

## TERRENOS ALÓCTONOS Y PARAUTÓCTONOS EN EL BASAMENTO DE LOS ANDES

Victor A. Ramos

Laboratorio de Tectónica Andina, Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires. CONICET, [andes@gl.fcen.uba.ar](mailto:andes@gl.fcen.uba.ar)

### Introducción

El análisis del orógeno acrecional de Terra Australis propuesto por Cawood (2005) para la evolución del Paleozoico del sector occidental del supercontinente de Gondwana, nos muestra una mecánica de amalgamamiento y desconexión con una marcada ciclicidad contrapuesta entre ambos márgenes del Gondwana. Se han podido reconocer períodos de deformación compresiva en el margen occidental que son sincrónicos con un régimen extensional generalizado en el margen oriental del Gondwana. Esta deformación compresiva lleva a la acreción de diferentes bloques corticales en la región dominada por subducción. Estos regímenes alternan con otros de marcada extensión en el margen occidental del Gondwana, que a su vez son coetáneos con la acreción en ese margen de bloques continentales (Fig. 1).

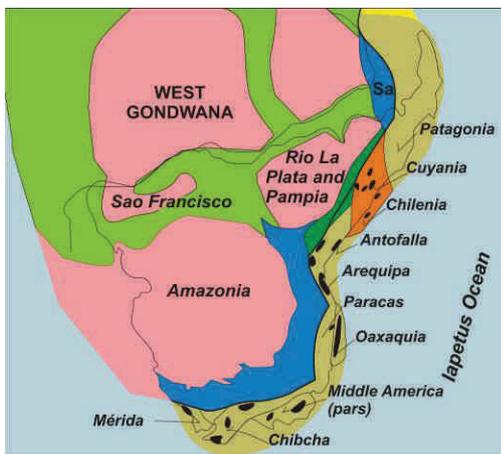


Figura 1: Diferentes bloques corticales acrecionados al margen sudoccidental del Gondwana (coordenadas actuales), donde se pueden apreciar una serie de terrenos alóctonos y para-autóctonos con diferentes áreas de procedencia e historia geológica (modificado de Cawood 2005 y Ramos 2010a).

Esta alternancia ha sido explicada por diversos mecanismos. Algunos autores han propuesto una alternancia de subducción horizontal y deformación compresiva con períodos de orógenos calientes (*hot-orogens*) y extensión generalizada durante el empujamiento de la placa luego de la subducción horizontal (Collins 2002). Sin embargo, teniendo en cuenta los factores que controlan la formación de una zona de subducción horizontal, generalmente localizados arealmente y vinculados a la colisión de dorsales oceánicas asísmicas, o de otros elementos anómalos de la corteza oceánica que puedan llegar a producir un fuerte contraste de flotabilidad en la losa oceánica subducida, esta propuesta no permite explicar la marcada sincroneidad de estos procesos a lo largo del margen sudamericano.

Otras alternativas han favorecido la variación en el desplazamiento absoluto del Gondwana (Ramos 2008) para explicar esta alternancia de regímenes compresivos y extensionales que se observan en forma generalizada a lo largo del margen sudamericano en el Paleozoico. Las variaciones en la dirección y sentido del movimiento absoluto del continente sudamericano han controlado los regímenes compresivos y extensionales que se alternaron durante la evolución andina del margen (Somoza y Zaffarana 2008). Así se ha podido demostrar que la extensión generalizada que ha tenido el margen andino entre el Jurásico y el Cretácico temprano estuvo gobernada por una subducción con extensión en la placa superior (Charrier 1984; Mpodozis y Ramos 1990; Ramos 2010b). Este régimen extensional (Fig. 2) se desarrolló durante un período en que el movimiento absoluto de la placa superior era dirigido hacia el noreste en forma conjunta con África

(Somoza y Zaffarana 2008). La apertura del Atlántico sur a partir de los 130 Ma, que se hace generalizada a partir del Aptiano-Albiano, permite un fuerte cambio en el movimiento absoluto de América del Sur (Somoza y Zaffarana 2008). El vector de desplazamiento tiene una fuerte componente en dirección noroeste y por lo tanto un régimen compresional generalizado a partir de la fase peruana (Jaillard et al. 2000).

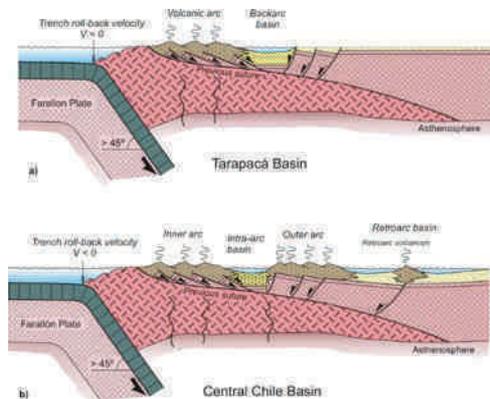


Figura 2: Regímenes extensionales que dominaron la evolución del margen pacífico durante el Jurásico y el Cretácico temprano (Basado en Mpodozis y Ramos 1990; Ramos 2010b).

### El basamento de los Andes Centrales

Si se aplican los criterios antes citados a la evolución preandina de los Andes Centrales se pueden identificar sectores donde se reconocen períodos alternantes de compresión y deformación extensional. El protomargen andino estuvo caracterizado por importantes períodos de actividad magmática de naturaleza calcoalcalina, indicativos de la existencia de una subducción activa y generalizada a lo largo del margen en diferentes períodos. El más antiguo de ellos corresponde al Mesoproterozoico, donde se desarrolló el orógeno de Sunsás, que se extiende desde Bolivia y sudoeste de Brasil, a lo largo de la región extrandina de Perú, Ecuador y Colombia. Este orógeno ha permitido proponer que el cratón de Amazonia fue parte del supercontinente de Rodinia. Los estudios de Sadowsky y Bettencourt (1996), asociados a los de Díaz Martínez (2000), permitieron interpretar el *Grenvillian front* de la costa este de Norte América como el resultado de la colisión entre Laurentia y Amazonia durante la orogenia grenvilliana. Estudios posteriores han mostrado que esta colisión ha tenido una evolución más compleja (Fig. 3), con la intervención de otros bloques corticales (Ramos 2008).

La colisión del bloque de Arequipa contra el margen amazónico fue responsable de la deformación penetrativa y el posterior magmatismo colisional de alrededor de 1.000 Ma que se asocia a la granitogénesis de Sunsás (Sadowsky y Bettencourt 1996). A su vez la deformación y metamorfismo del bloque de Arequipa de esa edad estuvo vinculada a la colisión directa de Laurentia (Díaz Martínez 2000; Ramos 2008). Durante la fase postcolisional a los ~960 Ma, un intenso metamorfismo térmico (Martignole y Martelat 2003) pudo estar asociado a un *slab break-off* de la corteza oceánica. Este metamorfismo marcó el inicio de una importante etapa extensional que llevó al desmembramiento del supercontinente de Rodinia. Esta etapa llevó a la formación de orógenos periféricos durante el Neoproterozoico superior que han quedado bien preservados en Bolivia y noroeste de Argentina.

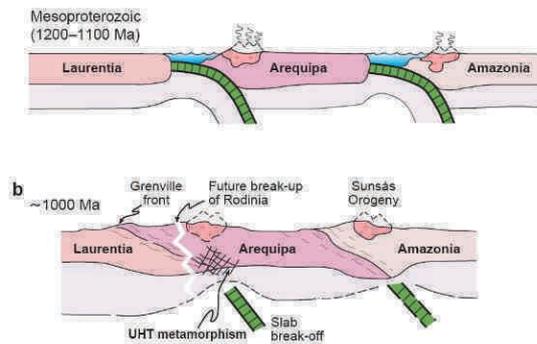


Figura 3: a) Desarrollo de dos arcos magmáticos durante el Mesoproterozoico, uno sobre el terreno de Arequipa y un segundo sobre la parte autóctona del cratón amazónico; b) Orogenia Sunsás-Grenville durante fines del Mesoproterozoico (basado en Ramos 2008).

### La evolución eopaleozoica de los Andes Centrales

La presencia de bloques de diferente grado de metamorfismo, casi todos ellos con una fuerte deformación grenvilliana, muestra que las cuencas desarrolladas durante el Cámbrico y el Ordovícico inferior tuvieron una fase de margen pasivo de naturaleza clástica, en algunos sectores abierto hacia el Pacífico, y en otros como al sur del Perú, como una cuenca de retroarco (Sempere 1995). Esta cuenca hacia el sur se convierte en una cuenca de trasarco, como se observa en el sur de Bolivia y el noroeste argentino (Fig. 4) con el desarrollo de una corteza oceánica (Ramos 2008). Esta paleogeografía implica que el bloque de Arequipa se comportó como un terreno autóctono, después de su acreción mesoproterozoica.

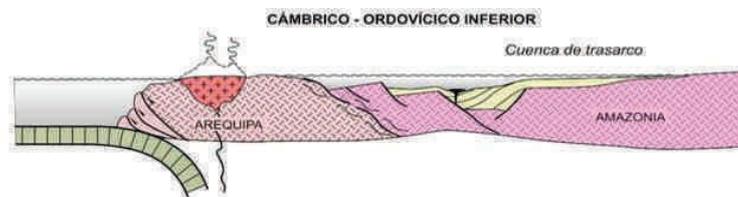


Figura 4: Esquema paleogeográfico que muestra la extensión en la *hanging-wall* de la sutura mesoproterozoica (basado en Díaz Martínez 2000).

En otros sectores la separación entre los bloques corticales que colisionaron con Amazonia en el Mesoproterozoico condujo a la formación de corteza oceánica, la que posteriormente fue subducida formando un importante arco magmático ordovícico como el que se ha identificado en la Cordillera de Marañón (Chew et al. 2007). La evolución posterior de este arco magmático tiene dos hipótesis alternativas de evolución. Una de ellas propuesta por Chew et al. (2007), conocida como la hipótesis de margen libre (*free-board hypothesis*), interpreta este orógeno como el resultado de un gran engolfamiento de la corteza oceánica al norte del cratón de Arequipa que ha permitido el desarrollo de un arco magmático a más de 600 kilómetros de la trinchera actual. Esta hipótesis implica la ausencia de un basamento síalico al oeste del arco magmático ordovícico. La segunda hipótesis postula que el cese de la subducción, el importante metamorfismo del Ordovícico medio y superior, el levantamiento y exhumación de la Cordillera de Marañón han sido el resultado de una colisión con un bloque alóctono, denominado como Paracas por Ramos (2008)(Fig. 5). Este bloque sería un terreno para-autóctono, que habría formado parte de Rodinia, que fue separado del sector gondwánico durante su fragmentación posterior, y que colisionó nuevamente en el Ordovícico mediante consumo de corteza oceánica.

La sutura entre Paracas y Amazonia, así como la parcialmente reactivada de Arequipa y Amazonia, han sido líneas de debilidad, sometidas a fracturación extensional y emplazamiento de intrusivos graníticos de intraplaca durante el Carbonífero (véase Mišković et al. 2009) y basaltos y cuencas de rift durante el Permo-Triásico hasta Jurásico inferior (Kontak 1985; Sempere et al. 2002).



Figura 5: Esquema paleogeográfico que muestra la colisión del terreno para-autóctono de Paracas contra el cratón amazónico durante el Ordovícico medio a superior, con la exhumación del arco magmático.

Los granitos de la Cordillera Real de Bolivia se emplazaron en estos intervalos, además de la reactivación durante el Oligoceno a Mioceno inferior (Jímenez et al. 2009). Aún más, estas líneas de debilidad controlaron la delaminación cortical que se registró durante el Cenozoico superior durante el empujamiento de la losa subducida con posterioridad a la horizontalización de la placa.

## REFERENCIAS

- Cawood, P.A. 2005. terra australis orogen: rodinia breakup and development of the pacific and iapetus margins of gondwana during the neoproterozoic and paleozoic. *earth-science reviews* 69: 249-279.
- charrier, r. 1984. areas subsidentes en el borde occidental de la cuenca de tras arco jurásico cretácica, cordillera principal chilena entre 34° y 34°30'. 9°congreso geológico argentino, actas 2: 107-124.
- chew, d.m., schaltegger, u., košler, j., whitehouse, m.j., gutjahr, m., spikings, r.a. y mišković, a. 2007. u-pb geochronologic evidence for the evolution of the gondwanan margin of the north-central andes. *geological society of america, bulletin* 119: 697-711.
- collins, w. 2002. hot orogens, tectonic switching and creation of continental crust. *geology* 30: 535-538.
- díaz-martínez, e., sempere, t., isaacson, p.e. y grader, g.w. 2000. paleozoic of western gondwana active margin (bolivian andes). 31° international geological congress, congress fieldtrip 27. 31 p.
- jaillard, e., hérail, g., monfret, t., díaz-martínez, e., baby, p., lavenu, a. y dumon, j.f. 2000. tectonic evolution of the andes of ecuador, peru, bolivia y northernmost chile. en u. cordani et al. (eds.) *tectonic evolution of south america: 481-559*, rio de janeiro.
- jímenez, n., lópez-velásquez, s. y santiviáñez, r. 2009. evolución tectonomagmática de los andes bolivianos. *revista de la asociación geológica argentina* 65(1): 36-67.
- kontak, d.j., clark, a.h, farrar, e. y strong, d.f. 1985. the rift-associated permo-triassic magmatism of the eastern cordillera. a precursor of the andean orogeny. en pitcher, w.s., atherton, m.p., cobbing, j. y beckinsale, r.d. (eds.) *magmatism at a plate-edge: the peruvian andes*, j. wiley & sons, p. 36-44.
- martignole, j. y martelat, j.e. 2003. regional-scale grenvillian-age uht metamorphism in the mollendo-camana block (basement of the peruvian andes). *jour. metamorphic geology* 21: 99-120.
- mišković, a., spikings, r.a., chew, d.m., košler, j., ulianov, a. y schaltegger, u. 2009. tectonomagmatic evolution of western amazonia: geochemical characterization and zircon u-pb geochronologic constraints from the peruvian eastern cordillera granitoids. *geological society of america bulletin* 121: 1298-1324
- mpodozis, c. y ramos, v.a. 1990. the andes of chile and argentina. en ericksen, g.e. et al. (eds.) *geology of the andes and its relation to hydrocarbon and min. resources*, earth sc. ser.11: 59-90.
- ramos, v.a. 2008. the basement of the central andes: the arequipa and related terranes. *annual review on earth and planetary sciences* 36: 289-324.
- ramos, v.a. 2010a. the tectonic regime along the andes: present settings as a key for the mesozoic regimes. *geological journal* 45: 2-25.
- ramos, v.a. 2010b. the grenville-age basement of the andes. *journal of south american earth sciences* 29: 77-91.
- sadowski, g.r. y bettencourt, j.s. 1996. mesoproterozoic tectonic correlations between eastern laurentia and the western border of the amazon craton. *precambrian research* 76: 213-27.
- sempere, t. 1995. phanerozoic evolution of bolivia and adjacent regions. en tankard, a.j., suárez, r. y welsink, h.j. (eds.) *petroleum basins of south america. aapg memoir* 62: 207-230.
- sempere, t., carlier, g., soler, p., fornary, m., carlotto, v., jacay, j., arispe, o., nereudeau, d., cárdenas, j., rosas, s. y jímenez, n. 2002. late permian-middle jurassic lithospheric thinning in peru and bolivia, and its bearing on andean-age tectonics. *tectonophysics* 345(1-4): 153-181.
- somoza, r. y zaffarana, c.b. 2008. mid-cretaceous polar standstill of south america, motion of the atlantic hotspots and the birth of the andean cordillera. *earth & planetary science letters* 271: 267-277.