

Análisis de frecuencia de avenidas del río Genil en Écija (Sevilla), en relación con la ocupación urbana de su llanura de inundación

Floods frequency analysis of the Genil river in Écija (Sevilla), in relation to the urban occupation of the inundation plain

I. Fernández, E. Olivas, J.C. Cerón

Departamento de Geodinámica y Paleontología. Universidad de Huelva. Campus del Carmen. Avda. Fuerzas Armadas s/n. 21071. HUELVA. Email: ceron@uhu.es

ABSTRACT

The city of Écija (Sevilla), had been suffered along history several destructives events of floods. Regulation of river basin made in the 60s, was not sufficient to finish completely the overbank problems over the city. This problem was increased because of the fast urban growth, aimed towards the inundation plain occupation. To obtain a quantitative knowledge of problem, were made a floods frequency analysis of Genil River in Écija; and after this were plotted a floods risk map considering the greatest flows calculated for periods of 10, 25 and 100 years.

Key words: Floods frequency analysis, inundation plain, urban growth.

Geogaceta, 29 (2001), 50-52
ISSN: 0213683X

Introducción

El municipio de Écija se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Genil, en el primer tramo de su curso bajo que posee una llanura de inundación diferenciada.

Los registros históricos y arqueológicos, ponen de manifiesto una continua relación de la ciudad con inundaciones de carácter destructivo. En periodos más recientes se constata, gracias a la continuidad de registros, una ocurrencia bastante significativa de eventos de mediana intensidad, que en tiempos históricos debieron ser aprovechadas por el hombre para la mejora de la agricultura.

La casi total ausencia de trabajos referidos al crecimiento urbano y su interacción con el medio natural, exceptuando el de Núñez y Muñoz (1997), no permite relacionar históricamente eventos medios con la inundación del casco urbano.

Las referencias históricas a inundaciones aparecen distribuidas irregularmente, dependiendo del momento histórico en que se produce. A partir del primer documento existente, que establece una avenida del río Genil en el

año 850, existen varios periodos carentes de información hasta el siglo XV, desde donde el registro parece mostrar garantías de continuidad.

El periodo de retorno de fenómenos con graves consecuencias, en el periodo histórico referido es de 37 años, existiendo un intervalo máximo entre dos acontecimientos de 144 años y un mínimo de 4 años.

Aspectos climáticos

El clima a lo largo de la cuenca del río Genil es muy variado, apareciendo desde el clima mediterráneo seco típico de la Campiña, hasta clima de montaña con intensa precipitación de nieve en Sierra Nevada.

La ocurrencia de inundaciones con posterioridad a la regulación hidrológica del río, tras la construcción de los Embalses de Iznajar, Cordobillas y Malpasillo-Jauja (éstos últimos no cumplen actualmente su función reguladora), hace pensar que es la dinámica de la cuenca inferior sin laminar, la responsable de los desbordamientos en la ciudad de Écija.

Esta zona es la ocupada por las subcuencas de los ríos Anzur, Yegüas, Ca-

Tx (años)	Caudal (m ³ /s)	Calado (m)
1,5	89	2,2
5	231	4,0
10	322	4,7
25	458	5,6
50	574	6,2
100	705	6,7
500	1065	**

Tabla 1.- Caudales punta estimados y altura correspondiente para diferentes periodos de retorno (: Valor fuera de la curva de gastos).**

*Table 1.- Estimated maximum flows and depth for different recurrence interval (**: Data outside of the curve depth-flows).*

bra y Blanco, así como el tramo del río Genil aguas abajo del pantano de Iznajar, supone un área de 3412 km².

Basado en el registro meteorológico de Écija (1951-1997), la temperatura media es de 17,8 °C y la precipitación media de 587 mm anuales, aunque ésta última tiene un carácter muy irregular, con un máximo de 1134 mm y un mínimo de 203 mm.

Geología y morfología

Los alrededores de Écija se corresponden geológicamente con la franja

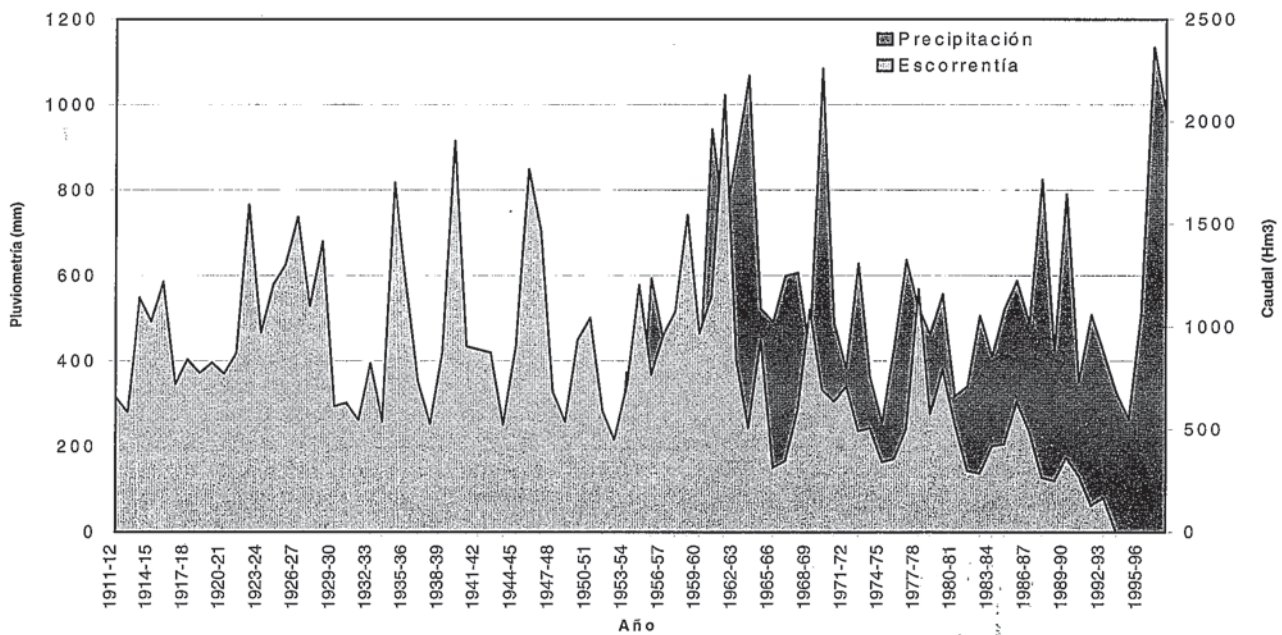


Fig. 1.- Caudales anuales y precipitación anual en el curso medio del río Genil.

Fig. 1.- Annuals flow and precipitation in the middle zone of the Genil river.

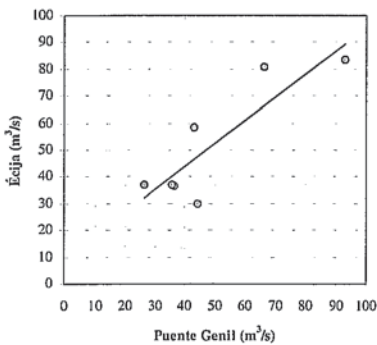


Fig. 2.- Recta de regresión a partir de los datos de caudal.

Fig. 2.- Regression as of the flow data.

más meridional de la depresión del Guadalquivir, apareciendo el contacto con la unidad subbética exterior a unos 5 km del casco urbano.

Las rocas más abundantes que conforman el sustrato del área, corresponden a margas de edad Tortoniense y que afloran en toda la región. Presentan una potencia de unos 1200 metros, determinada mediante sísmica de refracción. Únicamente afloran en las laderas generadas durante la excavación del río. Se encuentran cubiertas por una ligera capa de materiales fluviales: limos, arenas y gravas de edad Plioceno-Pleisto-

ceno y que tapizan las llanuras elevadas en las márgenes del valle.

Por último, se describen terrazas fluviales y depósitos recientes en el fondo del valle; son de granulometría variada, encontrándose desde arcillas hasta gravas de tamaño considerable (25 cm). Estos materiales conforman la llanura de inundación y sobre los que se encuentra el casco urbano.

La morfología del valle es simétrica, con un desnivel desde el fondo hasta el relieve previo de unos 90 m. La anchura de la llanura de inundación oscila entre 800 y 1000 m, existiendo un estrechamiento significativo de 450 m donde se ubica el casco urbano. Esto podría deberse a la existencia de un cono de deyección en la desembocadura del arroyo que atraviesa la ciudad, o al crecimiento urbano a lo largo de la historia y que proporcionarían una mayor cota sobre la que se desarrolló el actual centro urbano. Dichos aspectos no se encuentran actualmente aclarados.

Análisis de frecuencia

El objetivo del análisis de frecuencia de parámetros hidrológicos mediante el uso de distribuciones de probabilidad, se realiza para relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia. Para ello, se supone que la in-

formación hidrológica analizada es independiente y se distribuye de forma uniforme, y que el sistema hidrológico que lo produce no depende del espacio y del tiempo.

Para realizar el análisis de frecuencia de inundaciones, se precisan los datos de caudales punta anuales de la zona de estudio. Al existir únicamente registro en la estación de aforo de Écija en el intervalo 1983-1993, se recurre a establecer la correlación con los datos análogos de la estación de Puente Genil, para la que hay registro desde el año 1912 hasta el año 1994 (Fig. 1). Esta correlación, realizada a partir de los datos de caudales de los años en los que se poseen datos en ambas estaciones, tiene una fiabilidad aceptable con un ajuste de la recta de regresión de $r = 0,752$. Con la recta de ajuste ($y = 9,8 + 0,853 x$) se realiza la interpolación de los datos de Puente Genil a Écija (Fig. 2).

Con los datos tabulados, se realizó el diseño hidrológico, pretendiendo estimar las caudales para periodos de recurrencia de 1,5, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años. Para ello se utilizó el cálculo del factor de frecuencia para una función de distribución lognormal de Chow (in Chow *et al.*, 1995) (Tabla 1).

La magnitud (x_T) de un evento hidrológico extremo puede representarse como la media (m) más una desviación (Δx_T) de la variable respecto a la media:

$$x_T = \mu + \Delta x_T$$

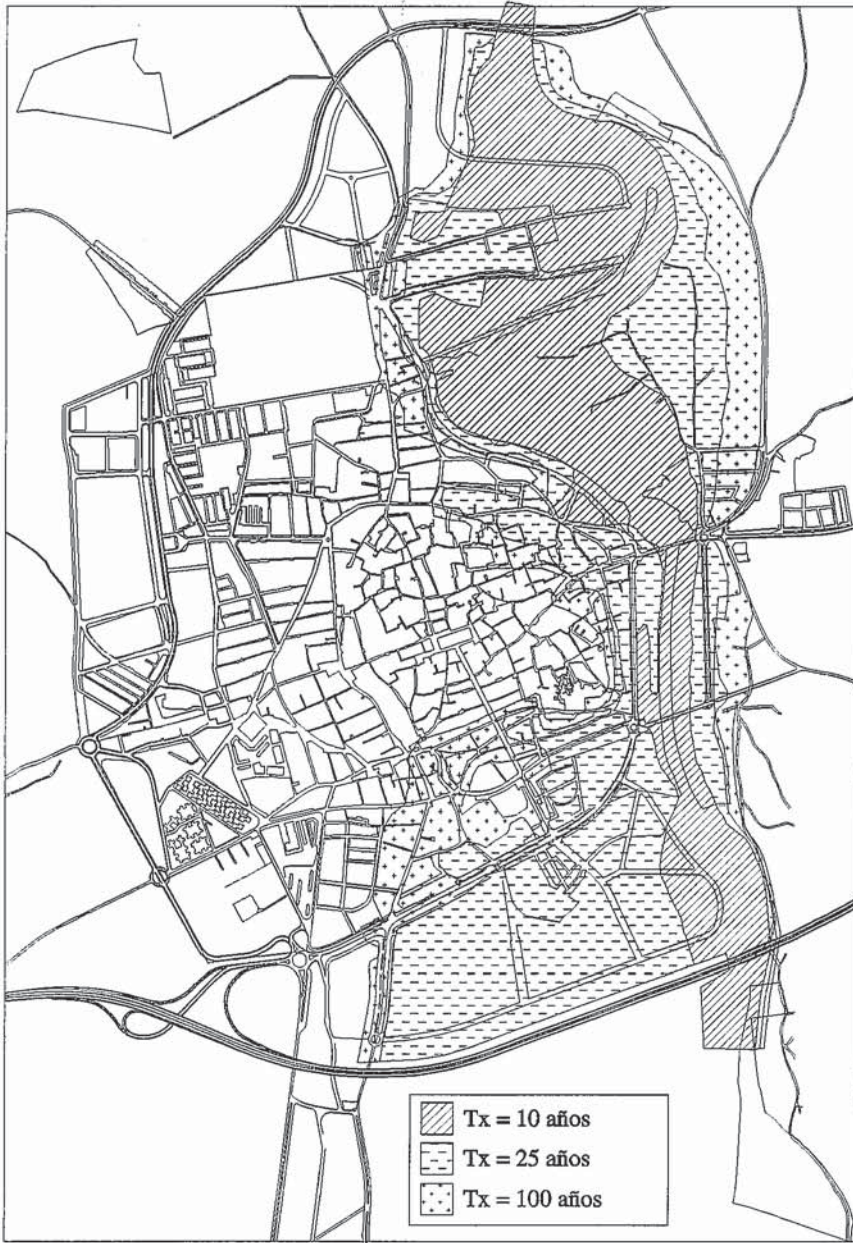


Fig. 3.- Mapa de inundación para distintos periodos de retorno (Tx) del río Genil en Écija (Sevilla).

Fig. 3.- Flood map for different recurrence interval (Tx) of the Genil river in Écija (Sevilla).

Esta desviación (Δx_T) se iguala al producto de la desviación estándar (s) por el factor de frecuencia (K_T).

$$x_T = \mu + K_T \sigma$$

El valor de K_T , correspondiente a una probabilidad de p , puede calcularse gracias a una aproximación a partir de un parámetro intermedio w :

$$w = [\ln(1/p^2)]^{1/2} \quad (0 < p \leq 0,5)$$

Dicha aproximación, presenta un error menor a 0,00045 en K_T y es:

$$K_T = w \frac{2,515517 + 0,802853w + 0,010328w^2}{1 + 1,432788w + 0,189269w^2 + 0,001308w^3}$$

La distribución lognormal se realiza con el mismo procedimiento, considerando el logaritmo decimal de cada valor, y obteniendo los parámetros media (m) y desviación estándar (s) de éstos. Para obtener el resultado definitivo se resuelve la potencia en base diez de x_T : $XT = 10^{x_T}$

Los caudales, correspondientes a los distintos periodos de recurrencia, se relacionan mediante la curva de gasto de la estación con el espesor de la lámina de agua que ocupan.

Tomando como referencia la inundación de 1997, para la que se conoce con gran detalle el perímetro mojado correspondiente a una altura de 7,19 metros, se ha realizado el mapa de riesgo de inundación para tiempos de recurrencia de 10, 25 y 100 años, sobre el mapa topográfico 1/10000 del Instituto Cartográfico Andaluz -ICA- (1998), mejorando las cotas con la base topográfica del 1/2000 del ICA (Fig. 3).

Conclusiones

El crecimiento urbano de Écija se halla muy limitado por la presencia del río Genil, al este, y de laderas inestables, al oeste. La necesidad de expansión en los últimos años ha hecho que la ciudad vaya creciendo cada vez hacia zonas más fácilmente inundables. Se observa que la zona urbana inundable, para un periodo de retorno de 25 años, corresponde en un 75% de la superficie con las áreas urbanizadas en los últimos 30 años. Las zonas inundables para un periodo de retorno de 10 años, quedan únicamente ocupadas por las edificaciones de los últimos 15 años.

Esto evidencia que la ciudad debería replantearse el uso de su suelo urbano, debiéndose destinar las zonas que frecuentemente ocupa el río en sus crecidas a zonas amplias y sin estructuras, útiles para el recreo o la agricultura, sin que su inundación ocasione daños mayores.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a una beca de investigación otorgada por la Empresa Municipal Aguas de Écija.

Referencias

Chow, V., Maidment, D. y Mays, L. (1995). *Hidrología Aplicada*. 595 p. Instituto Cartográfico Andaluz (1998). *Cartografía provincia de Sevilla 1:10000 y 1:2000*.
 Núñez, E. y Muñoz, J. (1997). *Apuntes sobre la evolución urbanística de Écija*. 125 p.