

# OBTENCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN LA ZONA DEL BOSQUE LA PRIMAVERA, MÉXICO

María del Mar Navarro Farfán, Sonia Tatiana Sánchez Quispe,  
Mario Alberto Hernández Hernández y Daniel Rodríguez Licea

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica S/N, Morelia, México.  
E-mail: mar.farfán@hotmail.com, soniatsq@hotmail.com, albertohh@live.com, daniel.rodriguez.licea@gmail.com

## Introducción

Ante la problemática de la sobreexplotación de acuíferos en México, así como en el estado de Jalisco, la evaluación del recurso hídrico es un aspecto fundamental para la planificación y gestión del agua a nivel de cuenca y sistemas de captación.

Para poder aprovechar de manera sustentable y responsable los recursos que la naturaleza nos proporciona, debemos conocer el comportamiento de los mismos para poder tomar decisiones coherentes, que optimicen dicho aprovechamiento.

Ante ello, nace la necesidad de obtener estudios hídricos que permitan conocer el estado de la disponibilidad superficial; para tener un servicio sustentable en un APFF, debe de considerarse que la sustentabilidad de los recursos de la zona (CONANP, 2000). El bosque La Primavera se localiza al centro del estado de Jalisco, dentro de las regiones hidrológicas Lerma - Santiago y Río Ameca.

Se puede afirmar que los modelos hidrológicos son representaciones simplificadas, a partir de los cuales es posible estudiar la relación causa-efecto de la precipitación sobre una cuenca (Navarro, 2017). Lo anterior es útil en la comprensión de procesos físicos, ecológicos e hidrológicos que tienen lugar dentro de una zona en específico, generalmente representada por una cuenca, en cuyo punto de salida se encuentre una estación hidrométrica (con registros de caudales aforados para un periodo de años suficientemente largo).

En dichos modelos, se puede simular el proceso precipitación-aportación para un determinado periodo de tiempo, para lo cual se requiere contar con algunos componentes del ciclo hidrológico (tales como precipitación, temperatura y evapotranspiración). Estos modelos hidrológicos arrojan resultados de escorrentía de una cuenca, que pueden representarse tanto mensuales como anuales que son comparados con los volúmenes circulantes registrados en una estación hidrométrica, considerando el mismo periodo de tiempo para la comparación.

## Metodología

La gestión de datos es una parte importante en el trabajo, ya que si no se cuenta con series de datos adecuadas tanto meteorológicos como hidrométricos, se estará introduciendo un error debido a los datos usados. Para evitar este tipo de error, se requiere realizar pruebas de homogeneidad (como son Secuencias y Helmer), así como comprobar su independencia (mediante los límites de Anderson) (Merlos, 2014).

La primera prueba se cumple si todos los valores que conforman la muestra provienen estadísticamente de una misma población; de la misma forma; la segunda prueba implica que la probabilidad de ocurrencia de cualquier dato no depende de la ocurrencia de algún otro valor precedente (Salas, 1980).

Por otro lado, para la selección de estaciones con que se trabajará, se deben conocer las características espaciales propias de la cuenca (como son longitud y latitud), así como las características de los datos de la estación (con lo cual se pueden obtener los años, tanto en servicio como efectivos), así como el

porcentaje de datos vacíos que se presentan en las series de cada estación seleccionada.

Para las características geomorfológicas de la zona de estudio se utilizan datos vectoriales y cartas geológicas realizados por la CONABIO (2017) y el Servicio Geológico Mexicano, las cuales fueron tratadas en el sistema de información geográfica ArcGis.

La modelación superficial de la zona de estudio se realiza por medio del software WEAP; el cual, es una herramienta de modelación para la planificación y distribución de agua que puede ser aplicada a diferentes escalas, desde pequeñas zonas de captación hasta extensas cuencas.

En general, este modelo hidrológico es espacialmente continuo con un área de estudio configurado como un set de subcuencas contiguas que cubren toda la extensión de la cuenca de análisis; además de un set homogéneo de datos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento) es utilizado en cada una de estas subcuencas, que se encuentran divididas en diferentes tipos de cobertura o uso de suelo (Stockholm Environment Institute, 2009).

Este software emplea el método de Soil Moistured Method; el cual es un modelo físico unidimensional, que funciona por medio de dos "tanques" los cuales distribuyen el agua que ingresa al sistema para cada tipo de cobertura o uso de suelo en 6 fases, escurrimiento superficial, escurrimiento subsuperficial, infiltración, evaporación, percolación y flujo base.

El método es aplicable a la zona discretizada; cada parte de esto representa la  $j$ -ésima parte del todo  $y$ , se calcula para cada parte en particular como se muestra en la ecuación 1:

$$Rd_j \frac{dz_{1,j}}{dt} = P_e(t) - PET(t)k_{c,j}(t) \left( \frac{5z_{1,j} - 2z_{1,j}^2}{3} \right) - P_e(t)z_{1,j}^{RRF_j} - f_j k_{s,j} z_{1,j}^2 - (1 - f_j)k_{s,j} z_{1,j}^2 \quad [1]$$

Donde:  $R_d$  es el almacenamiento efectivo, la  $P_e$  representa la precipitación que escurre,  $PET$  es la evapotranspiración potencial y  $K_c$  es el coeficiente de desarrollo;  $z_1$  se considera como el almacenamiento relativo en el tanque 1,  $RRF$  es el factor de resistencia al escurrimiento,  $f$  es el coeficiente de partición y  $K_s$  es la conductividad saturada.

## Resultados

De acuerdo con la simulación realizada se pueden tener varias observaciones.

Al observar la figura 1, donde se muestra la serie mensual a lo largo de todo el periodo histórico (1994 – 2013) se distingue que la tendencia es adecuada y que se representan los valores extremos (tanto escurrimientos máximos como mínimos).

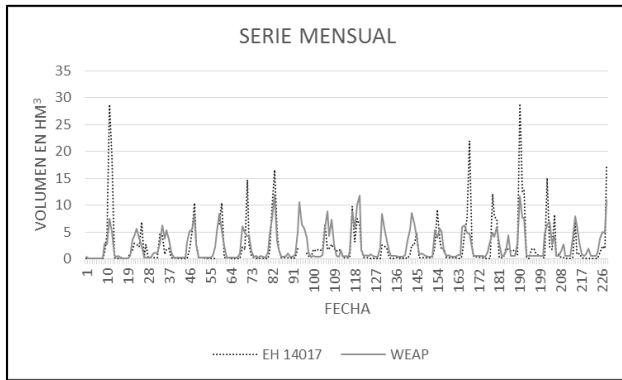


Figura 1.- Serie mensual de la simulación.

Se observa en la figura 2 que el comportamiento que muestran los volúmenes medios mensuales coinciden con los observados; sin embargo, es importante considerar que los datos simulados se encuentran por debajo de los valores observados en la estación hidrométrica en los meses de junio a septiembre.

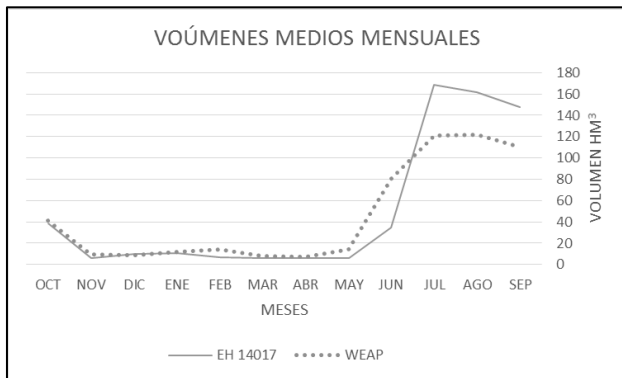


Figura 2.- Volumen medio mensual.

En la figura 3, existe un cambio considerable entre los volúmenes observados y simulados, donde el comportamiento no logra seguir la tendencia que debería, sin embargo, la media obtenida por la simulación con el software WEAP se encuentra 2.01 hm<sup>3</sup> por encima de los observados.

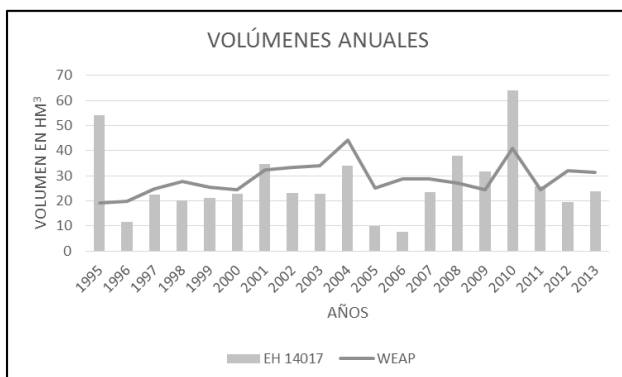


Figura 3.- Volúmenes anuales.

Con base a los resultados obtenidos de la simulación, se puede considerar el método de Soil Moisture Method como adecuado al momento de obtener el recurso hídrico superficial en la zona de estudio.

## Referencias bibliográficas

CONABIO, (2017), Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

CONANP, (2000), Comisión Nacional de Áreas Naturales y Protegidas, "Programa De Manejo Area De Proteccion De Flora Y Fauna La Primavera", vol. 1, p. 132.

Merlos, F., Sánchez, S. T. y Almanza, J. A. (2014). "Creación de un Sistema de Información Hidrológico para el Cálculo de Intensidades Máximas y Gestión de Datos Meteorológicos". XXIII Congreso Nacional de Hidráulica. México.

Navarro, A., (2017). *Conceptos Básicos de Hidrogeología*. Instituto Geominero de España.

Salas, J. D., Delleur, J. W., Yevjevich, V., y Lane, W. L. (1980). *Applied Modeling of Hydrologic Time Series*. Colorado, USA. WaterResourcesPublications.

Stockholm Environment Institute, (2009), *Modelación hidrológica y de recursos hídricos con el modelo WEAP*. Boston.