

Análisis de la microfábrica deformacional de los "Pórfidos Riolíticos" en el área de basamento de Pigüé, Sierras Australes de Buenos Aires

María Silvia JAPAS ^{1,2} y José SELLÉS-MARTINEZ ²

¹CONICET,

² Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, Nuñez, 1428 Buenos Aires

ABSTRACT. *Analysis of strained microfabrics in the "Porfidos Rioliticos". Basement area of Pigüé, Sierras Australes de Buenos Aires.* Knowledge of the initial shape of strain markers allows calculation of the strain ellipsoid (axial relationships and orientation) when they show distorted geometries after deformation. This information is usually combined with the analysis of other micro- and mesostructures that constitute the dynamic framework in which the whole assemblage of structures developed. If only one deformational episode was responsible for all of them, the result is a highly coherent picture. In this paper, the quantification of strain and orientation of strain axes, is attempted on the basis of distorted hexagonal columns cropping out close to Puesto El Malabar (Pigüé, Sierras Australes de Buenos Aires). This columnar structure occurs in rhyolitic flows and tuffs of the Precambrian (?) basement in the area. It is apparent from this study that deformation in the central part of the north-western arc of Sierras Australes is markedly heterogeneous at all scales, with axial relationships giving values that record a variation in between almost no deformation and belts of high strain in which cleavage erases all evidence of columnar jointing. Micro- and mesostructural analysis shows dextral simple shear in plan view, oriented Az.145°-150°, and E-W stripes of sinistral shear that appear to be later and fewer than the earlier one. Evidence of shear to the NE in vertical section has been found that is also heterogeneously developed. Secondary microstructures also show geometric relationships that are coherent with the general picture in the area. The regional significance of these data is analyzed in the regional picture, and it is concluded that it fits the previous model of an arcuate belt resulting from local development of conjugate megashears, with E-W (sinistral) and SW-NE (dextral) bands shaping the arc.

Introducción

Los "Pórfidos riolíticos" (Harrington 1947), que constituyen parte del Basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires, afloran en el sector noroccidental de las mismas (Fig. 1a).

En esta contribución se analiza la microfábrica deformacional de estos pórfidos en los reducidos afloramientos de escaso relieve correspondientes a las lomas cercanas al Puesto El Malabar (Ea. La Mascota Nueva, Fig. 1b), en las cercanías de la localidad de Pigüé. A estas lomas se accede por un camino vecinal que, en dirección a Saavedra, corta transversalmente el eje de las Sierras.

En esta región afloran riolitas y tobas riolíticas recristalizadas, compuestas por una pasta predominante de feldespato potásico alcalino, fenocristales idiomorfos de cuarzo con senos de corrosión y fenocristales de feldespato policristalino con desmezcla, presentando algunas evidencias de desvitrificación como esferulitas y fracturas

perlíticas fantasmas. Para la región, von Gosen *et al.* (1990) mencionan condiciones metamórficas de facies de esquistos verdes baja con incipiente recristalización sintectónica de cuarzo.

Las dataciones radiométricas indican una edad de 348 ± 21 Ma y 317 ± 14 Ma (Rb/Sr) - (Cingolani y Varela 1973; Varela 1973), que la mayoría de los investigadores coincide en asignar a la deformación (*e.g.* Andreis y Japas 1996). La disyunción en columnas, generalmente hexagonales, constituye la característica más sobresaliente de estos afloramientos. Como resultado de la imposición de una deformación penetrativa heterogénea a escala de afloramiento se han desarrollado variaciones en la forma primaria de los hexágonos que permiten cuantificar la deformación, convirtiendo el área en una localidad de interés internacional, al no existir en la literatura especializada citas de localidades donde haya sido posible la aplicación de este tipo de análisis sobre estructuras de disyunción. Las excepcionales características de la estructura permitie-

ron, por ejemplo, desarrollar nuevas técnicas de cuantificación de la deformación interna finita (Sellés Martínez 1986; Simon *et al.* 1985, 1989). Así, Japas *et al.* (1985, 1986) definieron los valores de deformación interna finita en dos y tres dimensiones para algunos puntos de muestreo del área. Los resultados obtenidos indican que, para las figuras de disyunción definidas sobre una superficie primaria que en afloramiento muestra una muy baja inclinación al este, las relaciones de deformación (eje mínimo/eje máximo) varían entre 0,39 y 1,00, tal como ilustran las elipses representadas en la Fig. 1b.

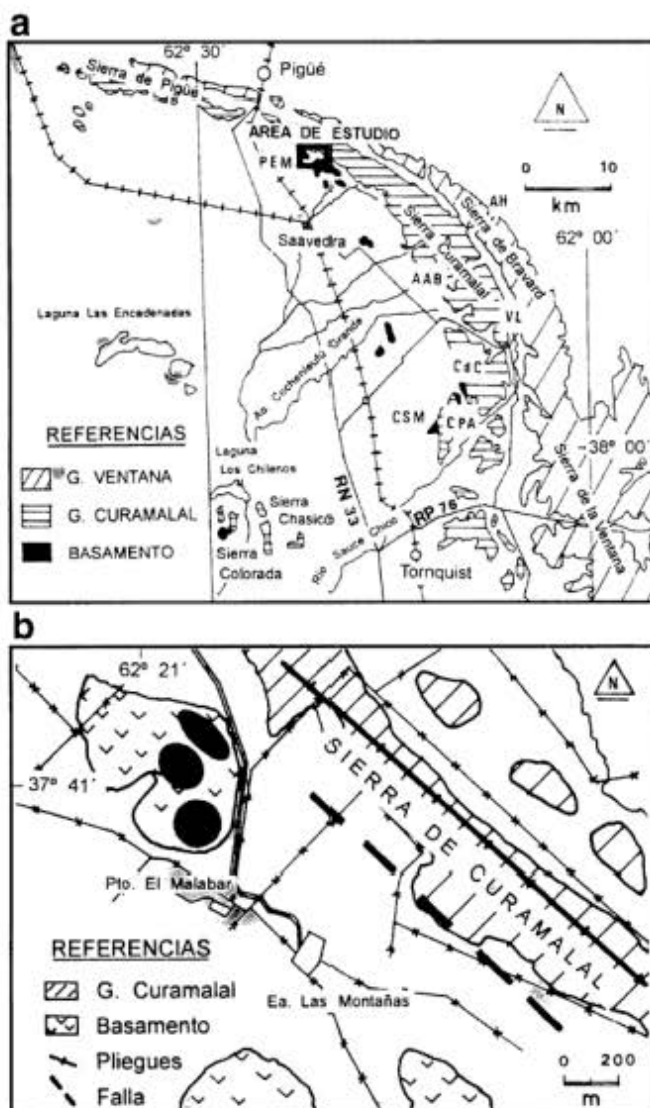


Figura 1: Mapas de ubicación. **a**, Área de estudio Puesto El Malabar (PEM) en el marco de las Sierras Australes de Buenos Aires (modificado de Andreis *et al.* 1996). AAB: Abra Agua Blanca; VL: Valle Longitudinal; AH: Abra de Hinojo; CPA: Cerro Pan de Azúcar; CdC: Cerro del Corral; CSM: Cerro San Mario. **b**, Detalle del Área de estudio. Las elipses representan los valores de deformación interna finita medido sobre la superficie primaria, según Japas *et al.* (1985). Véase la explicación en el texto.

Metodología

A partir de los resultados obtenidos del análisis geométrico de las columnas citados en el apartado anterior se seleccionaron muestras representativas de los distintos grados de deformación identificados, a fin de analizar, en corte delgado, las características microscópicas de la deformación. Se estudiaron así, por cada una de las cuatro muestras elegidas, dos secciones perpendiculares entre sí, una de ellas subhorizontal y la otra subvertical, siendo ambas normales al clivaje.

El análisis mesoestructural, llevado a cabo a través de las técnicas de análisis estadístico convencionales (representaciones equiareales de polos, etc.) permitió delinear con mayor precisión las características del proceso deformativo.

Análisis Cinemático

Características geométricas de las columnas

Forma inicial de las secciones hexagonales: El proceso que da origen a las columnas de disyunción no será discutido aquí, sino simplemente se señalará que, como resultado de la contracción isótropa bidimensional, aparecen "núcleos" o puntos virtuales con una distribución más o menos irregular sobre la superficie que contiene a los tensores de máximo esfuerzo traccional. Los gradientes en el módulo de estos tensores son máximos sobre la línea que une cada uno de estos puntos con los más próximos a él, de forma tal que a una distancia aproximadamente igual a la media entre punto y punto existen las condiciones potenciales para la formación de una fractura traccional. El desarrollo simultáneo de los tres sistemas de fracturas más favorables para definir un patrón que cubra totalmente la superficie con figuras regulares, genera una red hexagonal. Pequeñas inhomogeneidades, presencia de fracturas no contraccionales, variaciones en el gradiente térmico, etc. generan irregularidades en el patrón de fracturas, por lo que no es raro encontrar columnas con sección pentagonal o heptagonal tal como se ilustra en la Fig. 2. Esta distribución inicial de formas regulares más o menos equidimensionales sobre un área extensa con respecto al diámetro de cada columna resulta fundamental para la aplicación del análisis de la distorsión de la forma primaria.

Originariamente, las columnas de disyunción desarrollan, además, una relación de ortogonalidad entre su eje y la superficie primaria que contiene a los tensores de máximo esfuerzo traccional. Esta relación original resulta ser de capital importancia a la hora de analizar la deformación en el plano ver-

tical, tal como ha sido demostrado por Japas *et al.* (1986) y será motivo de una próxima contribución.

Formas distorsionadas de las secciones hexagonales: Tal como se ejemplifica en los diagramas de las Figs. 2 a 5, correspondientes a distintas zonas del

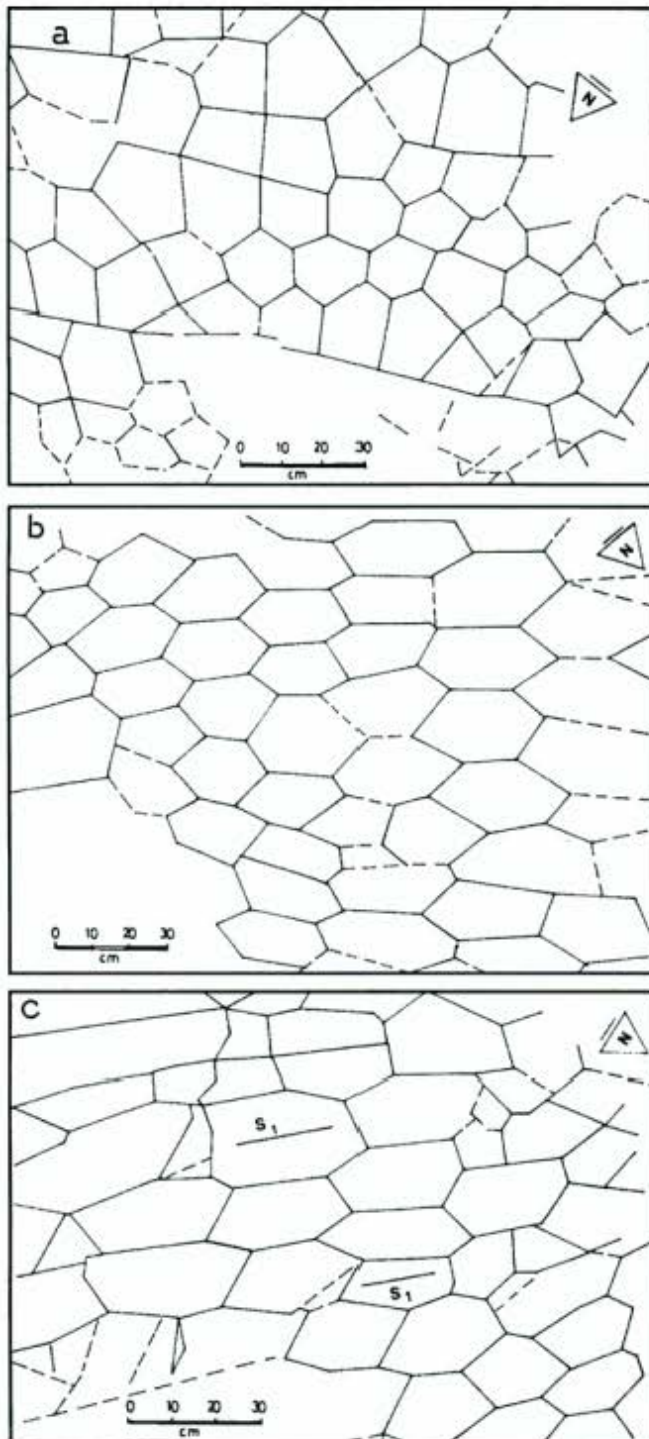


Figura 2: Esquemas a escala de los hexágonos en los afloramientos analizados, donde puede apreciarse la naturaleza heterogénea de la deformación interna finita. La deformación interna finita se ve incrementada desde a a c.

área estudiada, existen algunas de éstas en las cuales la forma original ha sido preservada, mientras que en otras puede observarse cómo los hexágonos (supuestos inicialmente regulares) muestran diversos grados de aplastamiento y cizallamiento, poniendo de manifiesto la heterogeneidad del proceso.

Quizá, la ilustración más relevante a este respecto lo constituya la Fig. 3a, en la cual puede observarse claramente, en poco más de un metro de distancia, la transición desde la geometría primaria de hexágonos regulares a una faja completamente deformada donde el clivaje ha borrado completamente todo vestigio de disyunción. Es importante señalar que, en este caso, el acortamiento producido en la dirección normal al clivaje no está acompañada de estiramiento paralelo al mismo en el plano de observación. Más adelante se discutirán las implicancias de esta interesante característica.

En las Figs. 3c y 4 se presenta como elemento diagnóstico de un cizallamiento dextral sobre el plano subhorizontal de observación, la existencia de

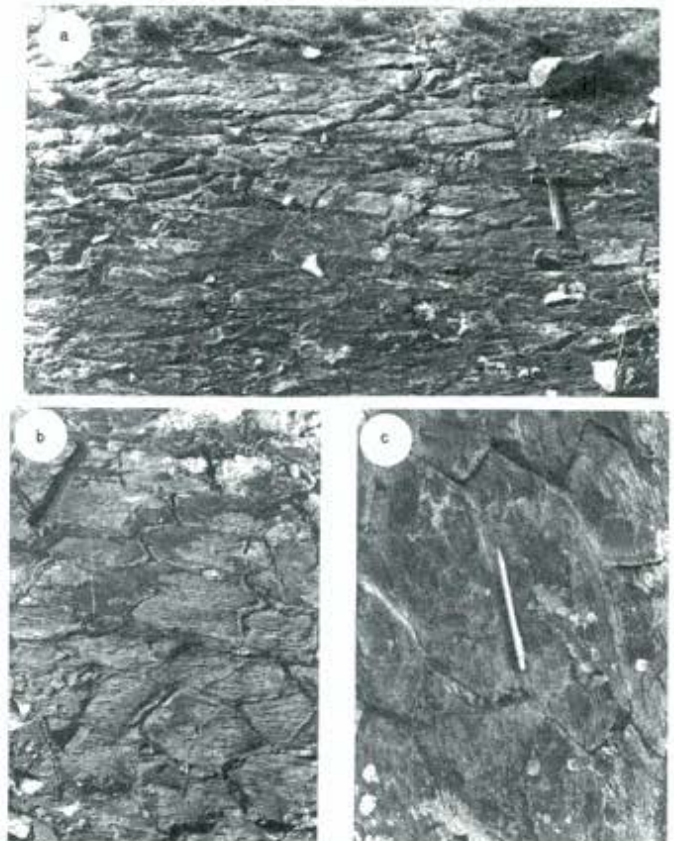


Figura 3: Detalle de los afloramientos con disyunción columnar. **a,** Fotografía que exhibe ausencia de cizallamiento simple en planta. Nótese el aplastamiento creciente en dirección a la zona de clivaje más desarrollado y la inexistencia de estiramiento en la dirección normal al clivaje. **b,** Fotografía correspondiente a un sector de la localidad esquematizada en la Fig. 2c. **c,** La forma de los hexágonos distorsionados como evidencia de la existencia de cizallamiento dextral en planta (véase la Fig. 4c).

asimetría en los hexágonos deformados. Puede observarse, también, que existe en estas estructuras distinta orientación con respecto a la dirección regional del clivaje, lo cual conduce a geometrías distorsionadas distintas (Figs. 4b y 4c).

En otra localidad de muestreo, los centros de polígonos contiguos definen una línea que se curva a medida que se acerca a la zona de máximo desarrollo del clivaje (y por ende máxima deformación interna finita), evidenciando la existencia de cizallamiento dextral simultáneo con el proceso de solución por presión que condujo a la formación del mismo (Fig. 5). En esta misma localidad se ha observado además que no existen cambios en la orientación relativa entre los ejes de las columnas y la superficie primaria, característica que no es constante en toda el área relevada.

En conclusión, se ha observado la presencia de fajas de deformación por cizallamiento simple en planta, fajas en las cuales la deformación ha sido únicamente por cizallamiento simple provergente (en el sentido de Sellés Martínez 1987) en un plano vertical, y fajas donde ambas componentes se hallan presentes. La deformación, por lo tanto, no sólo ha sido heterogénea en cuanto a su magnitud (zonas con distintos valores de deformación interna), sino también en cuanto a su naturaleza (zonas con distintos regímenes).

Análisis de la microfábrica deformacional de las riolitas

La presencia de indicadores cinemáticos de naturaleza frágil (estructuras RO y RM, en la terminología de Petit 1987, microgrietas escalonadas, fenocristales fracturados en dominó, microfallas, etc.), se asocia a otros indicadores de naturaleza dúctil (micropliegues asimétricos, estructuras s/c y otras), que en su conjunto permiten definir la existencia de microzonas de cizalla como rasgo microscópico relevante de estas muestras (Fig. 6).

Se han hallado en todas las muestras, si bien en distinto grado, evidencias de clivaje desarrollado por transferencia de masa por difusión, hecho que pone en evidencia que éste ha sido un proceso relevante durante la deformación de las riolitas.

En la muestra correspondiente a la localidad de la Fig. 4, se observan estructuras de transferencia de masa por difusión desarrolladas con anterioridad a la deformación tectónica, evidenciada a través de superficies estilolíticas. En la misma se pudo determinar la existencia de cizallamiento dextral en dirección aproximada Az. 150°.

En otra de las muestras analizadas, se determinó la existencia de cizalla simple dextral frágil en

dirección aproximada Az. 40°.

Evidencias de cizallamiento provergente en dirección NE-SO fueron halladas en dos muestras, la primera de las cuales reveló un comportamiento comparativamente más frágil que la segunda de ellas, lo cual es coherente con el cuadro general de deformación heterogénea en el área.

Mención especial merece la muestra más distorsionada entre aquellas analizadas (tectonita LS), resultante de la deformación de una toba. La roca ha sido transformada en una protomilonita a milonita con clivaje muy desarrollado y otras evidencias de deformación dúctil. Tanto en muestra de mano como en sección delgada se define claramente un cizallamiento simple dextral dominante en planta de orientación Az. 145° -150°. En el corte, se observa la superposición de un cizallamiento senestral en planta de Az. 90°-100°, subordinado. Estas cizallas concuerdan con evidencias microscópicas equivalentes halladas en las rocas de la Formación La Lola en la región (Japas 1991). En un plano vertical NE-SO aparecen fuertes evidencias de cizallamiento provergente de moderada a alta inclinación al SO.

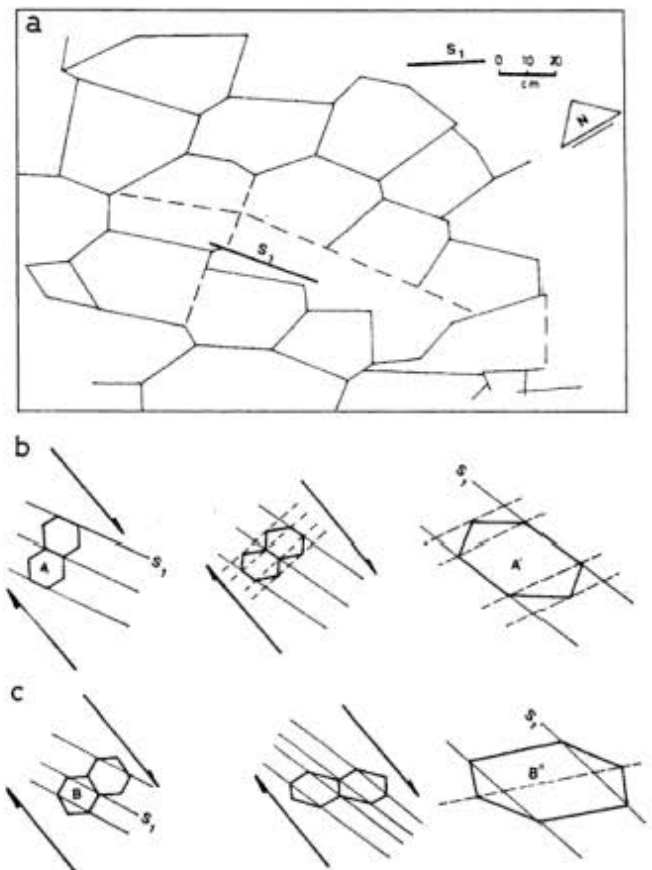


Figura 4: a, Esquema delineado sobre fotografía de los autores que demuestra la existencia de cizalla simple dextral en planta. b, Esquema teórico propuesto para explicar este cambio de forma. c, Esquema teórico propuesto para explicar el cambio de forma de los hexágonos de la fotografía de la Fig. 3c.

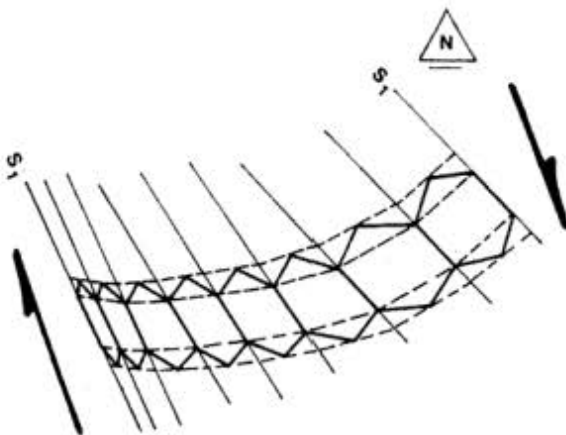


Figura 5: Esquema simplificado que demuestra la existencia de cizallamiento dextral. En este caso, no existe distorsión de los ejes de las columnas en el plano perpendicular al dibujo. En este esquema simplificado se explica además la variación en la orientación de la línea que une los centros de los hexágonos como consecuencia de la cizalla dextral heterogénea.

Análisis estadístico de las mesoestructuras asociadas

Descripción de las mesoestructuras

En los diagramas de la Fig. 7 se han representado las mesoestructuras observadas y medidas en el área.

El clivaje presenta una orientación promedio de Az. 135° con inclinaciones variables entre 85° y 65° SO, en coincidencia con la estructura equivalente desarrollada en las cuarcitas de la cubierta paleozoica del área (Fig. 7a).

Puede observarse también, en la Fig. 7a, la existencia de fajas de deformación dúctil, según dos direcciones bien definidas y recurrentes (Az. 100° y Az. 40°). Vale la pena mencionar que Massabie y Rossello (1986) mencionan, en esta zona, la existencia de fajas de microbrechas de cohesión primaria con orientaciones similares.

Las grietas escalonadas de cuarzo son bastante frecuentes y se orientan en las direcciones Azs. 60° y 115°-130° (juegos senestrales) y Azs. 43° y 125°-140° (juegos dextrales - Fig. 7a).

Las bandas kink completan el conjunto de mesoestructuras relevadas, destacándose el juego de orientación Az. 110° e inclinación de 50° a 70° al NE, el cual presenta características extensionales (en el sentido de Ramsay y Huber 1987) con componentes de cizallamiento senestral provergente.

Las diaclasas se agrupan claramente en el diagrama estadístico, definiendo los siguientes juegos subverticales: Azs. 20°, 60°, 143°, 153°. Un quinto grupo, orientado al Az. 105°, presenta una moderada inclinación al sur. Las diaclasas rellenas de cuar-

zo se agrupan en tres juegos subverticales principales: Az. 145° con inclinación al NE, Az. 35° y Az. 70° (Fig. 7b).

Las mesoestructuras descritas permiten definir direcciones y relaciones de importancia en el análisis de la deformación. Así, por ejemplo,

- La relación de oblicuidad entre el clivaje y las fracturas presentes en el basamento, que resultan a su vez paralelas a los planos axiales de la cubierta sedimentaria, se constituirían en evidencias de cizalla simple dextral en planta (Japas 1989).
- Orientaciones comunes a estructuras de carácter senestral y dextral (Azs. 115°-130° y 125°-140°, respectivamente). Esto reforzaría la existencia de cizallamiento simple en planta.
- La existencia de direcciones comunes a distintas mesoestructuras: Tal es el caso de las direcciones Az. 60°, más frecuente (diaclasas y grietas escalonadas de sentido senestral); Az. 100°-110° (diaclasas, grietas escalonadas, fajas de deformación y bandas kink senestrales); Az. 30°-45° (diaclasas, grietas escalonadas y fajas de deformación de carácter dextral); y Az. 20°-40° (diaclasas rellenas de cuarzo de naturaleza extensional). Esta persistencia en las direcciones y sentidos señalarían directrices de deformación bien definidas y acordes con un esquema de cizallamiento simple dextral orientado en dirección NO-SE. Algunas de estas orientaciones principales (Azs. 100° y 35°-40°) concuerdan además con los megalineamientos definidos por Japas (1995).
- El carácter extensional de la banda kink senestral provergente (Az. 100°) remarcaría la existencia de cizallamiento simple.

Estos elementos serán considerados nuevamente al ser incorporados al modelo general.

Interpretación de los resultados

A partir de este análisis microscópico, el cual es coherente con la fábrica mesoscópica observada, se propone el siguiente modelo de evolución del proceso de deformación:

Estadio 0. Desarrollo de una anisotropía planar paralela a S_0 , probablemente por efecto de sobrecarga y existencia de soluciones reactivas circulantes (transferencia de masa por difusión).

Estadio 1. Desarrollo de un clivaje paralelo a la dirección tectónica XY. En algunas localidades, la oblicuidad negativa (rotación antihoraria) entre la dirección del clivaje tectónico y el plano principal de deformación finita señalarían la existencia de cizallamiento dextral en planta. Los indicadores cine-

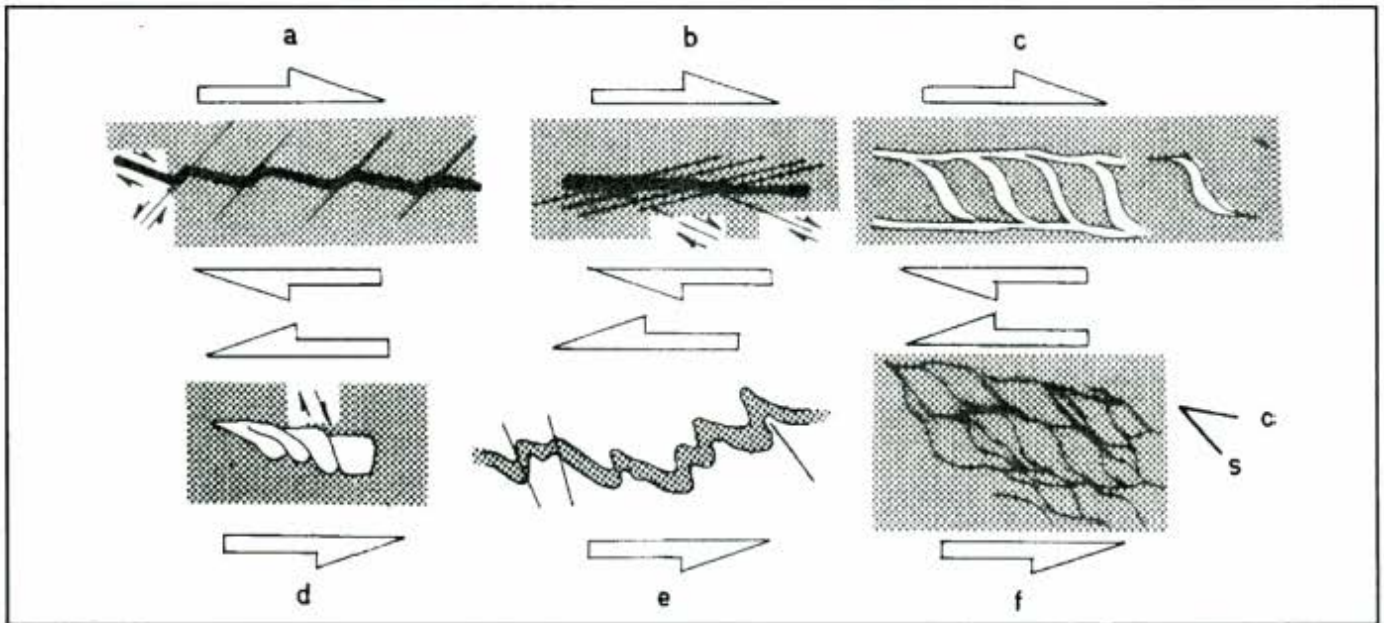


Figura 6: Indicadores cinemáticos hallados en las secciones delgadas. **a,** Estructuras RO. **b,** Estructuras RM. **c,** Microgrietas escalonadas. **d,** Fenocristales fracturados en dominó. **e,** Micropliegues asimétricos. **f,** Estructuras s/c.

máticos dúctiles en muestras intensamente deformadas confirman esta apreciación, e indican un Az. 145°-150° para la dirección de la cizalla. El cizallamiento provergente se habría desarrollado en esta etapa.

Estadio 2. En este estadio, la deformación está caracte-

rizada por condiciones de transición frágil-dúctil. Una de las muestras pone en evidencia un cizallamiento dextral frágil orientado al Az. 40°, mientras otra de ellas (la tectonita LS más deformada) exhibe un cizallamiento senestral dúctil en dirección Az. 90°-100°, que afecta estructuras propias del estadio 1.

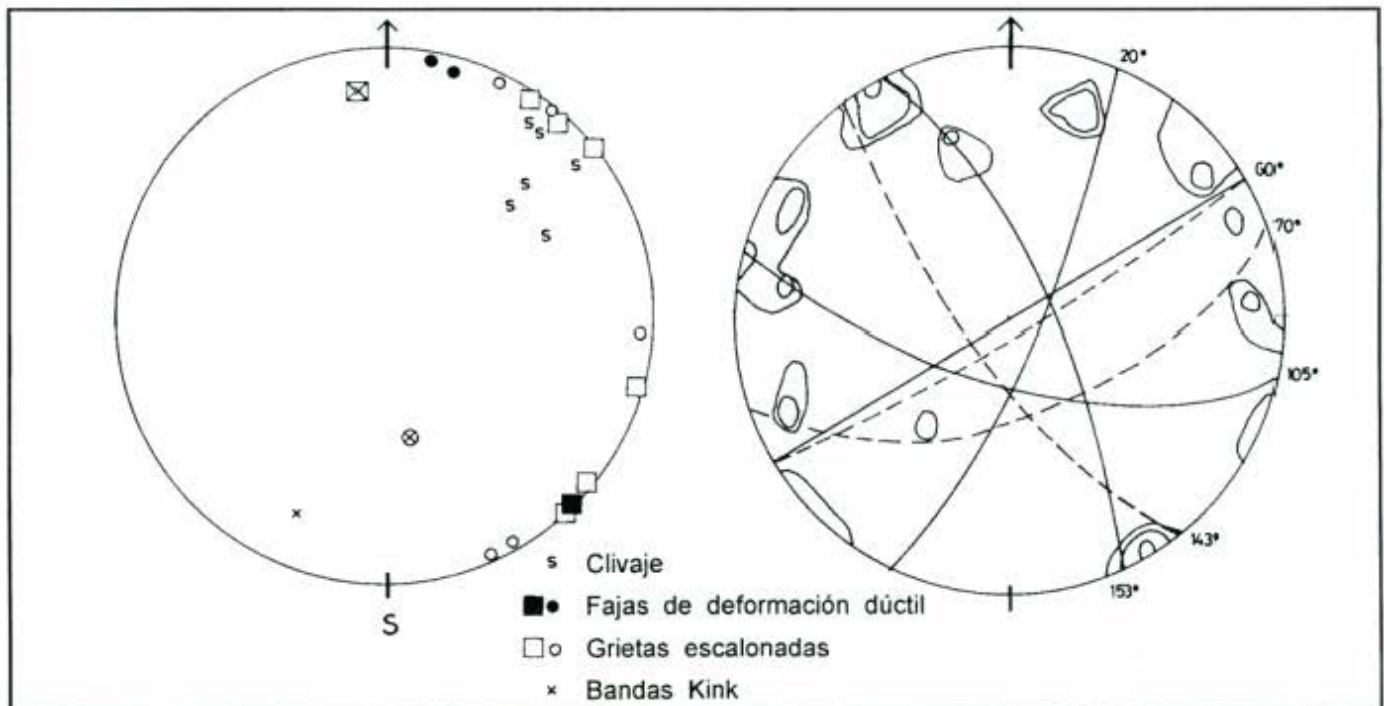


Figura 7: Diagramas de las mesoestructuras relevadas en el área. **a,** Clivaje, grietas escalonadas, fajas de deformación y bandas kink (los cuadrados representan indicadores de cizallamiento dextral; los círculos, senestral). **b,** Diaclasas. Los juegos delineados representan poblaciones con valores de entre 2,5% y 10% de frecuencia. N=54.

Todos estos elementos parecen encuadrarse en el esquema evolutivo planteado por Japas (1995) para el arco noroccidental de las Sierras Australes de Buenos Aires. Según el esquema de esta autora, el arco de las Sierras Australes sería el resultado de la aparición de megakinks extensionales (correspondientes a los denominados Lineamientos Sauce Chico y Pigüé) en las últimas etapas de la deformación progresiva del sistema. La estructura megakink correspondiente al lineamiento Pigüé, de orientación aproximada Az. 100°, se desarrolla en el sector norte del arco, mientras que aquella correspondiente al megakink extensional Sauce Chico (con orientación Az. 40°), en el sector sur del arco.

Conclusiones

El análisis de micro y mesoestructuras en las riolitas del basamento aflorante en el sector noroccidental de las Sierras Australes de Buenos Aires revela que existe correspondencia entre las características de las fábricas microscópica y mesoscópica. Ambas certifican la presencia de una etapa deformativa inicial que estuvo controlada por una cizalla dextral en dirección Az. 145°-150°, durante la cual se habrían generado fajas de deformación dominadas por transcurrencia y/o cizallamiento provergente. La forma de los hexágonos distorsionados, la equivalencia de los juegos de diaclasas con aquéllos generados bajo un esquema de cizallamiento simple, las características descriptas en el análisis mesoestructural (incisos a y b), así como la existencia de indicadores cinemáticos acordes, constituirían las evidencias más fuertes en favor de ello.

La segunda etapa en la evolución progresiva de la deformación refleja la aparición de fajas de deformación que afectan la fábrica anterior, destacándose para la región un cizallamiento senestral en planta en dirección Az. 90°-100°. Esta etapa no deja improntas visibles en la geometría de los hexágonos previamente distorsionados, aunque sí puede ser identificada por la aparición de fajas de mayor deformación con esa orientación, el desarrollo de estructuras frágiles (tales como las citadas en los incisos c y d del análisis mesoestructural) y por las características de la microfábrica deformacional. Existen también en la región evidencias (aunque menos frecuentes) de la existencia de fajas de deformación dextral en dirección Az. 40°, dirección que parece tener también asociada una componente de extensión.

Se concluye finalmente que la progresión deformativa descripta avalaría el modelo de evolución estructural propuesto por Japas (1995).

Agradecimientos

Se desea agradecer a la Dra. M. Koukharsky su colaboración en la descripción de los cortes petrográficos. A los árbitros de la Revista, A.J. Amos y A.C. Massabie, por sus oportunas sugerencias.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Andreis, R. R. y Japas, M. S., 1996. Cuencas Sauce Grande y Colorado. En: S. Archangelsky (ed.) El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 45-64. Buenos Aires, 1991.
- Andreis, R. R., Japas, M. S. y Rodríguez, S., 1996. Sierras Australes de Buenos Aires (Ventania). 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Excursión Geológica N° 1: 32 p. Buenos Aires.
- Cingolani, C. A. y Varela, R., 1973. Examen geocronológico por el método Rb/Sr de las rocas ígneas de las Sierras Australes bonaerenses. Actas 5° Congreso Geológico Argentino, 1: 349-371. Buenos Aires.
- Harrington, H. J., 1947. Explicación de las Hojas Geológicas 33m (Sierra de Curamalal) y 34m (Sierra La Ventana). Provincia de Buenos Aires. Dirección de Minería y Geología, Boletín, 61. Buenos Aires.
- Japas, M. S., 1989. Análisis micro-mesoestructural de la Formación Bonete. Sierras de Pillahuincó y de las Tunas, Sierras Australes de Buenos Aires. Actas 1° Jornadas Geológicas Bonaerenses, 1023-1030. Tandil, 1985. Bahía Blanca.
- Japas, M. S., 1991. Análisis microtectónico de la fábrica deformacional del Conglomerado de la Formación La Lola. Sierras Australes de Buenos Aires. Actas 7° Reunión sobre Microtectónica, 85-91. Bahía Blanca.
- Japas, M. S., 1995. El Arco Noroccidental de las Sierras Australes de Buenos Aires: Producto de megakinks extensionales durante el progreso de la deformación? Actas 4° Jornadas Geológicas Bonaerenses, 1: 257-263. Junín.
- Japas, M. S., Sellés-Martínez, J. y Amos, A. J., 1985. Determinación cuantitativa de la deformación de estructuras de disyunción columnar, Ea. La Mascota, Sierras Australes de Buenos Aires. Actas 2° Reunión sobre Microtectónica, 28-30. Bahía Blanca.
- Japas, M. S., Sellés-Martínez, J. y Amos, A. J., 1986. Análisis tridimensional mesoscópico de la deformación a través de disyunciones columnares (Basamento de las Sierras Australes de Buenos Aires, Ea. La Mascota): Resultados preliminares. Actas 3° Reunión sobre Microtectónica, 19-25. La Plata.
- Massabie, A. C. y Rossello, E. A., 1986. Significado de las fajas de microbrechas en el "Basamento eruptivo" y los Grupos Curamalal y Ventana, Sierras Australes de Buenos Aires. Actas 3° Reunión sobre Microtectónica, 91-93. La Plata.
- Petit, J-P., 1987. Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. *Journal of Structural Geology*, 9: 597-608.
- Ramsay, J. G. y Huber, M. I., 1987. *The Techniques of Modern Structural Geology, Volume 2: Folds and Fractures*. Academic Press, 700 p. Oxford.
- Sellés-Martínez, J., 1986. Graphic method for the reconstruction of the strain ellipse from distorted regular polygons. *Tectonophysics*, 131: 393-396.
- Sellés-Martínez, J., 1987. Comentario sobre la geometría y desarrollo de las Bandas kink. Actas 4° Reunión sobre Microtectónica, 98-105. San Juan.

- Simon, J., Japas, M. S. y Amos, A. J., 1985. Nueva técnica para la determinación de la deformación en objetos distorsionados de forma original conocida. Actas 2^a Reunión sobre Microtectónica, 5-8. Bahía Blanca.
- Simon, J., Japas, M. S. y Amos, A. J., 1989. The strainscope: An optical device for field measurement of homogeneous strain from distorted strain markers. *Journal of Structural Geology*, 11(6): 769-774.
- Varela, R., 1973. Edad Rb-Sr de las rocas ígneas de La Mascota-La Hermita, Partido de Saavedra, provincia de Buenos Aires. *Sociedad Científica Argentina, Anales* 195 (1-2): 71-80. Buenos Aires.
- von Gosen, W., Buggisch, W. y Dimieri, L. V., 1990. Structural and metamorphic evolution of the Sierras Australes (Buenos Aires province/Argentina). *Geologische Rundschau*, 79 (3): 797-821.

Recibido: 21 de noviembre, 1996

Aceptado: 27 de octubre, 1998