

Hidrología de un ambiente Mediterráneo de montaña. Las cuencas de Vallcebre (Pirineo Oriental) II. Relaciones precipitación-escorrentía y procesos hidrológicos

J. Latron, M. Soler, G. Nord, P. Llorens, F. Gallart

Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA), CSIC. Barcelona, (España).

E-mail: jlatron@ija.csic.es

ABSTRACT

Hydrological response and runoff processes have been studied in the Vallcebre research basins (North Eastern Spain) for almost 20 years. Results obtained allowed to build a more complete perceptual model of the hydrological functioning of Mediterranean mountains basins. On a seasonal and monthly scale, there was no simple relationship between rainfall and runoff depths. Monthly rainfall and runoff values revealed the existence of a threshold in the relationship between rainfall and runoff depths. At the event scale, the storm-flow coefficient had a clear seasonal pattern. The effect of the water table position on how rainfall and runoff volumes relate was observed. Examination of soil water potential and water table dynamics during representative floods helped to identify 3 types of characteristic hydrological behaviour during the year. Under dry conditions, runoff was generated essentially as infiltration excess runoff in low permeable areas, whereas saturation excess runoff dominated during wetting-up and wet conditions. During wetting-up transition, saturated areas resulted from the development of scattered perched water tables, whereas in wet conditions they were linked to the rise of the shallow water table.

Keywords: Mediterranean mountain; rainfall-runoff relationships; runoff processes; contributing areas; Vallcebre.

INTRODUCCIÓN

Las cuencas de Vallcebre (0.15-4.17 km²), están situadas en un área de montaña Mediterránea del Pirineo (1300 m snm). La precipitación media anual es de 862 ± 206 mm y la evaporación de referencia de 823 ± 26 mm. Se observa una marcada estacionalidad que conlleva periodos con déficit hídrico en verano y eventualmente en invierno. El otoño es la estación más lluviosa, con eventos de gran magnitud, seguido de la primavera con menos precipitación pero con más frecuencia de días lluviosos, mientras que las tormentas más intensas se producen en verano (Latron *et al.* 2009).

El estudio durante 20 años de la respuesta hidrológica y los procesos de generación de escorrentía en las cuencas de Vallcebre (Gallart *et al.* 1997, 2002, 2005; Latron & Gallart 2007, 2008; Soler *et al.* 2007, Latron *et al.* 2008) ha permitido construir un completo modelo perceptual del funcionamiento hidrológico de las cuencas Mediterráneas de montaña.

RELACIONES LLUVIA-ESCORRENTÍA

A escala estacional y mensual, no existen relaciones simples entre los volúmenes de precipitación y escorrentía, siendo la evapotranspiración el factor que introduce variabilidad en la relación precipitación-escorrentía (Latron *et al.* 2008). Los valores de precipitación y escorrentía mensuales muestran la existencia de un umbral en la relación precipitación-escorrentía, evidenciando una respuesta hidrológica más contrastada que la generalmente observada en cuencas húmedas. A escala de evento, el coeficiente de escorrentía de crecida tiene un claro patrón estacional, en el que se alterna un periodo húmedo, cuando la cuenca es hidrológicamente activa, y un periodo estival seco, cuando la cuenca reacciona

muy poco a la precipitación (Figura 1). Las relaciones entre el coeficiente de escorrentía de crecida y el volumen de precipitación, la intensidad máxima de lluvia y el flujo de base muestran que las correlaciones observadas fueron las mismas que las descritas en condiciones húmedas, aunque los coeficientes de correlación fueron notablemente más bajos (Latron *et al.* 2008). Se ha observado también el efecto de la posición de la capa freática en la relación precipitación-escorrentía; por encima de un determinado umbral, cuanto más alto está el nivel piezométrico mayor es la respuesta para una lluvia determinada. La relación entre escorrentía y nivel piezométrico es sin embargo compleja; las variaciones de la capa freática no están siempre correlacionadas con las variaciones de escorrentía, sugiriendo un funcionamiento hidrológico complejo (Latron & Gallart 2008).

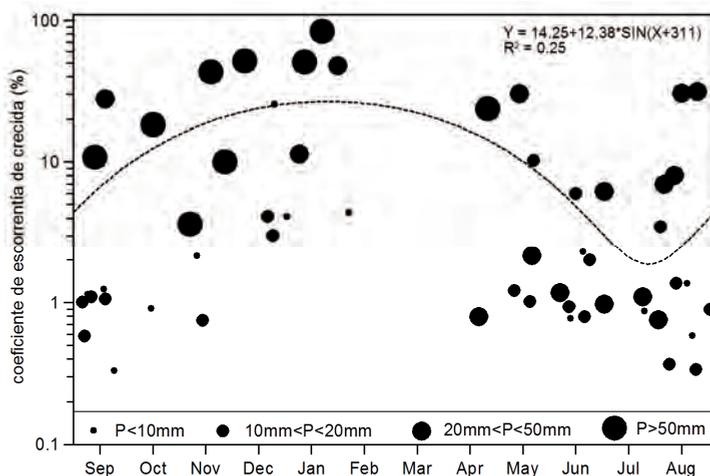


Figura 1. Evolución estacional del coeficiente de escorrentía de crecida en la cuenca de Cal Rodó (4.17 km²). La línea punteada indica un ajuste sinusoidal en función del día del año.

PROCESOS DE ESCORENTÍA

El potencial hídrico del suelo combinado con los datos de escorrentía y de los niveles freáticos muestra el frecuente desarrollo de un nivel saturado colgado. El examen de los potenciales hídricos del suelo y la dinámica de los niveles piezométricos durante crecidas representativas ha permitido identificar 3 tipos característicos de respuesta hidrológica a lo largo del año (Figura. 2). Los hidrogramas correspondientes a los eventos de tipo 1 (condiciones secas), eventos de tipo 2 (condiciones de transición) y eventos de tipo 3 (condiciones húmedas) tienen diferentes características: cada uno asociado con diferentes procesos de generación de escorrentía dominantes (Latron & Gallart 2008). En condiciones secas, la escorrentía se genera por superación de la capacidad de infiltración en áreas con baja permeabilidad, mientras que en condiciones de transición y húmedas predomina la escorrentía por saturación del suelo. Las áreas desnudas con baja permeabilidad se han identificado como áreas fuente de escorrentía por exceso de infiltración, mientras que se han descrito dos tipos de áreas saturadas favorables a la escorrentía por exceso de saturación: Durante los periodos de recarga, las áreas saturadas son el resultado de la aparición de capas freáticas colgadas en distintos puntos de la cuenca. En cambio, en condiciones húmedas estas áreas están relacionadas con el ascenso de la capa freática somera (Latron & Gallart 2007).

El rango de variación estacional de estas áreas saturadas es similar al observado en cuencas húmedas, aunque la reducción de las áreas saturadas en condiciones secas es más pronunciada. En las cuencas de Vallcebre, la topografía aterrazada provoca además patrones de saturación más dispersos que los generalmente descritos.

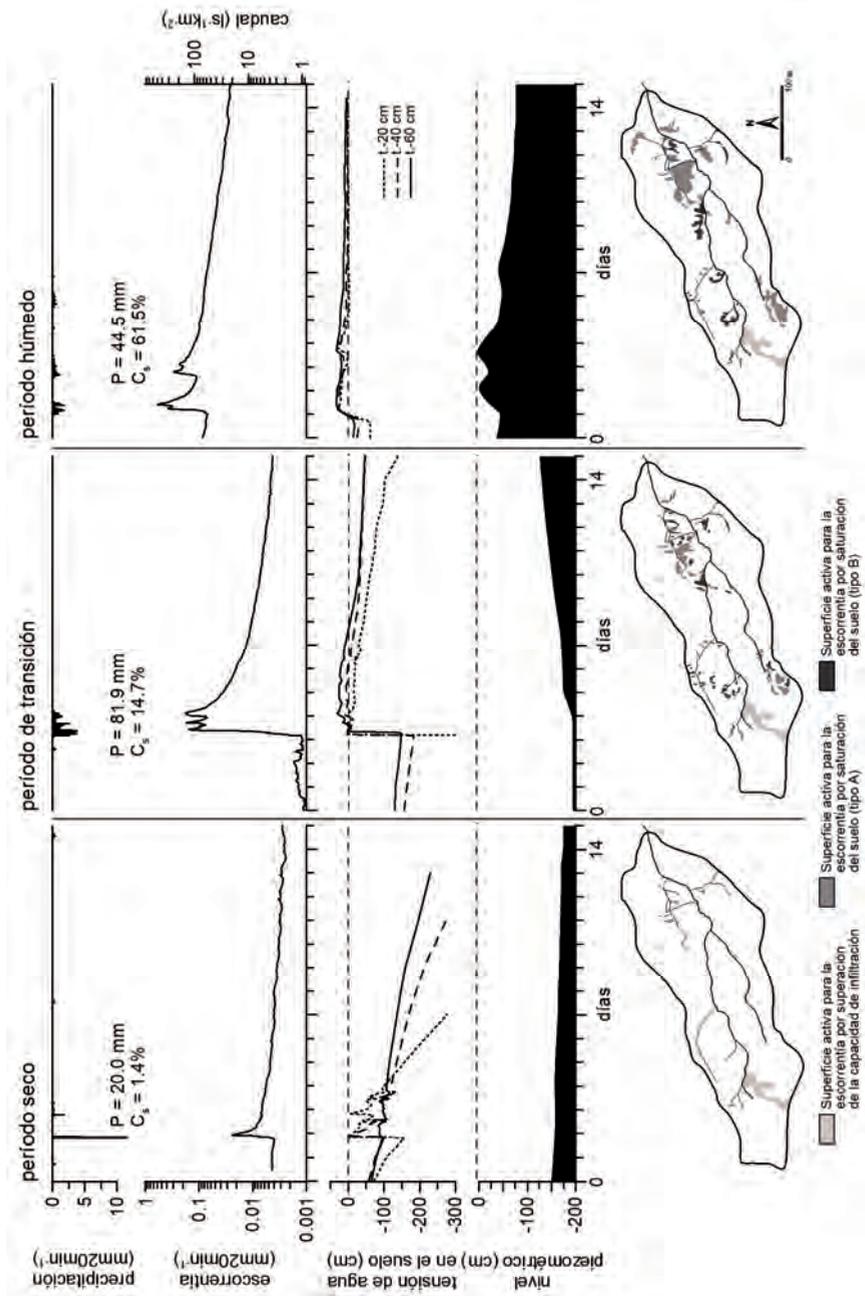


Figure 2. Dinámica de la tensión de agua en el suelo y del nivel piezométrico y patrón espacial de áreas contributivas durante eventos en condiciones secas, de transición y húmedas. (P=precipitación; Cs=coeficiente de escorrentía).

CONCLUSIONES

Los resultados que aquí se presentan, basados en el estudio de la respuesta lluvia-escorrentía, de los procesos hidrológicos y de la dinámica espacio-temporal de las áreas contributivas, mejora el modelo perceptual del funcionamiento hidrológico de las cuencas Mediterráneas de Vallcebre.

Las investigaciones actuales, orientadas a determinar la variabilidad espacio-temporal de la dinámica de los niveles piezométricos, así como el uso de trazadores ambientales, contribuirá a la mejora de dicho modelo perceptual. Debido a los pocos estudios hidrológicos en ambientes Mediterráneos, el conocimiento adquirido en las cuencas de Vallcebre ayudará en el desarrollo de una modelización de ambientes con marcada estacionalidad con mejor representación de los procesos.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones en las cuencas de Vallcebre se han realizado con el soporte de los proyectos PROBACE (CGL2006-11619/HID) y MONTES (CSD2008 – 00040) ambos financiados por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN). Las cuencas experimentales de Vallcebre reciben también financiación del Convenio entre el CSIC y el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (RESEL). J. Latron es beneficiario de un contrato dentro del programa Ramón y Cajal del MICINN. Los autores agradecen la ayuda en el trabajo de campo de O. Avila y X. Huguet.

REFERENCIAS

- ❖ Gallart, F., Latron, J. & Llorens, P. 2005. Catchment dynamics in a Mediterranean mountain environment The Vallcebre research basins (southeastern Pyrenees) I: hydrology. In C., Garcia & R.J., Batalla (Eds): *Catchment Dynamics and River Processes: Mediterranean and Other Climate Regions*. Elsevier, 1-16.
- ❖ Gallart, F., Latron, J., Llorens, P. & Rabadà, D. 1997. Hydrological functioning of Mediterranean mountain basins in Vallcebre, Catalonia: Some challenges for hydrological modelling. *Hydrological Processes* 11, 1263-1272.
- ❖ Gallart, F., Llorens, P., Latron, J. & Regúés, D. 2002. Hydrological processes and their seasonal controls in a small Mediterranean mountain catchment in the Pyrenees. *Hydrology and Earth System Sciences* 6(3), 527-537.
- ❖ Latron, J. & Gallart, F. 2007. Seasonal dynamics of runoff-contributing areas in a small Mediterranean research catchment (Vallcebre, Eastern Pyrenees). *Journal of Hydrology* 335, 194-206.
- ❖ Latron, J. & Gallart, F. 2008. Runoff generation processes in a small Mediterranean research catchment (Vallcebre, Eastern Pyrenees). *Journal of Hydrology* 358, 206-220.
- ❖ Latron, J., Llorens, P., Soler, M., Poyatos, R., Rubio, C., Muzylo, A., Martínez-Carreras, N., Delgado, J., Regúés, D., Catari, G., Nord, G. & Gallart, F. 2009. Hidrología de un ambiente Mediterráneo de montaña. Las cuencas de Vallcebre (Pirineo Oriental) I. 20 años de investigaciones hidrológicas. Este volumen.
- ❖ Latron, J., Soler, M., Llorens, P. & Gallart, F. 2008. Spatial and temporal variability of the hydrological response in a small Mediterranean research catchment (Vallcebre, Eastern Pyrenees). *Hydrological Processes* 22, 775-787.
- ❖ Soler, M., Regúés, D., Latron, J. & Gallart, F. 2007. Frequency–magnitude relationships for precipitation, stream flow and sediment load events in a small Mediterranean basin (Vallcebre basin, Eastern Pyrenees). *Catena* 71, 164-171.