

MACROINDICADORES CINEMÁTICOS EN EL BLOQUE AMBATO, PROVINCIAS DE TUCUMÁN Y CATAMARCA

Adolfo Antonio GUTIÉRREZ y Ricardo MON

Facultad de Ciencias Naturales e IML - Universidad Nacional de Tucumán. Miguel Lillo 205, (4000) San Miguel de Tucumán.
Emails: g_terres@hotmail.com, monr@satlink.com

RESUMEN

En el extremo oriental del antepaís andino ($65^{\circ}30'-66^{\circ}15'O$ y $27^{\circ}30'-28^{\circ}30'S$) un conjunto de sierras (bloque Ambato) se orientan en dirección noroeste evidenciando un desplazamiento hacia el este de aproximadamente 26,5 km que contrastan con la tendencia regional noreste de las sierras de Aconquija al norte y Ancasti al sur. Estas sierras pertenecen al sistema morfo-tectónico de Sierras Pampeanas. El conjunto de sierras que constituyen el bloque Ambato deben su morfoestructura actual a cizallamiento sinistral de rumbo noroeste que produjo procesos tectónicos extensivos y transpresivos en el Pleistoceno. Macroindicadores cinemáticos dan cuenta de estos procesos: fallas normales, cuencas intramontanas y valles, cuñas de deformación, fallas rotacionales, fallas inversas, cizallas Riedel y estructuras elípticas.

Palabras clave: *Tectónica, Fallas normales, Macroindicadores cinemáticos.*

ABSTRACT: *Kinematic macroindicators in the Ambato Block, provinces of Tucumán and Catamarca.*

At the eastern-most Andean foreland ($65^{\circ}30'-66^{\circ}15'W$ y $27^{\circ}30'-28^{\circ}30'S$) the Ambato Block mountain shows a NW orientation which differs from the common NE regional strike, at this part of the Pampean Ranges. The present-day morphotectonics configuration of the Ambato Block is due to a Pleistocene synistral shear zone along the major north/south Andean faults. Kinematic macroindicators identified are: second order Riedel fractures, transpressive structure like deformation wedges and pull-apart basins, rotational faults, normal faults, inverse faults and elliptic structures.

Keywords: *Tectonics, Normal faults, Kinematic macroindicators.*

INTRODUCCIÓN

Las sierras de Ambato limitan el borde oriental del salar de Pipanaco y junto con otras sierras menores ubicadas al este, lo separan de la cuenca de Tucumán. Forman parte de un segmento de las Sierras Pampeanas situado en el límite de las provincias de Tucumán y Catamarca al que se le asigna el nombre genérico de bloque Ambato (Gutiérrez 1999) (Fig. 1). Éste está limitado al norte por la megafactura lineamiento de Tucumán (Mon 1976) que lo separa de la sierra de Aconquija y al sur por la megafactura lineamiento de Catamarca (Baldis *et al.* 1975) que lo separa de la sierra de Ancasti. El bloque Ambato está constituido por un basamento metamórfico de edad precámbrica superior-cámbrica inferior al que intruyen rocas graníticas de edad ordovícica-carbonífera. Sobre una amplia superficie de erosión, tallada sobre el ba-

samento cristalino, se disponen sedimentos continentales de edad terciaria cubiertas por depósitos de edad cuaternaria.

Los esfuerzos compresivos E-O de la tectónica andina habrían actuado sobre un paisaje morfoestructural de dirección dominante N-S, generando estructuras de rumbo submeridiano. Pero el paisaje morfoestructural actual en las Sierras Pampeanas está representado por sierras y bloques montañosos desmembrados en sierras menores con rumbo NE, N y NO. Incluso las estructuras ándicas inicialmente submeridianas tienen la misma orientación de las sierras y están cortadas por estructuras posteriores con distinta orientación, obedeciendo a esfuerzos tectónicos posteriores, distintos al de la orogenia andina, evidenciados en el bloque Ambato.

De acuerdo al concepto clásico propuesto por González Bonorino (1950) para

las Sierras Pampeanas, cada una de las sierras es un bloque de basamento elevado durante el Plioceno por fallas inversas situadas sobre uno de sus bordes. Este esquema fue seguido posteriormente por la mayor parte de los autores. Sin embargo, estudios posteriores (Gutiérrez 1999, 2000, Mon 1999, Gutiérrez y Mon 2004) revelaron que la evolución tectónica de las sierras no culminó con el levantamiento plioceno sino que se produjeron otros eventos tectónicos generando estructuras que hasta el momento han recibido menos atención. Éstas, si bien están representadas en prácticamente todas las Sierras Pampeanas, están especialmente bien desarrolladas en el bloque Ambato. Durante la orogenia Andina las estructuras a escala regional se formaron con rumbo submeridiano, pero durante el Pleistoceno, procesos extensivos y transpresivos generaron nuevas estructuras que configuraron la morfotectónica ac-

Macroindicadores cinemáticos

Es posible reconocer y estudiar a escala regional a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos rasgos morfoestructurales y/o anomalías geomórficas que son indicadores de la deformación del macizo rocoso. Por su escala y para diferenciarlos de los indicadores cinemáticos convencionales los denominamos macroindicadores cinemáticos. El rasgo sobresaliente en el bloque Ambato es el arqueamiento regional visto en mapa, expresado por la morfología del conjunto de sierras, destacado por la orientación NE de las sierras que limitan con el lineamiento de Tucumán y NO de las sierras que se extienden a partir de la cumbre de Santa Ana y Lomas Picasas hacia el sur (Fig. 1). En el sector donde se separan la cumbre de Las Lajas y la sierra Lomas Picasas, la esquistosidad del basamento metamórfico tiene rumbo NE inclinando al SE en la cumbre de Las Lajas y, en las lomas Picasas, la esquistosidad tiene rumbo NO e inclina al NE como la orientación y disposición de las sierras respectivas (Fig. 1).

Otros rasgos morfotectónicos mayores son los valles longitudinales y cuencas intramontañas. Los valles exhiben un perfil transversal asimétrico cuyos bordes orientales están limitados por fallas normales con una componente de desplazamiento horizontal sinistral, limitando los flancos occidentales de las sierras basculadas hacia el este (Figs. 1 y 2a). Un eje submeridiano constituido por las sierras de La Carreta, Humaya y Fariñango separa las cuencas mayores: al noroeste se encuentran las cuencas Campo del Pucará y al sudeste el valle de Sínguil (Fig. 1). En el sector de Las Pampitas (Fig. 1), en la zona de falla, las sedimentitas terciarias se apoyan normalmente sobre el basamento metamórfico inclinando aproximadamente 20° hacia el este contra la falla normal, y luego en el flanco oriental de la sierra hacia el Campo del Pucará se observa la misma disposición de la unidad terciaria (Fig. 2b).

Las cuñas de deformación son geofor- mas triangulares, se formaron por cizalla

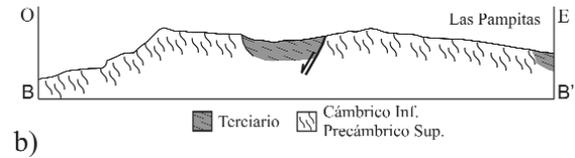
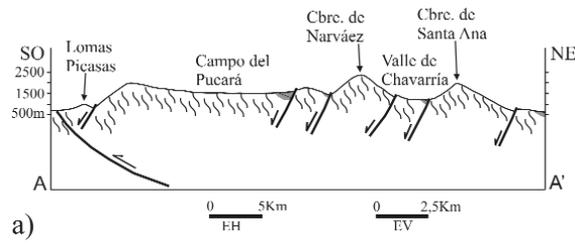


Figura 2: Secciones transversales. a) bloques de sierra limitados por fallas normales en el flanco occidental. b) Sedimentos terciarios inclinan al este en la zona de falla y en el flanco oriental de la sierra.

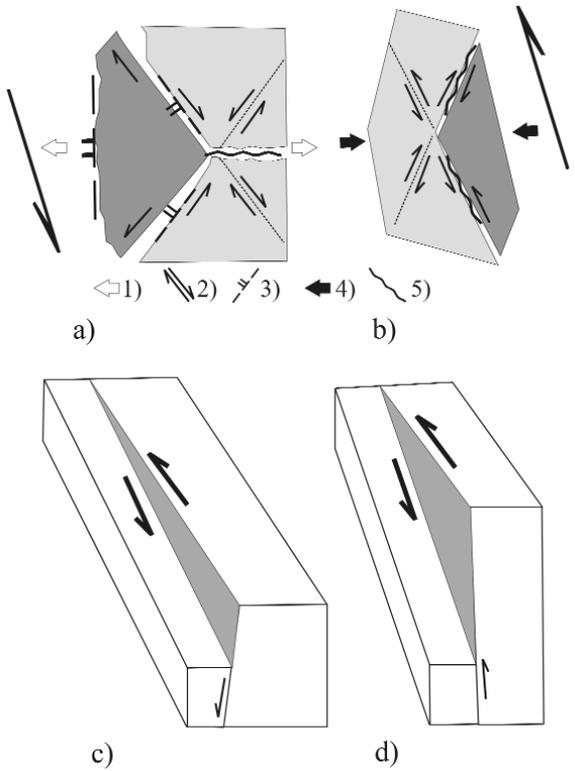


Figura 3: Esquema de las cuñas de deformación y de fallas rotacionales en el bloque Ambato: a) Cuñas de extensión generadas por cizalla oblicua divergente. b) Cuñas de contracción generadas por cizalla oblicua convergente. c) Falla rotacional divergente. d) Falla rotacional convergente. 1: Extensión. 2: Fallas con desplazamiento de rumbo. 3: Falla normal. 4: Contracción. 5: Falla inversa.

oblicua divergente o por cizalla oblicua convergente durante el arqueamiento de las sierras, generándose dos tipos de cuñas que denominamos de extensión y contracción, respectivamente (Figs. 1 y 3). Las cuñas de extensión están constituidas por bloques de roca desprendidos de la sierra, los lados que forman el vértice de la cuña están limitados por fallas de desplazamiento horizontal divergente con componente vertical normal y el lado opuesto al vértice por falla normal (Fig. 3a). Estas cuñas se abren hacia el oeste y sudoeste, se forman en el flanco

occidental de todas las sierras, son las más frecuentes y tienen distintas dimensiones, incluso los ángulos de los vértices son variados (entre 70° y 130°); la mayor de estas cuñas está representada por la cumbre de Los Pinos (Fig. 1). En la mayoría de ellas, los vértices de la cuña se conectan con una falla inversa que es perpendicular a la falla normal que limita el borde occidental de las sierras (Figs. 1 y 3a). En cambio, las cuñas de contracción se abren al este y noreste, los lados del triángulo están limitados por fallas de despla-

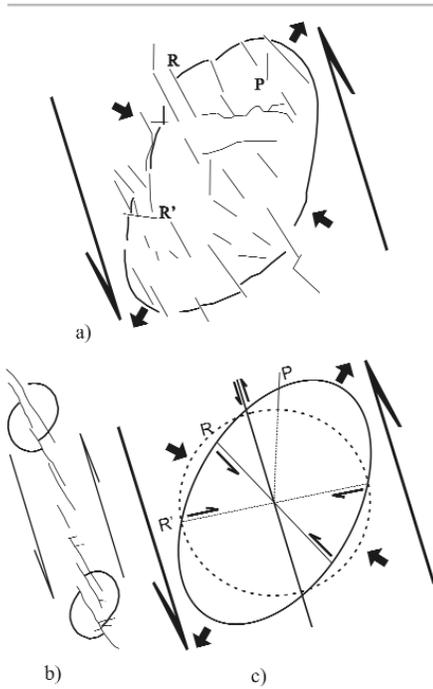


Figura 4: Esquema de macroindicadores cinemáticos y cizalla simple en el bloque Ambato: a) estructura elíptica deformada y cizalla simple en la sierra de Ambato. b) Fallas paralelas con desplazamiento de rumbo. c) Cizalla simple. Las figuras 4b y 4c son adaptadas de Wilcox *et al.* (1973) y Tchalenko y Ambraseys (1970).

zamiento horizontal convergente y componente vertical inversa (Fig. 3b), los ángulos de los vértices son aproximadamente de 90° y no están conectadas en el vértice con una falla inversa. Estas cuñas son escasas, más pequeñas que las cuñas de extensión, se forman en el borde oriental de las sierras, a veces se abren también hacia el oeste formándose en la parte interior de las sierras (Fig. 1).

En la figura 3c se muestran macroindicadores cinemáticos que representan fallas rotacionales. Estos macroindicadores cinemáticos se presentan en varios sectores del bloque Ambato, los hay de distintas dimensiones, posiblemente el mayor de ellos se produzca entre la sierra de Fariñango y la sierra ubicada al oeste; en el extremo sur de ambas se ubica la ciudad San Fernando del Valle de Catamarca. Estas fallas rotacionales se producen también por cizalla divergente y cizalla convergente con componente de desplazamiento vertical rotacional (Figs. 3c y d).

Las fallas rotacionales divergentes son responsables, cuando adquieren mayor magnitud, del origen de cuencas de pull-apart como el valle de Sínguil, Campo del Pucará, valle de Chavarría, valle de La Merced, entre los más importantes (Fig. 1).

La figura 4 representa una geoforma elíptica cuyo eje mayor tiene dirección NE. Las estructuras elípticas se producen por el contacto de una roca intrusiva con la roca de caja, son muy comunes estas estructuras en los intrusivos subvolcánicos a los que están asociados yacimientos minerales tipo pórfidos de cobre, donde además por erosión diferencial se produ-

cen los bajos característicos. En el bloque Ambato y en la sierra de Ancasti las estructuras elípticas están bien desarrolladas, producto de los intrusivos ígneos paleozoicos (Passotti *et al.* 1975). Comparando las figuras 1 y 4a con los esquemas de esfuerzo y deformación de la literatura (Figs. 4b y 4c, respectivamente) observamos correspondencia en el patrón estructural. En la figura 1 los bloques menores de sierra están separados por fallas normales paralelas con desplazamiento horizontal y rumbo NO, producidas por cizalla simple transcurrente. En el bloque Ambato (Fig. 4a) la estructura elíptica ha sido deformada y frag-

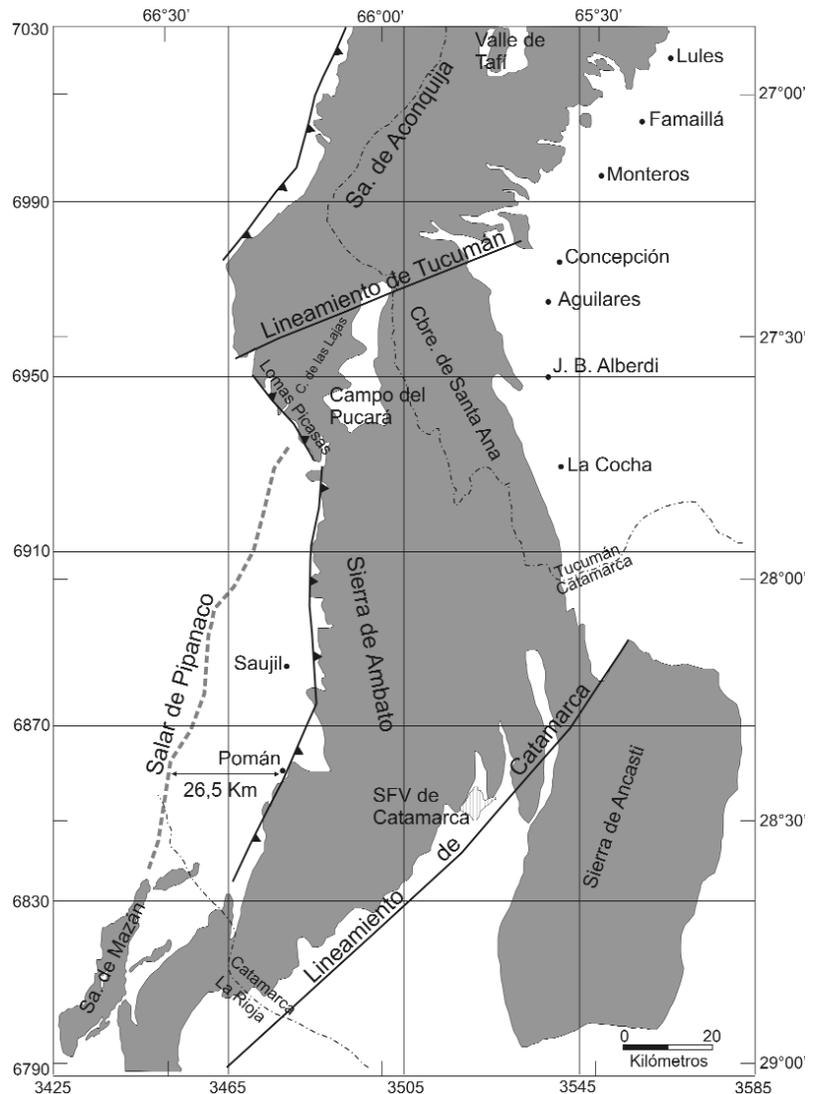


Figura 5: Esquema regional que evidencia el arqueamiento del bloque Ambato, el desplazamiento horizontal y su relación con el salar de Pipanaco.

mentada, en su interior se observan además fracturas pequeñas de dirección NO, N y E-O. En general, el esquema de fracturas generado dentro de esta estructura elíptica es un reflejo del esquema regional representado en la figura 1. Las fracturas de rumbo E-O, NO y N representan a las estructuras Riedel (R', R y P, respectivamente) y junto con la deformación de la estructura elíptica se formaron por cizalla simple transcurrente sinistral.

CONCLUSIONES

En las sierras que componen el bloque Ambato se reconocen macroindicadores cinemáticos generados por procesos tectónicos extensivos y transpresivos durante el Pleistoceno. Es decir, con posterioridad al levantamiento general de la sierra por falla inversa del borde occidental, esfuerzos por cizalla simple sinistral de rumbo NO produjeron la rotación del bloque Ambato hacia el este, acunándolo por compresión contra el lineamiento de Tucumán en el sector noreste y separándolo por extensión en el sector noroeste; inicialmente el bloque Ambato tenía dirección NE, paralela a la cumbre de Las Lajas (Fig. 1). Se formó entonces un mosaico de sierras separadas por fallas transcurrentes sinistral con componente vertical normal en el borde occidental de ellas y geoformas geométricas indicadoras de procesos tectónicos de cizalla simple. Hacia el norte de la zona de estudio, la sierra de Aconquija tiene rumbo NE igual que la sierra de Ancasti al sudeste y la sierra de Mazán en la La Rioja, al sudoeste. De acuerdo a la hipótesis de este trabajo, inicialmente el conjunto de sierras que constituyen el bloque Ambato habrían tenido igual orientación que la sierra de Aconquija, extendiéndose hacia

el sur de la cumbre de Las Lajas y probablemente unida a la sierra de Mazán. Es decir que el borde occidental de la sierra y la falla inversa que la elevó coincidían con el salar de Pipanaco, verificándose un arqueamiento horizontal a escala regional que produjo un desplazamiento de aproximadamente 26,5 km, distancia medida desde el salar de Pipanaco al borde de sierra en la localidad de Pomán (Fig. 7).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto G332/3 financiado por el CIUNT. Expresamos nuestro agradecimiento al Dr Armando Massabie y al Dr Roberto D. Martino por las correcciones y sugerencias que contribuyeron a mejorar el trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Baldis, B.A., Viramonte, J. y Salfity, J. 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el Cratógeno Central Argentino y el borde austral de la Puna. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 4: 24-44, Buenos Aires.
- González Bonorino, F. 1950. Descripción geológica de la Hoja 13e Villa Alberdi (Tucumán-Catamarca). Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 74, 50 p., Buenos Aires.
- Gutiérrez, A.A. 1999. Tectonic geomorphology of the Ambato block, (Northwestern Pampeanas mountain ranges, Argentina). Fourth International Symposium on Andean Geodynamics, 307-310, Göttingen.
- Gutiérrez, A.A. 2000. Morphotectonic evidences of sinistral rotation of the Pampeanas mountain ranges, Argentina. 17° Simposio Latinoamericano de Geología, Revista Profil, Band 18, 6 p., Stuttgart.
- Gutiérrez, A.A. y Mon, R. 2004. Megageomorfología del valle de Tañ-Aconquija, Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina 59(2): 303-311, Buenos Aires.
- Mon, R. 1976. La tectónica del borde oriental de los Andes en las provincias de Salta, Tucumán y Catamarca, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 31(2): 65-72, Buenos Aires.
- Mon, R. 1999. Normal faulting and major rock slides in the north Pampean Ranges of Argentina. Fourth International Symposium on Andean Geodynamics 512-515, Göttingen.
- Passotti, P., Canoba, C. y Albert, O. 1975. Aporte a la geología de las Sierras Pampeanas de la provincia de Catamarca. Universidad Nacional de Rosario, Instituto de Fisiografía y Geología. Publicaciones 59, 49 p., Rosario.
- Tchalenko, J.S. y Ambraseys, N.N. 1970. Structural analysis of the Dasht-e Bayaz (Iran) earthquake fractures. Geological Society of America Bulletin 81: 41-60.
- Wilcox, R.N., Harding T.P. y Seely, D.R. 1973. Basic wrench tectonics. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin 57(1): 74-96.

Recibido: 20 de diciembre, 2006

Aceptado: 22 de noviembre, 2007