

DEFORMACIÓN NEÓGENA EN EL ANTEARCO DE CHILOÉ (~43°S): REACTIVACIÓN SELECTIVA DE ESTRUCTURAS EXTENSIONALES

Andrés ECHAURREN^{1*}, Alfonso ENCINAS², Lucía SAGRIPANTI¹, Paul DUHART³,
Patricio ZAMBRANO⁴, Andrés FOLGUERA¹

¹IDEAN, UBA, Buenos Aires, Argentina. aechaurren@gl.fcen.uba.ar

²Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

³SERNAGEOMIN, Oficina Técnica Puerto Varas, Puerto Varas, Chile

⁴Carrera de Geología, Universidad Andrés Bello, Concepción, Chile

ABSTRACT

Forearc Neogene contraction in Chiloé (~43° S): selective reactivation of extensional structures. The forearc zone in the Andean subduction zone at ~42-44° S exhibits a particular configuration given by basins with a thick sedimentary infilling, a pronounced forearc high, and a west-vergent structure potentially related to the Liquiñe-Ofqui Fault Zone. Here, field and subsurface sedimentary units of late Oligocene – early Miocene age record the transition from an extensional to a contractional regime acting since middle Miocene times. New field and seismic data constrain this deformation as focused in the north of the segment, suggesting a differential contractional reactivation of the previous extensional structures. Causes of this compressive stage could be initially associated to the accretion of the Chiloé block that drifted during the previous late Oligocene-early Miocene extensional phase.

Keywords: Western Andean slope, Chiloé, Patagonia, neogene deformation.

RESUMEN EXTENDIDO

En los Andes de Chile centro-sur (~37-47° S), la zona del antearco está caracterizada como un segmento de alta actividad sísmica y con una mecánica acrecionaria (Contreras-Reyes *et al.* 2010). En el sector comprendido entre ~42-44° S ("segmento Chiloé"), la Isla de Chiloé emerge como un alto estructural entre pronunciadas cuencas de antearco, mientras que hacia el este, en la vertiente occidental Andina ("Chiloé continental"), la Zona de Falla de Liquiñe Ofqui acomoda la deformación de la subducción oblicua de la Placa de Nazca y está vinculada al emplazamiento del arco volcánico reciente (ej., Zambrano y Lara 2009). Este sistema estructural y las glaciaciones plio-cuaternarias han provocado una intensa denudación (Thomson *et al.* 2010), donde se preservan, como en la isla, afloramientos de unidades sedimentarias de edad oligocena superior-miocena inferior de restringida distribución superficial. Estas secuencias fueron depositadas durante un periodo de acentuada subsidencia en el margen norpatagónico (~41-47° S), donde se produjeron transgresiones marinas pacíficas y atlánticas bajo un régimen extensional invertido contractionalmente en el Mioceno medio (Bechis *et al.* 2014). En esta contribución se presentan nuevos datos del control estructural sobre la deformación de estas secuencias sedi-

mentarias reconocidas en superficie y en secciones sísmicas 2D de ENAP (Empresa Nacional del Petróleo-Chile), para la zona del antearco comprendida entre ~42-44° S.

La Isla de Chiloé está compuesta por un núcleo de basamento metamórfico (Complejo Bahía Mansa, Paleozoico tardío, Duhart 2001), intruido por rocas volcánicas del Complejo Volcánico Ancud (CVA) del Oligoceno Superior-Mioceno inferior y restringidas unidades plutónicas entre ~37-39 Ma (Muñoz *et al.* 2000; Henríquez 2016). Afloramientos de secuencias sedimentarias oligomiocenas están distribuidos principalmente en la costa occidental de la isla (Fm. Lacuy-Estratos de Cucao; Quiroz *et al.* 2004) mientras que en el continente, estos paquetes están representados por afloramientos costeros e intermontanos de restringida extensión (formaciones Ayacura, Puduahuapi, La Cascada, La Silla, Vargas y La Junta, ~26-17 Ma, Encinas *et al.* 2014) que sobreyacen discordancia a rocas metamórficas del Devónico (Hervé *et al.* 2016), suites jurásico-cretácicas y miocenas del Batolito Norpatagónico, y sobre el volcanismo jurásico de la Fm. Ibáñez (Pankhurst *et al.* 1999). La Isla de Chiloé se encuentra flanqueada por un sistema doble de cuencas de antearco con potente relleno sedimentario (> 4 km); la Cuenca de Chiloé en la plataforma oceánica y el Golfo de Ancud en el Valle Central (González 1989).

En el extremo noroccidental de la Isla de Chiloé, se reconocieron las secuencias sedimentarias de la Fm. Lacuy, compuestas por un conglomerado basal y capas de limolitas y areniscas, que sobreyacen a las rocas volcánicas del Complejo Volcánico Ancud y de probable edad miocena inferior. En el sector costero se identificó un control extensional en fallas normales sobre sedimentación de estos estratos, además de reactivaciones contraccionales en corrimientos de alto ángulo intra-formacionales. A estas mismas latitudes, en el continente, los bancos de areniscas y lutitas de la Fm. Ayacara están deformados, junto a la Fm. Ibáñez, en pliegues asimétricos de alta inclinación y vergencia occidental. Las secciones sísmicas en el norte de la Cuenca de Chiloé revelan no sólo una discordancia general bajo los depósitos glaciares pleistocenos, sino también un carácter sincontraccional en horizontes asignables al Mioceno medio, con relaciones de *onlap* en los limbos dorsales de anticlinales vergentes al oeste y estratos de crecimiento asociados a corrimientos de alto ángulo. Evidencias de contracción se encuentran también en el Golfo de Ancud, donde la información sísmica permite identificar horizontes deformados asociados a una estructura contraccional de vergencia occidental ("Falla Puerto Montt"), responsable de la acumulación de >1500 m de depósitos glaciares identificados en el pozo Puerto Montt, aldeaño a la ciudad homónima. Datos de sísmicas de refracción indican un elevado gradiente topográfico entre el alto de basamento en la Isla de Chiloé y el Golfo de Ancud, éste último con profundidades que alcanzan los ~4500 m, al igual que en el extremo sur de la cuenca Osorno-Llanquihue (Elgueta *et al.* 2000). En la zona sur del segmento Chiloé, la deformación en las unidades sedimentarias oligo-miocenas del continente (formaciones Puduahuapi, La Cascada, La Silla, Vargas, La Junta y Traiguén) no es compartida por las secuencias en la isla (Estratos de Cucao como bancos subhorizontales) ni del relleno de la cuenca, observándose en las líneas sísmicas bancos que exhiben rasgos sinextensionales, con una leve reactivación contraccional que denota, al igual que en el sector norte, una discordancia pre-plio/pleistocena.

El segmento del antearco analizado en Chiloé exhibe ciertas particularidades morfoestructurales representadas por i) la plataforma oceánica de mayor ancho del margen chileno (hasta ~60 km) que aloja profundos depocentros (hasta ~4 km), ii) la isla principal representando la última expresión continua de la Cordillera de la Costa con alturas de hasta ~800 msnm, iii) un Valle Central sumergido con depocentros de >4500 m en el Golfo de Ancud, iv) la vertiente andina occidental deformada con vergencia occidental y afectada por la Zona de Falla de Liquiñe Ofqui. Esta morfología deprimida del antearco potencialmente refleja el prolongado período de extensión y adelgazamiento cortical que favoreció la formación de cuencas extensionales a través del actual eje cordillerano durante el Oligoceno Superior-Mioceno inferior (ej., Jordan *et al.* 2001), con un carácter acentuado en este seg-

mento evidenciado por una marcada depresión del techo del basamento, la deposición de secuencias marinas profundas (Fm. Ayacara, Encinas *et al.* 2013) y un arco emplazado en una corteza delgada (Complejo Volcánico Ancud, Henríquez 2016). Los nuevos datos estructurales de terreno y subsuperficie sugieren que el patrón de deformación en el basamento y en las secuencias oligo-miocenas representa una reactivación selectiva de estructuras extensionales, concentrada en el continente y la zona norte de la Isla de Chiloé, donde existen lineamientos de orientación noroeste sísmicamente activos (Lange *et al.* 2008) que potencialmente han actuado como zonas de transferencia. Este carácter podría estar influenciado por la fábrica del basamento, en una zona propuesta como una heterogeneidad litosférica (Hervé *et al.* 2016), donde la deformación de estas unidades permite inferir el comportamiento de la pro-cuña orogénica. Las causas de esta deformación podrían residir en la acreción del bloque Chiloé durante el Mioceno medio (Hervé *et al.* 2017).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bechis, F., Encinas, A., Concheyro, A., Litvak, V. D., Aguirre-Urreta, B., Ramos, V. A. 2014. New age constraints for the Cenozoic marine transgressions of northwestern Patagonia, Argentina (41°–43° S): Paleogeographic and tectonic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, 52, 72–93.
- Cembrano, J. and Lara, L. 2009. The link between volcanism and tectonics in the southern volcanic zone of the Chilean Andes: A review. *Tectonophysics*, 471, 96–113.
- Contreras-Reyes, E., Flueh, E. R. and Grevemeyer, I. 2010. Tectonic control on sediment accretion and subduction off south central Chile: Implications for coseismic rupture processes of the 1960 and 2010 megathrust earthquakes. *Tectonics*, 29(6).
- Duhart, P., McDonough, M., Muñoz, J., Martín, M., Vileneuve, M. 2001. El Complejo Metamórfico Bahía Mansa en la cordillera de la Costa del centro-sur de Chile (39°30'–42° 00'S): geocronología K–Ar, 40Ar/39Ar y U–Pb e implicancias en la evolución del margen sur-occidental de Gondwana. *Rev. Geol. Chile* 28, 179–208.
- Elgueta, S., McDonough, M., Le Roux, J., Urqueta, E. and Duhart, P. 2000. Estratigrafía y sedimentología de las cuencas terciarias de la región de Los Lagos (39– 41° 30' S). *Boletín de la Subdirección Nacional de Geología*, 57, 1–50.
- Encinas, A., Zambrano, P. A., Finger, K. L., Valencia, V., Buatois, L. A., Duhart, P. 2013. Implications of Deep-Marine Miocene Deposits on the Evolution of the North Patagonian Andes. *The Journal of Geology*, 121, 215–238.
- Encinas, A., Pérez, F., Nielsen, S. N., Finger, K. L., Valencia, V., Duhart, P. 2014. Geochronologic and paleontologic evidence for a Pacific–Atlantic connection during the late Oligocene–early Miocene in the Patagonian Andes (43–44° S). *Journal of South American Earth Sciences*, 55, 1–18.
- Encinas, A., Folguera, A., Oliveros, V., Del Mauro, L. D. G., Tapia, F., Riffó, R., . . . and Álvarez, O. 2016. Late Oligocene–early Miocene submarine volcanism and deep-marine sedimentation in an extensional basin of southern Chile: Implications for the tectonic development of the



- North Patagonian Andes. Geological Society of America Bulletin, 128(5-6), 807-823.
- González, E. 1989. Hydrocarbon resources in the coastal zone of Chile. *Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Mineral Resources*. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Texas, 383-404.
- Henríquez, G. 2016. Petrografía, geoquímica y marco geotectónico del Complejo Volcánico Ancud. Provincia de Chiloé, Región de los Lagos, Chile. Memoria de título (inédito), Departamento de Ciencias de la Tierra de Universidad de Concepción, p. 210.
- Hervé, F., Calderon, M., Fanning, C. M., Pankhurst, R. J., Fuentes, F., Rapela, C. W., Correa, J., Quezada, P. and Marambio, C. 2016. Devonian magmatism in the accretionary complex of southern Chile. *Journal of the Geological Society*, jgs2015-163.
- Hervé, F., Fuentes, F. J., Calderón, M., Fanning, M., Quezada, P., Pankhurst, R. and Rapela, C. 2017. Ultramafic rocks in the North Patagonian Andes: is their emplacement associated with the Neogene tectonics of the Liquiñe-Ofqui Fault Zone?. *AndeanGeology*, 44(1), 1-16.
- Jordan, T. E., Burns, W. M., Veiga, R., Pángaro, F., Copeland, P., Kelley, S. and Mpodozis, C. 2001. Extension and basin formation in the southern Andes caused by increased convergence rate: A mid-Cenozoic trigger for the Andes. *Tectonics*, 20(3), 308-324.
- Lange, D., Cembrano, J., Rietbrock, A., Haberland, C., Dahm, T. and Bataille, K. 2008. First seismic record for intra-arc strike-slip tectonics along the Liquiñe-Ofqui fault zone at the obliquely convergent plate margin of the southern Andes. *Tectonophysics*, 455, 14-24.
- Muñoz, J., Troncoso, R., Duhart, P., Crignola, P., Farmer, L., Stern, C. R. 2000. The relation of the mid-Tertiary coastal magmatic belt in south-central Chile to the late Oligocene increase in plate convergence rate. *Revista geológica de Chile*, 27, 177-203.
- Quiroz, D., Palma-Heldt, S., Duhart, P. and Muñoz, J. 2003. Antecedentes paleontológicos de los estratos de Chonchi, Terciario de Chiloé insular, Chile. 10º Congreso Geológico Chileno, Concepción.
- Thomson, S. N., Brandon, M. T., Tomkin, J. H., Reiners, P. W., Vásquez, C. and Wilson, N. J. 2010. Glaciation as a destructive and constructive control on mountain building. *Nature*, 467, 313-317.