



Evolución tectonoestratigráfica del Grupo Puesto Viejo (San Rafael, Argentina): un rift oblicuo sobre la zona de sutura paleozoica durante la extensión continental triásica.

Monti Mariana^{1*}, Franzese Juan R.¹ y Martínez Amancay²

1 Centro de investigaciones Geológicas de La Plata, UNLP-CONICET, Calle 1 N°644, Buenos Aires, Argentina.

2 Departamento de Geología, FCFMyN, UNSL. Ejército de Los Andes 950. San Luis.

* email: mmonti@cig.museo.unlp.edu.ar

Resumen. El depocentro Triásico que alberga al grupo Puesto Viejo constituye una cuenca de carácter extensional, que puede ser caracterizada como un rift oblicuo. Su evolución estructural puede dividirse en cuatro etapas. El relleno del rift de hasta 1000 metros de espesor, se acomoda a esa evolución estructural. Se trata de secuencias continentales aluviales y fluviales intercaladas con productos de un magmatismo bimodal en la forma de lavas basálticas y mantos de ignimbritas. También se registran intrusivos someros. La disposición general del depocentro copia la dirección de las estructuras heredadas de la historia orogénica paleozoica del Bloque de San Rafael (orogenia Sanrafaélica) y la disposición de las estructuras internas son compatibles con un régimen de extensión con dirección de máxima elongación NE-SO. La cinemática de las estructuras puede ser explicada por una baja a moderada oblicuidad y alta partición de la deformación. Recientes edades radiométricas (~245 Ma – ~235 Ma) ubican a los procesos del Grupo Puesto Viejo dentro del marco geocronológico general de la extensión triásica del oeste de la Argentina, cuyas etapas de rift evolucionaron durante el Triásico Medio.

Palabras Claves: tectonoestratigráfico, rift oblicuo, partición de la deformación, Triásico argentino.

1 Introducción.

El Grupo Puesto Viejo constituye una unidad continental de edad triásica media-superior (Ottone et al., 2014) localizada en el bloque de San Rafael (Figura 1a), al oeste de las principales acumulaciones de esa edad en la cuenca cuyana (Barredo, 2012). Su conocimiento está basado en estudios regionales, sedimentológicos y bioestratigráficos. Alberga un importante contenido paleontológico de restos fósiles y registros palinológicos, ampliamente estudiados. En este trabajo se presenta un análisis tectonoestratigráfico del Triásico de San Rafael, integrando información estructural, sedimentológica y geocronológica de modo de brindar un panorama del origen y evolución de la cuenca en la que se depositó. Las tareas fueron llevadas a cabo en un área de estudio limitada dentro de los afloramientos del Grupo Puesto Viejo (Figura 1b), en la cual las relaciones entre estructuras y relleno permitieron verificar que integran un único depocentro convenientemente preservado de las inversiones tectónicas andinas.

2 Estructuras triásicas.

A través de estudios de campo y gabinete, se pudo constatar que la estructura del depocentro estudiado responde a la geometría de un graben asimétrico limitado por fallas de borde con orientación NNO-SSE y ángulo de oblicuidad ente 55° y 60° con respecto al régimen extensional NE-SO. El desarrollo de las fallas normales internas son oblicuas a los márgenes con orientación NO-SE (Figura 1b). A partir del análisis cinemático de las estructuras se determinó que las fallas que bordean el depocentro actuaron como fallas normales vinculadas con una componente de rumbo sinistral y deformación altamente particionada, mientras que las internas fueron fallas casi puramente normales de geometría plana, perpendiculares a la dirección de máxima de extensión horizontal que responden a un régimen extensional puro. Dentro del graben se han preservado otras estructuras internas como zonas de acomodación (Figura 1b) definidas por fallas internas menores con orientación NE-SW y pliegues amplios. Algunas de las fallas internas generaron flexuras monoclinales. Las estructuras se observan a la escala de algunos kilómetros y hasta la de pequeñas fallas centimétricas.

La estructura del graben se desarrolló en sucesivas etapas, en las cuales se generaron grábenes y hemigrábenes rellenos por sedimentitas y volcanitas triásicas. En este trabajo se subdividieron cuatro etapas principales de estructuración (Monti, 2015). En la primera se habría generado el espacio general del graben a partir de las fallas de borde, con amplio desarrollo areal y escasa subsidencia. En las siguientes etapas, la acción de las fallas internas creó espacios estructurales ligados a la subsidencia mecánica, observándose que las mismas secuencias triásicas se encuentran afectadas por fallamiento en las etapas III y IV (Figura 2).

3 Evolución del relleno volcano-sedimentario.

El relleno del depocentro se encontró fuertemente condicionado por la estructura y el magmatismo. A partir del análisis estratigráfico, sedimentológico y geoquímico de las unidades que lo componen se pudieron agrupar asociaciones de facies que derivaron en la definición de unidades de acumulación. Se identificaron cinco unidades de acumulación que se definieron como: abanicos aluviales, sistemas fluviales, flujos piroclásticos, efusiones lávicas e intrusivos. Se efectuaron análisis geoquímicos a cinco muestras correspondientes a ignimbritas riolíticas y cinco a lavas e intrusivos andesíticos y andesítico/basálticos, cuya clasificación composicional se ilustra en la Figura 3.

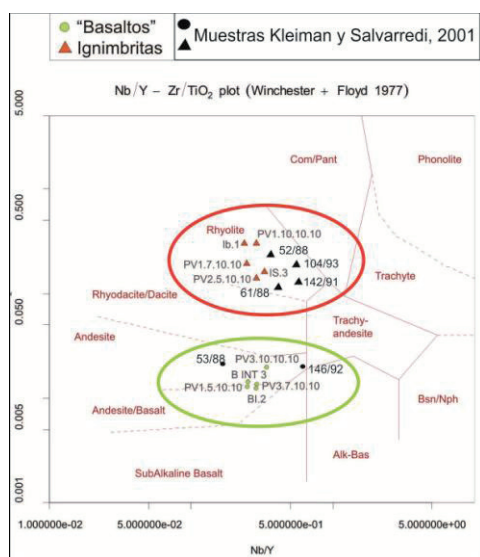


Figura 3. Diagrama de clasificación de rocas de elementos inmóviles (Middlemost, 1994) para las muestras volcánicas y piroclásticas del Grupo Puesto Viejo. Se agregaron los datos aportados por Kleiman y Salvarredi (2001) con fines comparativos.

Cada una de las etapas estructurales definidas tiene su correlato en una etapa de relleno con características particulares (Figura 2). La etapa I (inicial) muestra el desarrollo de abanicos aluviales transversales a las fallas de borde, que luego son cubiertos por flujos piroclásticos. La etapa II está caracterizada por el desarrollo de sistemas fluviales meandrosos de alta sinuosidad con disposición axial con respecto al rumbo de las fallas internas de la cuenca, y también finaliza con la aparición de mantos de flujos piroclásticos. La etapa III se caracteriza por la presencia de depósitos de sistemas meandrosos de baja sinuosidad siguiendo también una disposición axial y finaliza con episodios volcánicos, tanto efusivos como intrusivos. La etapa IV se caracteriza por la presencia de un sistema de abanicos aluviales transversales a las fallas internas, que se intercala con flujos piroclásticos. Las cuatro etapas de relleno evolucionaron siguiendo una alternancia sucesiva de episodios: 1°) subsidencia mecánica; 2°) quietud tectónica con desarrollo de sistemas

aluviales y fluviales; 3°) actividad volcánica. Este arreglo condiciona el desarrollo de períodos inter-eruptivos con alta tasa de subsidencia mecánica en las etapas iniciales de rifting y períodos sin-eruptivos subsiguientes con menor tasa de subsidencia (Figura 2), tal como plantea Smith (1991) para otras zonas de estudio.

Existe también un fuerte control de las estructuras sobre el volcanismo. Inicialmente el rifting está caracterizado por actividad ignimbrítica generalizada vinculada a las fallas de bordes activas, seguido por el desarrollo de un volcanismo bimodal asociado a la actividad de las fallas internas. A su vez los cuerpos subvolcánicos básicos se concentran dentro de una zona de acomodación y distribuidos a lo largo de las fallas de borde.

3 Discusión y conclusiones.

La disposición del depocentro, como una franja angosta con rumbo general noroeste, copia la disposición estructural del bloque de San Rafael. Esta disposición no es casual, ya que se superpone de forma neta sobre la sutura de la anexión continental del terreno alóctono Chilena contra el margen suroeste de Gondwana en el Devónico Superior (Ramos, 1984). En la Figura 1a se puede observar que el bloque de San Rafael, junto a Precordillera, constituye el borde occidental del terreno Cuyania, otro bloque exótico que había sido anexado a Gondwana en el Paleozoico inferior (Ramos 2004). La geometría de la sutura entre los terrenos anexados durante el Paleozoico, habría controlado la ubicación y las etapas iniciales de todos los procesos termotectónicos subsiguientes en el bloque de San Rafael y áreas adyacentes (Ramos 2004).

Las fallas de borde copian la orientación de la sutura y enmarcan el área deposicional del Grupo Puesto Viejo. Las fallas internas, que controlan la acumulación del relleno durante su desarrollo, poseen un grado sistemático de oblicuidad (entre 10° y 15°) con respecto a las de borde. La caracterización de las fallas internas de rumbo NO-SE como fallas normales con componentes de desplazamiento en la inclinación casi puros, y responsables principales de la generación de los hemigrábenes y grábenes donde se acumuló el relleno permite interpretar que el proceso que dio origen a la acumulación del Grupo Puesto Viejo en el área de estudio consistió en una extensión continental de dirección NE, perpendicular a los sistemas de fallas internos y oblicua a la zona de debilidad de la sutura paleozoica y a las fallas de borde. Esta configuración resulta típica de un sistema de rift oblicuo, y se encuentra en numerosas zonas extendidas del mundo, donde la dirección de mayor elongación posee una relación angular no ortogonal con la debilidad litosférica que nuclea el rifting (Corti, 2012).

El carácter bimodal que presenta el volcanismo del Grupo Puesto Viejo (Kleiman y Salvarredi, 2001), con composición riolítica para las rocas piroclásticas y andesítica y andesítico/basáltica para las rocas volcánicas (Figura 2), es típico de los rift continentales, donde las tasas de deformación son altas y la corteza lo suficientemente gruesa como para permitir que el magma sea emplazado y pueda diferenciarse sucesivamente para generar productos evolucionados (Allen y Allen, 2005).

Las últimas edades obtenidas (245 Ma, Domeier *et al.*, 2011; 235,8 Ma, Ottone *et al.*, 2014a y b) ubican al Grupo Puesto Viejo en el Triásico Medio (Anisiano- Ladiniano, hasta el límite con el Camiano). Esta edad permite ubicar al depocentro del Grupo Puesto Viejo dentro de la escala cronológica de los episodios típicos de la cuenca Cuyana. El depocentro que alberga al Grupo Puesto Viejo se habría originado en momentos en los que el resto de los depocentros del rift de la cuenca Cuyana de posición más oriental alcanzan su máxima expansión y espesor.

El análisis del relleno del depocentro del Grupo Puesto Viejo muestra una fuerte subsidencia mecánica por fallamiento normal y tanto el estado evolutivo como el registro sedimentario son propios de un período de sin-rift. La corta historia registrada en el Grupo Puesto Viejo y la escasa magnitud de la extensión reflejada por espesores máximos acotados, son rasgos coherentes con una rápida velocidad de los procesos extensionales que originaron el sin-rift (Allen y Allen, 2005). Estas características habrían derivado en la ausencia de un período de post-rift definido y el temprano cierre de la cuenca en el Triásico Superior bajo. Estas características pudieron estar condicionadas por su ubicación, periférica al eje de extensión triásica, sobre la zona de sutura.

Agradecimientos.

A los proyectos: PROICO N° 3-20314 CyT UNSL dirigido por la Dra. Amancay Martínez, PIP N° 112-201101-00191 cuyo responsable es el Dr. Juan R. Franzese (CIG) y PICT2011-2546 a cargo de la Dra. Ana María Zavattieri (IANIGLA), por su sustento económico.

Referencias.

- Agostini, A., Corti G., Zeoli A., and Mulugeta G. 2009. Evolution, pattern, and partitioning of deformation during oblique continental rifting: Inferences from lithospheric-scale centrifuge models, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q11015, doi: 10.1029/2009GC002676.
- Allen, P.A. y Allen, J.R. 2005. *Basin Analysis: Principles y Applications*. Blackwell Science, 549 p., Oxford, U.K.
- Corti, G. 2012. Evolution y characteristics of continental rifting: Analog modeling-inspired view y comparison with examples from the East African Rift System. *Tectonophysics* 522: 1-33.
- Domeier, M., van der Voo, R., Tomezzoli, R.N., Tohver, E., Hendriks, B.W., Torsvik, T.H., Vizán, H. y Domínguez, A. 2011. Support for an "A-type" Pangea reconstruction from high-fidelity Late Permian y Early to Middle Triassic paleomagnetic data from Argentina. *Journal of Geophysical Research* (116) B12114.
- Kleiman, L.E y Salvarredi, J.A. 2001. Petrología, geoquímica e implicancias tectónicas del volcanismo triásico (Formación Puesto Viejo), Bloque de San Rafael. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56 (4): 559-570.
- Monti, M. 2015. Tectónica, volcanismo y sedimentación en la Cuenca triásica del Grupo Puesto Viejo (Triásico Medio-Superior), Provincia de Mendoza, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 170 p.
- Ottone, E.G., Monti, M., Marsicano, C.A., Marcelo, S., Naipauer, M., Armstrong, R. y Mancuso, A.C. 2014b. A new Late Triassic age for the Puesto Viejo Group (San Rafael depocenter, Argentina): SHRIMP U-Pb zircon dating and biostratigraphic correlations across southern Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences* 56: 186-199.
- Ramos, V., 1984. Chilenia: un Terreno alóctono en la evolución paleozoica de los Andes centrales. *Noveno Congreso Geológico Argentino, S.C. Bariloche. Actas II: 84-106.*
- Ramos, V., 2004. Cuyania, an Exotic Block to Gondwana: Review of a Historical Success and the Present Problems. *Gondwana Research*, V 7, No. 4, pp. 1009-1026.
- Smith, G.A. 1991. Facies sequences y geometries in continental volcanoclastic sediments. *Sedimentation in Volcanic Settings*, Fisher, R.V. y Smith, G.A. (Eds.) Society for Sedimentary Geology (SEPM), Special Publication 45: 109-121.

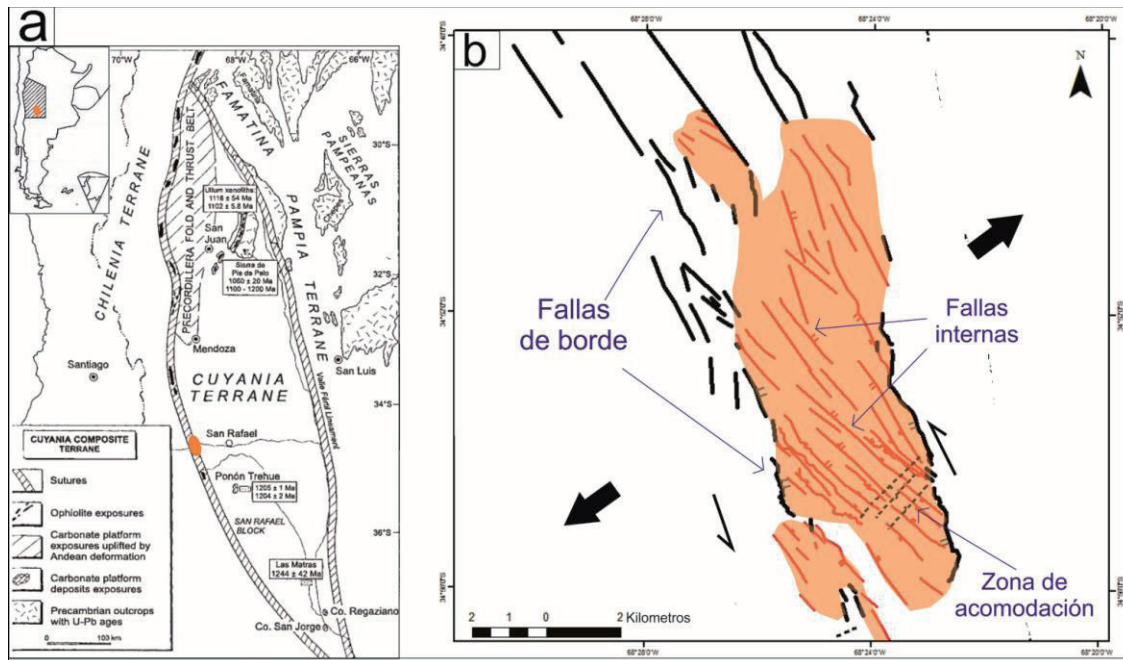


Figura 1. a) Ubicación de la zona de estudio sobre el borde occidental del Terreno Cuyania (según Ramos, 1994). b) Depocentro Triásico que muestra la distribución de los afloramientos del Grupo Puesto Viejo (color naranja) asociados a las fallas internas, y delimitados por las fallas de borde.

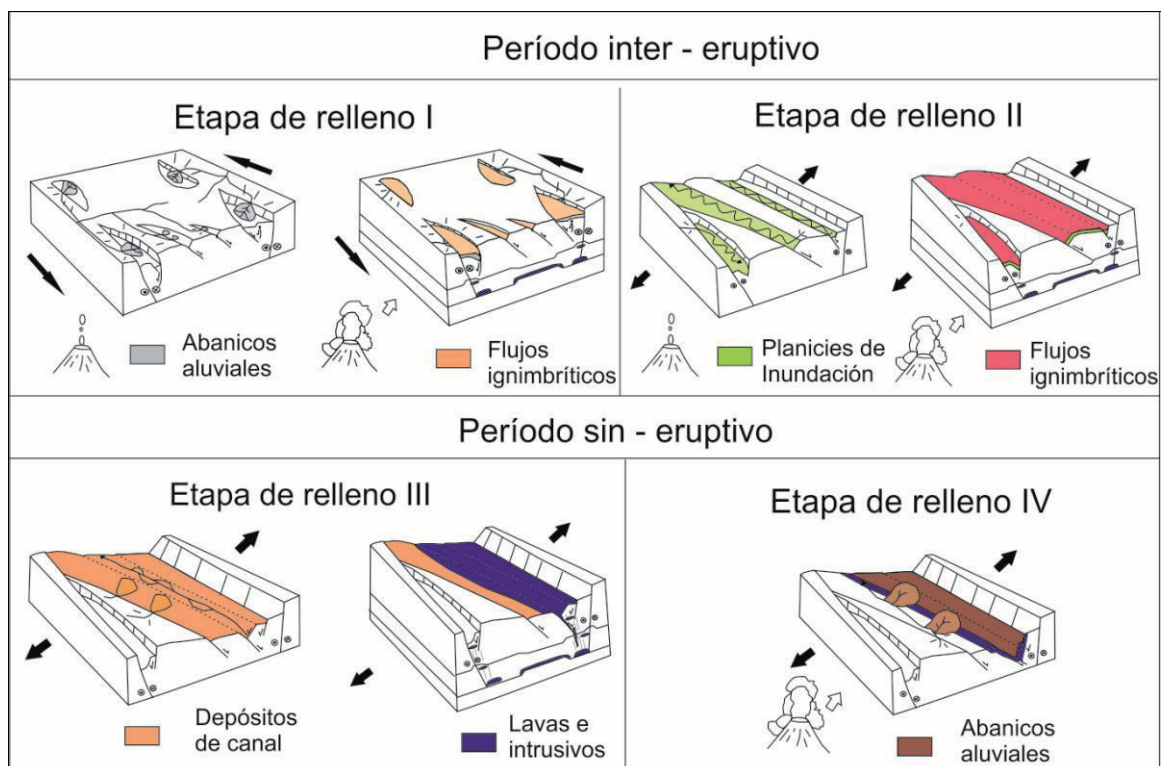


Figura 2. Modelo de evolución tectonoestratigráfica de las cuatro etapas definidas para el depocentro triásico de San Rafael.