

# Deformación Cretácica-Paleocena y sus evidencias en la Cordillera de los Andes de Chile Central (33,7°-36°S)

Felipe Tapia\*, Marcelo Farías y Daniela Astaburuaga

Facultad Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile

\*E-mail: [ftapia@ing.uchile.cl](mailto:ftapia@ing.uchile.cl)

**Resumen.** Las evidencias de la deformación del Cretácico tardío-Paleoceno en Chile Central no han sido directas y por lo tanto no ha sido posible caracterizarla detalladamente, ni mucho menos estimar la contribución que tiene en la construcción Neógena de la Cordillera de los Andes. En la Cordillera Principal de Chile Central (34°.36°se han encontrado 3 lugares donde se encuentran en discordancia las secuencias Mesozoicas y Cenozoicas y, en consecuencia, en los cuales se puede cuantificar la deformación K-T. Las evidencias reportadas en este trabajo dan sustento a la existencia de una proto-Cordillera de los Andes en el Paleógeno, además de aportar información para establecer la influencia de esta deformación en la actual configuración de la Cordillera.

**Palabras Claves:** Discordancia Meso-Cenozoica, proto-Cordillera de los Andes.

## 1 Introducción

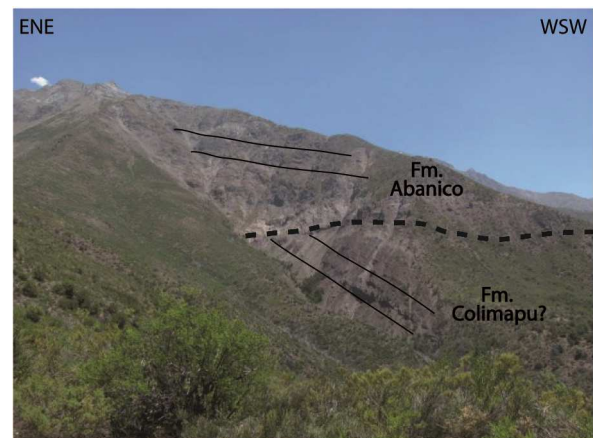
La formación de la corteza continental se puede resumir en periodos de extensión y acortamiento lo que produce una disminución y aumento en el espesor cortical, con el consecuente desarrollo de cuencas y formación de cadenas montañosas, respectivamente. De esta manera se puede establecer que la actual configuración de la cordillera es el resultado de múltiples etapas de deformación que incluyen extensión, inversión y propagación hacia fajas plegadas y corridas.

Los orógenos modernos, como los Andes, comenzaron con su desarrollo durante los primeros tiempos del Mesozoico después de la disgregación del supercontinente Pangea, lo que generó el desarrollo de cuencas extensionales a gran escala, como la Cuenca Neuquina ubicada entre los 32° y 40°S. Durante el Cretácico esta cuenca extensional evolucionó en una cuenca de antepaís durante el cual se depositaron los grupos Neuquén y Malargüe (Ramos, 2010).

En Chile y Argentina, las evidencias de este periodo compresivo sólo son indirectas (Gana y Zentilli, 2000; Parada et al., 2005; Tunik et al., 2010; Sagripanti et al., 2011), por lo que no se ha podido establecer la real contribución e influencia de esta fase a las subsiguientes etapas. Es por eso que este trabajo tiene como objetivo mostrar evidencias estructurales que permitan cuantificar la deformación y de qué manera pudo influir en la formación actual de la Cordillera de los Andes.

## 2 Evidencias de la deformación Cretácica

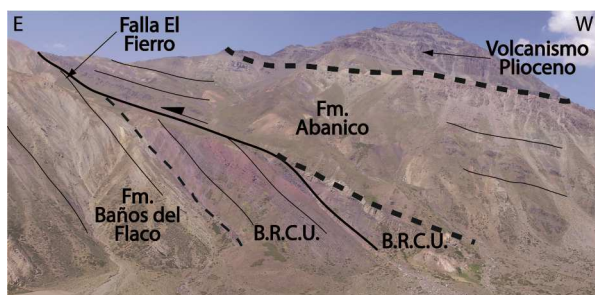
A 36°S, en el valle del río Maule, específicamente en el sector de la Mina aflora la parte superior de la secuencia Mesozoica, la cual presenta una inclinación promedio de 45°W. Está compuesta por una unidad marina fosilífera del Neocomiano (González y Vergara, 1962) y por una secuencia roja continental de edad cretácica. Basado en sus relaciones de contacto y correlaciones litológicas esta última se correlacionaría con la Fm. Colimapu (Astaburuaga et al., 2012). En esta misma área, una discordancia angular separa rocas Mesozoicas y Cenozoicas de la Fm. Abanico (Eoceno sup.-Mioceno-inf.) la cual muestra un manto promedio de 22°W (Figura 1). La disposición de las rocas junto con su edad evidencia un periodo de deformación previo al depósito de la Fm. Abanico y posterior al de la secuencia roja Cretácica.



**Figura 1:** Discordancia entre la Fm. Abanico y la secuencia roja continental en el valle del río Maule.

En el sector de Termas del Flaco, en las nacientes del río Tinguiririca, la secuencia Mesozoica integrada por las formaciones Río Damas y Baños del Flaco (Titiánico-Hauteriviano), además de la unidad B.R.C.U. (Brownish-Red Clastic Unit). se encuentran en contacto con la Fm. Abanico mediante la Falla El Fierro (Figura 2), interpretada como una estructura del borde de la Cuenca de Abanico parcialmente invertida (Charrier et al., 2002). Waite et al. (2005) mediante el análisis de trazas de fisión en circones plantea la existencia de un evento de exhumación en el Cretácico-Paleoceno previo al depósito

del BRCU, situación planteada también por Mescua, (2011) quien muestra que las formaciones Rio Damas y Baños del Flaco pertenecerían al limbo trasero de un gran anticlinal de inversión y el cual presenta depósitos del Gr. Neuquén en el frente oriental asociados a la erosión de la estructura. Es en este contexto que se habría depositado también el BRCU, en el limbo trasero del anticlinal.



**Figura 2:** Relaciones estratigráficas entre las secuencias Mesozoicas y Cenozoicas en las nacientes del río Tinguiririca.

La mayor inclinación de las rocas al este de la Falla El Fierro respecto a las ubicadas al oeste ( $50-70^{\circ}W$  para las rocas Mesozoicas y  $20-40^{\circ}W$  para la Fm. Abanico) muestra una inconsistencia frente a una deformación en secuencia hacia el este, al momento de restituir cualquier sección estructural del área, evidenciando la naturaleza fuera de secuencia de la falla El Fierro. Sin embargo, la inconsistencia estructural al pensar en una deformación fuera de secuencia, asociada a la Falla El Fierro, se mantiene si se sostiene que el área sólo fue deformada durante el Neógeno, haciendo necesario la hipótesis de la existencia de un periodo previo a la etapa extensional Eocena y simultáneo o posterior al depósito del BRCU, consistente con lo propuesto por otros autores para esta zona.

Algo muy similar sucede en el sector del río Volcán, en la área cordillerana frente a Santiago. En la ladera sur del río Volcán, en la base del Cerro Retumbadero aflora una secuencia rojiza de areniscas con algunas intercalaciones de calizas agrupadas en la Fm. Colimapu, y que se dispone subvertical, consistente con la deformación que presentan el resto de las rocas Mesozoicas hacia el este. Sobre ésta y en discordancia angular se ubica la Fm. Abanico (Fock, 2005) la cual presenta una inclinación de  $20^{\circ}W$  (Figura 3). Al igual que en el caso anterior, la diferencia entre los manteos que presenta la secuencia mesozoica respecto a la cenozoica no puede ser explicada solamente con una deformación fuera de secuencia sino que es necesaria una etapa de deformación previa al depósito de la Fm. Abanico, consistente con una fase compresiva en el Cretácico-Paleoceno.



**Figura 3:** Vista sur de la discordancia entre las formaciones Abanico y Colimapu en la base del Cerro Retumbadero, valle del río Volcán.

### 3 Discusión: Implicancias en la construcción de la Cordillera de los Andes

Actualmente, existen dos modelos que plantean distinta configuración y evolución para la porción central Chile y Argentina y donde la diferencia se basa en la relevancia de las estructuras de vergencia oeste y este. Sin embargo, sin poder decir con certeza cual modelo es el correcto, ninguno de los dos considera las etapas compresivas previas y su contribución a la formación actual del orógeno.

Los datos estructurales muestran que las secuencias mesozoicas fueron deformadas previas al Eoceno medio, y con una deformación de vergencia este, igual a la observada y documentada para la fase compresiva neógena en las fajas plegadas y corridas del Aconcagua y Malargüe entre los  $34^{\circ}$  y  $36^{\circ}S$  (Giambiagi et al., 2003; Giambiagi et al., 2009). Esta deformación pre-neógena no podría ser explicada como respuesta de la deformación y empuje de la Cordillera Frontal, tal como lo propone Armijo et al., (2010), debido a las evidencias documentadas para la edad de deformación y alzamiento de la misma (Giambiagi et al., 2001). De esta manera, esto podría indicar que esta morfoestructura es más antigua que la edad que se le asigna o bien que las secuencias mesozoicas podrían haberse deformado mediante otro mecanismo antes del Neógeno y el cual podría haber actuado también durante el posterior evento compresivo.

El modelo presentado por Farias et al., (2010) considera la inversión de la Cuenca de Abanico como el factor crítico para la orogenia Andina en el Neógeno y que la geometría es el resultado de un basculamiento al oeste producido por un apilamiento tectónico asociado a una deformación de piel fina con vergencia este. Si bien lo anterior es posiblemente correcto, ellos no consideran la influencia que podría haber ejercido la fase compresiva pre-Eoceno, favoreciendo a través de fallas previas la ubicación de la Cuenca de Abanico y la posterior inversión y propagación de la deformación hacia el este.

Si bien las evidencias documentadas en este trabajo son de suma importancia para poder caracterizar de mejor manera

la fase compresiva pre-Neógeno, también dan sustento a la existencia de una proto-Cordillera de los Andes en el Paleógeno (Charrier et al., 2009). Además, muestra la necesidad de cuantificar la influencia de las etapas de deformación previas para el mejor entendimiento de la evolución de la Cordillera de los Andes.

## Agradecimientos

Este trabajo contó con el apoyo del proyecto FONDECYT 11085022 y 1120272 y UNESCO (IGCP 586Y).

## Referencias

- Armijo, R., Rauld, R., Thiele, R., Vargas, G., Campos, J., Lacassin, R., and Kausel, E., 2010, The West Andean Thrust, the San Ramón Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile: *Tectonics*, v. 29, p. TC2007.
- Astaburuaga et al., 2012. Geología y estructura del límite Mesozoico-Cenozoico de la Cordillera Principal entre los 35°30' y 36° latitud Sur, Región del Maule, Chile. In Congreso Geológico Chleno, No 13, Actas electrónicas. Antofagasta.
- Charrier, R., Baeza, O., Elgueta, S., Flynn, J.J., Gans, P., Kay, S.M., Munoz, N., Wyss, A.R., and Zurita, E., 2002, Evidence for Cenozoic extensional basin development and tectonic inversion south of the flat-slab segment, southern Central Andes, Chile (33°-36°S.L.): *Journal of South American Earth Sciences* 15: 117-139.
- Charrier, R., Farías, M., and MaksaeV, V., 2009, Evolución tectónica, paleogeográfica y metalogénica durante el Cenozoico en los Andes de Chile norte y central e implicaciones para las regiones adyacentes de Bolivia y Argentina: *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65: 05-35.
- Farias, M., Comte, D., Charrier, R., Martinod, J., David, C., Tassara, A., Tapia, F., and Fock, A., 2010, Crustal-scale structural architecture in central Chile based on seismicity and surface geology: Implications for Andean mountain building: *Tectonics* 29: 22.
- Fock, A., 2005, Cronología y tectónica de la exhumación en el Neógeno de los Andes de Chile Central entre los 33° y los 34°S. Tesis de Magister (Unpublished), Universidad de Chile, Departamento de Geología: 235 p.
- Gana, P., and Zentilli, M., 2000, Historia termal y exhumación de intrusivos de la Cordillera de la Costa de Chile Central. In Congreso Geológico Chileno, No 9, Actas 2: 664-668. Puerto Varas.
- Giambiagi, L., Ghiglione, M., Cristallini, E., and Bottesi, G., 2009, Kinematic models of basement/cover interaction: Insights from the Malargue fold and thrust belt, Mendoza, Argentina: *Journal of Structural Geology* 31: 1443-1457.
- Giambiagi, L.B., Ramos, V.A., Godoy, E., Alvarez, P.P., and Orts, S., 2003, Cenozoic deformation and tectonic style of the Andes, between 33 degrees and 34 degrees south latitude: *Tectonics* 22: 1041.
- Giambiagi, L.B., Tunik, M.A., and Ghiglione, M., 2001, Cenozoic tectonic evolution of the Alto Tunuyan foreland basin above the transition zone between the flat and normal subduction segment (33° 30' -34° S), western Argentina: *Journal of South American Earth Sciences* 14: 707-724.
- Godoy, E., Yáñez, G., and Vera, E., 1999, Inversion of an Oligocene volcano-tectonic basin and uplifting of its superimposed Miocene magmatic arc in the Chilean Central Andes: First seismic and gravity evidences: *Tectonophysics* 306: 217-236.
- González, O., and Vergara, M., 1962, Reconocimiento geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 35° y 38°S: *Instituto Geología* 24.
- Mescua, J., 2011, Evolución estructural de la Cordillera Principal entre las Choicas y Santa Elena (35°S). Provincia de Mendoza, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad de Buenos Aires: 254 p.
- Parada, M.A., Féraud, G., Fuentes, F., Aguirre, L., Morata, D., and Larrondo, P., 2005, Ages and cooling history of the Early Cretaceous Caleu pluton: testimony of a switch from a rifted to a compressional continental margin in central Chile: *Journal of the Geological Society* 162: 273-287.
- Ramos, V.A., 2010, The tectonic regime along the Andes: Present-day and Mesozoic regimes: *Geological Journal* 45: 2-25.
- Sagripanti, L., Naipauer, M., Alvarez, J., Kietzmann, D., Bottesi, G., Folguera, A., and Ramos, V.A., 2011, Análisis y comparación de las cuencas sinorogénicas Cretácicas y Neógenas en el frente orogénico andino entre los 36° y 37°S: Integración de resultados petrográficos y dataciones U/Pb en circones detríticos. In Congreso Geológico Argentino, No 18, Actas electrónicas. Neuquén.
- Tunik, M., Folguera, A., Naipauer, M., Pimentel, M., and Ramos, V.A., 2010, Early uplift and orogenic deformation in the Neuquén Basin: Constraints on the Andean uplift from U-Pb and Hf isotopic data of detrital zircons: *Tectonophysics* 489: 258-273.
- Waite, K., Fügenschuh, B., and Schmidt, S., 2005, Cosntraint from fission track analysis on the evolution of the Rio Tinguiririca valley area in the Main Cordillera of the Andes, Central Chile. In Congress Geoscience Meeting, No 3, Actas electrónicas. Zürich, Switzerland.