

Efectos de la separación de flujo en las secuencias de barras de meandro. Ejemplos del Oligoceno Superior de la Cuenca de Loranca

Effects of flow separation on point bars sequences. Upper Oligocene examples of the Loranca Basin

M.B. Muñoz García y M. Díaz Molina

Dpto. de Estratigrafía – UCM, Instituto de Geología Económica – CSIC, Fac. CC. Geológicas – Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040, Madrid. mbmunoz@geo.ucm.es, margot@geo.ucm.es

Resumen: El registro estratigráfico del Eoceno-Mioceno de la cuenca de Loranca está formado por sedimentos fluviales, aluviales y lacustres. Durante el Oligoceno Superior los depósitos de ríos meandriformes del abanico fluvial de Tórtola se extendieron por el centro de la cuenca y su margen oeste. Las barras de meandro del abanico de Tórtola presentan diferencias con el modelo de facies básico, en el que la secuencia de estructuras sedimentarias está producida por una disminución de la velocidad de la corriente. Las secuencias *fining-upwards* graduales no son las más frecuentes en las barras de meandro del Oligoceno de la cuenca de Loranca. La estructura sedimentaria más abundante es la estratificación cruzada de pequeña escala rellenando surcos erosivos, que puede presentarse en toda la sección de la barra de meandro. La estratificación cruzada de *ripples* compone a su vez otras formas del lecho que se caracterizan por una morfología de crestas longitudinales. Estas formas compuestas se interpretan como formas del lecho generadas por vórtices espirales en zonas de separación de flujo.

Palabras clave: Ríos meandriformes, barras de meandro, separación de flujo, crestas longitudinales, Cuenca de Loranca.

Abstract: *In the Loranca Basin the Eocene to Miocene stratigraphic record consists of fluvial, alluvial and lacustrine sediments. During Late Oligocene times meandering river deposits of the Tórtola fluvial fan extended on the central part of the basin and towards its western margin. Point bars of the Tórtola fan show departures from the basic facies model, where the sequence of sedimentary structures was generated by a decrease in flow velocity. Gradual fining-upward sequences are not frequent in the Oligocene point bars of the Loranca Basin. The most abundant sedimentary structure is small scale cross-stratification filling trough erosional surfaces, which can be present along the whole point bar section. Ripple cross-stratification in turn composed longitudinal ridges bed forms. These composite bed forms were probably generated by spiral vortices in flow separation zones.*

Key words: *Meandering rivers, point bars, flow separation, longitudinal ridges, Loranca Basin.*

INTRODUCCIÓN

La separación del flujo a lo largo del margen convexo de los meandros ha sido observada en ríos actuales (p. ej. Leeder y Bridge, 1975, Nanson, 1980, Fronthingan y Rhoads, 2003) y es una función de la curvatura del meandro y del número de Froude (Bagnold, 1960, Leopold *et al.*, 1960). En algunos depósitos de ríos meandriformes actuales la separación de flujo se ha deducido de estructuras sedimentarias cuyas láminas de *foreset* estaban inclinadas aguas arriba (Davies, 1966, Taylor y Woodier, 1978). En el río Beaton se forman grandes crestas longitudinales, en zonas de separación de flujo, que a su vez originan circulación de tipo Langmuir (Nanson, 1980). La presencia de surcos erosivos múltiples en las secuencias de las barras de meandro sólo puede explicarse por una circulación de tipo Langmuir, capaz de generar los surcos y las crestas longitudinales asociadas. En este trabajo se describen formas del lecho compuestas por

surcos erosivos y crestas longitudinales que se generaron por una circulación de tipo Langmuir.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

La cuenca de Loranca está situada entre la Sierra de Altomira y la Cordillera Ibérica (Fig. 1). Con los datos obtenidos de la geología de superficie, perfiles sísmicos y sondeos, se ha descrito como una cuenca de foreland *'non-sequenced'* con un estilo estructural dominado por pliegues de compresión con discordancias intraformacionales (Gómez *et al.*, 1995). Desde el Oligoceno Superior hasta el Mioceno Inferior la cuenca de Loranca se rellenó con dos sistemas deposicionales coalescentes: los abanicos de Tórtola (Fig. 1) y de Villalba de la Sierra y sus ambientes asociados (Díaz-Molina y Tortosa, 1996). Ambos abanicos estaban formados por ríos permanentes que con el tiempo fueron reemplazados por depósitos de ambientes lacustres.

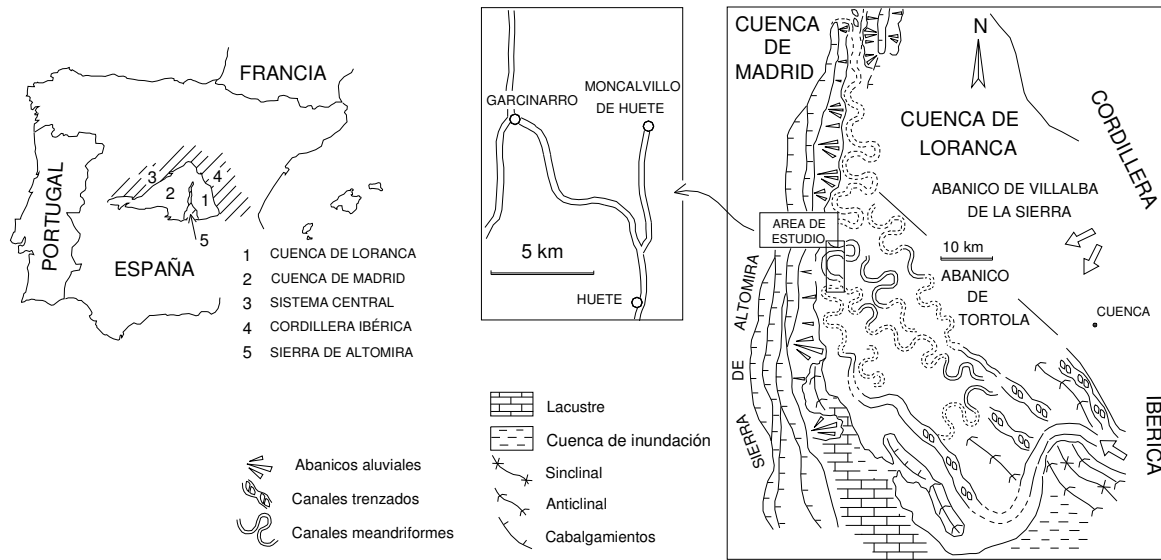


FIGURA 1. Mapa de situación de la cuenca de Loranca, y de la zona de estudio sobre la reconstrucción paleogeográfica del sistema deposicional del abanico de Tórtola.

LÓBULOS DE MEANDRO

Los afloramientos estudiados están formados por depósitos de cinturones de meandro del abanico de Tórtola (Fig. 1). Los sedimentos más abundantes son cuerpos arenosos de lóbulos de meandro y *crevasses*, y lutitas que rellenan los canales abandonados y forman la llanura de inundación. Los paleosuelos son abundantes y están representados por calcretas. Los lóbulos de meandro se identifican por su geometría externa y la preservación de superficies de acreción lateral. Con frecuencia están formados por barras de meandro adyacentes separadas por superficies de reactivación (Díaz-Molina, 1993). Aplicamos el término barra de

meandro o *point bar* a una barra compuesta por un conjunto de unidades de acreción lateral paralelas entre sí y que en planta corresponde a un grupo de *scroll bars* paralelos. Las areniscas son litoarenitas, principalmente compuestas de cuarzo y fragmentos de rocas carbonáticas (Díaz Molina y Tortosa, 1996).

En la Figura 2 se representan cinco columnas con la sucesión de estructuras sedimentarias observadas en cuatro barras de meandro. Sólo una de estas columnas (número 1, Fig. 2) presenta una sucesión de estructuras y una evolución en la vertical del tamaño de grano que puede asociarse a un flujo helicoidal.

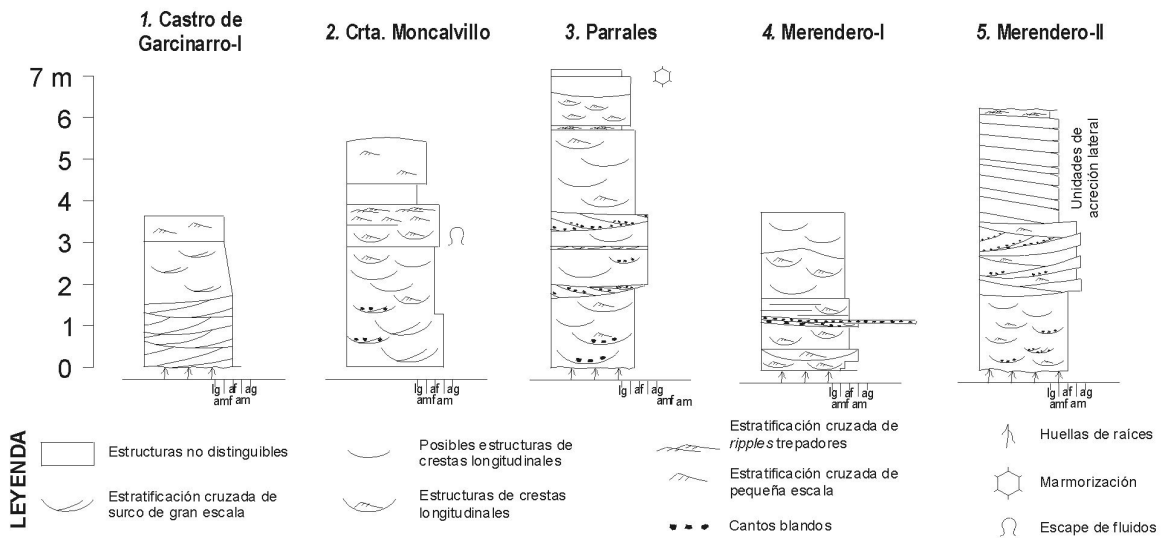


FIGURA 2. Sucesión de estructuras sedimentarias en cuatro barras de meandro. La columna 3 corresponde al afloramiento de la Fig. 3A.

El resto de las columnas (2 a 5, Fig. 2) presenta intercalaciones de grano más grueso que rompen las tendencias positivas. Son frecuentes también los tapices de cantos blandos sobre las superficies de

acreción lateral y los surcos erosivos. Estas columnas reflejan además el predominio de la estratificación cruzada de pequeña escala que compone crestas longitudinales.

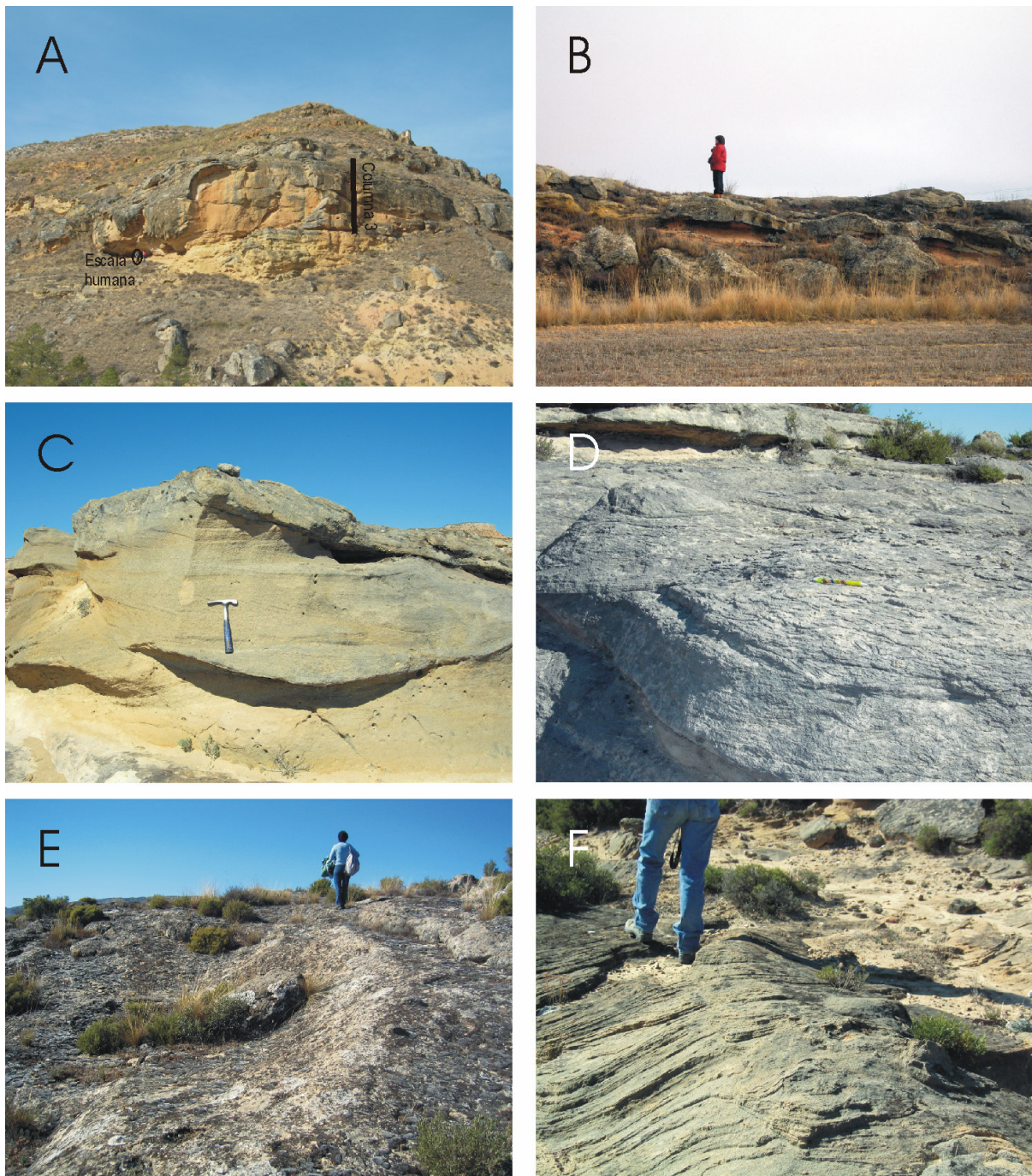


FIGURA 3. Estructuras de las barras de meandro. A) Barra de meandro de Parrales, correspondiente a la columna 3 de la figura 2. B) Sección de crestas longitudinales preservadas en las superficies de acreción lateral. C) Estratificación cruzada de gran escala de la base de la columna 2 (Fig.2). D) Surcos erosivos rellenos por ripples. E y F) Crestas longitudinales preservadas en planta.

ESTRUCTURAS DE CRESTAS LONGITUDINALES

En las barras de meandro las estructuras de crestas longitudinales se observan a lo largo de toda la sección (por ejemplo, columnas 3 y 4 en la Fig. 2) o intercaladas

con estratificación cruzada de surco de gran escala, a la que se parecen a simple vista (fig. 3C y D). La diferencia principal estriba en que los 'sets de gran escala', de hasta 50 cm de espesor en los afloramientos estudiados, están formados por estratificación cruzada

de *ripples*. La estratificación cruzada de pequeña escala puede ser de surco, planar o estar formada por *ripples* trepadores (fig. 3D). Cuando la morfología externa se preserva, cada pareja de estos surcos erosivos deja entre ellos una cresta alargada (figs. 3B, E, F y 4). En planta, estas crestas son paralelas a los *scroll bars* y a las unidades de acreción lateral, mientras que los trenes de *ripples* que rellenan los surcos adyacentes son paralelos a ellos o ligeramente oblicuos. Las crestas longitudinales se pueden reconocer en las superficies de acreción lateral (Figs. 3B y 4). En sección muestran múltiples superficies convexas y cóncavas (Fig 3B), con diferencias apreciables de longitud de onda transversal al comparar las crestas preservadas en diferentes barras de meandro (ej. Figs. 3B y 4). El tamaño de las crestas depende del de los vórtices espirales que las originaron.

Las estructuras de crestas longitudinales están formadas por el material más fino encontrado en las barras de meandro del abanico de Tórtola (arena media a limo). En algunas ocasiones la estratificación cruzada de pequeña escala no se reconoce fácilmente debido a una cementación más abundante de carbonato y principalmente al pequeño espesor de los *sets* de *ripples* (a veces 4 mm). No obstante, la estratificación cruzada de *ripples* puede deducirse cuando el tamaño de grano encontrado en 'aparente' estratificación cruzada de gran escala es demasiado fino para la formación de dunas. Las crestas y surcos asociados fueron generados por vórtices helicoidales (figura 4), en zonas de separación de flujo producidas por la acentuada curvatura de los arcos de meandro.



FIGURA 4. Estructuras de crestas longitudinales sobre las superficies de acreción lateral de una barra de meandro en el afloramiento de Garcinarro. Las flechas indican el sentido de la circulación Langmuir deducida. La dirección de la corriente era hacia dentro de la fotografía.

REFERENCIAS

- Bagnold, R. A. (1960): Some aspects of the shape of river meanders. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper* 282-E: 135-143.
- Díaz-Molina, M. (1993): Geometry and lateral accretion patterns in meander loops, examples from the Upper Oligocene-Early Miocene, Loranca Basin, Spain. *Special Publication International Association of Sedimentology*, 17: 115-131.
- Díaz Molina, M. y Tortosa, A. (1996): Fluvial fans of the Loranca Basin, Late Oligocene - Early Miocene, central Spain. En: *Tertiary basins of Spain* (P. Friend y C. Dabrio, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 292-299.
- Davies, D. K. (1966): Sedimentary structures and subfacies of a Mississippi River point bar. *Journal of Geology*, 74: 234-239.
- Gómez, J. J., Díaz-Molina, M y Lendínez, A. (1995): Tectono-sedimentary analysis of the Loranca Basin (Upper Oligocene-Miocene, central Spain). A 'non-sequenced' foreland basin. En: *Tertiary basins of Spain* (P. Friend y C. Dabrio, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 277-286.
- Frothingham, K. M. y Rhoads, B. L. (2003): Three-dimensional flow structure and channel change in an asymmetrical compound meander loop, Embarras River, Illinois. *Earth Surface. Processes Landforms*, 28: 625-644.
- Leeder, M. R. y Bridges, P. H. (1975): Flow separation in meander bends. *Nature*, 253: 338-339.
- Leopold, L.B., Bagnold, R.A., Wolman, M.G. y Brush Jr., M.B. (1960): Flow resistance in sinuous or irregular channels. En: *Physiographic and hydraulic studies of rivers. Geological Survey Professional Papers*, 282-D: 109-134.
- Nanson, G. C. (1980): Point bar and flood plain formation of the meandering Beatton River, northeastern British Columbia, Canada. *Sedimentology*, 27: 3-30.
- Taylor, G. y Woodyer, K. D. (1978): Bank deposition in suspended load streams. En: *Fluvial Sedimentology*. (A. D. Miall, ed.), *Memoir of the Canadian Society of Petroleum Geologists*, 5: 257-275.