

Análisis de la sinuosidad del bajo Guadalhorce y sus implicaciones en la actividad tectónica reciente en la Cuenca de Málaga

J.M. Insua Arévalo¹, R. Capote¹, F. Martín-González² y J.J. Martínez-Díaz¹

¹ Dpto. Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Novais 2, Madrid 28040. insuarev@geo.ucm.es

² Área de Geología, ESCET, Universidad Rey Juan Carlos, C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles (Madrid).

ABSTRACT

The sinuosity of the Guadalhorce River in the Malaga Basin is studied in this paper. The Malaga Basin is located in the Internal Zone of the Western Betic Chain, southern Spain. The river channel is divided into 5 reaches from the mouth, according to the strike variations of the valley. The sinuosity decreases dramatically in reach 2 in comparison to the sinuosity in reaches 5, 4, and 3. We interpret this lower sinuosity in reach 2 as a decrease in the slope of the valley. This fact is also observed in the longitudinal profile of the river channel along reach 2. We conclude that the anomalies observed in reach 2 are due to a gentle syncline related to the active anticline of Sierra de Cártama.

Key words: active folding, Betic Chain, Guadalhorce River, Malaga Basin, river sinuosity.

INTRODUCCIÓN

El análisis de la morfología de la red fluvial es una de las herramientas más comunes y eficaces de interpretación de aspectos relacionados con la tectónica activa. El delicado balance existente entre los numerosos parámetros con los cuales se puede describir un sistema fluvial (anchura y profundidad del canal, pendiente y sinuosidad, velocidad de flujo, rugosidad, etc) hace que cualquier cambio en el entorno quede reflejado en el sistema (Keller y Pinter, 2001). En la presente comunicación se evalúan algunos de estos parámetros en el curso final del río Guadalhorce a su paso por la Cuenca de Málaga. Este río ha sido objeto de estudio recientemente para la determinación de levantamiento regionales (Schoorl y Veldkamp, 2002).

Además del análisis del río, se realizan varias observaciones de carácter geomorfológico sobre el modelo digital del terreno de la cuenca y su entorno, con el objetivo de detectar signos de actividad tectónica reciente relacionados con el pliegue de la Sierra de Cártama (Capote *et al.*, 2002).

ENCUADRE GEOLÓGICO

El tramo estudiado del río Guadalhorce discurre por la cuenca miocena de Málaga. El sustrato de la cuenca está formado por materiales pertenecientes a los complejos Alpujárride y Maláguide de las Béticas Internas, que además son los materiales que componen los principales relieves circundantes (Montes de Málaga y Sierra de Mijas). La secuencia sedimentaria de su relleno ha sido descrita por diversos autores entre los que destacamos Chamón y Quinquer (1976) y Estévez González y Chamón (1978). En la cuenca se encuentran sedimentos de edades desde el Oligo-

ceno-Aquitaniense hasta la actualidad, aunque es a partir del Tortoniense cuando los depósitos se pueden considerar pertenecientes a la cuenca tal y como hoy en día la conocemos (López-Garrido y Sanz de Galdeano, 1999). Como rasgo peculiar de la cuenca destaca la Sierra de Cártama, ubicada en su centro. La estructura de la sierra está definida por una antiforma con el eje orientado ENE-OSO, a la que se atribuye una actividad tectónica reciente (Capote *et al.*, 2002).

El río Guadalhorce presenta un trazado cartográfico en forma de "C". Su cabecera se encuentra al Norte de los Montes de Málaga y comienza discurriendo de Oeste a Este por terrenos del Trías de Antequera en el Subbético interno, hasta llegar al desfiladero de los Gaitanes, donde atraviesa los macizos mesozoicos calizos Penibéticos y el curso toma una trayectoria Norte-Sur. A partir de este tramo el río discurre sobre los materiales cuaternarios de su propia llanura de inundación, que inicialmente están depositados sobre los materiales pertenecientes a la unidad Neomédica. En la parte más meridional la llanura se encuentra principalmente sobre materiales marinos de edad pliocena pertenecientes a la Cuenca de Málaga. Es en estos materiales el río efectúa sus últimos dos quiebras para discurrir Oeste-Este y finalmente ONO-ESE hasta su desembocadura en el Mar Mediterráneo al Sur de la ciudad de Málaga (Fig. 1).

MORFOLOGÍA FLUVIAL Y ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

Este trabajo se centra en la parte del río que discurre por los materiales cuaternarios de la llanura de inundación hasta su desembocadura. Para el análisis de la sinuosidad se han diferenciado 5 tramos, numerados del 1 al 5, empezando desde la desembocadura. Utilizando los mapas topográficos del IGN escala 1:25.000, se ha calculado la sinuosidad para



FIGURA 1. Mapa de situación y esquema geológico de la zona.

cada tramo, definida como la relación existente entre la longitud del canal y la longitud del valle por el que discurre. Los valores de sinuosidad se han representado en la figura 2a.

También se ha realizado un análisis de la topografía, para lo que se ha recurrido al modelo digital del terreno del Instituto Cartográfico de Andalucía, que contiene datos de altura topográfica distribuidos según una malla regular compuesta por celdas unitarias cuadradas de 20 m de lado. Para realzar la morfología del sistema fluvial, la superficie se ha coloreado según una escala de grises en función de la altura topográfica, desde el nivel del mar hasta los 100 m.s.n.m. (Fig. 2a). Sobre esta base topográfica, y en relación a la morfología fluvial, se observa cómo el valle por el que discurre el río Guadalhorce experimenta una pérdida de pendiente significativa a lo largo del Tramo 2. Este hecho ha sido puesto de manifiesto también en el perfil longitudinal del río que se ha realizado sobre esta base topográfica (Fig. 2b). Otro rasgo significativo que se ha observado en la topografía es el la linealidad y el paralelismo de los bordes del valle a ambos lados del río en el segmento que discurre por delante de la vertiente Norte de la Sierra de Cártama (Fig. 2a, tramo 2).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Atendiendo a la sinuosidad de cada tramo estudiado, se observa cómo ésta varía entre 1,18 y 1,49 (Fig. 2). Destaca cómo el valor de sinuosidad disminuye notablemente en el Tramo 2 (S_2) en comparación con los valores S_5 , S_4 y S_3 de los tramos aguas arriba. Esta disminución del valor de la sinuosidad la atribuimos a una pérdida importante de pendiente en el valle. Los valores de sinuosidad del canal y pendiente del valle se ajustan a los que definen la curva que representa la relación

entre ambos factores para una carga predominante del río en suspensión. Estas relaciones han sido estudiadas por numerosos autores, entre los que destacamos a Schumm *et al.* (2000). La pérdida de pendiente en el valle queda también reflejada en el mapa topográfico y en el perfil longitudinal del río en dicho tramo. Esta anomalía en la pendiente del valle en el Tramo 2 la interpretamos como un indicio de la existencia de un movimiento tectónico reciente que genera un sinclinal muy tenue asociado al pliegue activo de la Sierra de Cártama. El eje del sinclinal tendría una longitud similar al del sinclinal de la sierra, con unas terminaciones periclinales que otorgarían al valle unas condiciones de hundimiento relativo tanto transversal como longitudinalmente. En el límite entre los Tramos 2 y 1, y coincidiendo con un límite estructural de importancia relevante dentro de la cuenca (Insua *et al.*, 2003), se observa en el mapa topográfico una zona elevada respecto al fondo del valle del Tramo 2 (marcado en tonos más claros en la figura 2a). Esta zona coincide con la que ha sido descrita por Linares *et al.* (1995) como "obstáculo paleogeográfico", a partir del cual aguas abajo el espesor tanto de depósitos aluviales cuaternarios como el de los marinos pliocenos es superior al de aguas arriba. Este umbral lo interpretamos como la terminación periclinal del sinclinal en su extremo oriental. En cuanto a la linealidad y a la dirección paralela de los bordes del valle en el Tramo 2 delante de la vertiente norte de la Sierra de Cártama, hay que destacar su coincidencia con la traza axial de los pliegues, tanto del anticlinal como del sinclinal. En definitiva, el análisis de la sinuosidad del río Guadalhorce y de la morfología del relieve circundante muestran indicios de actividad tectónica reciente en un régimen compresivo.

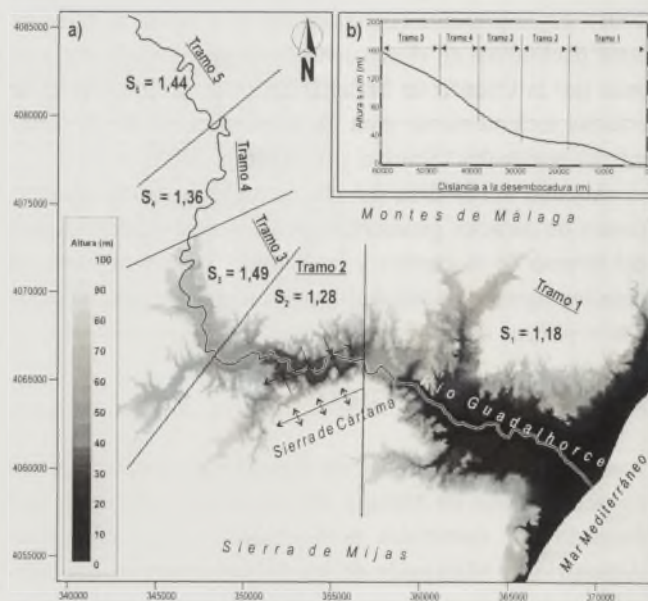


FIGURA 2. a) Trazado cartográfico del río Guadalhorce con las divisiones en tramos realizadas para el análisis de la sinuosidad. Los valores de sinuosidad vienen designados como S_n para cada tramo. Se han marcado las trazas axiales de anticlinal y sinclinal. b) Perfil longitudinal del río Guadalhorce.

REFERENCIAS

- Capote, R., Insua Arévalo, J.M., Martínez-Díaz, J.J., Martín-González, F. y Tsige, M. (2002): La Sierra de Cártama: Pliegue con actividad reciente en las Béticas Occidentales (Hoya de Málaga). *Geogaceta*, 31: 135-138.
- Chamón, C. y Quinquer, R. (1976): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 1.052 (Alora)*. IGME, Madrid.
- Estévez González, C. y Chamón, C. (1978): *Mapa Geológico de España 1:50.000. Hoja nº 1.066 (Córdoba)*. IGME, Madrid.
- Insua Arévalo, J.M., Martín-González, F., Capote, R. y Martínez-Díaz, J.J. (2003): Aspectos tectónicos del estudio gravimétrico de la Cuenca de Málaga. *Geotemas*, 5: 123-127.
- Keller, E.A. y Pinter, N. (2001): *Active tectonics. Earthquakes, uplift and landscape*. Prentice Hall. 2ª edición, 362 p.
- Linares, L., López Arechavala, G., López Geta, J.A. y Rubio Campos, J.C. (1995): Definición geométrica de los acuíferos plio-cuaternarios del bajo del Guadalhorce (Málaga). En: *VI Simposio de Hidrogeología*. Asociación Española de Hidrogeología Subterránea, Sevilla: 435-447.
- López Garrido, A.C. y Sanz de Galdeano, C. (1999): Neogene sedimentation and tectonic-eustatic control of the Málaga Basin, South Spain. *Journal of Petroleum Geology*, 22 (1): 81-96.
- Schoorl, J.M. y Veldkamp, A. (2002): Late Cenozoic landscape development and its tectonic implications for the Guadalhorce valley near Álora (Southern Spain). *Geomorphology*, 123: 43-57.
- Schumm, S.A., Dumont, J.F. y Holbrook, J.M. (2000): *Active Tectonics and Alluvial Rivers*. Cambridge University Press, Nueva York, 276 p.