

¿Heterogeneidad espacial o no-linealidad en los procesos? Análisis en una pequeña cuenca Mediterránea.

(B. Hidrología y gestión del agua)

G. Ruiz Pérez¹ (guruipr@cam.upv.es), C. Medici¹, J. Latron², P. Llorens², F. Gallart² and F. Francés¹

(1) Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA), Universitat Politècnica de València.

(2) Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA-CSIC), Barcelona.

El clima mediterráneo está caracterizado por una dinámica estacional muy marcada del régimen de precipitaciones y de la evapotranspiración, que favorece la alternancia durante el año de periodos secos y húmedos. Esto modifica fuertemente el estado hidrológico de la cuenca, que deriva en un comportamiento hidrológico complejo y no-lineal (Piñol et al., 1999). Es precisamente esta alternancia entre períodos secos y húmedos lo que hace diferente el estudio de una cuenca mediterránea al de una cuenca de clima húmedo. Este hecho hace plantearse si los modelos empleados para modelar el comportamiento hidrológico de cuencas de regiones húmedas con bastante fiabilidad son tan fiables en cuencas situadas en la región mediterránea. De hecho, según Pilgrim et al. (1988) es necesario hacer aproximaciones diferentes especialmente en el ámbito de la modelación.

El problema fundamental es el de diseñar un modelo capaz de dar respuesta a dos comportamientos diferentes en una misma cuenca y a la transición de uno a otro. Un comportamiento muy similar al de una cuenca de región húmeda cuando todo el suelo está húmedo. Un comportamiento típicamente semiárido cuando el suelo está seco y se está empezando a humedecer, proceso que se conoce en el ámbito hidrológico como *wetting-up*. De hecho, en relación a la modelación hidrológica, los estudios disponibles muestran serias dificultades para reproducir las primeras crecidas de otoño, después del periodo estival seco. En este tipo de cuencas parece difícil modelizar correctamente uno o más años hidrológicos completos con un solo juego de parámetros debido al ya mencionado comportamiento no-lineal de estas cuencas. Por todo ello, la modelación hidrológica de una pequeña cuenca Mediterránea representa todavía un gran reto.

El objetivo principal de este estudio era responder a la siguiente cuestión: ¿para modelar el comportamiento hidrológico no-lineal observado se tiene que introducir la heterogeneidad espacial de la cuenca o se tienen que introducir mecanismos no-lineales en el esquema conceptual de los modelos a emplear? Para responderla, se llevó a cabo la modelación hidrológica de la cuenca de Can Vila. Can Vila pertenece a un conjunto de cuencas experimentales situadas en Vallcebre (pre-Pirineo catalán) cuya descripción más detallada se puede encontrar en Latron, (2003). Se emplearon tres modelos hidrológicos diferentes: dos modelos agregados denominados LU3 y LU4 (Medici et al., 2008), y un modelo distribuido denominado TETIS (Francés et al., 2012). El modelo distribuido TETIS tiene el mismo esquema conceptual que el modelo agregado LU3 pero a escala de celda. Mientras que el esquema conceptual del modelo LU4 está basado en el modelo LU3 pero divide el acuífero en dos tanques: un acuífero superficial y un acuífero profundo. La percolación al acuífero profundo sólo ocurrirá cuando el contenido de humedad del suelo supere un determinado umbral. Por lo que la diferencia entre el modelo LU3 y el modelo TETIS es la incorporación de la heterogeneidad espacial mientras que la diferencia entre el modelo LU3 y el modelo LU4 es la incorporación de una no-linealidad adicional al esquema conceptual a través del umbral que activa la percolación profunda.

La comparación gráfica entre resultados simulados frente a observados y el valor de los índices de bondad empleados mostraron que: (1) el modelo LU3 no podía reproducir razonablemente bien el período seco y el período húmedo con el mismo juego de parámetros y (2) el modelo LU4 y TETIS obtienen resultados muy similares y mucho mejores que los obtenidos por el modelo LU3. Frente a

estos resultados tan similares, fue necesario llevar a cabo un análisis multi-objetivo basado en el concepto de frontera de Pareto (Bastidas et al., 1999) para determinar cuál de los dos modelos (TETIS o LU4) obtiene buenos resultados por la razón correcta puesto que cada uno representa conceptualizaciones diferentes. Este análisis tenía un objetivo doble: (1) verificar que el conjunto de parámetros obtenidos tras el proceso de calibración estaba incluido en la frontera de Pareto y (2) analizar el comportamiento de los modelos para períodos secos y húmedos. Los resultados de este análisis (fig. 1a, 1b, 2a y 2b) mostraron que en ambos modelos el juego de parámetros obtenido en el proceso de calibración estaba incluido en la frontera de Pareto y que era el modelo TETIS el que presentaba una mayor capacidad para reproducir igualmente bien el período húmedo y el período seco empleando el mismo set de parámetros.

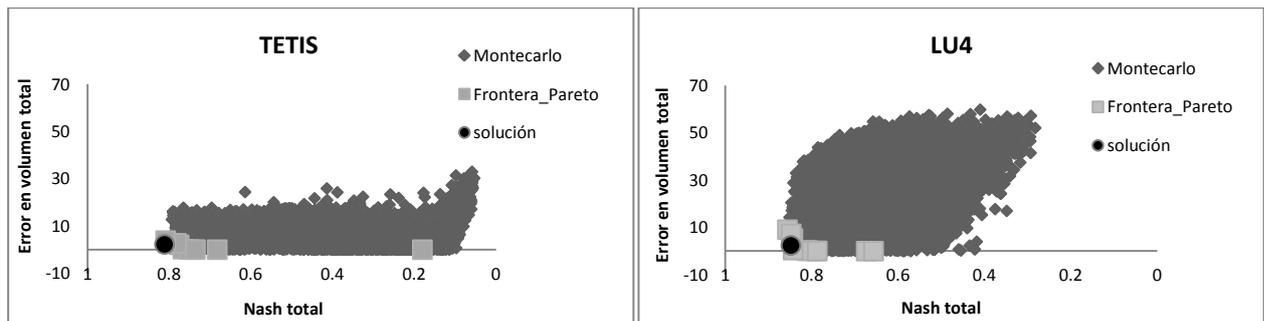


Fig. 1. Resultados del análisis multi-objetivo para: (a) modelo TETIS y (b) modelo LU4. Se emplearon el índice de Nash-Sutcliffe (1970) y el error en volumen de todo el período de calibración.

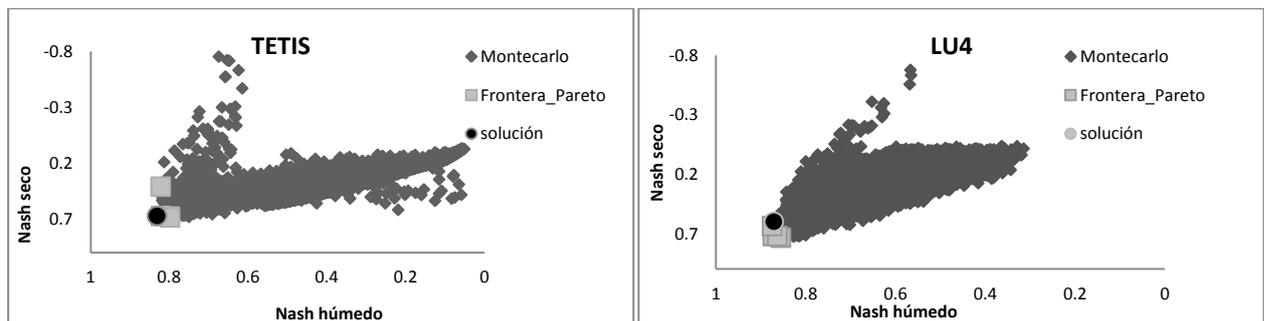


Fig. 2. Resultados del análisis multi-objetivo para: (a) modelo TETIS y (b) modelo LU4. Se empleó el índice de Nash-Sutcliffe (1970) pero computado en el período seco y en el período húmedo.

Referencias:

- Francés F., Vélez J. J., Vélez J. I., Puricelli M., Montoya J. J., Múnera J. C., Medici C., Bussi G., 2012: Descripción del modelo conceptual distribuido de simulación hidrológica TETIS v8. Universitat Politècnica de València.
- Latron J., 2003: Estudio del funcionamiento hidrológico de una cuenca mediterránea de montaña. (Vallcebre, Pirineos Catalanes). Tesis doctoral, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona.
- Medici C., Butturini A., Bernal S., Vázquez E., Sabater F., Vélez J. I., Francés F., 2008. Modelling the non-linear hydrological behavior of a small Mediterranean forested catchment. *Hydrological Processes* 22: 3814-3828
- Nash, J. E., Sutcliffe, J.V., 1970: River flow forecasting through conceptual models part I. A discussion of principles, *Journal of Hydrology*, 10 (3), 282-290.
- Pilgrim D. H., Chapman T. G., Doran D. G., 1988: Problem of rainfall-runoff modelling in arid and semiarid regions, *Hydrolog. Sci. J.*, 33 (4), 379-400.
- Piñol J., Àvila A., Escarré A., 1999. Water balance in catchments. En: F. Rodà et al (Eds), "Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests", *Ecological Studies*, Vol. 137, Springer-Verlag, 273-282.