

SIMULACIÓN HIDROLÓGICA EN LA CUENCA DEL RÍO MALA USANDO MODELOS HIDROLÓGICOS SEMIDISTRIBUIDOS

Ing. David Yaranga Lázaro¹ y Dr. Lía Ramos Fernández²

¹Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Lima - Perú.

²Profesora. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.

Email: davidyar7@gmail.com , liarf@lamolina.edu.pe

Resumen

El uso del modelo hidrológico permite poder estimar la disponibilidad hídrica en lugares donde no se cuenta con estaciones hidrológicas. Es por ello que son una herramienta útil para la gestión y planeamiento del recurso hídrico.

En el presente estudio se utilizaron cuatro modelos hidrológicos semidistribuidos que se encuentran dentro de la plataforma RS-Minerve, los mismos que fueron calibrados y validados a escala diaria y también se evaluó su eficiencia. De estos cuatro modelos, el modelo hidrológico Sacramento presento mejor desempeño, teniendo en la calibración (01/12/2002-31/12/2010) un índice de Nash de 0.74 y en la validación (01/01/2011 – 31/03/2015) un Nash de 0.8. Asimismo, fueron simulados los caudales en 15 subcuencas aguas arriba del punto de control La Capilla, con la finalidad de poder obtener la disponibilidad hídrica en puntos no aforados.

Introducción

En muchas cuencas de nuestro país tenemos pocas estaciones hidrológicas, por lo tanto, estimar caudales de los ríos a partir de la precipitación será un tema importante de investigación. Es por ello que el objetivo principal es la estimación de la disponibilidad hídrica, con el fin de proporcionar información básica a las autoridades y que estas puedan gestionar el recurso hídrico de una cuenca como es el caso del río Mala. Por ello se plantea la aplicación para la modelización hidrológica usando los modelos hidrológicos Sacramento, Socont, Gr4j y Hbv, que se encuentran dentro de la plataforma RS-Minerve.

Materiales y Metodología

La zona de estudio tiene como lugar la cuenca del río Mala ubicado en territorio peruano. Presenta una extensión de 2332 Km² y pertenece a la vertiente del Pacífico. Políticamente su territorio corresponde al departamento de Lima y provincias de Cañete, Huarochirí y Yauyos. Geográficamente se encuentra ubicado en los paralelos 11°53'36" y 12°41'03" de latitud Sur, y entre los meridiano 75°56'32" y 76°39'21" de longitud Oeste. En la Figura 1 se muestra el plano de ubicación de la cuenca, y las estaciones hidrológicas y meteorológicas. Teniendo una estación hidrológica (La Capilla), 9 estaciones de variables de precipitación, y 6 estaciones con variable de precipitación y temperatura.

Con la finalidad de poder estimar caudales producidos en la parte alta y media de la cuenca del río Mala, se delimitaron un total de 15 subcuencas aguas arriba del punto de control, que a su vez fueron divididos en bandas altitudinales cada 400 m.

Después de haber obtenido la estructura hidráulica de la cuenca (Ver Figura 2), fueron calibrados y validados los modelos Sacramento, Socont, Gr4j y Hbv, que se encuentran dentro de la plataforma RS-Minerve. Finalmente fueron simulados los caudales en 15 subcuencas dentro de la zona de estudio.

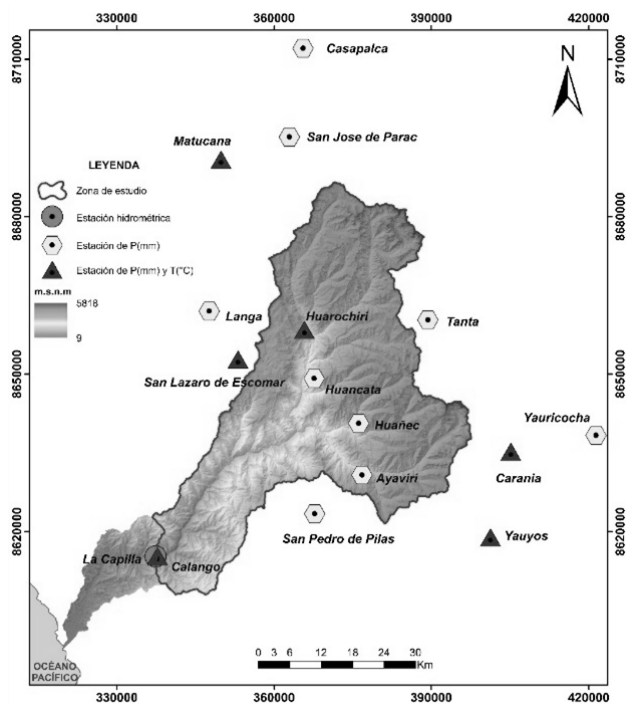


Figura 1.- Variación espacial de la altitud y ubicación de las estaciones hidrometeorológicas en la zona de estudio.

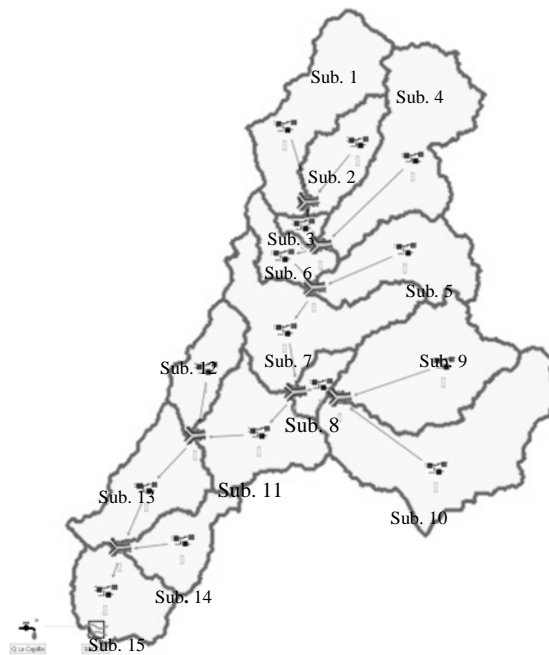


Figura 2.- Esquema hidráulico de la cuenca del río Mala, teniendo como punto de calibración la estación hidrológica La Capilla.

Modelos hidrológicos

En el estudio fueron considerados cuatro modelos de lluvia-escorrentía los cuales trabajan a escala diaria. El modelo hidrológico Sacramento (Figura 3a) que presenta 16 parámetros fue propuesto por Burnash et al., 1973, para optimizar las características de humedad en el suelo distribuido en diferentes niveles, con características de percolación racional y para una eficiente simulación de descargas. Asimismo, el modelo SOCONT (Figura 3b) está constituido por submodelos, como es el Snow-GSM que simula los procesos de transformación de lluvia solida a liquida, que luego se conecta al modelo GR3 para producir la escorrentía, siendo transmitida al modelo SWMM (Storn Water Management Model). Por otro lado, el modelo GR4J (Figura 4c) el cual presenta 4 parámetros para su calibración, requiere información de precipitación y temperatura. Por último, el modelo HBV (Figura 4c) propuesto por Bergström (1992 y 1995), presenta un submodelo de nieve en su estructura.

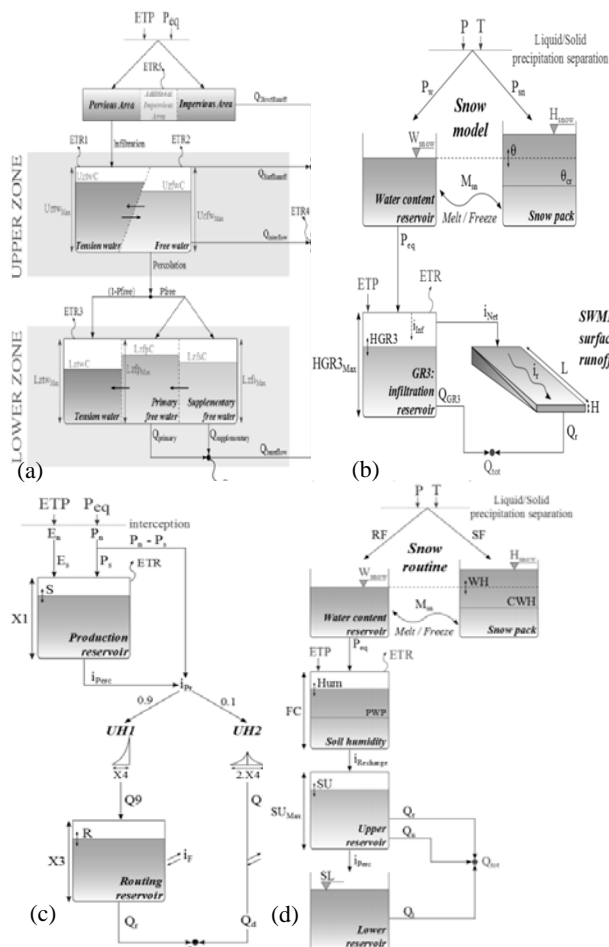


Figura 3.- Esquema de los modelos hidrológicos Sacramento (a), Hbv (b), Socont (c) y Gr4j (d).

Fuente: Garcia et al., (2015).

Resultados

La serie de caudales generados por los modelos hidrológicos fue comparado con la serie de datos observados de la estación hidrológica “La Capilla” para los periodos (01/12/2002-31/12/2010) y (01/01/2011 – 31/03/2015), concernientes a la calibración y validación, respectivamente. En la Tabla 1 se muestra los indicadores de desempeño de los cuatro modelos y en lo general presentan un rendimiento de bueno a muy bueno según Moriasi et al. (2007) y Donigian y Imhoff (2002). Asimismo, en la Figura 4 se muestra la estimación de aportaciones hídricas generadas para cada subcuenca en el periodo 01/12/2002 al 31/03/2015.

Tabla 1.- Resultados de los indicadores de desempeño de los modelos hidrológicos utilizados en la cuenca del río Mala.

Periodo	Estadístico	Gr4j	Socont	Hbv	Sacramento
Calibración	Nash	0.74	0.82	0.83	0.74
	Nash-In	0.95	0.4	0.88	0.91
	Coef. Pearson	0.87	0.91	0.91	0.9
	RRMSE	0.73	0.61	0.58	0.72
	RSR	0.51	0.43	0.41	0.51
Validación	Ev	-0.15	-0.09	0.05	-0.29
	Nash	0.67	0.75	0.67	0.8
	Nash-In	0.92	0.4	0.83	0.9
	Coef. Pearson	0.89	0.92	0.92	0.9
	RRMSE	0.77	0.67	0.78	0.6
	RSR	0.57	0.5	0.58	0.44
	Ev	0.08	0.2	0.36	-0.1

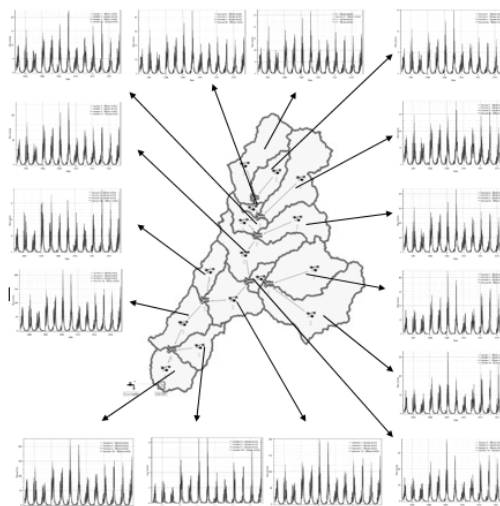


Figura 4.- Estimación de aportación hídrica en las subcuencas del río Mala en el periodo 01/12/2002 al 31/03/2015.

Conclusiones

En la calibración diaria de los cuatro modelos realizado en la estación hidrológica La Capilla, se obtuvo un rendimiento de “bueno” a “muy bueno” según Moriasi et al. (2007) y Donigian y Imhoff (2002). Teniendo que el modelo hidrológico Sacramento presenta mejor desempeño. Asimismo, se realizó la simulación con cada uno de los modelos hidrológicos, con la finalidad de obtener estimación de aportación hídrica en cada uno de las subcuencas dentro de la zona de estudio.

Referencias

Bergström, S. (1992). “The HBV model-its structure and applications”. SMHI Reports RH, No. 4.

Burnash, R. J. C., Ferral, R. L., and R.A, McGuire (1973). “A generalized streamflow simulation system – Conceptual modelling for digital computers”. US Department of Commerce, National Weather Service and State of California, Department of Water Resources, pp 204, 1973.

Donigian AS, Imhoff (2002). From the Stanford model to BASINS: 40 years of watershed modeling In ASCE Task committee on evolution of hydrologic methods trough computer. Session 6: Watershed modeling case studies. Iowa State university Press, Ames: Washington, DC.;22.

García, J., Paredes, J., Foehn, A. and B. Roquier (2015). “RS MINERVE – Technical manual v2.1”. RS MINERVE Group, Switzerland, Pp.1-130.

Moriasi DN, Arnold JG, Van Liew MW, Bingner RL, Harmel RD, veith TL. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. American Society of Agricultural and biological Engineers. 50:885-900.