

METODOLOGÍA PARA LA SIMILITUD HIDROLÓGICA EN CUENCAS HERMANAS, CASO BOSQUE LA PRIMAVERA, MÉXICO

María del Mar Navarro Farfán, Sonia Tatiana Sánchez Quispe,
Mario Alberto Hernández Hernández y Julio Cardiel Díaz

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, juliocardiel@hotmail.com

Introducción

Los procesos hidrológicos involucrados en la transformación lluvia-caudal han sido ampliamente estudiados para desarrollo del conocimiento de los procesos reales que son ciertamente complejos, los cuales involucran gran cantidad de mecanismos y en general se simulan mediante modelos que contemplan distintos grados de aproximación a la dinámica física del mecanismo (Riccardi, 1997); para estos modelos se deben considerar la gestión de datos.

En México, se tiene una deficiencia importante en los datos tanto meteorológicos como hidrométricos; estos últimos no se consideran al momento de realizar pruebas para poder utilizarse en modelaciones matemáticas.

Es necesario tener el periodo de datos con los cuales vamos a realizar la modelación superficial; toda esta información se obtiene de las estaciones meteorológicas existentes, por lo que nos encontramos con una limitante importante, ya que en muchas ocasiones los datos son inexistentes.

Gran parte de las series hidrométricas que se tienen en el país, muestran errores en la medición de gasto o bien, años sin mediciones, aunado a esto, es imperativo recalcar que estas simulaciones matemáticas enfocadas para la obtención del recurso hídrico superficial, deben realizarse preferentemente en escurrimientos vírgenes o bien, en escurrimientos restituidos a régimen natural.

Ante ello, nos vemos en la necesidad de determinar el estado en el que se encuentran dichas series, mediante una serie de estudios propuestos, con lo cual puede lograrse un manejo adecuado de la información; disminuyendo aún más la información con la que se cuenta y complicando el estudio de las mismas.

En muchos casos, las cuencas de simulación que se requieren, no cuentan con una estación hidrométrica con la cual puedan ser comparados los resultados; por ello, si se requiere conocer el volumen de escurrimiento en un punto en específico, es importante considerar la generación de series sintéticas, lo cual puede obtenerse por medio de la similitud hidrológica. En este caso en particular, se consideran las cuencas hermanas que nos ayudan a obtener los volúmenes de escurrimiento en cuencas donde no se tienen registros, basándonos en las características geomorfológicas que tenga una cuenca respecto a otra, así como su ubicación espacial.

Metodología

La metodología de este proyecto se divide en dos partes importantes; la primera es aquella donde se determina la utilidad de una estación hidrométrica y la segunda, es la obtención de parámetros de las cuencas a régimen natural para poder considerar cuáles cuencas pueden suponerse como hermanas.

Como primer punto, se debe considerar que las estaciones con las cuales se va a trabajar deben generar cuencas de cabecera, es decir que estén al final de un cauce, por lo que es necesario ubicarlas espacialmente por medio de un sistema de información geográfica; en base a esto, para determinar si una estación hidrométrica puede ser utilizada, es necesario saber el periodo histórico que representa, en este caso, la parte más

importante es considerar los años consecutivos en estudio que se tienen, estos datos se descargan de la base de datos del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS, 2018).

Una vez que se tiene la serie de datos en estudio, se realizan las pruebas de consistencia en las estaciones; para homogeneidad: Helmert y Secuencias; además, la persistencia se obtiene por medio de los límites de Anderson (Campos Aranda, 2007); el proceso de consistencia en los datos, permite identificar estaciones con información aceptable, y es utilizada con la finalidad de validar la información hidrométrica o de rechazar la información de la estación analizada (Salas, Delleur, Yevjevich, & Lane, 1980).

Es relevante realizar un análisis cualitativo de las estaciones hidrométricas, en el cual se distingan aquellas que son útiles por medio de una revisión visual, con lo cual se pueden distinguir valores extremos y puntos inusuales en las series de escurrimiento, estos valores pueden ser comparados con los registros de la estación meteorológica más cercana, para poder determinar su validez y así mismo conocer la relación que existe entre las series hidrométricas y meteorológicas (CICESE, 2018). Con esta revisión visual, también se debe tomar en cuenta la tendencia que tiene la serie histórica (Campos Aranda, 2007), donde podemos determinar características en la serie, como saltos, periodicidad y/o la supuesta existencia de obras de toma, entre otros.

Una vez que se tienen las estaciones que se utilizarán en las simulaciones, se deben obtener las características físicas y geomorfológicas en de cada cuenca generada, tales como:

- Área de la cuenca
- Coeficiente de escurrimiento (CONAGUA, 2015)
- Pendiente media de la cuenca

También se hace la consideración según su ubicación hidrológica, haciendo énfasis en la cuenca de estudio en donde se encuentra.

Con base a de todas estas características, podemos determinar la similitud que presentan entre ellas, lo cual nos da la pauta para realizar las consideraciones necesarias para compararlas y nombrarlas como hermanas, este proceso se logra al ponderar cada particularidad considerada.

Resultados

Como se observa en la figura 1, las cuencas generadas por las estaciones en estudio 12607, 12764 y 12648 se encuentran ubicadas dentro de la subcuenca Chapala en la cuenca del Río Santiago Guadalajara.

Sin embargo, aunque pertenezcan a la misma región hidrológica, las estaciones no tienen las mismas características y la cuenca de simulación que pertenece a la estación hidrométrica 12648 no puede ser utilizada, debido a que el año hidrológico se presenta de forma inversa (figura 2), sin embargo, la cuenca 12764 pasó de ser no persistente a persistente debido a un valor extremo que fue removido y la estación 12607 aunque no es persistente, puede ser utilizada, sin embargo, debemos de tomar en consideración su estado.

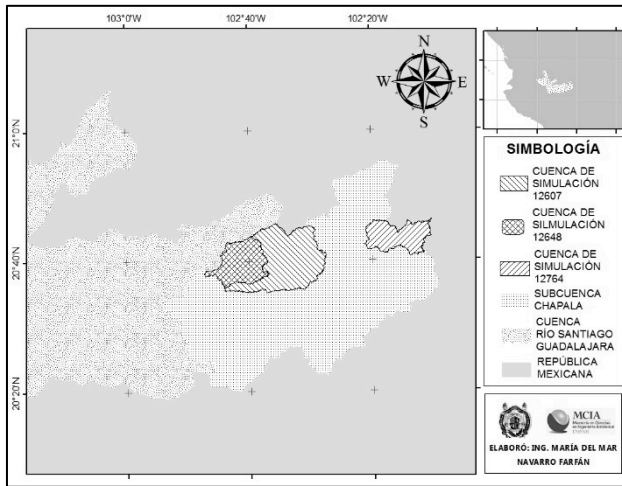


Figura 1.- Mapa de localización de las cuencas en estudio.

En la tabla 1, podemos observar que dicha estación es persistente pero no es homogénea, por lo que al revisar la figura 2, se observa como en los meses pertenecientes a la época de lluvias (mayo – noviembre) los volúmenes de escurrimiento en la estación se encuentran por debajo de la media.

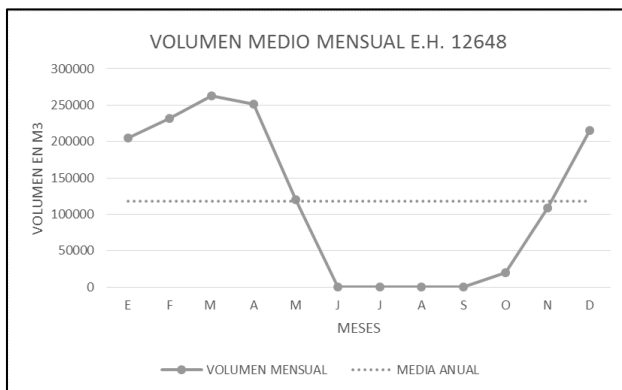


Figura 2.- Volumen medio mensual de la estación hidrométrica 12648.

Tabla 1.- Resultado de las pruebas de consistencia en las estaciones hidrométricas.

Estación	Resultado de las pruebas	
12607	Homogénea	No Persistente
12648	No Homogénea	Persistente
12764	Homogénea	Persistente

En la tabla 2, se observan las características geomorfológicas de las cuencas generadas por las estaciones 12607 y 12764, donde podemos determinar que son hermanas.

Tabla 2.- Características geomorfológicas de las cuencas 12607 y 12764.

Estación	K	Ce	S
12607	0.284	0.182	3.259
12764	0.298	0.221	2.894

Referencias bibliográficas

BANDAS. (2018). Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. Obtenido de Conagua: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/portada%20bandas.htm>

Campos Aranda, D. F. (2007). *Estimación y Aprovechamiento del Escurrimiento*. México: UNAM.

CICESE. (2018). CLICOM. Obtenido de Base de Datos Climatológica Nacional: <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html>

CONAGUA. (27 de Marzo de 2015). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. "Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales". D.F., México: Diario Oficial de la Federación.

Riccardi, G. (1997). "La transformación lluvia-caudal en ambientes rurales y urbanos. Los procesos hidrológicos y el modelado. Rosario, Argentina: Cuadernos de Curiham".

Salas, J. D., Delleur, J. W., Yevjevich, V., & Lane, W. L. (1980). *Applied Modeling of Hydrologic Time Series*. Colorado: Water Resources Publications.