

Las Estromatitas del Complejo Metamórfico Sierra Brava, La Rioja, Argentina

Roberto C. MIRÓ¹ y María Fernanda GAIDO¹

Abstract: *STROMATITES FROM THE SIERRA BRAVA METAMORPHIC COMPLEX, LA RIOJA, ARGENTINA.* The Sierra Brava Metamorphic Complex is mainly composed of migmatites, gneisses, quartz biotite schists, amphibolites and marbles. Stromatitic metatexites form the most widespread lithology, representing a characteristic structural environment. Minor amounts of flebitic, nebulitic and diatexitic varieties are also present. The most common mineral assemblage in the metatexites consists of quartz, plagioclase (oligoclase), biotite, K-feldspar, garnet, muscovite, chlorite, tourmaline and opaque minerals (magnetite ?), related to a weakly peraluminous protolith.

Principal foliation, named a S2, is oriented consistently in a N330° direction, dipping 45° NE or SW. Foliation is well defined by compositional banding of the stromatites. Strong mylonitic shear banding has caused deformation in the leucosomes and preferred orientation of the biotite flakes in the melanosomes. Altogether, they define an S-C fabric, well developed in the shear bands, associated with sigma-type quartz porphyroblasts and mineral lineations oriented as E-SE in low angle position, indicating an inverse, sinistral type deformation.

According to our observations, the metamorphism of the stromatites occurred during a syn-deformational developed between the Middle Cambrian and the Lower Ordovician.

Resumen: *LAS ESTROMATITAS DEL COMPLEJO METAMÓRFICO SIERRA BRAVA, LA RIOJA, ARGENTINA.* El Complejo Metamórfico Sierra Brava está integrado por migmatitas, gneises, esquistos cuarzo biotíticos, anfibolitas y mármoles.

Las metatexitas estromatíticas constituyen el componente litológico principal, representando un ambiente estructural característico. En menor proporción se encuentran las variedades flebiticas, nebulíticas y diatexiticas. La asociación mineral más frecuente de las metatexitas está compuesta por cuarzo - plagioclasa (oligoclasa) ± biotita ± feldespato potásico ± granate [± muscovita - clorita - turmalina - Opacos] que indican un protolito de composición ligeramente peraluminosa.

La foliación reconocida y ampliamente distribuida en el área de la sierra Brava es de tipo compuesto y se identifica como S2. Presenta un rumbo aproximadamente constante N330°/45° NE, con buzamientos de mediano ángulo hacia el NE y SO. Está definida por el bandeamiento composicional de las estromatitas que ha sido intensamente modificado por cizalla, produciendo milonitización en los leucosomas y una orientación preferente de biotitas (el mafito principal) en los melanosomas. El conjunto define una fábrica S-C, en la que el plano de cizalla aparece muy bien desarrollado y junto con los indicadores cinemáticos representados por porfiroclastos de cuarzo tipo sigma y por lineaciones de estiramiento mineral este-sureste, con inmersiones de bajo ángulo, sugieren una cinemática inversa con una componente de tipo sinistral. De acuerdo con nuestra interpretación de la evolución metamórfica, el desarrollo de las migmatitas estromatíticas habría ocurrido en una etapa sin-deformacional. En conjunto se le atribuye al complejo metamórfico una edad cámbrica media-ordovícica inferior.

Key words: Stromatites. Petrology. Structure. Sierra Brava. La Rioja.

Palabras Clave: Estromatitas. Petrología. Estructura. Sierra Brava. La Rioja.

Introducción

En la región central de las Sierras Pampeanas Orientales (Caminos, 1979) se encuentran dos importantes áreas serranas: la sierra Brava en La Rioja y la sierra de Ancasti en Catamarca. Constituyen el nexo entre dos ambientes con rasgos geológicos diferenciados; hacia el sur se reconocen las

¹ SEGEMAR, Av. Lugones 161 (5000) Córdoba. E-mail: segemar_cba@sinectis.com.ar

secuencias metamórficas de medio y alto grado de las sierras de Córdoba en tanto que hacia el norte se desarrollan secuencias migmatíticas y esquistosas de grado medio a bajo, que incluyen el desarrollo de unidades de muy bajo grado, que serían equivalentes a la formación Puncoviscana. Por tal motivo la descripción de esta región es de particular interés para la integración de la historia del metamorfismo regional de las Sierras Pampeanas.

La sierra Brava de La Rioja se encuentra en el sector occidental de la hoja geológica Recreo (2966-IV) a escala 1:250.000, descrita por Miró *et al.* (2004). El Complejo Metamórfico Sierra Brava (Miró *et al.*, 2004) aflora en gran parte de la sierra y su extensión asutral, en Los Cerrillos Viejos. Ha sido reconocido igualmente en forma aislada intercalado en las unidades metamórficas al sur de la sierra de Ancasti (Aceñolaza *et al.*, 1983). Coira y Koukharsky (1970, 1979) definieron la Formación Sierra Brava como constituida principalmente por migmatitas, y en menor proporción, por esquistos, anfibolitas y calizas. Las mismas autoras reconocieron las migmatitas de la sierra Brava y las caracterizaron como migmatitas tonalíticas.

En la sierra de Ancasti existen sectores con amplio desarrollo de migmatitas bandeadas, agrupadas bajo el nombre de Formación Portezuelo (Aceñolaza y Toselli 1977), cuyos rasgos texturales y estructurales son similares a los de las migmatitas de la sierra Brava. A su vez los mismos autores utilizaron la denominación de Complejo Sierra Brava para describir esquistos cuarzo biotíticos, gneises y mármoles aflorantes en la sierra de Ancasti. En función de las diferentes asociaciones litológicas y rasgos estructurales existentes entre los complejos metamórficos de ambas sierras, en este trabajo se utiliza el nombre de Complejo Metamórfico Sierra Brava para agrupar a las rocas metamórficas de la sierra Brava, con el mismo sentido y extensión utilizado por Coira y Koukharsky (1970).0

A los fines del mapeo regional (Miró *et al.*, 2004), el Complejo Metamórfico Sierra Brava se separó en dos unidades: a) esquistos y gneises cuarzo biotíticos, mármoles y anfibolitas; b) metatexitas estromatíticas tonalíticas. Estas últimas representan la entidad litológica principal del complejo y su descripción es el objetivo del presente trabajo.

Ubicación

El área de trabajo forma parte del relevamiento de la hoja geológica Recreo (2966-IV) 1:250.000. El sector de la sierra Brava está ubicado en el extremo sureste de la provincia de la Rioja y comprende un área entre los 29° 32' 00" - 30° 00' 00" de latitud sur y los 65° 22' 00" - 66° 00' 00" de longitud oeste (Fig. 1a).

Geología del área

El basamento metamórfico de la sierra Brava incluye protolitos sedimentarios metapsamíticos, pertenecientes al Neoproterozoico-Cámbrico. Está representado por migmatitas, gneises y esquistos cuarzo biotíticos, mármoles y anfibolitas, que conforman el Complejo Metamórfico Sierra Brava (Miró *et al.*, 2004) cuya complejidad estructural refleja la sucesión de episodios tecto-metamórficos que lo afectaron. El magmatismo más antiguo está representado por rocas básicas y ultrabásicas de escasas dimensiones y diques pegmatíticos silíceos de probable edad cambro-ordovícica. La fase intrusiva de mayor desarrollo ocurrió entre el Silúrico y el Carbonífero inferior y está representada por los plutones graníticos-tonalíticos El Pilón y Cerrillos Viejos y sus derivados ácidos (fig. 1).

En el Carbonífero-Pérmico se produjo la sedimentación de las areniscas rojizas y tobas de la Formación La Antigua, como parte del relleno de la cuenca del Paganzo (Azcuy y Morelli 1970).

El Cenozoico está representado por areniscas calcáreas y calizas terciarias de la Formación Los Chivatos (Coira y Koukharsky 1970; 1979) y por amplios depósitos conglomerádicos, arenosos y salinos cuaternarios.

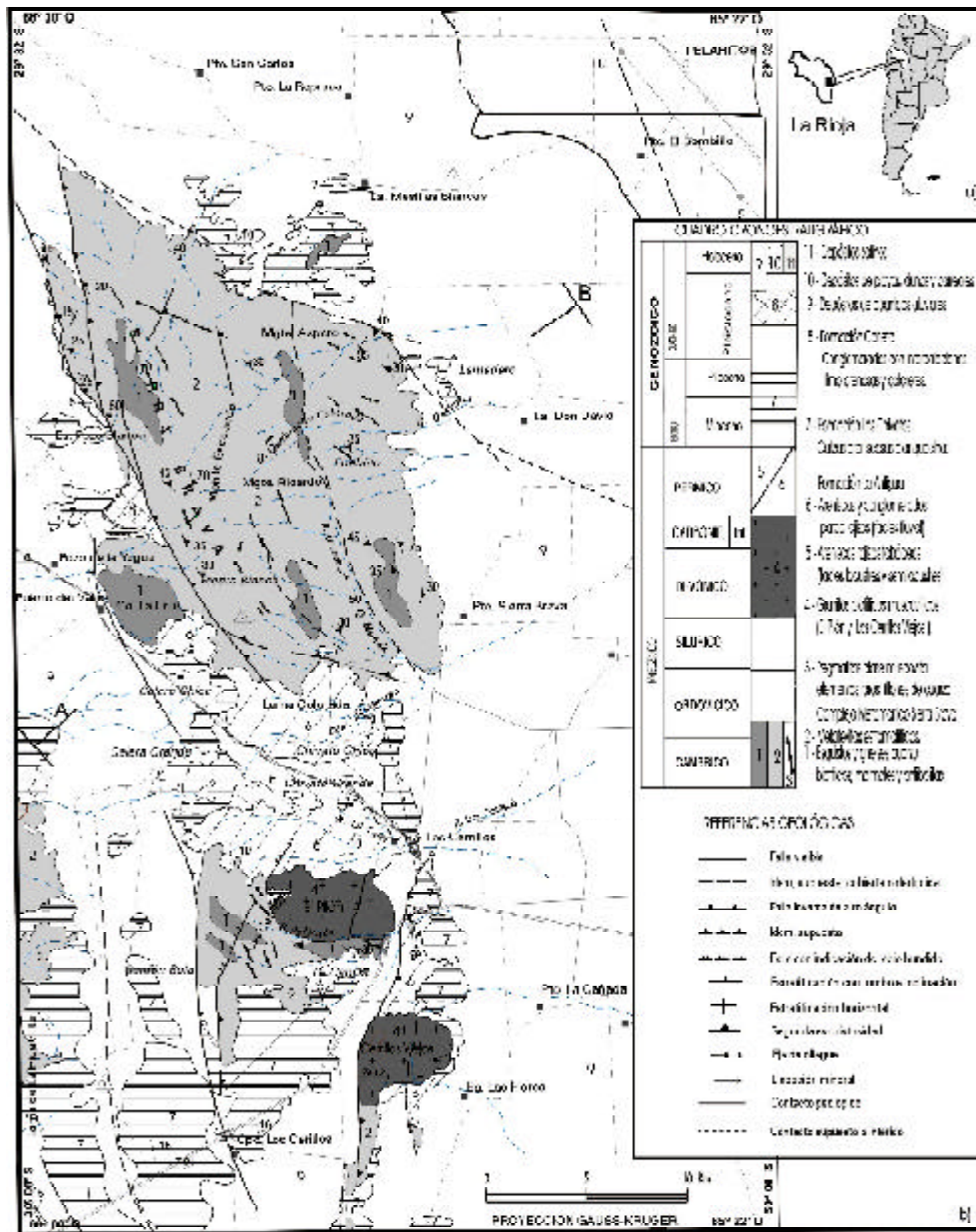


Fig. 1. a) Ubicación del área de trabajo. b) Mapa geológico de la Sierra Brava, modificado de Miró et al (2004)

Metatexitas estromatíticas tonalíticas

Los afloramientos de metatexitas se reconocen en toda la sierra Brava, incluyendo las elevaciones de Cerrillos Viejos, al sur de la misma (fig. 1b y 2). Al sur de la vertiente oriental, en las inmediaciones del puesto Sierra Brava, como en el sector norte, en la estancia Don David y hacia el oeste, en la región de Pozo de la Yegua y al norte de Pozo Blanco, afloran en forma homogénea, migmatitas estromatíticas, nebulíticas y en ocasiones diatexiticas. Las secciones transversales de la sierra realizadas a través de los arroyos Quimillar, Grande (este) y Pencal (noroeste) muestran igualmente una marcada uniformidad composicional, con intercalaciones esporádicas de bandas de esquistos y gneises cuarzo biotíticos, filones de cuarzo y mica, y escasos bancos de mármoles y anfibolitas. Se han reconocido en el sector sudoriental, en las márgenes del río Grande, diques pegmatíticos de extensión kilométrica intruyendo a las migmatitas.

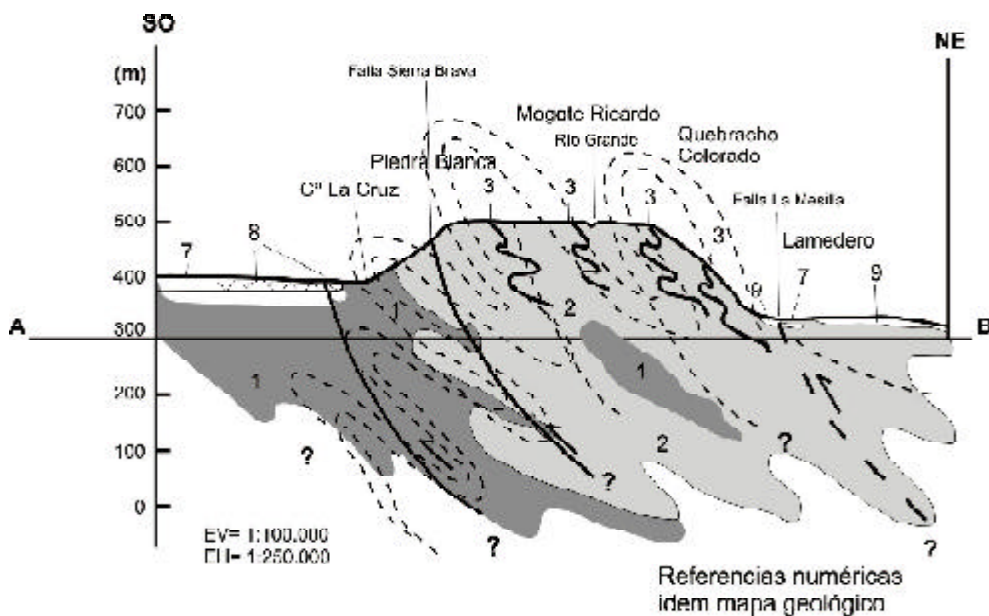


Fig. 2. Perfil transversal SO-NE de la Sierra Brava.

Características petrográficas y texturales. En la Sierra Brava predominan las metatexitas estromatíticas y en menor proporción se observan las variedades flebiticas, nebulíticas y diatexiticas. Los afloramientos son bochiformes (fig. 3a), de tonalidades grisáceas claras y oscuras, con motas cloritizadas características. Se destaca la estructura estromatítica (fig. 3b, c y f) en la que macroscópicamente se observa un leucosoma concordante discontinuo de grano grueso y espesores variables (0,2 a 5 cm), formado por cuarzo, plagioclasa y granate y un melanosoma delgado (2 mm), constituido por biotita y granate. A esta textura se le sobrepone una deformación por cizalla simple que muestra un movimiento interno de bandas de naturaleza contraccional, generando una estructura secundaria S-C (fig. 3d y e).

Microscópicamente la textura de la roca es granolepidoblástica, con blastos inferiores a 2 mm. El leucosoma tiene una textura granoblástica heterogranular con un espesor variable entre 0,5 mm y 5 mm; está compuesto por Qtz - Pl2 (oligoclasa) ± Bt ± Kfs ± Grt. (simbología según Kretz, 1983). De acuerdo al orden cronológico relativo se le agrega un número a la sigla del mineral.



Fig. 3A. Afloramientos bochiformes de las metatexitas de Sierra Brava, vista al sur.



Fig. 3B. Características texturales de las metatexitas estromatíticas del Complejo Metamórfico Sierra Brava.



Fig. 3C. Características texturales de las metatexitas estromatíticas del Complejo Metamórfico Sierra Brava.



Fig. 3D. Textura de deformación por cizalla simple que muestra un movimiento interno de bandas, generando una estructura secundaria S-C.

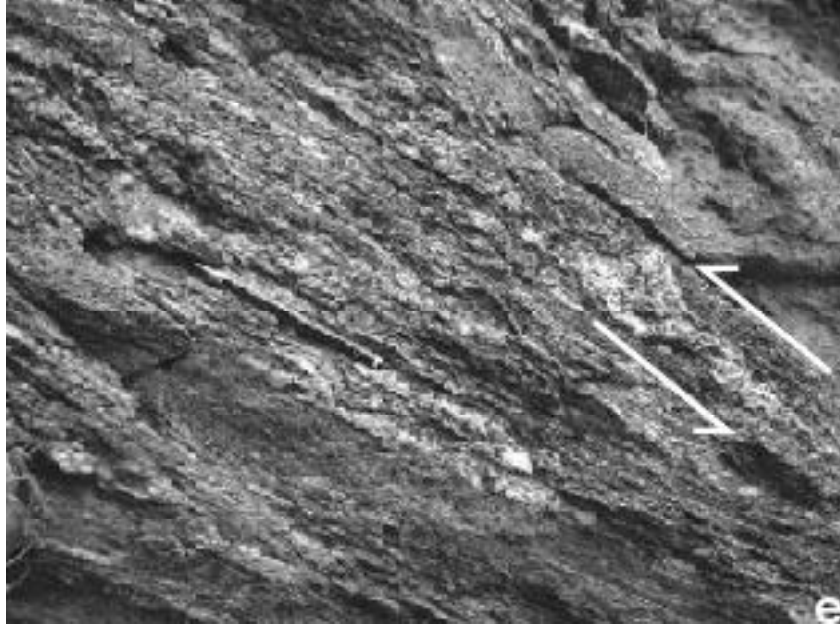


Fig. 3E. Textura de deformación por cizalla simple que muestra un movimiento interno de bandas, generando una estructura secundaria S-C.



Fig. 3F. Características texturales de las metatexitas estromatíticas del Complejo Metamórfico Sierra Brava.

La presencia de feldespato potásico (microclino) es escasa y restringida (solo se reconoció en el sector noroeste de la sierra), por lo que la composición sería de naturaleza tonalítica. El melanosoma tiene textura lepidogranoblástica formando bandas de 1 a 5 mm de espesor, limitando a los leucosomas o interdigitándose con ellos. Presenta la siguiente asociación mineral: Bt – Pl1 ± Grt ± Ms – [Chl - Tur - Opacos], (Gaido, 2003).

El cuarzo (Qtz1) es xenoblástico, con bordes suturados y extinción ondulosa marcada. Se encuentra elongado (Qtz3) en el sentido de la foliación y suele unirse en puntos triples (Qtz2). La plagioclasa (Pl2) es oligoclasa xenoblástica de aspecto porfiroide, con maclas polisintéticas acuñadas y a veces difusas. Se observan blastos pequeños de aspecto intersticial (Pl1). La biotita (Bt1) se presenta en láminas desferrizadas y muscovitizadas, con bordes desflecados e inclusiones de circón; se orientan siguiendo la foliación S2 de la roca. Se han reconocido láminas de biotita (Bt2) concentradas en los bordes del granate. Se observan además laminillas recristalizadas (Bt3) paralelas a la misma dirección o transgrediéndola para generar una foliación secundaria C. El granate (Grt1) se encuentra tanto en el leucosoma como en el melanosoma, donde es más abundante y de carácter relictico. Se presenta en xenoblastos inferiores a 2 mm con inclusiones de cuarzo, biotita y plagioclasa. Tiene estructura en atolón (Grt2) y se encuentra sustituido por clorita, biotita (Bt2), muscovita, epidoto, cuarzo y opacos. Esta asociación genera nódulos verde grisáceos que le confieren a la roca un aspecto moteado.

La muscovita (Ms1) por lo general se presenta en láminas pequeñas que acompañan a la biotita y secundariamente en láminas de hasta 4 mm (Ms2) que se disponen casi perpendiculares a la foliación principal. La turmalina es de color verde oliva (chorlita) con hábito prismático y hexagonal y se concentra irregularmente en las bandas lepidoblásticas. Por su aspecto y relación textural se lo considera un mineral post metamórfico.

En algunos sectores de la sierra como en los alrededores de la Quebrada Honda, de la Loma Blanca y del cerrito ubicado al este de El Pilón, se observa que las migmatitas estromatíticas se van transformando en rocas de aspecto más homogéneo y granítico hasta formar diatexitas. El límite entre ambas variedades es difuso. Por esta razón y su dimensión reducida a la escala de trabajo, no se las ha separado en la cartografía. La composición de las diatexitas es semejante a la de las estromatitas, salvo en que carecen de granate y poseen feldespato potásico xenoblástico como constituyente del leucosoma. El predominio de la textura granoblástica sobre la lepidoblástica genera una fábrica homogénea por lo que el bandeo deja de ser uniforme, siendo el leucosoma intrusivo del melanosoma. La asociación mineral reconocida es: Bt - Qtz - Pl ± Kfs ± Ms - Zrn - Ap - [Tur - Chl - Ep - Kln - Opacos].

Las metatexitas estromatíticas incluyen restos paleosomáticos de gneises y esquistos cuarzo biotíticos cuyos tamaños van desde los escasos centímetros hasta la decena de metros y sus contactos son netos; presentan la siguiente asociación mineral: Qtz - Pl - Bt - Ap - Tur - [Ms - Chl - Kln - Ser - Opacos].

Rasgos estructurales de las metatexitas estromatíticas

La unidad presenta como estructura penetrativa principal una foliación compuesta S2 materializada por el bandeamiento composicional de las estromatitas que ha sido intensamente modificado por cizalla, produciendo milonización en los leucosomas y una orientación preferente de biotitas (el mafito principal) en los melanosomas. El conjunto define una fábrica S-C, en la que el plano de cizalla aparece muy bien desarrollado. La foliación S2 tiene un rumbo aproximadamente constante NNO-SSE (N330°/45°NE), con buzamientos de mediano ángulo hacia el noreste y suroeste.

Pliegues. En los afloramientos se reconocen pliegues intrafoliares F1, centimétricos, de geome-

trías tipo S, observados principalmente en los leucosomas. Presentan charnelas engrosadas y flancos estirados y deformados, cuyos planos axiales son paralelos a la foliación S2. También tienen amplio desarrollo los pliegues abiertos F2 asimétricos, de escala decimétrica - métrica que afectan a la foliación S2, con ejes orientados aproximadamente N123°/37°. Se pueden reconocer pliegues mayores F3 por la dispersión de la foliación general S2 alrededor de un eje de orientación N345°/15° que podría corresponder al plegamiento de orden decamétrico - hectométrico, que se observa en la región. Estos pliegues se reconocen en las fotografías aéreas (escala 1:75.000), principalmente en el sector noroeste de la sierra Brava.

Lineaciones. Sobre el plano de foliación S2 de las estromatitas se desarrolla una lineación de estiramiento mineral L2 materializada por blastos elongados de cuarzo y por láminas de biotita, que se dispersan en el cuadrante sudeste, adquiriendo una orientación general N105°/26°.

Cizalla. Las migmatitas de la sierra Brava presentan una intensa deformación por cizalla que ha generado una fábrica S-C en la que se deducen movimientos internos de naturaleza contraccional. Los indicadores cinemáticos más claros, están representados por porfiroclastos de cuarzo tipo sigma-delta, desarrollados en el leucosoma de las estromatitas, que muestran una disposición uniforme y constante dentro del complejo migmatítico, indicando que el sentido de movimiento general de la cizalla es inverso, con una componente de tipo sinistral.

Evolución y edad del metamorfismo

El Complejo Metamórfico Sierra Brava se correlaciona con unidades similares descritas para la sierra de Ancasti (Miró *et al.*, 2004), al este, y de Ambato (Nullo 1979), al oeste, ambas en la provincia de Catamarca. En particular dentro del Complejo Metamórfico Ancasti se han reconocido metatexitas estromatíticas interpretadas como equivalentes en composición y edad a las de la sierra Brava. En base a los distintos episodios metamórficos se puede decir que el complejo Sierra Brava posee una historia metamórfica que se desarrolló entre el Cámbrico medio y el Devónico.

El primer evento metamórfico regional, de carácter relictico, al que denominamos M1 está preservado en los restos paleosomáticos de esquistos y gneises de las migmatitas de la sierra Brava. Lo correlacionamos con el evento M2 (Willner 1983) de la sierra de Ancasti, que se habría producido alrededor de los 524 Ma. (Knüver 1983).

La migmatización en la sierra Brava se produjo con posterioridad a M1, durante el principal evento regional que denominamos M2 y que sería el responsable del fundido de las rocas esquistosas generando las metatexitas con estructura estromatítica, ampliamente distribuidas en la sierra Brava y noroeste y sur de Ancasti, durante el Cámbrico superior-Ordovícico inferior. Este evento M2 se correlacionaría con un evento M3 (Willner 1983) en la sierra de Ancasti, donde la facies metamórfica de mayor grado, que corresponde a la zona de almandino, es mayormente post-cinemática y registra las estructuras más penetrativas de la región (Willner 1983); corresponde a un metamorfismo regional de presión baja a intermedia y temperaturas entre 500°C y 670°C, que fue datado en 472 Ma (Knüver 1983).

El evento metamórfico dinámico, al que denominamos M3, es el responsable de la milonitización de las estromatitas de la sierra Brava y se habría producido en una etapa muy próxima a M2. Por último, sobreviene una fase retrogradante M4, correlacionable con la fase M4 (Willner, 1983) ocurrida en la sierra de Ancasti entre los 400-420 Ma. (Knüver, 1983).

De acuerdo a las evidencias de campo, los eventos metamórficos registrados en la sierra Brava están representados por las siguientes paragénesis minerales:

- M1: Qtz1+Pl1±Kfs+Bt1+Ms1; (de carácter relictivo). Grado bajo, facies esquistos verdes.
 M2: Qtz2+Pl2±Kfs+Bt2+Grt1; (evento principal). Grado medio-alto, facies anfibolita.
 M3: Qtz3+Pl2+Bt3+Grt 2; (de carácter deformacional). Textura milonítica y superficies C.
 M4: Grt1→Bt±Qtz+Chl+Opacos; Grt2→Chl±Ms2; (de carácter retrógrado). Grado bajo, facies esquistos verdes.

Relación con eventos tecto-magmáticos

La región de la sierra Brava se encuentra comprendida dentro del sector central de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas Orientales (Camino 1979). Los eventos tecto-magmáticos del Paleozoico inferior registrados en la misma son comunes al basamento ígneo-metamórfico de la región y se corresponden con los ciclos orogénicos Pampeano, Famatiniano y Achaiano que se desarrollaron en el borde proto-pacífico de Gondwana (Sims *et al.*, 1997).

Los primeros episodios de actividad ígnea registrados en las sierras Brava y de Ancasti están representados por las intrusiones de rocas básicas y ultrabásicas, datadas éstas últimas en 500-512 Ma (Schalamuk *et al.*, 1980). A la misma edad han sido atribuidas intrusiones pegmatíticas en ambas sierras.

En coincidencia con la fase de deformación D3 (Willner 1983) se produjo el clímax magmático de la región, manifestado con la intrusión de una asociación de plutones dioríticos, tonalíticos, granodioríticos y graníticos junto con pegmatitas, que forman el Complejo Ígneo La Majada (Cisterna, 2003) de la Sierra de Ancasti al que corresponden los plutones graníticos de Las Cañadas (435±23 Ma; Knüver 1983), La Dorada (436±33 Ma; Knüver 1983) y otros menores.

Los eventos mencionados constituyen parte del ciclo orogénico Famatiniano (Aceñolaza y Toselli, 1976) o ciclo Famatiniano (Dalla Salda, 1987). En las Sierras Pampeanas Orientales se puede observar la mayor expresión del ciclo Famatiniano en las sierras de San Luis, Chepes, Las Minas, La Rioja y Famatina y en Catamarca en las sierras de Ancasti y Ambato.

Los plutones granítico-tonalíticos de El Pilón y Cerrillos Viejos de la sierra Brava, acompañados por diques aplopegmatíticos discordantes con la estructura de las rocas más antiguas, podrían vincularse a una fase magmática tardía. Se correlacionarían con plutones graníticos altamente diferenciados, ubicados al norte de la sierra de Ancasti (Sauce Guacho y Santa Rosa) cuyas edades devónicas-carboníferas (334±10 Ma y 373±10 Ma), (Knüver, 1983) los vincularían al ciclo orogénico Achaiano (Sims *et al.*, 1997).

Las rocas metamórficas de la Sierra Brava se correlacionan en su estructura más penetrativa con el evento Famatiniano. Este ciclo coincidiría con la colisión de Precordillera con el margen Pampeano del cratón Gondwánico lo que originó la amalgamación definitiva del prisma de acreción Pampeano, y que se habría desarrollado entre el Ordovícico y Silúrico Inferior (Dalla Salda *et al.*, 1992; Dalziel *et al.*, 1996).

Conclusiones

El Complejo Metamórfico Sierra Brava está integrado por dos unidades litoestratigráficas: esquistos y gneises cuarzo biotíticos, mármoles y anfibolitas, y metatexitas estromatíticas tonalíticas. Estas últimas constituyen la variedad litológica de mayor extensión areal de la sierra Brava.

Las únicas unidades magmáticas antiguas reconocidas en la región corresponden a rocas básicas y ultrabásicas y diques pegmatíticos subconcordantes. Dos plutones de dimensiones kilométricas, El Pilón y Cerrillos Viejos, han intruido al basamento metamórfico en una etapa post colisional de probable edad silurica-carbonífera.

Los contactos transicionales, las estructuras de fusión parcial y la migmatización regional del Complejo Metamórfico Sierra Brava, sugieren un contexto estructural relativamente profundo. El evento metamórfico principal M2 está representado por la paragénesis mineral $Qtz2+Pl\pm Kfs+Bt2+Grt1$.

Las estromatitas de la sierra Brava se consideran como metatexitas, ya que las evidencias texturales y estructurales de la fábrica y la presencia de restos paleosomáticos, indican que han estado expuestas a un proceso de fusión parcial, en la que se supone, en función de las temperaturas alcanzadas (500°C - 670° C), la actividad de una fase acuosa importante. Las estromatitas se formaron durante un proceso sin a post-cinemático desarrollado en condiciones de medio a alto grado metamórfico, bajo un régimen de cizalla simple.

Durante el ciclo Famatiniano ocurrió la fusión parcial y la obliteración de sus fábricas, generando texturas protomiloníticas a miloníticas. Los indicadores cinemáticos reflejan que la deformación sobreimpuesta de las estromatitas es de sentido inverso con una componente sinistral. Los rasgos litológicos y estructurales que se encuentran en las estromatitas del basamento metamórfico de la Sierra Brava corresponden muy probablemente a este ciclo.

Agradecimientos: Este trabajo se realizó en el marco del relevamiento geológico de la Hoja Geológica Recreo 2966-IV, (1:250.000), del Servicio Geológico Minero Argentino. Se agradece a las autoridades la autorización para su presentación.

Referencias

- Aceñolaza, G. y Toselli, A., 1976. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del noroeste argentino. *II Congreso Latinoamericano de Geología*: 2: 755-766. Lima.
- Aceñolaza, G. y Toselli, A., 1977. Esquema geológico de la sierra de Ancasti, provincia de Catamarca. *Acta Geológica Lilloana*, XIV:233-259.
- Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A.J., 1983. Geología de la Sierra de Ancasti. *Münster Forschungen Zur Geologie und Palaeontologie* Heft 59, 372 pp. Münster.
- Azcuy, C., y Morelli, J., 1970. Geología de la comarca Paganzo-Amaná. El Grupo Paganzo, formaciones que lo componen y sus relaciones. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25 (4): 429. Buenos Aires.
- Caminos, R., 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. *II° Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, I, 129-146, Córdoba.
- Cisterna, C.E., 2003. Faja intrusiva La Majada, sierra de Ancasti, Catamarca: Caracterización petrológica-estructural. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58 (1): 20-30.
- Coira, B. y Koukharsky, M., 1970. Geología y petrología de la Sierra Brava, provincia de La Rioja, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25:(4), 444-466.
- Coira, B. y Koukharsky, M., 1979. Descripción geológica de la Hoja 17 f, Sierra Brava, provincia de La Rioja y Catamarca. *Servicio Geológico Nacional, Boletín 171*, Buenos Aires.
- Dalla Salda, L.H., 1987. Basement tectonics of Southern Pampean Ranges. *Tectonics*, 6 (3):249-260.
- Dalla Salda, L., Cingolani, C., Varela, R., 1992. Early Paleozoic orogenic belt in Southwestern South America: result of Laurentia-Gondwana collision?. *Geology*, 20, 617-620.
- Dalziel, I.W.D., Cingolani, C. y Palmer, A.R. 1996. The Argentine Precordillera: A Laurentian terrane: *Penrose Conference Report. GSA Today* (February), 16-18.
- Gaido, M. F., 2003. Informe petrográfico de la hoja geológica Recreo 2966-IV, escala 1:250.000. *Servicio Geológico Minero Argentino, delegación Córdoba*. Inédito. 12 pp.
- Knüver, M., 1983. Dataciones radimétricas de rocas plutónicas y metamórficas. En: Aceñolaza F.G.; H. Miller y J. Toselli (Eds). *Geología de la sierra de Ancasti, Münstersche Forschungen zur Geologie und Palaeontologie*. Münster. Heft 59, 201-218 pp.
- Kretz, R., 1983. Symbols for rocks forming minerals. *American Mineralogist*, 68: 277-279.
- Miró, R., Gaido, F., Candiani, J y Aimar, C., 2004. Hoja geológica Recreo, 2966-IV, 1:250.000. *Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR*. 84 pp. Inédito.
- Nulló, F., 1979. Geología del Basamento Cristalino de las sierras de Ambato y Ancasti, Catamarca. *Universidad Nacional de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Nat.urales*. Tesis Doctoral, 161 pp. Inédito.

- Schalamuk, I., Dalla Salda, L., Angelelli, V., Fernández, R. y Etcheverry, R., 1980. Mineralización y petrología del área de Las Cañadas, Dpto. El Alto, provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, Buenos Aires. 11 (3/4):1-26.
- Sims, J., Skirrow, R., Stuart-Smith, P. and Lyons, P., 1997. Informe geológico y metalogénico de las Sierras de San Luis y Comechingones (provincias de San Luis y Córdoba), 1:250.000. *Anales XXVIII Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR*, 1-53. Buenos Aires.
- Willner, A., 1983. Evolución metamórfica. En: Aceñolaza F.G.; H. Miller y J. Toselli (Eds.) *Geología de la Sierra de Ancasti. Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*. Münster. Heft 59, 189-200 pp.

Recibido: 23 de agosto de 2004
Aceptado: 25 de octubre de 2004