

La sintaxis tectónica de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia): evidencias morfotectónicas de su cinemática

Eduardo A. Rossello

CONICET – Universidad de Buenos Aires, FCEN, Departamento de Ciencias Geológicas, Pab. II, Ciudad Universitaria, 1425 Buenos Aires, Argentina.

* Email: ea_rossello@yahoo.com.ar

Abstract. The neogene kinematics of the Sierra Nevada de Santa Marta tectonic syntaxis is interpreted from morphostructural evidence. Digital elevation models suggest on its western border (the Santa Marta-Bucaramanga sinistral wrenching) different horizontal displacements: i) 60 km of on the coalescent alluvial fan developed towards the Magdalena river and 10 km on the paleo Suratá alluvial fan. The northern border (the Oca dextral wrenching) shows 25 km of right lateral displacement on the Rancheria river alluvial fan. The estimated vertical displacement on the western flank reaches up to 15 km calculated from the top of the Sierra Nevada de Santa Marta and the bottom of the Lower Magdalena Valley basin. This deep structure is consistent with the high concentration of seismic activity. Nevertheless, no coeval magmatic activity is well reported.

Palabras Claves: Sintaxis tectónica, transcurrencias, morfoestructura, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.

1 Introducción

Los fallamientos transcurrentes de primera magnitud de Santa Marta-Bucaramanga y Oca generan una sintaxis tectónica neógena que exhibe en su compartimiento interno a la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), caracterizada por un bloque de unidades pre-mesozoicas que llegan a elevarse hasta 5.500 m s.n.m. Este extraordinario relieve positivo adyacente al mar Caribe está generado por el transporte tectónico con cinemáticas opuestas de los fallamientos transcurrentes involucrados que lo limitan (Fig. 1).

Las transcurrencias son causadas por la convergencia oblicua entre las placas Caribe y Sudamérica que producen la deformación de las unidades Precámbricas, Paleozoicas y las cuencas meso-cenozoicas adyacentes (Rossello *et al.*, 2004, Cobbold *et al.*, 2007; Acosta *et al.*, 2007, Rossello *et al.*, 2011).

2 Metodología

Con la finalidad de determinar la cinemática y desplazamientos transcurrentes mínimos de los fallamientos Santa Marta-Bucaramanga y Oca se realizaron análisis morfotectónicos de rasgos topográficos proporcionados por modelos digitales de elevación (MDE) Para resaltarlos en los sectores con relieves suaves y deprimidos fueron remarcados por inundaciones

artificiales. De esta manera, fue posible identificar abanicos aluviales modernos que resultan desplazados sus ápices con respecto a los cursos hídricos que los generaron.

Por otro lado, información geofísica del subsuelo del Valle Inferior del Río Magdalena, particularmente gravimetría de aire libre e información petrolera (sísmica de reflexión y sondeos) permiten reconocer la posición del basamento infrayacente. Por lo tanto, a partir de estos datos se pueden estimar desplazamientos horizontales y verticales aparentes acotados temporalmente con la edad de las unidades tectosedimentarias asociadas.

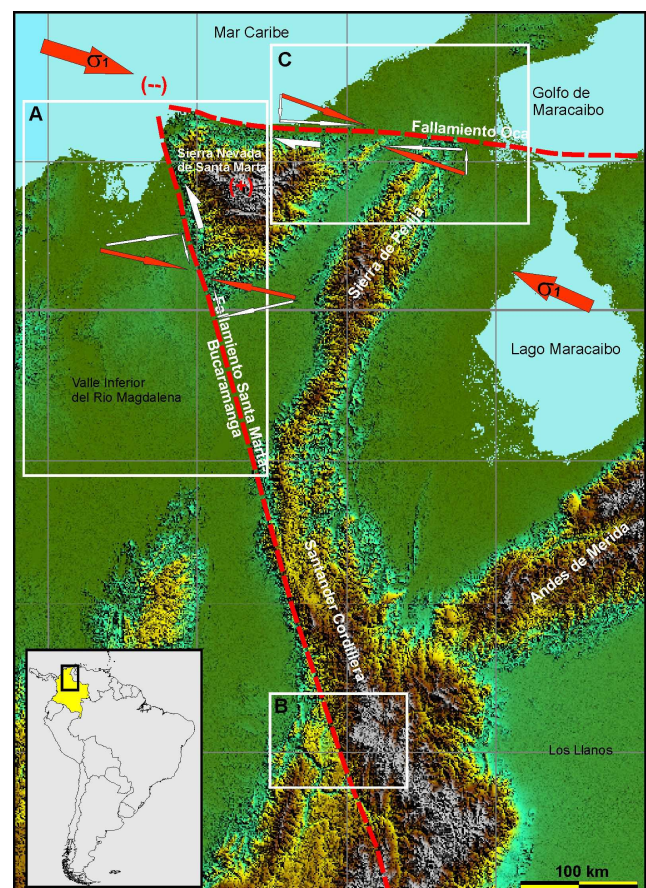


Figura 1. MDE de Colombia septentrional y los fallamientos Santa Marta-Bucaramanga y Oca y la sintaxis tectónica de la SNSM. Las flechas rojas: posición aproximada de los campos de esfuerzos neógenos (σ_1) por la convergencia de placas Caribe y Sudamérica con sus correspondientes componentes ortogonal y transcurrente. Los cuadros blancos: sectores de figuras 2, 3 y 4.

3 Discusión y conclusiones

La transcurrencia senestral Santa Marta - Bucaramanga está constituida por varios segmentos dispuestos NNW-SSE a lo largo de unos 500 km. sobre el borde occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Cordillera de Santander. Su cinemática senestral está apoyada por numerosos trabajos a diferentes escalas regional (Acosta *et al.*, 2007) y observaciones microtectónicas sobre superficies de fallamiento asociadas.

Puede considerarse que esta estructura de primer orden produce la traslación de abanicos aluviales modernos (probablemente cuaternarios) asociados con: i) la bajada occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta hacia el valle inferior del Rio Magdalena que puede interpretarse del orden de unos 60 km (**Fig. 2**) y ii) la traslación del paleocono aluvial del rio Surata donde está actualmente construida la ciudad de Bucaramanga, con un desplazamiento de aproximadamente 10 km donde actualmente desemboca (**Fig. 3**).

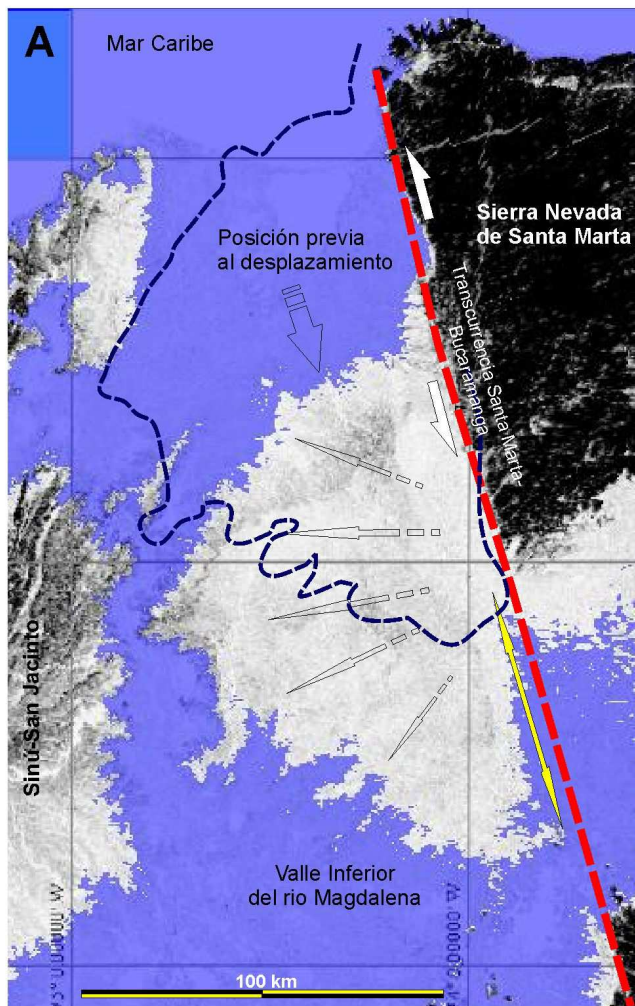


Figura 2. Características morfoestructurales a partir de MDE del sector occidental de la SNSM donde se indica la posición previa a la traslación (línea interrumpida) y una inundación artificial de 60 m para resaltarlo. (Véase localización en la Fig. 1).

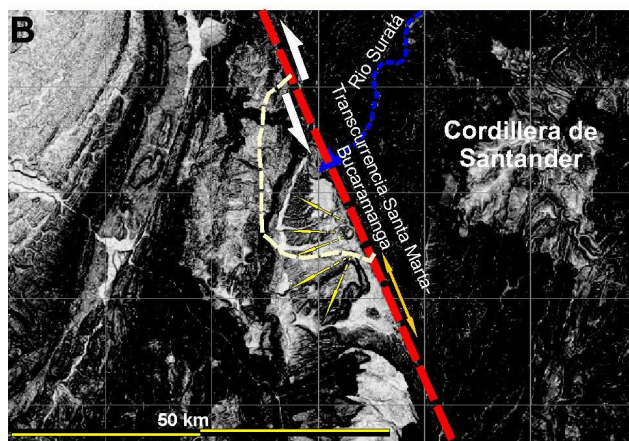


Figura 3. Características morfoestructurales a partir de MDE del sector del paleo abanico aluvial del rio Surata (línea interrumpida). (Véase localización en la Fig. 1).

La transcurrencia dextral Oca se reconoce a lo largo de unos 400 km, dispuesta E-W limitando por el norte la Sierra Nevada de Santa Marta y atravesando el Golfo de Maracaibo hasta las Serranías de Falcón en Venezuela. A partir de la posición actual del paleo abanico aluvial del rio Ranchería, actualmente dispuesto sobre la Baja Guajira y sin conexión aparente con un curso que provenga de la Sierra de Perijá que pueda justificarlo, muestra un desplazamiento de unos 25 km (**Fig. 4**).

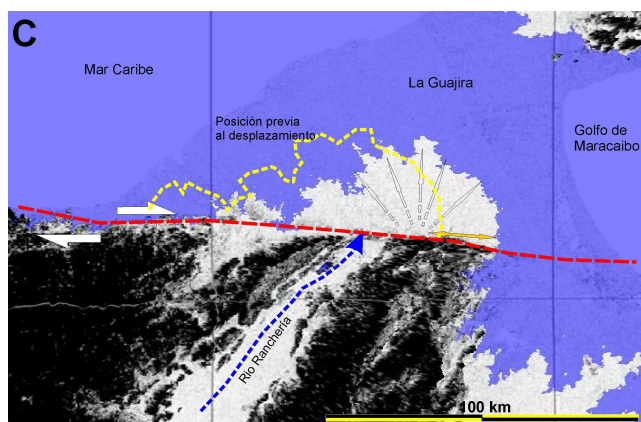


Figura 4. Características morfoestructurales a partir de MDE. Arriba: Sector septentrional de la SNSM donde se indica la posición previa (línea interrumpida) a la traslación y una inundación artificial de 40 m. (Véase localización en la Fig. 1).

A partir de la información proporcionada por la interpretación de estudios gravimétricos que expresan diferencias de hasta 150 mGal (Zarifi, 2007; Galán y Casalla, 2008) y relevamientos de subsuelo realizados por la exploración de hidrocarburos que muestran secuencias terciarias (Montes *et al.*, 2010) del orden de 8 km de potencia se puede apreciar que las modificaciones verticales de la corteza continental llegan a producir resaltos del orden de los 15 km (**Fig. 5**). Esta extraordinaria modificación que necesariamente involucraría al total de la corteza continental podría

justificar la gran concentración de sismicidad (Hernández-Pardo *et al.*, 2007) y el desarrollo de importantes relieves activos alejadas de zonas de convergencia (Rossello *et al.*, 2011). Sin embargo, resulta muy llamativo que a pesar de la importancia, actividad y profundidad que evidencia no parezca estar asociada a magmatismo, según las cartografías actualmente disponibles (INGEOMINAS, 2007).

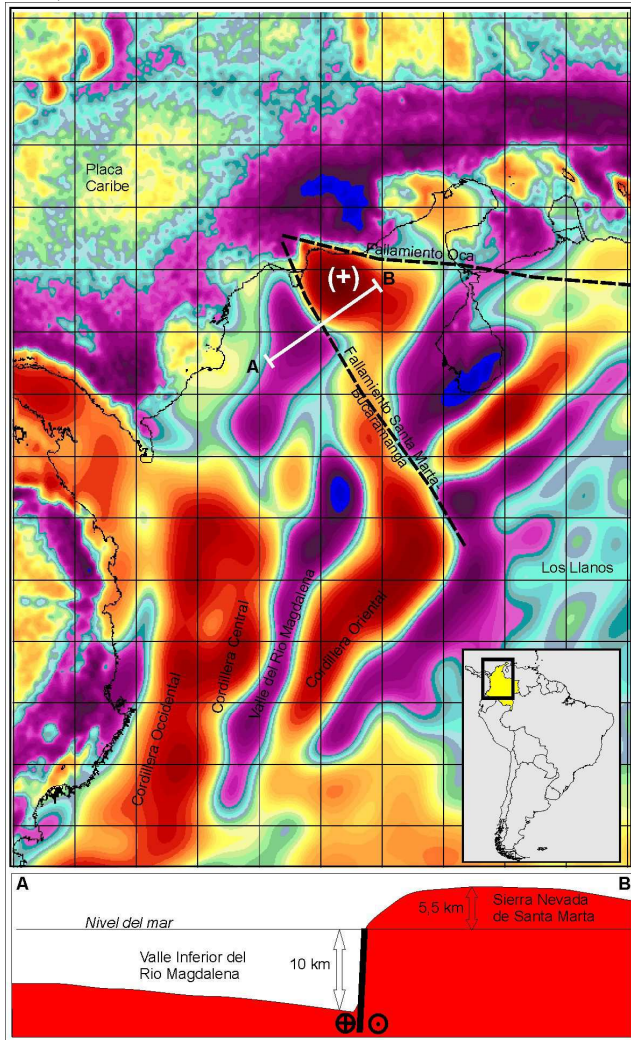


Figura 4. Arriba: Mapeo esquemático a partir de gravimetría regional de aire libre (Tomada de TOPEC <http://www.serg.unicam.it/Gravity.htm>). Abajo: Sección transversal al Fallamiento Santa Marta-Bucaramanga donde se muestra el fuerte desplazamiento vertical de la corteza continental.

Finalmente, a partir de las traslaciones horizontales detectadas por la interpretación de rasgos morfoestructurales, se proponen desplazamientos mínimos del orden de los 60 km para el Fallamiento Santa Marta-Bucaramanga y de 25 km para el Fallamiento Oca, al menos con posterioridad a la formación de los abanicos aluviales cuaternarios desplazados. Si se considera que estos desplazamientos ocurrieron durante el Cuaternario,

puede estimarse una velocidad que superaría la tasa de convergencia del orden de 1 a 2 cm/año propuesta entre las placas Caribe y Sudamérica (Audemark *et al.*, 2005). De este modo, habría que admitir el complemento de una participación importante de la convergencia entre las placas Nazca y Sudamérica, calculada en 6 cm/año (Pulido, 2003).

Agradecimientos

Se agradece al CONICET y a la Universidad de Buenos Aires el apoyo recibido.

Referencias

- Audemark, F., Romero, G., Rendon, H., Cano, V., 2005. Quaternary fault kinematics and stress tensors along the southern Caribbean from fault-slip data and focal mechanism solutions. *Earth-Sci. Reviews*, 69, 181-233.
- Acosta J., F. Velandía, J. Osorio, L. Lonergan & H. Mora, 2007. Strike-slip deformation within the Colombian Andes. *In: Deformation of the Continental Crust: The Legacy of Mike Coward*. Ries, A.C., Butler, R.W.H. & Graham, R.H. (eds). Geological Society, London, Special Publications, 272, 303-319.
- Cobbold, P.R., E.A. Rossello, P. Roperch, C. Arriagada, L.A. Gómez & C. Lima, 2007. Distribution, timing, and causes of Andean deformation across South America. *In: Deformation of the continental crust: The legacy of Mike Coward*. A.C. Ries, R.W.H. Butler & R.H. Graham (ed.), Geological Society of London Special Publications, 272, 321-343.
- Galán, R.A. & I.F. Casallas, 2008. Determination of effective elastic thickness of the Colombian Andes using satellite-derived gravity data with admittance technique. 7th International Symposium on Andean Geodynamics (Nice), Extended Abstracts: 216-218.
- Hernández-Pardo, O., von Frese, R.R.B., Woo Kim, J., 2007. Crustal thickness variations and seismicity northwestern of South America. *Earth Sci. Res. J.*, 11 (1), 81-94.
- INGEOMINAS, 2007. Atlas geológico de Colombia, escala 1:500.000.
- Montes, C., Guzmán, G., Bayona, G., Cardona, A., Valencia, V., Jaramillo, C., 2010. Clockwise rotation of the Santa Marta massif and simultaneous Paleogene to Neogene deformation of the Plato-San Jorge and Cesar-Rancheria basins. *J. of South American Earth Sci*, 29, 832-848.
- Pulido, N., 2003. Sismotectonics of the northern Andes (Colombia) and the development of seismic networks. *Bulletin of the Int. Inst. of Seismology and Earthquake engineering*, Sp. Ed., 69-76.
- Rossello, E., Nevistic, A., Araque, L., Bettini, F., Bordarampé, C., Castro, E., Colo, C., Córscico, S., Covellone, G., Haring, C., Pina, L., Pinilla, C., Ruiz, J.C. & Salvay, R., 2004. La sintaxis tectónica Neógena de las Cordilleras Oriental y Santander: Aportes de modelos analógicos y controles regionales sobre los sistemas petroleros. III^o Convención Técnica Geología y Petróleo en Colombia (Bogotá, Colombia). CD-Room 16.
- Rossello, E.A., L.A. Orozco, C. Pomposiello, A. Favetto & J. Osorio, 2011. Análisis morfoestructural comparativo de los megafallamientos neógenos Valle Fértil (Argentina) y Santa Marta-Bucaramanga (Colombia). XVIII^o Congreso Geológico Argentino (Neuquén, Argentina). *Actas*, 848-849.
- Zarifi, Z., Havskov, J., Hanyga, A., 2007. An insight into the Bucaramanga nest. *Tectonophysics*, 443, 93-105.