

Mecanismos generadores de escorrentía en la vertiente de sierra de Gádor (Almería)

Mechanisms generating runoff on the southern edge of sierra de Gádor (Almeria)

W. Martín Rosales, A. Pulido Bosch y A. Vallejos

Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada. 18071 Granada.

ABSTRACT

The factors contributing to the generation of runoff episodes on the southern edge of the Sierra de Gádor are analysed. The study includes the analysis of physical characteristics as well as the temporal distribution of rainfall in the Carcauz basin, which is representative of the watershed considered. Despite the high permeability overall, there are areas which are prone to flooding, representing a risk to productive agricultural areas at the foot of the basin.

Key words: surface hydrology, rainfall, runoff, floods, infiltration, river network.

Geogaceta, 18 (1995), 134-137
ISSN: 021.368.3X

Introducción

La Sierra de Gádor constituye una de las grandes unidades carbonatadas pertenecientes al Dominio de Alborán (Balanyá y García Dueñas, 1987). Los materiales aflorantes pertenecen al Complejo Alpujárride, caracterizado en este sector por la superposición de los mantos de Gádor y Felix. Ambas unidades están integradas, de muro a techo, por una formación pelítica permowerfeniense de filitas y un complejo calizo-dolomítico de gran espesor de edad Triásico medio-superior (Jacquin, 1970; Orozco, 1972). Sobre éstos últimos, de forma discordante, se observan conglomerados y calcarenitas correspondientes al Mioceno. Los materiales representativos del Cuaternario están constituidos por un gran número de abanicos aluviales localizados al pie de Sierra de Gádor.

La cuenca de Carcauz es la mayor de las 55 que conforman la vertiente sur de Sierra de Gádor. Con una extensión de 51.5 km², se trata de una cuenca con dirección N-S y caracterizada por una topografía muy accidentada, con elevadas pendientes, y sin salida al Mediterráneo, llegando a desaparecer por infiltración de sus aguas en el recorrido a través del Campo de Dalías en una depresión endorreica (Fig. 1). La metodología que se describe a continuación ha sido aplicada a un episodio de lluvia real que tuvo lugar el 16 de Febrero de 1994.

Metodología

El comportamiento hidrológico de la vertiente se ha caracterizado mediante el análisis de hidrogramas de crecida. Para su deducción, se utilizó el modelo del Número de Curva (SCS, 1972). A partir de las características litológicas y de vegetación se di-

vidió la cuenca en tres subunidades hidrológicamente homogéneas, en cada una de las cuales se determinó el correspondiente hidrograma. Asimismo se efectuaron las operaciones de conducción y suma de hidrogramas (Míntegui y Robredo, 1993), en el caso de aportaciones procedentes de subcuencas situadas arriba.

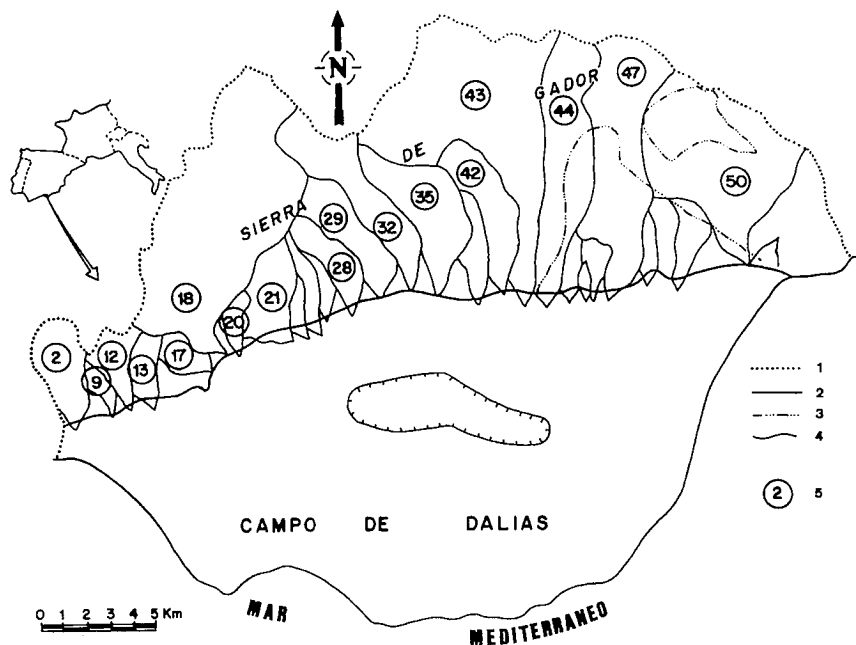


Fig. 1.— Esquema del borde sur de la sierra de Gádor y su localización (cuenca de Carcauz, n° 43); 1:divisoria hidrográfica; 2: contacto entre abanicos aluviales y carbonatos alpujárrides; 3: contacto entre las Unidades de Gádor y Felix; 4: límite de cuenca; 5: número de cuenca.

Fig. 1.— Scheme of the southern edge of the Sierra de Gádor and its general location; 1: hydrographic divider; 2: contact between alluvial fans and Alpujárride carbonates; 3: contact between Gádor and Felix Units; 4: Boundary of basin; 5: basin number.

Estación: "La Zarba"

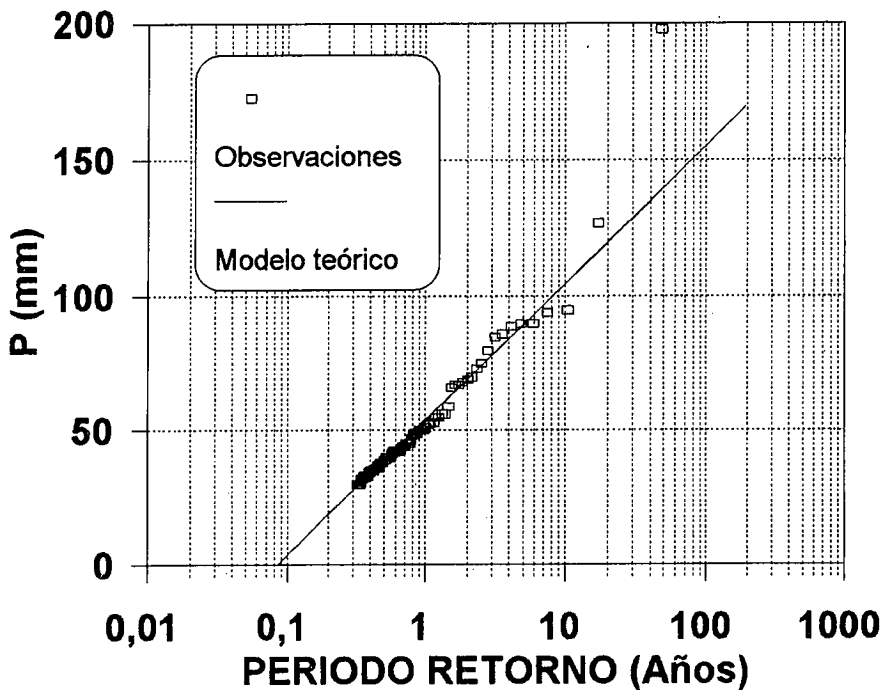


Fig. 2.- Predicción de lluvias en 24 horas según el modelo de Series de Duración Parcial.

Fig. 2.- Prediction of daily rainfall with de Partial Duration Series model.

Nº DE AÑOS	27
Nº DE EVENTOS	84
UMBRAL (mm)	29
T ₂	69.1±5.1
T ₃	89.1±7.2
T ₁₀	104.3±8.9
T ₁₅	113.2±9.9
T ₂₅	124.4±11.1
T ₃₀	139.6±12.8
T ₁₀₀	154.8±14.5
T ₂₀₀	170.0±16.1

Tabla 1.- Resumen del análisis de series de duración parcial de lluvia diaria en la cuenca de Carcaúz. T₂: precipitación máxima con período de retorno de 2 años, con indicación de la desviación estándar.-

Table 1.- Partial duration series analysis of daily rainfall in Carcauz catchment; T₂: 2-year return period and standard deviation

SUBCUENCA	S	Tc	NC	Qp	Tp	I	E	V
SUPERIOR	16.52	0.71	48.1	2.27	18:00	71,0	0.1	0,00
MEDIA	32.97	1,30	46.6	3.98	18:40	71.4	0.6	0.04
INFERIOR	2.02	0.27	62.9	3,90	19:00	62.8	9.2	0.06

Tabla 2.- Características del hidrograma teórico de crecida; S: superficie, en km²; Tc: tiempo de concentración, en horas; NC: número de curva; Qp: caudal punta, en m³/s; Tp: tiempo al pico, en horas; I: infiltración, en mm; E: escorrentía, en mm y V: volumen escurrido acumulado, en hm³

Table 2.- Theoretical flood hydrograph characteristics; S: area, in km²; Tc: time of concentration, in hours; NC: curve number; Qp: peak discharge, in m³/s; Tp: time of peak discharge, in hours; I:infiltration, in mm; E: direct runoff, in mm and V: runoff volume, in hm³.

La climatología del sector se caracteriza por la irregular distribución, tanto temporal como espacial, de las precipitaciones (Pulido Bosch *et al.*, 1993), siendo el relieve el principal responsable de tal disimetría térmica y pluviométrica. Dichas precipitaciones además se suelen dar de forma torrencial, tal y como se refleja en la Fig. 2, donde se muestra el análisis frecuencial de la lluvia aplicado a la estación meteorológica de "La Zarba", situada en el sector septentrional de la cuenca. El cálculo de la precipitación máxima para diversos períodos de retorno (Tabla 1) se llevó a cabo mediante el modelo estocástico de se-

ries de duración parcial, que asume que la ocurrencia de los máximos de lluvia sobre un determinado umbral pueden ser descritos por un proceso de Poisson y las magnitudes de las mismas son variables aleatorias independientes distribuidas de forma exponencial (Todorovic y Zelenhasic, 1970 y Rosbjerg, 1993).

Las características morfológicas de la cuenca juegan un papel esencial en su respuesta hidrológica. En el área de cabecera o tramo superior la morfología es redondeada, lo que implica hidrogramas con puntas de caudal marcadas; sin embargo, los tramos medio e inferior son alargados,

produciendo un efecto contrario. Las características de su cauce principal, con una longitud de 19.8 km y 7,3 % de pendiente, confieren a la vertiente un tiempo de concentración de 4,6 horas. El número total de cauces inventariados asciende a 1156, que representan una longitud total de 264 km y un coeficiente elevado de torrencialidad (16,74 cauces de orden 1 por km²). La densidad de drenaje es 4.88 km/km², valor indicativo de una textura gruesa. Este parámetro es superior en los tramos medio e inferior de la cuenca debido a las elevadas pendientes y a la presencia de materiales poco permeables. Se distinguieron los siguientes grupos litológicos, atendiendo a la capacidad de generación de escorrentía:

Materiales de elevada permeabilidad por fisuración: corresponden a las calizas y dolomías del manto de Gádor que afloran en el tercio Norte de la cuenca, y a la serie carbonatada del manto de Felix, en el extremo suroccidental. Se incluyen en este grupo las calcarenitas de edad Mioceno superior situadas en el sector suroccidental, justo a techo del tramo calizo de edad triásica perteneciente al manto de Felix. Los materiales detríticos (gravas gruesas y ausencia de finos) que constituyen la rambla de Carcauz en su tramo medio poseen también una elevada permeabilidad. El conjunto descrito es el más representativo de la cuenca, abarcando el 75.5 % de su extensión.

Materiales de baja permeabilidad: este grupo engloba a la formación de

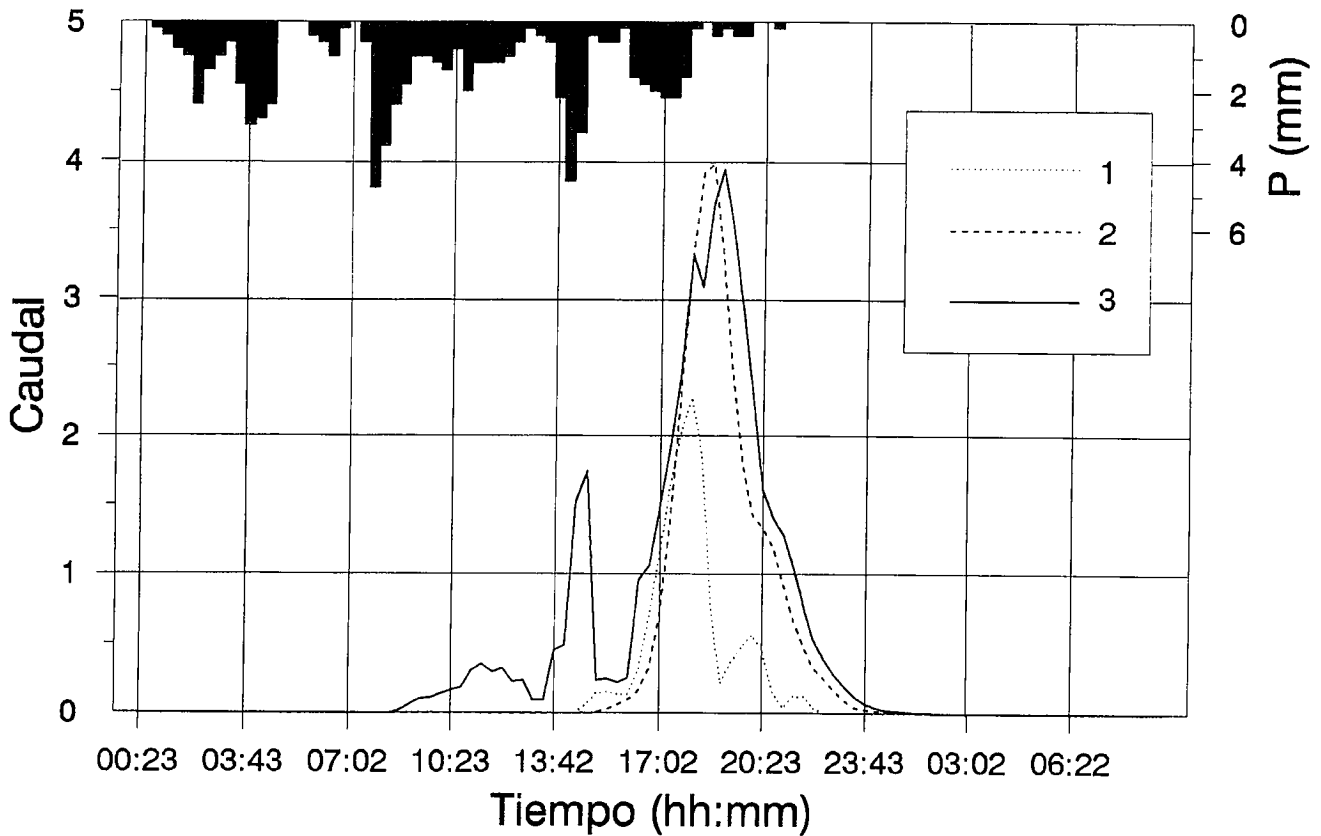


Fig. 3.— Hietograma e Hidrograma de crecida para la tormenta del 16 de Febrero de 1994 (caudal en m³/s); 1: hidrograma generado en la cuenca superior; 2: hidrograma en la cuenca media y 3, hidrograma global de la cuenca.

Fig. 3.— Observed rainfall and theoretical streamflow hydrograph for the storm of February 16, 1994; (streamflow in m³/s). 1: hydrograph in the upper catchment; 2: hydrograph in the middle catchment and 3: general hydrograph of the Carcauz catchment.

margocalizas y argilitas del Manto de Felix que aflora en la mitad sur de la cuenca, así como los materiales detríticos correspondientes a los tramos inferiores de la rambla, ya que poseen numerosas intercalaciones arcillosas depositadas por las distintas avenidas. La extensión superficial de dicho conjunto es de 12.3 km².

Materiales impermeables (alto potencial de escorrentía): Se incluyen bajo este epígrafe las filitas y cuarcitas del manto de Felix, apareciendo un reducido afloramiento en el sector suroriental que representa el 0.5 % de la superficie total de la cuenca.

El tercer control importante sobre la respuesta hidrológica de la cuenca está constituido por la cobertura vegetal y usos del suelo. Se han diferenciado las siguientes clases: zonas de matorral y monte bajo (61.5 %); monte bajo denso (2.5 %); repoblación forestal (30 %); cultivos de secano sin practicas de conservación (3 %); cultivos de secano abancalados (3 %). A partir de la superposición de las cartografías anteriores se obtuvo un nuevo mapa que permitió identifi-

car el Número de Curva característico de cada una de las subcuencas definidas (tabla 2).

Resultados y discusión

El episodio de tormenta estudiado, con 20 horas de duración, se inició a las 00:23 horas del 16 de Febrero de 1994 y la intensidad máxima registrada fue 15 mm/h (Fig. 3). La lluvia durante los cinco días precedentes fue nula, lo que sitúa a la cuenca en una Condición Antecedente de Humedad del tipo I. La cantidad de agua precipitada durante el aguacero fue de 72 mm, unos 3,7 hm³ en toda la cuenca. En la tabla 2 se recoge el resumen del análisis de hidrogramas efectuado en las distintas subcuencas. En el hidrograma global de la cuenca, que corresponde al del tramo inferior en la figura 3, se aprecian cuatro máximos. Los dos primeros representan las aportaciones de la propia cuenca, originados por los dos episodios de tormenta iniciales. Los dos puntas de caudal restantes corresponden a las aportaciones proceden-

tes de las otras subcuencas, así como a los dos últimos eventos de lluvia representados en el hietograma. El umbral de escorrentía, límite por debajo del cual ésta no tiene lugar, es de 31 mm en toda la cuenca.

Tan sólo el 1.5 % de la precipitación correspondió a lluvia efectiva o escorrentía superficial, debido, por una parte, a las condiciones de humedad iniciales del suelo y, por otro lado, a que las áreas más extensas de la cuenca, sobre todo la cabecera, se encuentran con litologías muy permeables y protegidas frente a la erosión hídrica, con vegetación autóctona y repoblaciones forestales adecuadas. Sin embargo, la subcuenca correspondiente al tramo inferior, que representa sólo el 3.9 % de la superficie total, aporta el 33 % de la escorrentía, lo que implica un coeficiente de escorrentía de avenida de 0.13. En los tramos medio y superior dicho parámetro alcanza valores de 0.008 y 0.013, respectivamente, siendo el del conjunto de las tres subcuencas 0.016. Si consideramos una precipitación máxima en 24 horas con un

período de recurrencia de 25 años, deducida de la figura 2, el caudal de avenida, para unas condiciones de humedad medias superaría los 60 m³/s, lo que supondría un grave riesgo para las explotaciones agrícolas del Campo de Dalías.

En conclusión, puede afirmarse que la cuenca de Carcáuz, representativa de gran parte de la vertiente meridional de la Sierra de Gádor, constituye un conjunto muy permeable, sobre todo en las partes altas de la misma, donde los procesos de infiltración adquieren una importancia relevante. Sin embargo, el marcado ca-

rácter torrencial originado por fuertes pendientes, avanzado estado de deforestación y existencia de afloramientos poco permeables en los tramos inferiores de la vertiente, hacen de la misma un área notablemente vulnerable a la generación de episodios violentos de escorrentía.

Referencias

- Balanyá, J. C., García Dueñas, V. (1987): *C. R. Ac. Sc., Serie II*, 304, pp: 929-934.
- Jacquín, J. P. (1970): *Thèse Univ. Nantes*, 501 p.
- Mintegui, J. A. y Robredo, J. C. (1993): *Fundación Conde del Valle de Salazar, ETSI de Montes*, 88 p, Madrid.
- Orozco, M. (1972): *Tesis Doctoral. Univ. Granada*. 379 p.
- Pulido Bosch, A. *et al.*, (1993). I *Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. I*, pp: 119-128, Murcia.
- Rosbjerg, D. (1993): *Technical University of Denmark* 210 p.
- Soil Conservation Service (1972): *Sec. 4, Hydrology*, USDA.
- Todorovic, P. and Zelenhasic, E. (1970): *Water Resour. Res.* 6, 1641-1648.