

# EFFECTOS EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ACUÍFERO VALLE DE LEÓN

Francisco Zamora<sup>1</sup> e Ismael Orozco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Guanajuato, División de Ingeniería, Ingeniería Ambiental, México.

<sup>2</sup>Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías, Departamento de Ingeniería Geomática e hidráulica, México.

E-mail: f.zamoraparra@ugto.mx, i.orozco@ugto.mx

## Introducción

El agua es de vital importancia para las actividades humanas y para la subsistencia de las sociedades, es por ello que desde tiempos antiguos es imprescindible contar con el recurso hídrico. Por otra parte el agua subterránea es un recurso natural no renovable pero sobreexplotado en México y particularmente en el estado de Guanajuato. Actualmente uno de los estados con mayor crecimiento económico e industrial del país, debido al auge y crecimiento del corredor industrial que abarca los municipios de Celaya, Salamanca, Silao, San Francisco del Rincón y León. Es por este crecimiento acelerado que en el Estado de Guanajuato existe una sobre explotación desmesurada de mantos acuíferos. Según la Comisión Nacional del Agua, en el estado de Guanajuato existen 18 acuíferos de los cuales 16 presentan déficit. Es por todo lo anterior, que este trabajo se enfoca a modelar matemáticamente el acuífero Valle de León, con la finalidad de evaluar los efectos del cambio climático sobre su disponibilidad y proponer medidas de gestión a corto y largo plazo.

## Área de estudio

El acuífero Valle de León (Clave: 1113) se localiza al oeste del estado de Guanajuato (Figura 1). Abarca los municipios de León, San Francisco del Rincón, Silao y Romita. Tiene una extensión de 1,321 km<sup>2</sup> (CONAGUA, 2009). Perteneció a la cuenca del Río Turbio. El acuífero colinda al oeste con el vecino estado de Jalisco, al este con el acuífero Silao-Romita, al norte con el acuífero Ocampo y el acuífero Cuenca Alta del Río Laja, al sur con el acuífero La Muralla y el acuífero Río Turbio.

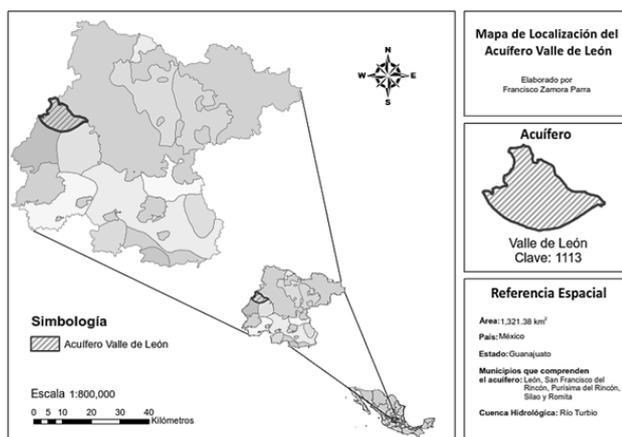


Figura 1.- Ubicación del acuífero Valle de León, Guanajuato.

## Metodología

La metodología implementada en este trabajo ha combinado un balance hídrico, un Modelo Global del Clima (MGC), los escenarios de cambio climático RCP2.6, RCP6.0 y RCP8.5 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (Stocker et al., 2013). El modelo matemático seleccionado ha sido el MODFLOW<sup>®</sup> que es multicapa y resuelve las ecuaciones de flujo por diferencias finitas (Lautz y Siegel, 2006). El MGC

usado ha sido del Proyecto Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 (CMIP5) (Taylor et al., 2012) para realizar las proyecciones de las variables meteorológicas de precipitación y temperatura. La información empleada (datos meteorológicos, hidrométricos, demandas, etc.) se han obtenido de las dependencias tales como la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG), el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) y CONAGUA.

## Resultados y conclusiones

El estudio y análisis de la base de datos disponible para el acuífero Valle de León, nos arroja que, como se puede observar en la figura 2, los niveles piezométricos del acuífero están entre los 2 y los 150 metros de profundidad. Esto extraído de 70 pozos, los cuales se distribuyen en los municipios de León, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y Manuel Doblado. Estos pozos cuentan con datos de profundidad del nivel piezométrico y son una muestra de los 874 totales que se registran en la base de datos para este acuífero.



Figura 2.- Niveles piezométricos actuales en el acuífero Valle de León.

La base de datos registra una extracción de agua subterránea en un rango que va de 1 a 109 litros por segundo que abastecen a distintos sectores de las diferentes ciudades como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1.- Demanda de agua subterránea por ciudad.

Ciudad	Rango (Gasto) [LPS]	Actividad Predominante
León	6-33	Industria, público urbano y agrícola
San Francisco del Rincón	1-29	Industria, agricultura
Purísima del Rincón	4-109	Industria, agricultura
Manuel Doblado	1-50	Agricultura

La ciudad más importante en el acuífero Valle de León, es León, la cual, tiene una población de un millón de habitantes (INEGI, 2010). SAPAL (2016) en su informe de resultados, reporta que para abastecer la demanda de esta ciudad existen 137 pozos con una extracción de 2,650 litros por segundo, con un promedio de 150 litros por habitante por día, lo que significa 80.8 millones de m<sup>3</sup> al año (CONAGUA, 2002). Además, en León existen 131 unidades de riego, con 349 pozos y 6 unidades de riego, con 8 obras de almacenamiento (CONAGUA, 2002). Es por ello, que la mayor profundidad del nivel piezométrico se ubica en la zona de León (Figura 2). Lo cual, coincide con los

resultados del modelo en MODFLOW. En consecuencia las perforaciones que se hacen en esta zona para encontrar el agua subterránea son cada vez más profundas. Caso contrario, se puede observar en la ciudad de San Francisco del Rincón con niveles piezométricos de entre 2 y 71 metros. A pesar de que San Francisco del Rincón forma parte del corredor industrial, con presencia del sector textil y de la industria de las tenerías. Purísima del Rincón tiene un rango de nivel piezométrico de 7 a 41 metros, debido a la presencia de pocas industrias y mayor actividad de la agricultura de riego. Por último el municipio de Manuel Doblado con datos de nivel piezométrico de 3 a 45 metros de profundidad, con obdecimiento para agricultura y abastecimiento urbano.

Los resultados obtenidos para el acuífero Valle de León según los datos anteriores y el modelo MODFLOW muestran disminuciones de los niveles piezométricos importantes en los próximos años. Producto de una disminución en la recarga al variar la precipitación acumulada media anual que para el periodo 2012-2014 analizado es de 776.11 mm para la zona del acuífero Valle de León.

### Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por la Dirección General de Educación Superior Universitaria (DGESU) de la Secretaría de Educación Pública a través de su Programa para el Desarrollo Profesional Docente (FOLIO PRODEP: UGTO-PTC 613).

### Referencias bibliográficas

**Comisión Nacional del Agua.** (2002). Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de León, estado de Guanajuato. [Archivo PDF]. México, D.F. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103022/DR\\_1113.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103022/DR_1113.pdf)

**Lautz, L.K., Siegel, D.L.**, (2006). Modeling surface and ground water mixing in the hyporheic zone using MODFLOW and MT3D. *Advances in Water Resources*. 29(11), 618–1633.

**Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.** (2016). Informe de Resultados. [Archivo PDF]. Recuperado de: <http://www.sapal.gob.mx/media/files/1456268400-Informe%20Consejo%202013-2016.pdf>

**Stocker, T.F., Dahe, Q., Gian-Kasper, P., Melinda, M.B., Tignor, S.K. Allen, J.B., Alexander, N., Yu X., Vincent B., Pauline M.M.** (2013). Cambio climático (2013). Bases físicas. Quinto Inf. Edited by 2013 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. pp. 1–34.

**Taylor, K. E., Stouffer, R. J., Meehl, G. A.** (2012). An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(4), pp. 485–498. doi: 10.1175/BAMS-D-11-00094.1.