífero presenta un balance hídrico positivo de 68.84 hm^3 (Conagua, 2018b) desde hace varias décadas tiene una extracción intensiva por el crecimiento de la población, del área irrigada, el aumento en cantidad, tipo y profundidad de los pozos, lo que ha ocasionado cambios importantes en el nivel freático en ciertas zonas donde se concentran las concesiones. Además, el acuífero está bajo dos decretos de veda, con los que se restringe la extracción a pesar de tener volumen disponible.

El objetivo de este trabajo es evaluar el funcionamiento de los sistemas de flujo mediante un modelo numérico y posteriormente elaborar propuestas de manejo que pudieran mejorar el aprovechamiento del agua subterránea del acuífero, con el fin de tener disponibilidad de agua en calidad y cantidad para la población de los municipios que abarca, sin causar alteraciones negativas significativas en el acuífero.

METODOLOGIA

Para el logro del objetivo del proyecto, se elaborará el modelo conceptual a partir de la generación de una base de datos de los aprovechamientos subterráneos, y las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas del acuífero. Después, se implementará un modelo numérico en el programa FEFLOW y se calibrará con la información histórica y la recopilada en las salidas a campo.

Teniendo calibrado y validado el modelo, se evaluará la respuesta del acuífero simulando diferentes esquemas de extracción y escenarios meteorológicos. Finalmente, con base en las simulaciones y los factores que intervienen en la gestión del agua en este acuífero, se van a proponer las medidas que contribuyan a mejorar el aprovechamiento del agua subterránea con un enfoque sostenible.

RESULTADOS PARCIALES Y DISCUSIÓN

A la fecha se han estimado algunas de las características climatológicas relevantes de la zona de estudio. Mediante el método de los Polígonos de Thiessen se identificó el área de

influencia de 16 estaciones climatológicas cercanas a la zona de estudio, con las que se estimó una precipitación media anual de 507.04 mm, y una temperatura media anual de 21.40 °C. Para la precipitación se utilizó el periodo de 1964 a 2014 y para la temperatura el periodo de 1951 a 2010. Se estimó la evapotranspiración anual de 1 226.8 hm³ por el método de Coutagne que contempla la temperatura media anual y la precipitación anual que son los datos con mayor confiabilidad de medición en cualquier estación climatológica (Rocha, 2009).

Las concesiones registradas en el REPDA se distribuyen en los usos que se muestran en la Tabla 1. Se observa que predomina el uso agrícola, seguido por el público urbano.

Tabla 1: Volúmenes concesionados por uso en el acuífero administrativo de Rioverde. Elaboración propia con información del REPDA, 2020.

Volumen concesionado por Uso		
Uso	Volumen (m ³ /año)	(%)
Agrícola	101,379,960.05	81.19
Diferentes Usos	3,866,749.20	3.10
Doméstico	69,698.00	0.06
Industrial	159,881.00	0.13
Otros	108,000.00	0.09
Pecuario	59,380.50	0.05
Público Urbano	17,990,410.59	14.41
Servicios	14,682.00	0.01
Volumen Sin Registrar	1,219,736.00	0.98
Total	124,868,497.34	100

Los aprovechamientos mostrados en la Tabla 1 se concentran en la zona suroeste, que es donde se tienen las aguas de mejor calidad. En esta zona predominan las aguas bicarbonatadas-cálcicas y bicarbonatadas-magnésicas, mientras que en la parte centro y norte del valle, predominan aguas sulfatadas-cálcicas, sulfatadas-magnésicas y sulfatadas-mixtas. El acuífero funciona como un acuífero de tipo libre (Rocha, 2009), con variaciones temporales y espaciales importantes. Según el análisis de la piezometría histórica, en el periodo de 1980 a 1986, se registró un aumento en el nivel estático (5 m), pero para el periodo de 1986 a 2006, el nivel ha presentado una tendencia negativa (6 m), especialmente en la zona oeste del acuífero.

CONCLUSIONES

El aumento sostenido de la demanda de agua en la región del acuífero de Rioverde hace necesario estudiar los sistemas de flujo que son la fuente de abastecimiento, para comprender su funcionamiento y mejorar su aprovechamiento. En este punto, la implementación del modelo numérico viene a ser una herramienta potente que nos permite simular varios escenarios bajo diferentes condiciones climatológicas y de aprovechamiento. Actualmente se está trabajando en la discretización espacial del modelo numérico, para posteriormente calibrarlo con la información histórica y evaluar la evolución y distribución de las cargas

hidráulicas en los escenarios planteados, para proponer esquemas de extracción y demás estrategias que eviten afectaciones negativas al acuífero.

REFERENCIAS

- Ballín-Cortés, J. R., Cardona, A., & Cisneros, R. (2004). *Evaluación del Impacto Agrícola sobre el agua subterránea de la zona de Rioverde, S.L.P.* San Luis Potosí, México.
- Conagua. (2018a). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Río Verde (2415), Estado de San Luis Potosí* (Vol. 1).
- Conagua. (2018b). *Estadísticas del Agua en México*. 85.
- Hernández Martínez, J. L. (2008). *Efecto de la evolución geoquímica en la calidad del agua subterránea en la porción central de la zona media del estado de San Luis Potosí*. 28–50.
- Martínez Partida, M. E. (2019). *Caracterización hidrogeoquímica y de plaguicidas en el agua subterránea en la zona agrícola de El Refugio – Cd. Fernández, San Luis Potosí*.
- Rocha, H. (2009). *Estrategias para el Desarrollo Sustentable de los Sistemas de Flujo en el Acuífero de Rioverde, S.L.P.*