

## **DATOS PALEOMAGNÉTICOS Y GEOCRONOLÓGICOS DE COMPLEJOS PLUTÓNICOS PALEOCENOS Y EOCENOS EN LA PRECORDILLERA DE VALLENAR (28° 10' - 28° 45' S): EVIDENCIAS DE DEFORMACIÓN INCAICA EN EL LÍMITE SUR DEL OROCLINO BOLIVIANO**

Felipe Coloma<sup>1</sup>, Matías Peña<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Servicio Nacional de Geología y Minería, Avda. Santa María 0104, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Laboratorio de Tectónica y Paleomagnetismo, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.

### **RESUMEN**

En el norte de Chile, los datos paleomagnéticos históricos indican rotaciones horarias en promedio de 30°, en lo que varios autores denominan el Oroclino Boliviano. El límite sur de este Oroclino se ha definido al sur de los 28° S, específicamente entre los 28° y los 32°S, en donde se observa un cambio en los patrones de rotación de NNE a principalmente N-S. Se han estudiado 10 sitios pertenecientes a complejos plutónicos cuya edad ha sido determinada con edades U-Pb y Ar/Ar, y han sido acotados en 2 conjuntos: Cretácico Superior – Paleoceno (Complejo Plutónico El Carrizo y Complejo Plutónico Corral de Pircas) y Eoceno (Complejo Plutónico Tres Morros y Complejo Plutónico Salitral). Todos los datos indican una magnetización primordialmente primaria, con magnetita como mineral portador de la magnetización, además de un patrón de rotaciones horarias entre 10 y 30°. En conjunto, los datos paleomagnéticos y geocronológicos, muestran el emplazamiento de plutones sintectónicos en un régimen transpresivo, que luego son afectados por el efecto del Oroclino Boliviano.

**Palabras clave:** Oroclino Boliviano, Vallenar, paleomagnetismo, edades radiométricas, rotación, sintectónico

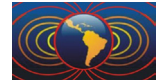
### **ABSTRACT**

In northern Chile, historic paleomagnetic data indicate clockwise rotations in order of 30°, which several authors denominate Bolivian Orocline. The southern limit of this orocline has been definite at south of 28° S, specifically between 28° and 32° S, where a change in rotation patterns from NNE to N-S trending is observed. We have studied 10 sites belonging to plutonic complexes, which their age has been determined with U-Pb and Ar/Ar methodology, this allow us to bound this complexes in 2 groups: Upper Cretaceous – Paleocene (El Carrizo Plutonic Complex and Corral de Pircas Plutonic complex) and Eocene (Tres Morros Plutonic Complex and Salitral Plutonic Complex). All data indicates a mainly primary magnetization, with magnetite as a carrier mineral, moreover, a clockwise rotations pattern, between 10 and 30 degrees. These paleomagnetic and geochronologic data suggest a syntectonic emplacement of these intrusive complexes in a transpressive regime, that was affected for incaic phase, main generator of the Bolivian Orocline.

**Keywords:** Bolivian Orocline, Vallenar, paleomagnetism, radiometric ages, rotation, sin-tectonic

### **Introducción y Marco Geológico Regional**

El Oroclino Boliviano corresponde a uno de los rasgos morfoestructurales más importantes de Sudamérica, el cual ha sido estudiado por diversos investigadores (Isacks, 1988; Arriagada *et al.*, 2006, entre otros). Una rama de estudio que ha sido muy importante para entender este rasgo estructural ha sido el paleomagnetismo, con lo cual se ha demostrado un patrón sistemático de rotaciones horarias cercanas a los 30° en sentido



horario hasta aproximadamente los 28° S. Sin embargo, pocos trabajos han desarrollado un análisis al sur de los 28° S, el cual ha sido definido recientemente como el Oroclino de Vallenar (Arriagada *et al.*, 2009; Salazar *et al.*, 2009). Trabajos recientes (Peña *et al.*, 2011; Peña 2012) plantean que entre los 28°S y los 30° se siguen observando de forma general rotaciones horarias en rocas del Paleozoico al Eoceno, mientras que más al sur las rocas prácticamente no presentan rotación.

En la zona de estudio (28°10' - 28°45' S), afloran rocas cuyas edades abarcan entre el Carbonífero – Pérmico hasta el Mioceno (fig. 1). El basamento corresponde a complejos plutónicos multicomposicionales, de gabros y dioritas hasta sienogranitos, cuya edad varía entre el Carbonífero – Pérmico y el Triásico Inferior; mientras que contemporáneamente a este magmatismo, se generan rocas volcánicas básicas de edad pérmica. La cobertura mesozoica se compone de una amplia variedad de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias, que se distribuyen en toda la zona de estudio y son relativamente continuas entre el Triásico Inferior y el Cretácico Superior. En este último período se generan 2 complejos plutónicos elongados NE y de distintas composiciones: Complejo Plutónico El Carrizo (CPEC) y Complejo Plutónico Corral de Pircas (CPCP). Mientras tanto, en el Eoceno, se emplazan el Complejo Plutónico Salitral (CPS) y Complejo Plutónico Tres Morros (CPTM). En particular, en este trabajo se analizan los resultados de este conjunto de complejos plutónicos, los cuales su asignación ha sido refinado en trabajos de mapeo regionales recientes (Salazar *et al.*, 2013; Peña *et al.*, 2013) y cuya edad ha sido acotada, en base a criterios geocronológicos y litológicos, entre el K-T y el Eoceno. Los antecedentes indican una rotación horaria para estas rocas, lo cual se pretende confirmar o desmentir en este trabajo. De este modo, estos resultados ayudan a entender y, en consecuencia, acotar los procesos tectónicos que afectan a estas rocas.

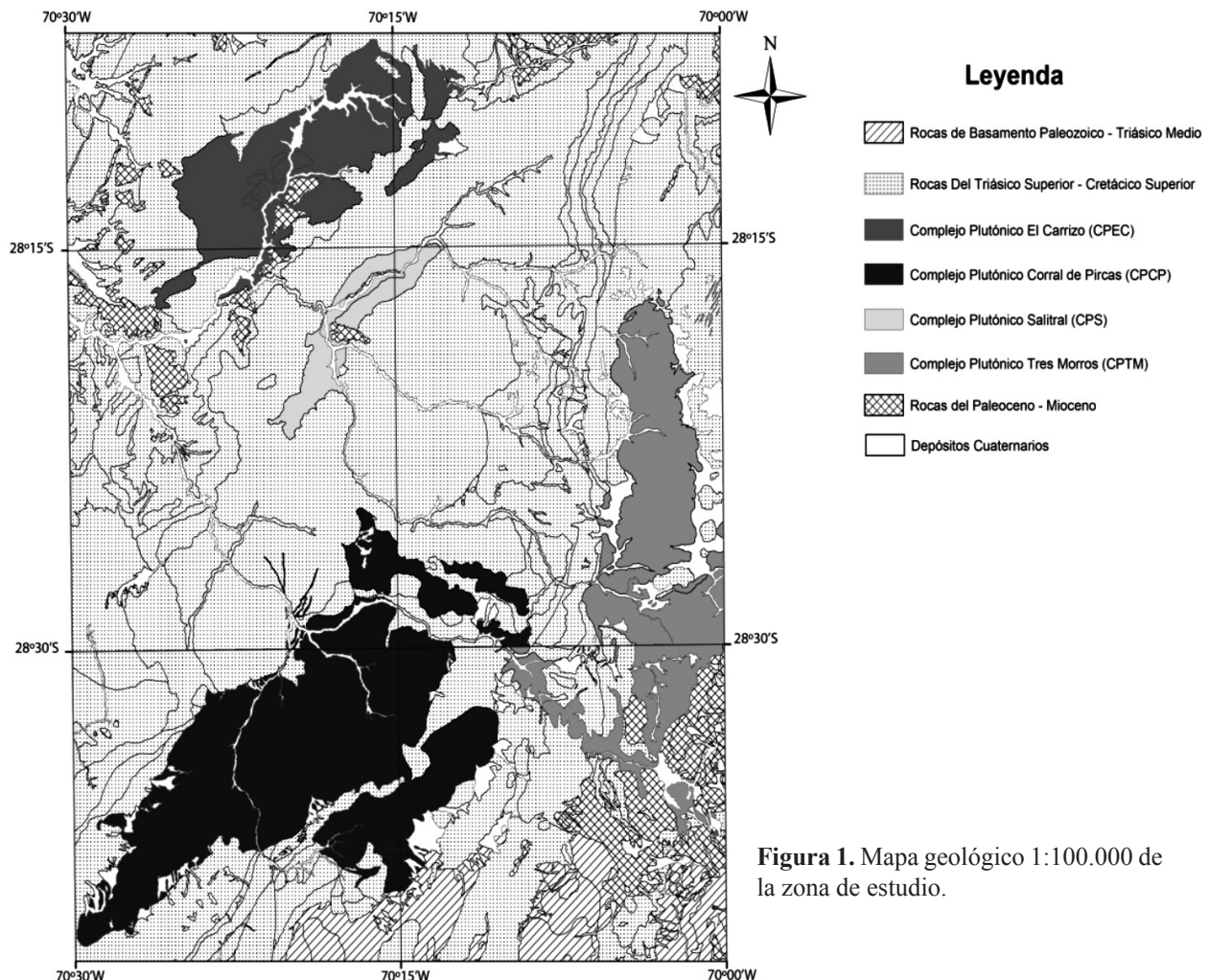


Figura 1. Mapa geológico 1:100.000 de la zona de estudio.

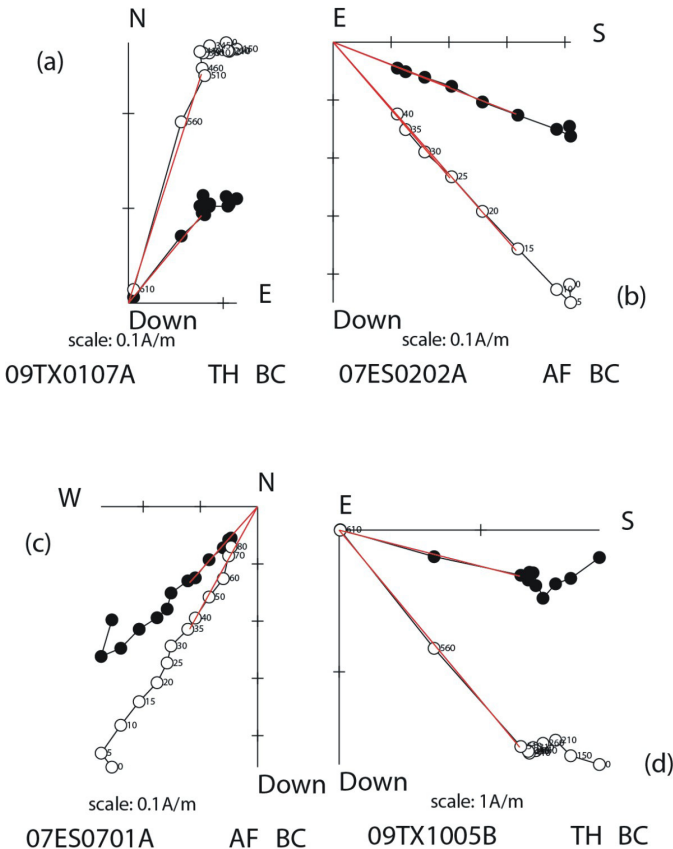


**Resultados**

El CPCP y el CPEC corresponden a cuerpos multicomposicionales que están acotados entre el Cretácico Superior y el Paleoceno. El CPCP se compone de granodioritas de grano medio de biotita y anfíbola, que en sectores se encuentra con alteración potásica y cortado por diques tonalíticos; se han obtenido edades U-Pb y Ar/Ar que han permitido acotarla entre los 66 y los 61 Ma. En tanto, el CPEC tienen un amplio rango composicional abarcando gabronoritas, pasando por dioritas hasta sienogranitos de biotita; han sido datados por U-Pb, con edades entre los 66 y 69 Ma. La particularidad de ambos complejo es que presentan una orientación NE y su forma sigmoidal, lo cual según algunos autores (Espinoza, 2012) estaría asociado a su emplazamiento en un régimen compresivo con tasas variables de inyección de magma.

En tanto, el CPS y el CPTM son cuerpos multicomposicionales con edad eocena. El CPTM se compone principalmente de granodioritas de biotita y anfíbola, con granitos y tonalitas subordinadas, las cuales mediante U-Pb y Ar/Ar, fueron acotadas entre los 49 y 40 Ma. Por otro lado, el CPS se compone de granodioritas de biotita, con dioritas y monzonitas subordinadas, las cuales, mediante U-Pb en circón, han sido datadas en ca. 54 Ma. A diferencia de los cuerpos mencionados anteriormente, estos complejos presentan una orientación preferencial N - S.

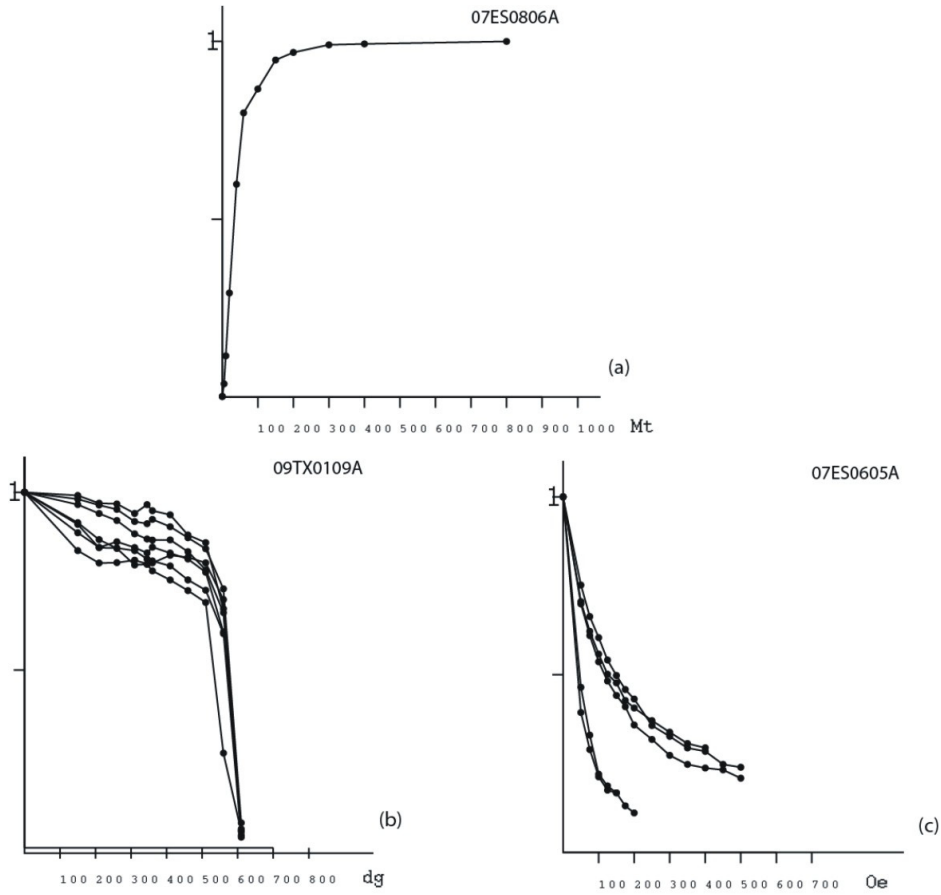
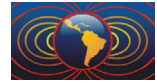
Se han estudiado 47 muestras provenientes de 10 sitios, de los cuales 6 pertenecen al CPCP, 1 al CPEC, 2 al CPTM y 1 al CPS. Por lo general, la magnetización de estas rocas por lo general es primaria, con magnetita como el mineral portador de la magnetización, lo cual se distingue en los diagramas de desmagnetización tanto de campos alternos como termal, además de una muestra analizada con IRM y los diagramas de zijderveld (figs. 2 y 3). Por lo general, los datos de declinación de estos complejos son similares, mostrando valores predominantes de rotación horaria, entre 10° y 30° respecto al polo definido para el K-T y el Eoceno (Besse & Courtillot, 2002) (fig. 4). Estos datos son coherentes con los observados en estudios anteriores en la misma latitud y también más al norte.



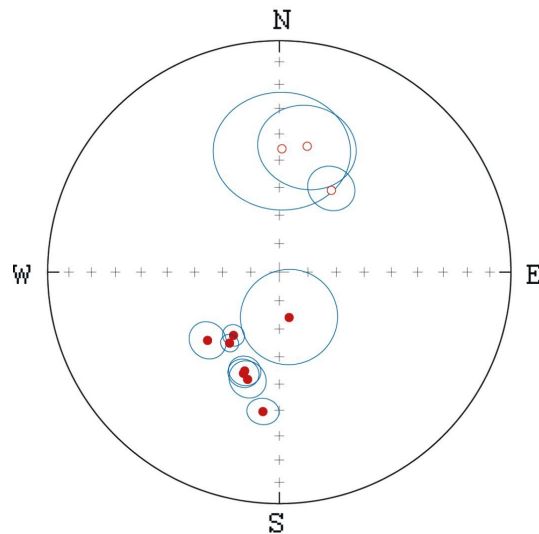
**Discusión y Conclusiones**

Los patrones observados en este trabajo muestran una clara rotación horaria respecto a los polos entre 10 y 30°, lo cual nos indicaría en primera instancia que esta región sigue los patrones de rotación observados más al norte y por ende sigue perteneciendo al Oroclino boliviano. Dado que tanto las rocas del Paleoceno como las del Eoceno presentan parámetros similares, se puede plantear a priori que son afectadas por el mismo evento de deformación. Este evento sería posterior a la intrusión sintectónica de los complejos intrusivos, denotando un claro efecto del patrón de campo lejano del Oroclino Boliviano en este sector.

**Figura 2.** Diagramas de zijderveld representativos para rocas del CPEC (a), CPCP (b), CPTM (c) y CPS (d).



**Figura 3.** Diagrama IRM (a) y curvas de desmagnetización termal (b) y campos alternos (c) para las rocas estudiadas.



**Figura 4.** Diagramas estereográficos de las rocas estudiadas.

### Referencias

Arriagada, C., Roperch, P., Mpodozis, C., Fernández, R. 2006. Paleomagnetism and tectonics of the southern Atacama Desert (25-28°S), northern Chile. *Tectonics*, 25, TC4001, doi:10.1029/2005TC001923.



- Arriagada, C., Mpodozis, C., Yáñez, G., Charrier, R., Farías, M., Roperch, P. 2009. Rotaciones tectónicas en Chile central: El Oroclino de Vallenar y el “megakink” del Maipo. 12° Congreso Geológico Chileno, Santiago, 4 p., actas electrónicas.
- Besse, J., Courtillot, V. 2002. Apparent and true polar wander and the geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr. *J. Geophys. Res.*, 107(B11), 2300, doi:10.1029/2000JB000050.
- Espinoza, A., 2012. Plutón El Carrizo: Anatomía y control estructural de su emplazamiento. Santiago, Universidad de Chile, Departamento de Geología, Memoria de Título, 80 p.
- Isacks, B. 1988. Uplift of the central Andean plateau and bending of the Bolivian Orocline. *Journal of Geophysical Research*, 93, 3211-3231, doi:10.1029/JB093iB04p03211.
- Peña, M., Arriagada, C., Martínez, F., Creixell, C. 2011. Oroclino de Vallenar: Un estudio geológico y paleomagnético. *Latinmag Letters, Volume 1, Special Issue*, 6 p., Tandil, Argentina.
- Peña, M. 2012. Reconocimiento del límite sur del patrón paleógeno de rotaciones horarias entre los 28° - 32° S del margen chileno a través de un estudio paleomagnético. Santiago, Universidad de Chile, Departamento de Geología, Memoria de Título, 58 p.
- Peña, M., Martínez, F., Becerra, J., Arriagada, C. 2013. Geología del Área Yervas Buenas - Tres Morros, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie de Geología Básica, 1 mapa escala 1:100000, Santiago, Chile. Sometido, en revisión.
- Salazar, E., Arriagada, C., Mpodozis, C., Martínez, F., Peña, M. 2009. Análisis estructural del oroclino de Vallenar: primeros resultados. En XII Congreso Geológico Chileno, Santiago, Chile. 4 p., actas electrónicas.
- Salazar, E., Coloma, F., Creixell, C. 2013. Geología del Área El Tránsito - Lagunillas, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, 1 mapa escala 1:100000, Santiago, Chile. Sometido, en revisión.
- Somoza, R., Tomlinson, A., Caffè, P., Vilas, F. 2011. Deformación K - T en el norte de Chile detectada mediante paleomagnetismo: ¿Tectónica tipo andina o colisión de dorsal? *Latinmag Letters, Volume 1, Special Issue*, 6 p., Tandil, Argentina.