

La evolución magmática del suroeste gondwánico en el Paleozoico Inferior

The evolution of Early Paleozoic magmatism of S. W. Gondwana

J. Saavedra (*), C. Rapela (**) y A. Toselli (***)

(*) Instituto de Recursos Naturales del C.S.I.C., Apartado 257, 37071 Salamanca

(**) Centro de Investigaciones Geológicas, UNLP, Calle 1, Nº 644, 1900 La Plata (Argentina)

(***) Instituto Superior de Correlación Geológica, UNT, Miguel Lillo, 205.4000 S. M. de Tucumán (Argentina)

ABSTRACT

This magmatism is principally developed in NW Argentina, with some prolongations in the neighbour countries, mainly S.W. Peru and S. Bolivia. But the best exposures are in the Sierras Pampeanas (Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan, Córdoba and San Luis provinces). In general, the whole of features of the endogenous processes show that all materials, from Middle Cambrian up to Devonian-Carboniferous (?) ages are within the so called Famatinian Cycle; according to recent informations, there was a prior distensive episode of rifting (Upper Precambrian to Lower-Middle Cambrian) and, later, a magmatism of Lower Paleozoic age with plate convergence affinities (calc-alkaline volcanic rocks: Las Planchadas and other; meta-aluminous to per-aluminous plutonic rocks, and derived hybrid of felsic and mafic magmas). The per-aluminous granites in the eastern Pampean Ranges are frequent, but its spacio-temporal relations with the meta-aluminous facies are still poorly established. There are several episodic mineralizations associated to the petrological characteristics of the plutons.

Key words: SW Gondwana, Pampean Ranges, magmatism, Early Paleozoic.

Geogaceta, 20 (7) (1996), 1676-1678

ISSN: 0213683X

Introducción

Al concluir el proyecto 120 del PIGG (Andean Magmatic Evolution), que tuvo una excepcional duración de 10 años, se decidió solicitar otro diferente que recogiese las experiencias acumuladas en orden a cubrir los aspectos interesantes previamente suscitados, demanda aprobada que dió origen al proyecto 249 (Andean Magmatism and its Tectonic Setting), ya de menor duración. En esencia, este trabajo presenta un resumen de los resultados obtenidos por parte del equipo español, reflejados en más de una veintena de publicaciones en revistas. Por razones de extensión, no se detallan aquí, pero gran parte de las mismas están incluídas en Rapela *et al.*, (1992); todas las aseveraciones que no consignen autor específico proceden de ella.

Comparando las informaciones de antes y después de concluir ambos proyectos, la diferencia es más que notable. Tal volumen de datos permitía profundizar en muchos campos. Mientras tanto, se suscitaron discusiones sobre ideas que implicaban una relación íntima entre regiones intra- y extra-andinas. Todo este cúmulo justificó la aprobación del proyecto vigente 345 (Andean

Lithospheric Evolution), con el mismo representante español (el primer firmante de este artículo). Los resultados que se exponen se refieren en esencia al 249, con algún complemento del 345, ya que este último está en fase de obtención de datos e interpretaciones derivadas que implican al aludido grupo español.

Aspectos generales

Las actividades del grupo (siempre reflejadas en separatas en las que se incluyen autores argentinos y de otros países) se centraron en las Sierras Pampeanas, una serie de alineamientos de orientación actual aproximada NS que surgen de una cobertura arenosa reciente, por constituir la zona idónea, dentro de América del Sur, del magmatismo del Paleozoico Inferior. La extensión es importante, los afloramientos de buena calidad son comunes y las variedades litológicas están bien expuestas en numerosas localidades, Fig. 1.

Aunque el problema de la edad de los materiales endógenos premesozoicos de una región tan extensa es general (no hay, relativamente, muchos antecedentes geológicos modernos), resulta más acentuado para el caso de los niveles inferiores (desde

el Precámbrico Superior hasta el Cámbrico Medio, ciclo Pampeano), con sedimentos dominantes, rocas plutónicas y, sobre todo, volcánicas (que incluyen rocas alcalinas típicas de áreas distensivas), muy subordinadas. El ciclo Famatiniano, que sucedió a éste y terminó en el Devónico-Carbonífero, ha sido el objeto principal de las actividades del grupo; tiene rasgos, volcánicos y plutónicos, de arco magmático y hay claras evidencias colisionales, pese a que la falta de información (ó su carácter confuso) respecto a la edad de algunas facies graníticas tardías den lugar a un grado de incertidumbre que impida considerar si, con seguridad, las mismas pertenecen a este ciclo o al subsiguiente, el Gondwánico (que concluyó en el Jurásico medio). Aquí se ha tomado el criterio de tener en cuenta la coherencia geológica cuando la geocronología (insuficiente, en cualquier caso) era ambigua, por lo que, de forma deliberada, ésto se ha evitado a efectos de implicaciones generales.

La Fig. 1 indica que el magmatismo no tiene igual desarrollo en el conjunto de las Sierras Pampeanas. En la zona oriental es frecuente, mientras que en la occidental predominan el metamorfismo (muchas veces de alto grado) y, de manera relativa, las ro-

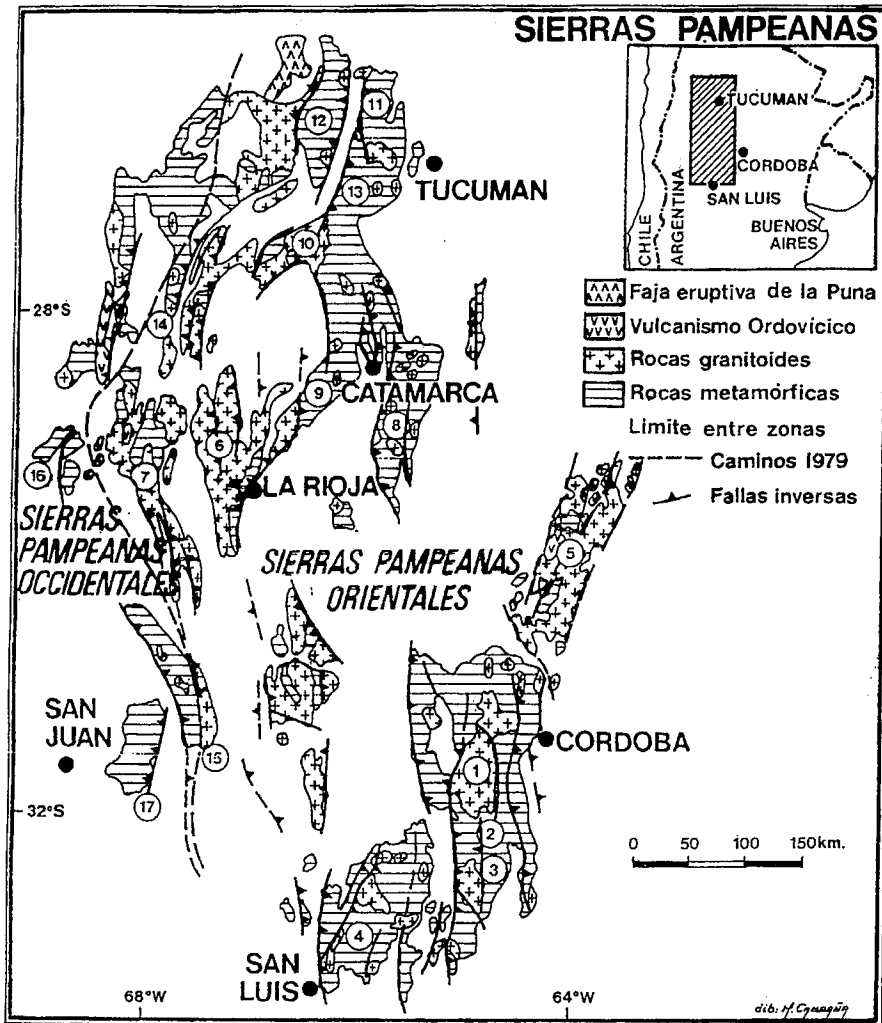


Fig. 1.- Esquema geológico de las Sierras Pampeanas (basado en Rapela *et al.*, 1992). 1, Batolito de Achala. 2, Sierras de Córdoba. 3, Batolito de Alpa Corral. 4, Sierras de San Luis. 5, Sierras del Norte de Córdoba. 6, Sierra de Velasco. 7, Sistema de Famatina. 8, Sierra de Ancasti. 9, Sierra de Ambato. 10, Batolito de Capillitas. 11, Cumbres Calchaquies. 12, Sierra de Quilmes. 13, Sierra de Aconquija. 14, Sierra de Fiambalá. 15, Sierra de Valle Fértil. 16, Sierras de Toro Negro y Cuminchango. 17, Sierra de Pié de Palo.

Fig. 1.- General geologic sketch of the Sierras Pampeanas (according to Rapela *et al.*, 1992). 1, Batholith of Achala. 2, Sierras of Córdoba. 3, Batholith of Alpa Corral. 4, Sierras of San Luis. 5, Sierras del Norte de Córdoba. 6, Sierra de Velasco. 7, Sistema de Famatina. 8, Sierra de Ancasti. 9, Sierra de Ambato. 10, Batholith of Capillitas. 11, Cumbres Calchaquies. 12, Sierra de Quilmes. 13, Sierra de Aconquija. 14, Sierra de Fiambalá. 15, Sierra de Valle Fértil. 16, Sierras of Toro Negro and Cuminchango. 17, Sierra de Pié de Palo.

cas máficas-ultramáficas. La parte más oriental (provincia de Córdoba) difiere del resto, por presentar una gama de variación litológica desde rocas polimetamórficas de alto grado a plutónicas, pasando por granitos cordieríticos y cordierititas (Rapela *et al.*, 1995), rocas ultrabásicas, piroclásticas, volcánicas, etc. Aunque se considera por separado el Sistema de Famatina, definido previamente como diferente de las Sierras Pampeanas Orientales y Occidentales, tras los trabajos en los que participó el grupo

español, ha mostrado afinidades que difuminan sus características iniciales y le aproximan a las primeras.

Los datos geocronológicos (un objetivo esencial del proyecto 345) disponibles más frecuentes son muy irregulares en cuanto a su distribución, por lo cual se han tratado estadísticamente (histogramas de frecuencia) para cada zona en orden a eliminar, en lo posible, la falta de representatividad. Este criterio se ha mostrado útil y coherente con la información geológica que ahora se dispone.

Sierras Pampeanas

La abundancia de plutones en su sector oriental ha permitido realizar más dataciones de estos eventos magmáticos. Se tienen menos informaciones respecto a otros acontecimientos, pero puede darse un esquema cronológico razonable. A un plegamiento isoclinal cámbrico sucedió el principal (límite cambro-ordovícico), con esquistosidad y foliación casi N-S (Fig. 1), seguido de otros dos menores (uno ordovícico, vinculado a emplazamientos batolíticos, y otro silúrico), para concluir con milonitizaciones tardías devono-carboníferas. En lo que respecta al metamorfismo regional, se tiene una fase de bajo a medio grado, cámbrica, que culmina en la fase principal (grado medio a alto y muy alto), cambro-ordovícica, para concluir con un metamorfismo retrógrado que acaba en el Carbonífero. Los granitos se inician en el ciclo Pampeano, pero alcanzan su máximo desarrollo durante su vinculación a la fase 2 de metamorfismo y deformación (respecto a ella, son sincrónicos, tardíos o posteriores), finalizando el plutonismo en el Carbonífero.

Se han estudiado por el grupo algunos granitos Cámbricos (Pampeanos ?) de la Cordillera Oriental (Galliski *et al.*, 1990), con rasgos tonalíticos o trondhjemiticos, postectónicos, pero la mayoría son netamente Famatinianos. Los sintectónicos de esta última edad están orientados, suele ser bastante moscovíticos, presentan contactos netos y se acompañan de un cortejo de cuerpos más pequeños (Llambias *et al.*, 1991). Los tarditectónicos son variables en sus rasgos petrológicos y emplazamiento, desde discordantes a algo concordantes con las estructuras regionales; predominan los peraluminicos, pese a que, muchas veces, tienen relaciones isotópicas de Sr bajas (0,705). Los postectónicos suelen ser, en superficie, plutones o batolitos muy grandes de granitos s.s. (pocas granodioritas o tonalitas), incluyendo facies de megacrístales y de dos micas o moscovíticas, a veces con silicatos aluminicos, de contactos bien definidos, aureolas metamórficas perfectamente caracterizadas y asociación común a mineralizaciones de las paragénesis estanno-wolframíferas y vinculadas (de U, P, etc.). Finalmente, se citan granitos más tardíos, de edades carboníferas, en pequeños plutones subcirculares de granitoides con hornblenda y/o máficos distintos, mineralizados como los anteriores.

El Sistema de Famatina

Se sitúa entre las Sierras Pampeanas Orientales y Occidentales (Fig. 1). Se tienen muchos menos datos respecto a la edad que en el caso anterior, por lo que no se puede matizar tanto, pero se esbozan dos episodios plutónicos: uno, predominante, Ordovícico-Silúrico y otro Devónico (el conjunto del grupo 2 del caso anterior).

Aquí es muy general la asociación de granitos con rocas más máficas (incluso gabroicas), a diferencia de las Sierras Pampeanas. Se aprecian frecuentemente fenómenos de hibridación (con apatitos aciculares, desagregación de diques simplutónicos, etc.), asimilaciones variables de rocas sedimentarias (quedando, en ocasiones, relictos de silicatos aluminicos, a nivel de mineral, o anfibolitas no digeridas, a nivel de roca), presencia de epidota magmática similar a la que aparece en otros plutones suramericanos de emplazamiento profundo (Sial *et al.*, 1995), relaciones isotópicas iniciales de Sr variables, magmatismo en general calco-alcalino, pero a veces con alguna afinidad tholeítica parcial, y abundancia ocasional de lamprófidos, entre otros rasgos típicos.

Hay un grupo de granitos leucocráticos, con presencia de cordierita y/o sillimanita (alguna vez andalucita), mayoritariamente de grano grueso-muy grueso, con megacristales feldespáticos ricos en pertitas (tipo «piel de tigre») y vinculados a depósitos minerales de Sn, W, etc., como los antes citados de caracteres tardíos, cuya edad es dudosa por falta de datos suficientes (Schalamuk *et al.*, 1989; Toselli *et al.*, 1991; 1992), que se sitúan entre el Devónico y el Carbonífero. Las investigaciones que se están realizando ahora indican que tal hecho es más común de lo que se pensaba, aunque no hay información suficiente para generalizar. Suelen presentar una cataclisis con milonitización local bien neta.

Dentro del ámbito que se considera, el

volcanismo del Paleozoico Inferior está notablemente representado en la parte N de Famatina. La edad es precisa, ya que existen niveles fosilíferos del Ordovícico Inferior, y sus rasgos son afines a los del plutonismo (dacitas y riolitas, con términos subordinados más básicos; el conjunto está afectado por un metamorfismo regional del grado bajo). Aparecen tales niveles englobados en batolitos también del Paleozoico Inferior (p. ej.: Cuchilla Negra), por lo que las profundidades de emplazamiento son variables si se comparan las características plutónicas y el metamorfismo de los restos refractarios incluidos. No es algo local, ya que la bibliografía refiere similitudes en el entorno de las Sierras Pampeanas.

Conclusiones

La evolución magmática citada, que afectó al basamento andino, dista de ser simple. El equipo español se incorporó de manera plena al estudio de esta problemática desde el comienzo del Proyecto 249 del PICG, durante cuyo desarrollo se aportaron argumentos fundamentados sobre la historia geológica a grandes rasgos, iniciada con evidencias de desmembramientos continentales, precámbricos-cámbricos, a los que siguieron subducción, procesos de convergencia y colisiones en el Paleozoico Inferior, que se pretenden corroborar y, en su caso, modificar a la vista de las nuevas alternativas surgidas recientemente entre el final de dicho Proyecto y el inicio del 345. Todos estos aspectos parciales del conjunto implican fases de mineralización distintas, que también pueden ser englobadas, en parte, en una sistemática provisional (Rapela *et al.*, 1992).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado, sobre todo, por los intercambios entre los científicos firmantes, del CSIC de España y del

CONICET de Argentina, así como por el Proyecto CII-CT92-0088 de la CEE. Es muy difícil reflejar las ayudas de todo tipo y las discusiones especializadas con los colegas argentinos y de otros países (citados en la bibliografía o contenidos en las referencias), pero es seguro que, sin ellas, las actividades aquí sintetizadas no hubiesen podido tener lugar.

Referencias

- Galliski, M.A., Toselli, A. J. and Saavedra, J. (1990). *Plutonism from Antarctica to Alaska*. Eds. S. M. Kay and C. W. Rapela, pp. 91-100. *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper* 241.
- Llambias, E. J., Cingolani, C., Varela, R., Prozzi, C., Ortiz, A., Caminos, R., Toselli, A. and Saavedra, J. (1991). VI Congreso Geológico Chileno, vol 1, 187-191.
- Rapela, C. W., Coira, B., Toselli, A. y Saavedra, J. (1992). *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. Eds. J. G. Gutiérrez Marco, J. Saavedra e I. Rábano, pp. 21-68. Univ. Extremadura.
- Rapela, C. W., Pankhurst, R.J., Baldo, E. and Saavedra, J. (1995). *III Hutton Symposium*, Maryland, pp. 120-121. U. S. Geol. Surv. Circular 1129.
- Schalamuk, I., Toselli, A., Saavedra, J., Echeveste, H. y Fernández, R. (1989). *Rev. Asoc. Min., Petrol. Sediment.*, 20 (1/4), pp. 1-12.
- Sial, A. N., Toselli, A. J., Saavedra, J., Ferreira, V. P. and Rossi de Toselli, J. N. (1995). III Hutton Symposium, Maryland, pp. 141-142. U. S. Geol. Surv. Circular 1129.
- Toselli, G. A., Saavedra, J., Córdoba, G. del V. y Medina, M. E. (1991). *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XLVI (1-2), pp. 36-50.
- Toselli, G. A., Saavedra, J., Córdoba, G. del V. y Medina, M. E. (1992). *Estudios Geol.*, 48, pp. 247-256.