

EVOLUCIÓN DE LA CUENCA DE CLAROMECÓ Y SU RELACIÓN CON LA DEFORMACIÓN DE LAS SIERRAS AUSTRALES, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

C. Prezzi¹, H. Vizán², M. A. Van Zele², E. Renda²

¹ CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas (IGGA), Fac. de Ingeniería de la Univ. de Bs. As. e Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales (IGeBA), Fac. de Cs. Exactas y Naturales de la Univ. de Bs. As.

² CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales (IGeBA), Fac. de Cs. Exactas y Naturales de la Univ. de Bs. As.

RESUMEN

La evolución de la Cuenca de Claromecó y la deformación que dio origen a las Sierras Australes han sido estudiadas y analizadas por diferentes autores. Mientras que los sedimentos que rellenan la Cuenca de Claromecó han sido depositados entre el Cámbrico y el Pérmico temprano, la deformación que elevó las Sierras Australes tuvo lugar solamente durante el Pérmico temprano - Pérmico medio. Dicha deformación y la evolución de la Cuenca de Claromecó han estado estrechamente vinculadas al origen de Patagonia. Trabajos recientes indicarían que Patagonia formó parte de América del Sur desde por lo menos el Paleozoico temprano. En este contexto resulta sumamente importante conocer la evolución de la Cuenca de Claromecó, y evaluar posibles mecanismos de subsidencia que permitan generar el espacio de acomodación necesario para el espesor sedimentario que alberga dicha cuenca. En este trabajo se realizó un análisis preliminar a través de modelos isostáticos flexurales en 2D utilizando el software tAo. Los resultados obtenidos indican que la evolución inicial de la cuenca de Claromecó habría estado asociada a la existencia de una etapa de “rift” durante 531-524 Ma, sin embargo, la subsidencia de la misma hasta por lo menos el Pérmico temprano habría estado dominada fundamentalmente por un proceso de topografía dinámica. Solamente a partir del Pérmico temprano - Pérmico medio la Cuenca de Claromecó habría funcionado como una cuenca “tipo foreland” vinculada a la deformación y elevación y a la consiguiente carga superficial de las Sierras Australes. Durante este último período se habrían depositado solamente aproximadamente unos 1500 m de sedimentos, correspondientes a la Formación Tunas.

Palabras Clave: subsidencia, topografía dinámica, deformación, cizalla sinistral

ABSTRACT

The evolution of Claromecó Basin and the deformation that generated the Sierras Australes have been studied and analyzed by different authors. While the infill of Claromecó Basin is of Cambrian-Early Permian age, the deformation that elevated the Sierras Australes took place only during the Early-Middle Permian. Such deformation and the evolution of Claromecó Basin have been closely related to the origin of Patagonia. Recent studies would indicate that Patagonia was a part of South America since the Early Paleozoic. In this context, it is extremely important to know the evolution of the Claromecó Basin and to evaluate possible mechanisms of subsidence, which could allow creating the necessary accommodation space for the sediments that fill in the basin. In this work, a preliminary analysis was carried out, through the development of 2D isostatic flexural models, applying the software tAo. The obtained results indicate that the initial evolution of Claromecó Basin would have been associated to the existence of a rift stage during 531-524 Ma, however, basin subsidence would have been fundamentally dominated by a process of dynamic topography till at least the Early Permian. Only from the Early - Middle Permian onwards, the evolution of Claromecó Basin would have entered in a foreland stage, related to the deformation and elevation and the corresponding surface load of the Sierras Australes. During this last period of time, only approximately 1500 m of sediments would have been deposited, corresponding to Tunas Formation.



Keywords: subsidence, dynamic topography, deformation, sinistral-share

Introducción

La evolución de la Cuenca de Claromecó y la deformación que dio origen a las Sierras Australes han sido estudiadas y analizadas por diferentes autores (*e.g.* Pángaro, Ramos 2012). Mientras que los sedimentos que rellenan la Cuenca de Claromecó han sido depositados entre el Cámbrico y el Pérmico temprano (*e.g.* López-Gamundí *et al.* 2013), la deformación que elevó las Sierras Australes tuvo lugar solamente durante el Pérmico temprano - Pérmico medio (Japas 1999). Según varios autores (*e.g.* Japas 1999) la deformación observada en las Sierras Australes posee una componente de rumbo importante, asociada con la presencia de cizalla sinistral. Dicha deformación y la evolución de la Cuenca de Claromecó han estado estrechamente vinculadas al origen de Patagonia en las diferentes propuestas que se han realizado (*e.g.* Ramos 2008, Pángaro, Ramos 2012).

Dataciones radiométricas recientemente publicadas (Pankhurst *et al.* 2006; Rapalini *et al.* 2013) sugieren que unidades lito-estructurales cámbricas y ordovícicas continuarían desde el noroeste de Argentina hasta el Macizo Norpatagónico, es decir, indicarían que dicho macizo formó parte de América del Sur desde por lo menos el Paleozoico temprano. Una situación similar ha sido propuesta a partir de datos paleomagnéticos (*e.g.* Rapalini, Vilas 1991). Por otra parte, Vizán *et al.* (este volumen) proponen un mecanismo que permitiría explicar como ocurrió la deformación que dio origen a las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires en el Pérmico temprano-Pérmico medio, teniendo en cuenta que dicho macizo formaba parte de Gondwana durante los procesos tectónicos que produjeron la elevación y dieron origen al cordón plegado de las Sierras Australes.

En este contexto resulta sumamente importante conocer la evolución de la Cuenca de Claromecó y, evaluar posibles mecanismos de subsidencia que permitan generar el espacio de acomodación necesario para el espesor sedimentario que alberga dicha cuenca. Los sedimentos que rellenan la Cuenca de Claromecó fueron posteriormente afectados tectónicamente, generando la elevación de las Sierras Australes.

Evolución De La Cuenca De Claromecó

Numerosos estudios geofísicos han sido llevados a cabo en la Cuenca de Claromecó: relevamientos sísmicos (*e.g.* Kostadinoff, Prozzi 1998), relevamientos magnetométricos (*e.g.* Kostadinoff, Prozzi 1998), relevamientos gravimétricos (*e.g.* Kostadinoff *et al.* 1981), estudios de anomalías del geode (*e.g.* Ruíz, Introcaso 2011), etc., a partir de los cuáles ha sido posible interpretar la geometría de la cuenca y calcular el espesor de la pila sedimentaria. También se cuenta con información proveniente de pozos “off-shore” que resulta sumamente útil para determinar la extensión areal, la variación de espesor y la edad de las distintas unidades aflorantes en las Sierras Australes (*e.g.* Lesta, Sylwan 2005).

Pángaro y Ramos (2012) han realizado una compilación de los datos disponibles para la Cuenca de Claromecó, y proponen la presencia “on” y “off-shore” de los siguientes Grupos y Formaciones, con los espesores mencionados respectivamente:

- 1.- Grupo Curamalal: espesor aproximado de 800 m; Cámbrico - Ordovícico
- 2.- Grupo Ventana y Fms Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete del Grupo Pillahuincó: espesor aproximado 8000 m; Silúrico - Pérmico temprano
- 3.- Grupo Pillahuincó sección superior: Fm Tunas: espesor aproximado 1500 m; Pérmico temprano.

El Grupo Curamalal correspondiente al Cámbrico - Ordovícico, estaría asociado a una etapa de “rift” en la Cuenca de Claromecó, que habría tenido lugar aproximadamente entre los 531-524 Ma según Rapela *et al.* (2003). Es de destacar que para el lapso que se extiende entre el Silúrico y el Pérmico temprano entre las litologías que conforman el relleno de la cuenca de Claromecó no se encuentran rocas magmáticas (propias de flujos lávicos), por lo que las Formaciones del Grupo Ventana más las Formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete del Grupo Pillahuincó no se habrían generado en un ambiente de “tipo rift”.



El análisis preliminar fue llevado a cabo a través de modelos isostáticos flexurales en 2D utilizando el software tAo (García Castellanos *et al.* 1997), asumiendo una reología elástica, un espesor elástico de 50 km, y un espesor cortical inicial normal de 35 km. Los resultados obtenidos indicarían que durante una primera etapa (531 -524 Ma) habría ocurrido un período de “rifting” en la Cuenca de Claromecó, durante el cuál se habrían depositado como máximo 700 - 800 m de sedimentos que corresponderían al Grupo Curamalal (fig. 1). Paralelamente, como durante el lapso 531 - 286 Ma no se registraron en la zona eventos de deformación que generaran una faja plegada y corrida que pudiese actuar como una carga aplicada en superficie que deflectara la litosfera, la evolución de la cuenca se modela considerando únicamente la existencia de sedimentación marina en un margen pasivo, que va colmatando el espacio generado por la anterior etapa de “rifting”. Sin embargo, a partir de este modelo no es posible generar el espesor sedimentario registrado para el intervalo de tiempo considerado. El espesor sedimentario replicado a través de nuestro modelo alcanza únicamente 4500 m como máximo, mientras que el espesor de los Grupos Curamalal y Ventana sumado al de las Formaciones Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete es de aproximadamente 9000 m (Pángaro, Ramos 2012).

Se realizaron diferentes modelos, llegando a la conclusión de que para lograr el espacio de acomodación necesario durante el Cámbrico - Pérmico temprano, es necesario tener en cuenta la existencia de una “carga oculta” durante dicho intervalo de tiempo, es decir la existencia de un contraste de densidad positivo en profundidad en algún sector de la litosfera, que pueda deflectarla hacia abajo. La geometría y contraste de densidad de dicha “carga oculta”, que permite un buen ajuste entre los espesores sedimentarios medidos y modelados, así como entre la geometría de la cuenca obtenida a partir de estudios de anomalías del geode

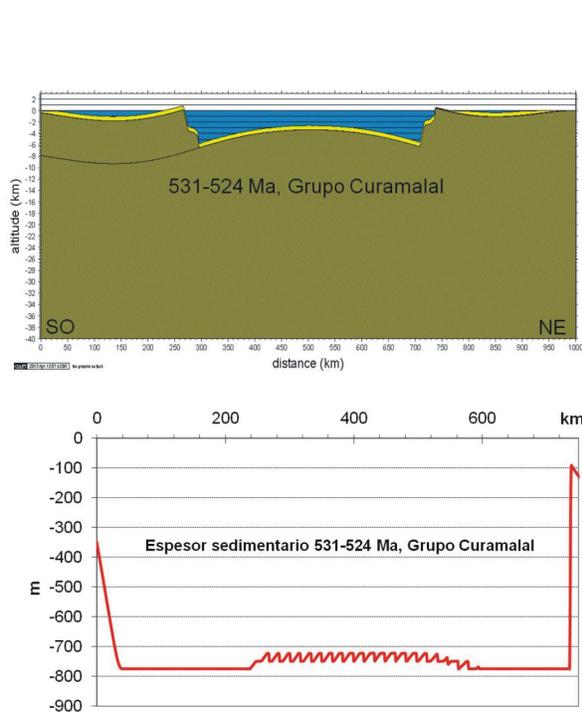


Figura 1. Arriba: Resultado del modelado flexural en 2D para los 524 Ma, celeste: agua de mar, amarillo: sedimentos correspondientes al Grupo Curamalal, castaño: litosfera. Abajo: espesor de los sedimentos correspondientes al Grupo Curamalal a lo largo del perfil para los 524 Ma.

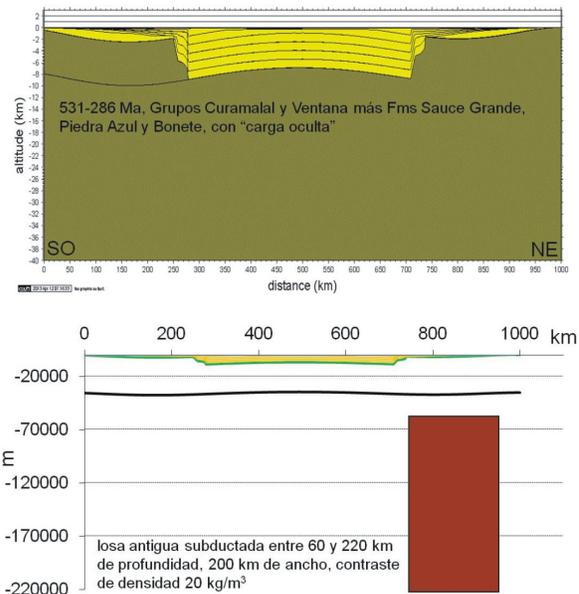
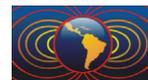


Figura 2. Arriba: Resultado del modelado flexural en 2D para los 286 Ma considerando la existencia de una “carga oculta”, amarillo: sedimentos correspondientes con los Grupos Curamalal y Ventana y las Fms Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete del Grupo Pillahuincó, castaño: litosfera. Abajo: espesor de los sedimentos correspondientes a los Grupos Curamalal y Ventana y a las Fms Sauce Grande, Piedra Azul y Bonete del Grupo Pillahuincó en amarillo, estructura del basamento en verde y geometría del Moho en negro a lo largo del perfil para los 286 Ma. El rectángulo castaño representa la “carga oculta” correspondiente a una antigua losa subductada.



y gravimétricos y la geometría modelada, simula la existencia de una losa antigua subductada en el N-NE de la Cuenca de Claromecó (fig. 2). Por lo tanto, la subsidencia de la cuenca durante el Cámbrico-Pérmico temprano estuvo vinculada fundamentalmente con un proceso de topografía dinámica provocado por una losa antigua hundida que se encontraría en el extremo norte de la cuenca, y que tal vez estuvo relacionada con un proceso de subducción ordovícica durante la orogenia Famatiniana (Pankhurst *et al.* 2006). Por otra parte, Tankard *et al.* (2009) consideran un mecanismo de subsidencia similar al considerado en esta contribución para la cuenca que albergó los depósitos que se encuentran en el cordón plegado del Cabo, contraparte del cordón de las Sierras Australes en Sudáfrica. Por último, la etapa final de evolución de la Cuenca de Claromecó desde el Pérmico temprano (aproximadamente 283 Ma), es modelada considerando la existencia de tres corrimientos con vergencia al NE, según las geometrías y acortamientos propuestos por Tomezzoli y Cristallini (2004). Durante dicho lapso, ocurre la deformación y el levantamiento de las Sierras Australes que actúan como carga superficial, generando que la Cuenca de Claromecó entre en una etapa “tipo foreland”, con la depositación sinorogénica de los sedimentos que dieron origen a la Fm Tunas (fig. 3). A partir de nuestro modelo se reproducen con muy buenos resultados los espesores de los distintos Grupos y Formaciones que constituyen las Sierras Australes y la cuenca de Claromecó en cada una de sus distintas etapas evolutivas, así como la geometría de la cuenca y la topografía actual de las Sierras Australes.

Conclusiones

La evolución inicial de la cuenca de Claromecó habría estado asociada a la existencia de una etapa de “rift” durante 531 - 524 Ma, sin embargo, la subsidencia de la misma hasta por lo menos el Pérmico temprano habría estado dominada fundamentalmente por un proceso de topografía dinámica. Solamente a partir del Pérmico temprano – medio, la Cuenca de Claromecó habría funcionado como una cuenca “tipo foreland”

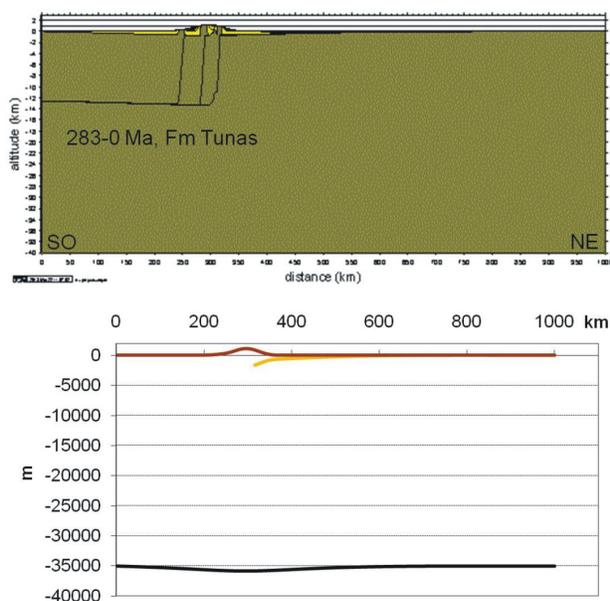
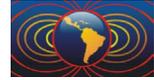


Figura 3. Arriba: Resultado del modelado flexural en 2D para los 283-0 Ma, amarillo: sedimentos correspondientes a la Fm Tunas del Grupo Pillahuincó, castaño: litosfera. Abajo: espesor de los sedimentos correspondientes a la Fm Tunas del Grupo Pillahuincó en amarillo, topografía actual en castaño y geometría del Moho en negro a lo largo del perfil para los 0 Ma

vinculada con la deformación y elevación y con la consiguiente carga superficial de las Sierras Australes. Durante este último período se habrían depositado solamente aproximadamente unos 1500 m de sedimentos, correspondientes con la Fm Tunas (fig. 3).

Vizán *et al.* (este volumen) proponen un nuevo modelo geodinámico que explicaría la deformación que elevó y dio origen a las Sierras Australes durante el Pérmico temprano-Pérmico medio. En dicho trabajo, Vizán *et al.* (este volumen) obtuvieron vectores de movimiento a partir de reconstrucciones paleogeográficas basadas en datos paleomagnéticos, los cuales presentan la misma orientación que el patrón de convergencia reconocido por Japas (1999) en las Sierras Australes. Según dichos vectores de movimiento y la orientación de zonas de falla intracorticales propuestas por Vizán *et al.* (este volumen), los desplazamientos entre bloques deberían ser sinistral lo cual es coherente con lo propuesto por Japas (1999) para explicar la deformación del cordón plegado de las Sierras Australes.



Referencias

- García-Castellanos D., Fernández, M., Torne M., 1997, Numerical modeling of foreland basin formation: a program relating thrusting, flexure, sediment geometry and lithosphere rheology, *Computers and Geosciences*, 23 (9), 993–1003.
- Japas S., 1999, Revisión de las teorías acerca del origen del arco de las Sierras Australes de Buenos Aires, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54(1), 9-22.
- Kostadinoff J., Prozzi C., 1998, Cuenca de Claromecó, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53(4), 461-468.
- Kostadinoff J., Geló, E., Font de Affolter G., 1981, Interpretación de los resultados gravimétricos de las Sierras Australes (Provincia de Buenos Aires), *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 36(2), 113-122.
- Lesta P., Sylwan C., 2005, Cuenca de Claromecó. En: Frontera Exploratoria de la Argentina, Chebli G.A., Cortiñas J.S., Spalletti L.A., Legarreta L., Vallejo E.L., editores. *VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos*, pp. 217- 231.
- López-Gamundí O., Fildani A., Weislogel A., Rossello E., 2013, The age of the Tunas Formation in the Sauce Grande basin-Ventana foldbelt (Argentina): implications for the Permian evolution of the southwestern margin of Gondwana, *Journal of South American Earth Sciences*, 10.1016/j.jsames.2013.03.011.
- Pángaro F., Ramos V., 2012, Paleozoic crustal blocks of onshore and offshore central Argentina: New pieces of the southwestern Gondwana collage and their role in the accretion of Patagonia and the evolution of Mesozoic south Atlantic sedimentary basins, *Marine and Petroleum Geology*, 37, 162-183.
- Pankhurst R.J., Rapela C.W., Fanning C.M., Márque, M., 2006, Gondwanide continental collision and the origin of Patagonia, *Earth Science Reviews*, 76, 235–257.
- Ramos, V.A., 2008, Patagonia: A paleozoic continente adrift?, *Journal of South American Earth Sciences*, 26, 235-251.
- Rapalini, A.E., Vilas, J.F., 1991, Preliminary paleomagnetic data from the Sierra Grande Formation: tectonic consequences of the first mid-Paleozoic paleopoles from Patagonia, *Journal of South American Earth Sciences*, 4 (1–2), 25–41.
- Rapalini A., López de Luchi M., Tohver E., Cawood, P., 2013, The South American ancestry of the North Patagonian Massif: geochronological evidence for an autochthonous origin?, *Terra Nova*, doi: 10.1111/ter.12043
- Rapela C.W., Pankhurst R.J., Fanning C.M., Grecco L.E., 2003, Basement evolution of the Sierra de la Ventana Fold Belt: new evidence for Cambrian continental rifting along the southern margin of Gondwana, *Journal of the Geological Society, London*, 160, 613–628.
- Ruiz R., Introcaso, A., 2011, Study of the Claromecó Basin from gravity, magnetic and geoid undulation charts, *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*, 79-81, 95-106.
- Tankard A., Welsink H., Aukes P., Newton R., Stettler, E., 2009, Tectonic evolution of the Cape and Karoo basins of South Africa, *Marine and Petroleum Geology*, 26, 1379–1412
- Tomezzoli R., Cristallini E., 2004, Secciones estructurales de las Sierras Australes de la provincial de Buenos Aires: Repetición de la secuencia estratigráfica a partir de fallas inversas?, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59(2), 330-340.
- Vizán, H., Prezzi, C., Van Zele, A., Geuna, S., Renda, E., 2013, Deformación del cordón plegado de Ventana en un contexto geodinámico global, *Latinmag* (este volumen).