



## **PALEOMAGNETISMO DE LAS IGIMBRITAS NEOGENAS DE LA REGION DE ARICA, (ANDES CENTRALES; 18°-19°S): DIRECCION DE MAGNETIZACION REMANENTE Y ANISOTROPIA DE LA SUCEPTIBILIDAD MAGNETICA**

Tapia, C.<sup>1</sup>, Roperch, P.<sup>2</sup>, García, M.<sup>3</sup>

### **INTRODUCCION**

El margen andino en el norte de Chile (I Región de Tarapacá) está caracterizado por tres unidades geomorfológicas mayores, controladas por la deformación neógena. Estas unidades son: La Cordillera de la Costa, con un escarpe costero muy pronunciado, entre 500 y 1.000 m de diferencia de altura; La Depresión Central, con un relieve caracterizado por una pendiente regular ligeramente inferior a dos grados inclinada hacia el oeste; La Cordillera Occidental constituida al oeste por la Pampa Oxaya con un anticlinal suave y ancho de edad miocena superior [1], y al este por la Alta Cordillera Occidental con una zona de deformación compresiva de edad miocena de vergencia oeste [2].

A lo largo de la depresión central, y la Pampa Oxaya aflora una gruesa secuencia de ignimbritas (potencia aproximada de 1.000 m) de edad oligocena superior-miocena inferior (26-16 Ma) [3,4,5]. Los distintos niveles de ignimbritas, desde el punto de vista petrográfico presentan un alto componente cristalino y son texturalmente semejantes entre sí, dificultando la diferenciación de unidades de flujos y las correlaciones a distancia. El análisis estratigráfico, apoyado con dataciones radioisotópicas permite diferenciar 4 a 7 flujos ignimbriticos [4]. Por otro lado, en la zona, existen 2 ignimbritas de edad pliocena, la Ignimbrita Lauca y la Ignimbrita Huaylas. La Ignimbrita Huaylas ha sido datada en 4,4 y 4,8 Ma [6] y la Ignimbrita Lauca entre 2 y 3 Ma [2,7]. Según [8], la ignimbrita Huaylas es equivalente a la ignimbrita Lauca-Pérez.

El paleomagnetismo, gracias al registro de la variación secular del campo magnético terrestre, permite diferenciar o correlacionar unidades volcánicas, utilizando las direcciones de magnetización remanente primaria. En la región de Arica, fueron recolectados 53 sitios con un promedio de 10 muestras por cada sitio (Fig. 1). Un otro objetivo del estudio paleomagnetico es la determinación de las direcciones de emplazamiento de las ignimbritas estudiadas a partir del análisis de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM).

### **MUESTREO Y MEDICION**

Dos sitios fueron tomados de la Ignimbrita Lauca-Pérez y tres sitios fueron tomados de la Ignimbrita Huaylas. 46 sitios fueron tomados en las ignimbritas de la formación Oxaya a lo largo del camino que comunica a Timar con Tignámar, en la cuesta Esquiña, cuesta Camarones y en la cercanía de Poconchile. 2 sitios fueron tomados de las ignimbritas de la formación Altos de Pica en la cercanía de Moquella. Se determinó la dirección de magnetización característica de un espécimen por testigo, a través de la demagnetización térmica y la demagnetización por campo alternativo. La ASM fue medida a través del instrumento Kappabridge spinner de AGICO(KLY-S). Fueron considerados en la discusión 19 sitios (sitios Ar) recolectados en la zona de estudio, en un trabajo anterior[9].

### **FORMACION OXAYA**

La Formación Oxaya corresponde a una secuencia subhorizontal de 4 a 7 ignimbritas, con intercalaciones sedimentarias aluviales y lacustres de hasta 1.000 m de espesor, en discordancia sobre rocas de edad mesozoico-paleocena, y cubierta por sedimentos de la formación El Diablo[4]. Se reconoce en la Depresión Central y en la Pampa Oxaya. El grosor, el grado de soldamiento y la granulometría disminuyen hacia el Oeste. De la sucesión de ignimbritas se distinguen tres niveles mas importantes, la Ignimbrita Livilcar de (22,8 Ma), sobre ella la Ignimbrita Oxaya (21 Ma) y la Ignimbrita Sucuna (19,3 Ma) [4]. Petrográficamente,

<sup>1</sup> Departamento de Geología. Universidad de Chile. Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.

<sup>2</sup> Laboratorio de Paleomagnetismo, convenio IRD - Universidad de Chile. Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santamaría 0104, Providencia, Santiago, Chile.

estas ignimbritas son muy similares y se clasifican como toba vítrea, de abundantes cristales (milimétricos) y escasos líticos andesíticos (centimétricos) [4]. Entre los cristales, ocurre sistemáticamente cuarzo (15-20%), sanidina (15-20%), plagioclasa (5-10%), biotita (1-3%) y oxihornblenda (0-2%)[4]. La presencia de piroxenos ocurre localmente en la Ignimbrita Sucuna[4]. Análisis químicos, de pómez y roca total, indican una composición riolítica (73-78% de SiO<sub>2</sub>) y afinidad calco-alcalina de alto K (4,5-5,7% de K<sub>2</sub>O) [4].

#### **IGNIMBRITA HUAYLAS**

Toba ignimbritica de color amarillo claro a rosado claro de composición riodacítica. Está formada por 15% de pómez, 10% de líticos volcánicos oscuros de tamaño promedio 1 cm y 5% de cristales de cuarzo, biotita oxidadas y, en menor cantidad, feldepatos, de matriz ceniza 70% de distribución restringida a los cursos superiores de las quebradas El Diablo, Azapa, Vitor y Apanza, apoyándose en discordancia de erosión sobre las Formaciones El Diablo y Oxaya[9].

#### **IGNIMBRITA LAUCA-PEREZ**

Toba semiconsolidada de colores rosado y rojo, de textura piroclástica y composición riodacítica, con cristales de cuarzo (20%), biotita (15%) y feldespato (20%). Los clastos líticos son principalmente volcánicos y alcanzan tamaños centimétricos. La matriz es cinerítica y vítrea. Su distribución espacial abarca grandes áreas del Oeste de Bolivia, Sur de Perú y Noreste de Chile[8].

### **RESULTADOS y DISCUSION**

#### **Ignimbritas del Plioceno**

Ignimbrita Lauca-Pérez y Huaylas: Las direcciones de magnetización remanente de la Ignimbrita Lauca-Pérez (sitios CT03, CT04) son de polaridad normal, y estadísticamente idénticas a la dirección observada en la Ignimbrita Huaylas (sitios Ar03, Ar07, CT39) (Fig.2a).

La similitud de las características magnéticas entre la Ignimbrita Huaylas y Lauca-Pérez fortalece la hipótesis que estas dos Ignimbritas no son más que una sola. La edad resultante de una datación Ar/Ar en Sanidina [8] de la Lauca-Pérez, de  $2,71 \pm 0,01$ , es compatible con la polaridad normal del campo magnético entre los 2,581Ma y los 3,040Ma, según la escala de polaridad magnética de Gauss. Sin embargo, nuevas dataciones Ar/Ar de la ignimbrita Huaylas permitirían comprobar o rechazar esta hipótesis.

Los elipsoides de ASM (Fig. 2b) muestran una regular foliación subhorizontal, en cambio la lineación es relativamente dispersa, lo que sugiere que existe un control de la dirección de emplazamiento por el paleorelieve y que actualmente se encuentra poco modificado en la parte occidental de la zona de estudio [8].

#### **Ignimbritas del Mioceno**

##### **a) Correlaciones paleomagnéticas**

Ignimbrita 'Poconchile Inferior': Los sitios CT14 y Ar14 tomados en la ignimbrita que corresponde a la base de una secuencia de ignimbritas intercaladas con areniscas verdes, en ambos lados de la quebrada Lluta en las cercanías de Poconchile, resultaron con direcciones estadísticamente iguales y de polaridad normal (Fig. 3b).

Ignimbrita 'Poconchile Superior': Se mostraron dos sitios, CT44 y Ar15 en un nivel más potente y soldado que se encuentra sobre areniscas verdes que a su vez se encuentra sobre la ignimbrita Poconchile inferior. Se observa la misma dirección paleomagnética de polaridad inversa en ambos sitios. (Fig. 3b).

Ignimbrita 'Quebrada Cardones': En la parte inferior de la secuencia volcánica, se mostraron tres sitios CT01, Ar16 y Ar18, que resultaron tener direcciones de magnetización remanentes similares entre ellas y de polaridad Inversa. (Fig. 3b). Esa ignimbrita corresponde a la ignimbrita Livilcar [4].

Ignimbrita 'Cuesta Camarones': En este sitio se observó, aparentemente, 2 flujos texturalmente distintos (sitios CT33, CT34), en contacto concordante. Las direcciones de magnetización de estos dos sitios resultaron ser estadísticamente iguales y de polaridad normal (Fig. 3b).

Ignimbritas 'Moquilla y Suca': Mucho más al sur en la quebrada de Tana o Camiña se mostraron dos ignimbritas. La Ignimbrita Moquilla datada en  $19.3 \pm 0.8$  Ma, y la Ignimbrita Suca datada en  $21.1 \pm 0.3$  [10] ambas pertenecientes a la Formación Altos de Pica. Estas resultaron tener direcciones de magnetización remanente de polaridad normal y semejantes entre sí (Fig.3b).

Ignimbrita 'Oxaya': Las direcciones de magnetización remanentes de la ignimbrita Oxaya resultaron ser de polaridad normal. La distribución de las direcciones muestran un comportamiento alargado en el estereograma (Fig. 3a). Esta distribución alargada se observó en forma indistinta en los sitios tomados al

este de la flexura Oxaya, como los tomados al oeste de la flexura Oxaya. La distribución alargada de la Ignimbrita Oxaya posiblemente sea reflejo de una variación introducida por una deformación post emplazamiento de la ignimbrita.

Ignimbrita 'Oxaya 2': El muestreo detallado a lo largo del camino entre Timar y Tignámar dio como resultado la identificación de una unidad de polaridad inversa (sitios CT26, CT40, Ar13), estadísticamente iguales entre sí (Fig. 3a). La relación de contacto con la ignimbrita Oxaya de polaridad normal no está bien definida. Aunque, la dirección está estadísticamente distinta a las direcciones de polaridad inversa encontradas cerca de Poconchile o en la Quebrada Cardones, no se puede descartar que el emplazamiento de esta ignimbrita ocurrió durante el mismo período de polaridad inversa previo al emplazamiento de la ignimbrita Oxaya principal.

Ignimbrita 'Esquiña': Este sitio (CT10) muestra una dirección de magnetización remanente, de polaridad normal y muy distinta a todos los demás sitios (Fig. 3b).

#### **b) Anisotropía de susceptibilidad magnética**

En la mayoría de los sitios se observa un elipsoide de ASM oblata con un porcentaje de foliación entre 1,5% y 10% (Fig. 4d). En cambio, la lineación es débil (entre 0,1% a un 1,4%) y presenta una mayor dispersión (Fig. 4a, 4b, 4c). El análisis preliminar de los datos obtenidos en varios sitios de la ignimbrita Oxaya (Fig. 4a y 4b) indica un manto promedio del plano de foliación de 10 a 20° hacia el N60° a N70° consistente a lo largo de la región muestreada. Esos datos son compatibles con la hipótesis de una caldera muy alargada en dirección norte-sur localizada en la cuenca Lauca [10].

#### **REFERENCIAS**

1. García M.; Herail G.; Charrier R. 1999a. Age and structure of the Oxaya Anticline: a major feature of the Miocene compressive structures of northernmost Chile. Fourth ISAG, p 249-253, Göttingen, Germany.
2. Muñoz N.; Charrier R. 1996. Uplift of the western border of the Altiplano on a west-vergent thrust system, Northern Chile. *Journal of South American Earth Sciences* Vol. 9, Nos. 3-4, p. 171-182.
3. Salas, R.; Kast, R.; Montecinos, F.; Salas, I. 1966. *Geología y Recursos Minerales del Departamento de Arica, Provincia de Tarapacá*. Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile, Boletín 21, 130 p.
4. García M.; Herail G.; Gardeweg M. 1999b. Oligo-Miocene ignimbric volcanism of northern Chile (Arica region): stratigraphy and geochronology. Fourth ISAG, p 253-257, Göttingen, Germany.
5. Wörner, G.; Seyfried H.; Uhlig D.; Kohler I. 1999. Uplift and gravitational collapse of the western Andean escarpment at 18°S. Fourth ISAG, p. 810- 814, Göttingen, Germany.
6. Naranjo, J.; A.; Paskoff, R. 1985. Evolución cenozoica del piedemonte andino en la Pampa del Tamarugal, Norte de Chile (18°-21° S). *In Congreso Geológico Chileno*, No. 4, Actas, Vol. 5, p. 149-164. Antofagasta.
7. Kött, A.; Gaupp, R.; Wörner, G. 1995. Miocene to Recent history of the Western Altiplano in Northern Chile revealed by lacustrine sediments of the Lauca Basin (18°15'- 18°40'S / 69°30'- 69°05'W). *Geologische Rundschau*, 84, p. 770-780.
8. Schröder W.; Wörner G. 1996. Widespread Cenozoic ignimbrites in N-Chile, W-Bolivia and S-Peru (17°-20°S/71°-68°E): Stratigraphy, extension, correlation and origin. Third ISAG, p. 645-648. Saint Malo, France.
9. Parraguez G.; 1998. *Sedimentología y Geomorfología Producto de la Tectónica Cenozoica, en la Depresión Central, Pampa de Chaca, I Región Tarapaca, Chile*. Memoria de Título(Inédito), Universidad de Chile, Departamento de Geología, 108 p. Santiago.
10. García, M.; Gardeweg, M.; Hérial, G.; Pérez de Arce, C. La Ignimbrita Oxaya y la Caldera Lauca: un evento explosivo de gran volumen del Mioceno inferior en la región de Arica (Andes Centrales; 18-19°S). Este Congreso.

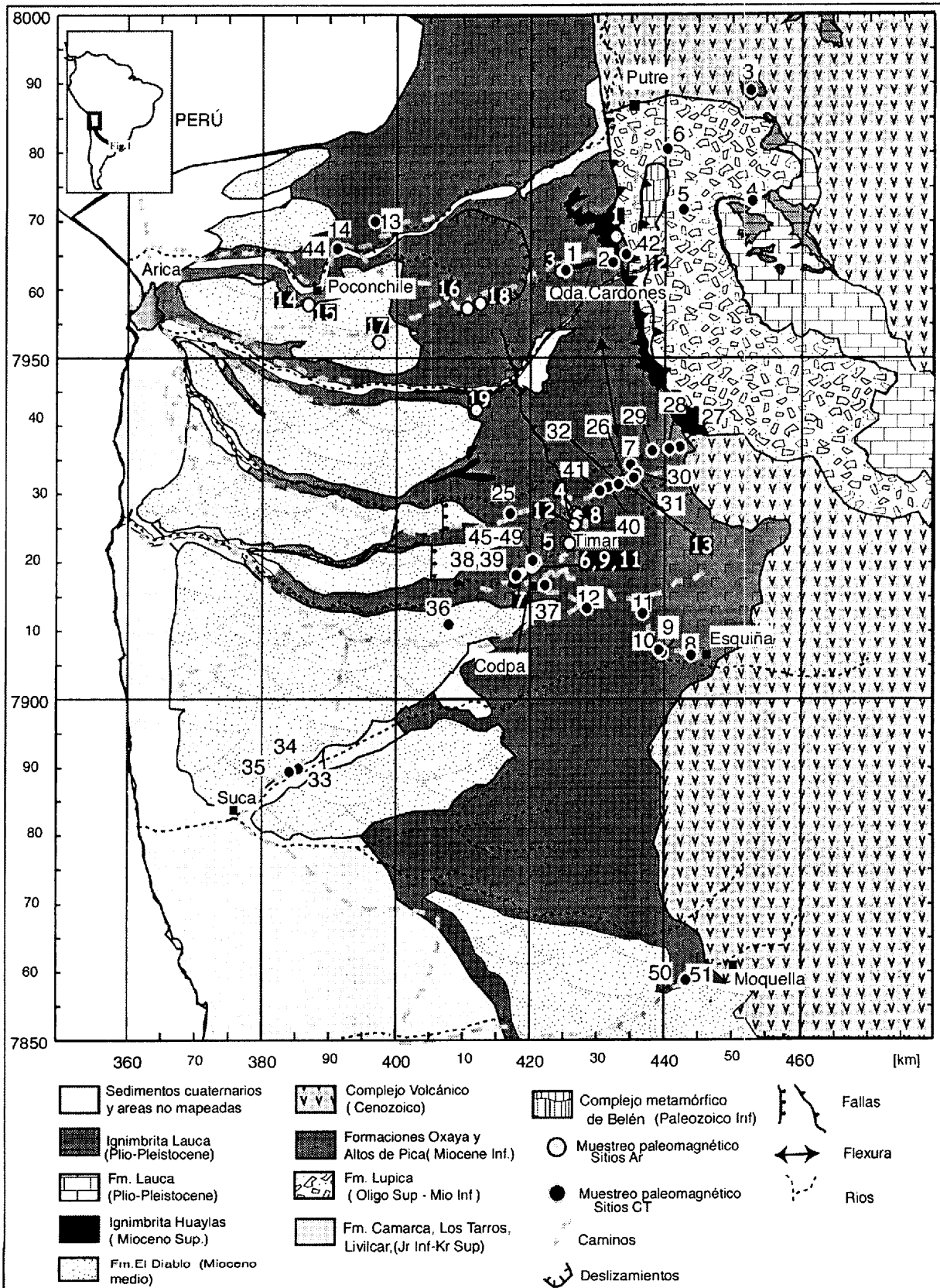


Figura 1 : Mapa geológico simplificado de la zona de estudio y muestreo paleomagnético.

