

LA FREE-BOARD HYPOTHESIS VERSUS UNA COLISIÓN EOPALEOZOICA: EL EJEMPLO DEL NORTE DEL PERU

Victor A. Ramos

Laboratorio de Tectónica Andina, Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires. CONICET
Email: andes@gl.fcen.uba.ar

INTRODUCCIÓN

La región norte del Perú ha sido objeto de numerosos trabajos en los últimos años, como resultado de los cuales se ha podido mejorar la comprensión de su evolución geológica. Merecen destacarse los estudios realizados con las más modernas técnicas isotópicas por Chew et al. (2007) y Cardona et al. (2005, 2007 y 2009) que permitieron elaborar el mapa de terrenos de la figura 1.

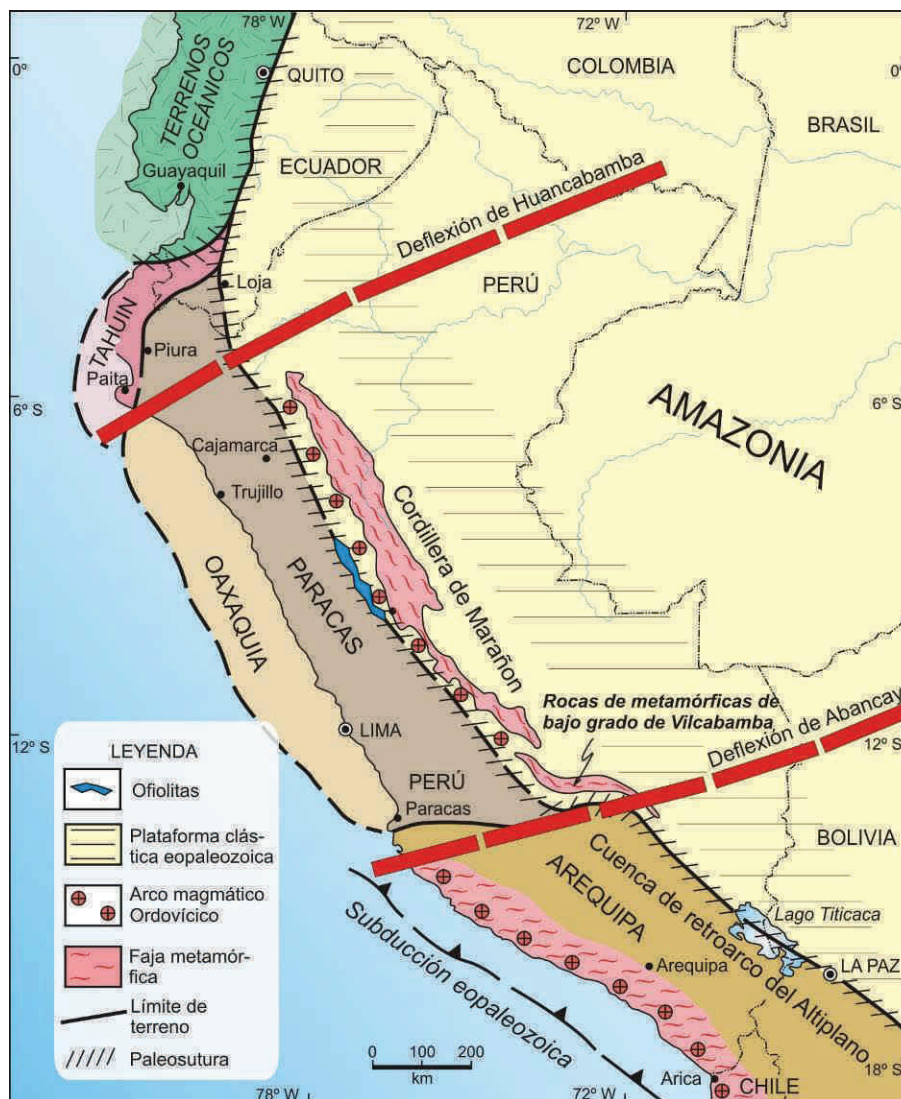


Figura 1: Diferentes bloques corticales acrecionados al margen eopaleozoico del Perú (coordenadas actuales), donde se pueden apreciar los terrenos alóctonos de Paracas, Tahuín y Arequipa según Ramos 2008, 2009 y 2010a). Asimismo se indica la ubicación original del terreno de Oaxaquia según Ramos y Aleman (2000).

Las diferencias principales entre las hipótesis propuestas por Chew et al. (2007 y trabajos subsiguientes) y la propuesta de Ramos (2008, 2009 y 2010a), es que la primera asume la existencia de una corteza oceánica, siguiendo básicamente la hipótesis adelantada por Polliand et al. (2005), mientras que la segunda involucra la

colisión en el Ordovícico medio a superior de un terreno o bloque continental contra el protomargen del Gondwana.

a) Freeboard hypothesis

Esta hipótesis fue propuesta por Chew et al. (2007) sobre la base de prolijos estudios petrológicos e isotópicos, complementados con los estudios posteriores de Cardona et al. (2005 y 2007) y los más recientes de Mišković et al. (2009). Estos estudios demostraron fehacientemente la existencia de un arco magmático ordovícico en la Cordillera de Marañón sobre la base de numerosas dataciones de U-Pb en circones que les permitió acotar la actividad magmática entre 465 y 472 Ma. Los granitoides de esta edad estaban emplazados en un basamento metamórfico previo de posible edad neoproterozoica, como lo habían postulado Dalmayrac et al. (1980) y Dalmayrac (1986) y fuera confirmado por Cardona et al. (2007) y Chew et al. (2008). Los intrusivos pretectónicos ordovícicos tempranos de este arco magmático están representados por otogneisses y granitoides con fuerte deformación dúctil. La edad del metamorfismo fue establecida como previa a los 471 Ma sobre la base de precisas edades Ar-Ar (Chew et al., 2007).

Estos autores postularon que la subducción a la latitud de Arequipa coincidía parcialmente con la trinchera actual, pero hacia el norte había un gran engolfamiento, que le permitía entrar a la trinchera oceánica hasta las proximidades del arco magmático ordovícico. Esta hipótesis requiere la no existencia de un basamento siálico pre-ordovícico al oeste de la latitud abarcada por la Cordillera de Marañón. Chew et al. (2007) postularon que el basamento al norte de los 14°S no aflora y que estaría representado por material oceánico a estas latitudes, basándose en la propuesta de Polliand et al. (2005), quienes asumen que por debajo de la Cordillera Occidental no había basamento siálico. Esto se basaba en las características juveniles de las rocas ígneas de la Cordillera Occidental entre los 7° y 14° de latitud, las cuales no condecían con la presencia de material cratónico antiguo. El engolfamiento se habría completado mediante la acreción de material oceánico durante el Carbonífero (Miskovic et al., 2005).

b) Colisión del terreno de Paracas

La presencia de basamento metamórfico de naturaleza siálica a estas latitudes fue detectada en el subsuelo de la región del antearco de la cuenca de Trujillo mediante perforaciones, que permitieron correlacionar estos testigos con las rocas metamórficas existentes en la Isla de las Hormigas frente a la ciudad de Lima (Thornburg y Kulm, 1981). Esto llevó a Ramos (2008) a postular la existencia de un terreno siálico a estas latitudes al que denominara Paracas, dado el nombre de la dorsal homónima registrada sobre la base de evidencias geofísicas todo a lo largo del antearco al norte de la localidad de Paracas en el margen peruano entre 7° y 14°S de latitud (Ramos y Alemán, 2000). Si se acepta la propuesta original de Chew et al. (2007) de la existencia de un arco magmático ordovícico a estas latitudes y la presencia de rocas siálicas en el antearco, no se puede usar la trinchera actual para producir mediante subducción este arco. La distancia entre la trinchera actual y los granitoides ordovícicos es de cerca de 400 km, a los que habría que agregar el acortamiento orogénico andino (alrededor de 100 km a estas latitudes según Cabassi e Introcaso, 1999) y la erosión cortical por subducción del margen peruano a estas latitudes (otros 100 km según Von Huene y Lallemand, 1990). Esto llevaría a una distancia mínima de aproximadamente 600 km entre el arco y la trinchera que no es viable para producir el extenso magmatismo ordovícico. Esto hace necesario postular la existencia de un bloque acrecionado que colisionó con el protomargen de Gondwana. Si se acepta esta hipótesis harían falta evidencias de una sutura o discontinuidad en el basamento siálico representada por rocas ofiolíticas.

La existencia de rocas ultramáficas en el departamento de Huánuco, por más de 300 km de longitud en el borde occidental de la Cordillera Oriental, era conocida desde los pioneros reconocimientos de Antonio Raimondi en el siglo XIX, como lo atestiguan las rocas de esquistos talcosos y peridotitas que se exhiben en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (véase localidades en Raimondi, 1929). La extensión de sus afloramientos se conoce a través de los trabajos de Grandin et al. (1977) y los más recientes de Castroviejo et al. (2009) y Fanlo et al. (2009). Estos autores estudiaron los afloramientos de los macizos de Tapos y Acobamaba, en las cercanías de Tarma. Sobre la base de las características petrográficas y geoquímicas, y la naturaleza podiforme de sus cromitas han demostrado el origen ofiolítico de estas rocas. Si se acepta este origen, dada la deformación dúctil que presentan, similar a

las de las rocas metamórficas de las rocas encajantes, la obducción de las ofiolitas debería haberse producido durante el Ordovícico medio a superior.

La presencia de esta sutura entre el protomargen occidental del Gondwana, representado por el basamento de la Cordillera de Marañón a estas latitudes, y el definido terreno de Paracas, confirma la existencia de un terreno independiente de origen presumiblemente para-autóctono (Ramos, 2008, 2010b). Se asume un origen para-autóctono debido a que en forma similar al terreno de Arequipa, ambos se habrían acrecionado al margen durante la formación de Rodinia en el Mesoproterozoico.

EL BASAMENTO DE LOS ANDES PERUANOS

Es interesante cuando se observa el grado metamórfico del basamento de la Cordillera de Marañón y su correlación con la Cordillera de Vilcabamba, el rápido descenso de la intensidad del metamorfismo hacia el sur. Ello implicaría que hacia el norte se han expuesto niveles de corteza media o quizás más profundos en superficie, que contrastarían con los niveles de corteza superior del sector sur. Aún más hacia el sur (véase Fig. 1), el metamorfismo de facies de esquistos verdes desaparecería paulatinamente, observándose sólo rocas sedimentarias con nulo o escaso metamorfismo (Sempere, 1995). Esto estaría de acuerdo con la interpretación de este autor, que a diferencia de lo que ocurre en el norte de Argentina y Chile, en el sur del Perú y en Bolivia no sería necesario postular una nueva acreción del bloque de Arequipa durante el Eopaleozoico.

Sobre esta base se concluye que el norte del Perú tuvo una colisión eopaleozoica correlacionable en su génesis y características litológicas y temporales con la colisión famatiniana observada en las Sierras Pampeanas de Argentina. A su vez el sur del Perú sólo registra un atenuamiento cortical que culmina con una deformación compresiva (Ramos, 2010b), controlada por la sutura mesoproterozoica de Arequipa con Amazonia, como ya fuera postulada por Kontak et al. (1985), mediante el desarrollo y cierre de una cuenca de trasarco ensiálica como lo indicara Díaz Martínez et al. (2000). Estas zonas de debilidad previa controlan también en Bolivia durante el Fanerozoico la inyección de magmatismo (Jiménez et al., 2009), la deformación extensional (Casquet et al., 2008) y compresiva, y la presente delaminación cortical que reactivan la vieja sutura meoproterozoica.

REFERENCIAS

- Cabassi, I., Introcaso, A., 1999. Los Andes peruanos y argentino-chilenos: un estudio cortical preliminar comparativo. XIV° Congreso Geológico Argentino, Salta, Actas I, 295-297.
- Cardona, A., Cordani, U.G., Ruiz, J., Valencia, V., Nutran, A.P., Sanchez, A.W., 2005. U/Pb Detrital zircon geochronology and Nd isotopes from Paleozoic metasedimentary rocks of the Marañón Complex: insights on the proto-Andean tectonic evolution of the eastern Peruvian Andes. 5° South American Symposium on Isotope Geology, Proceedings pp. 208–11, Punta del Este.
- Cardona, A., Cordani, U.G., Sanchez, A.W., 2007. Metamorphic, geochronological and geochemical constraints from the pre-Permian basement of the eastern Peruvian Andes (10°S): A Paleozoic extensional-accretionary orogen? Colloquium Latin American Earth Sciences, 20th, pp. 29–30, Kiel.
- Cardona, A., Cordani, U.G., Nutran, A.P., 2008. U/Pb SHRIMP circón, 40Ar/39Ar geochronology and Nd isotopes from granitoid rocks of the Illescas Massif, Peru: A southern extension of a fragmented Late Paleozoic orogen?. 6° South American Symposium on Isotope Geology, Proceedings, Abstracts p. 78, Bariloche.
- Cardona, A., Cordani, U.G., Ruiz, J., Valencia, V.A., Armstrong, R., Chew, D., Nutman, A., Sanchez, A.W., 2009. U-Pb Zircon Geochronology and Nd Isotopic Signatures of the Pre-Mesozoic Metamorphic Basement of the Eastern Peruvian Andes: Growth and Provenance of a Late Neoproterozoic to Carboniferous Accretionary Orogen on the Northwest Margin of Gondwana. *The Journal of Geology* 117, 285–305.
- Castroviejo, R., Rodrigues, J.F., Acosta, J., Pereira, E., Romero, D., Quispe, J., Espi, J.A., 2009. Geología de las ultramafitas pre-andinas de Tapo y Acobamba, Tarma, Cordillera Oriental del Perú. *Geogaceta* 46, 7-10.
- Casquet, C., Pankhurst, R.J., Rapela, C.W., Galindo, C., Fanning, C.M., Chiaradia, M., Baldo, E., González-Casado, J.M., Dahlquist, J.A., 2008. The Mesoproterozoic Maz terrane in the Western Sierras Pampeanas, Argentina, equivalent to the Arequipa–Antofalla block of southern Peru? Implications for West Gondwana margin evolution. *Gondwana Research* 13, 163-175.
- Chew, D.M., Schaltegger, U., Košler, J., Whitehouse, M.J., Gutjahr, M., Spikings, R.A. y Miškovíc, 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.

- Chew, D.M., Magna, T., Kirkland, C.L., Mišković, A., Cardona, A., Spikings, R., Schaltegger, U., 2008. Detrital zircon fingerprint of the Proto-Andes: Evidence for a Neoproterozoic active margin? *Precambrian Research* 167, 186-200.
- Dalmayrac, B. 1986. Estudio geológico de la Cordillera Oriental, región de Huánuco. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Boletín 1, 150 p.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., Marocco, R., Martinez, C., and Tomasi, P., 1980, La Chaîne Hercynienne d'Amérique du Sud. Structure et evolution d'une orogène intracratonique: *Geologische Rundschau*, v. 69, p. 1-21.
- Díaz-Martínez, E., Sempere, T., Isaacson, P.E. y Grader, G.W. 2000. Paleozoic of Western Gondwana active margin (Bolivian Andes). 31^o International Geological Congress, Congress Fieldtrip 27. 31 p.
- Fanlo, I., Gervilla, F., Castroviejo, R., Rodrigues, J.F., Pereira, E., Acosta, J., Uribe, R., 2009. Metamorphism of chromitites in the Tapo ultramafic massif, Eastern Cordillera, Peru. Proc. 10th Biennial SGA Meeting, Townsville, Australia, p. 161-163.
- Jiménez, N., López-Velásquez, S. y Santiváñez, 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.
- Mišković, A., Schaltegger, U., and Chew, D.M., 2005, Carboniferous plutonism along the Eastern Peruvian Cordillera: Implications for the late Paleozoic to early Mesozoic Gondwanan tectonics, *in* Proceedings of the 6th International Symposium on Andean Geodynamics, Barcelona, Spain, Institut de Recherche pour le Développement, p. 508-511.
- 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 Cordilleran granitoids. *Geological Society of America Bulletin* 121: 1298-1324.
- Raimondi, A. 1929. El Perú, Itinerarios de viaje. Imprenta Torres Aguirre, 371 p., Lima.
- 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. 2009. Anatomy and global context of the Andes: Main geologic features and the Andean orogenic cycle. En Kay, S.M., Ramos, V.A. y Dickinson, W. (eds.) *Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane Collision*, Geological Society of América, Memoir 204: 31-65.
- 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.
- 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.
- Thornburg, T. y Kulm, L.D. 1981. Sedimentary basins of the Peru continental margin: structure, stratigraphy, and Cenozoic tectonics from 6°S to 16°S latitude. *Geol. Soc. Am. Mem.* 154, 393-422.
- Von Huene, R. and Lallemand, S., 1990. Tectonic erosion along the Japan and Peru convergent margins. *Geological Society of America Bulletin* 102, 704-720.