## **NOTA GEOLOGICA**

# FRANJAS MILONITICAS EN LA CORDILLERA DE LA COSTA DE ANTOFAGASTA (CUADRANGULO CERRO CRISTALES, 24° 00'-24° 15' S) Y LA DISTRIBUCION DEL BASAMENTO PRECAMBRICO

FRANCISCO URIBE V. HANS NIEMEYER R.

Departamento de Geociencias, Universidad del Norte, Casilla 1280, Antofagasta.

## INTRODUCCION

Observaciones geológicas preliminares efectuadas en el Cuadrángulo Cerro Cristales, Cordillera de la Costa, 35 km al sur de la ciudad de Antofagasta (Fig. 1), permiten adelantar algunos puntos de interés, acerca de las relaciones de contacto entre las diferentes unidades litológicas allí aflorantes, su edad y distribución regional.

En el área de estudio afloran rocas volcánicas, sedimentarias, plutónicas y miloníticas. Estas últimas se disponen según dos franjas elongadas en dirección submeridiana, en la parte noroccidental y nororiental del cuadrángulo. Las rocas miloníticas de la franja noroccidental fueron interpretadas, en trabajos previos, como productos de "metamorfismo regional" y correlacionadas con el Basamento Precámbrico de Península de Mejillones (Ferraris, 1978).

En esta nota se describen las franjas miloníticas del Cuadrángulo Cerro Cristales y se discute la distribución del Basamento Precámbrico, en las inmediaciones de la ciudad de Antofagasta.

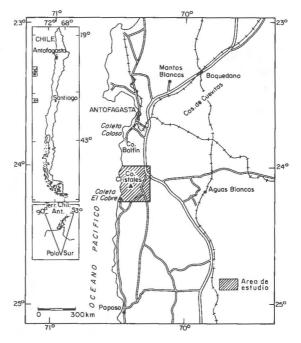


FIG. 1. Mapa de ubicación del Cuadrángulo Cerro Cristales, con localidades indicadas en el texto.

## UNIDADES LITOLOGICAS

Las rocas aflorantes dentro del Cuadrángulo Cerro Cristales se agrupan en las siguientes unidades litológicas (Fig. 2):

## Rocas volcánicas

Constituyen una secuencia de coladas con estra-

tificación maciza y potencia superior a los 2.000 m, formada principalmente por alternancias de andesitas afaníticas y porfíricas, de colores gris y morado, con intercalaciones de algunos niveles ocoíticos, de color pardo oscuro. Dichas lavas se encuentran intruidas por pequeños cuerpos subvolcá-

nicos, de petrografía similar.

Esta unidad ocupa alrededor de un 30% del área del cuadrángulo, aflorando en la zona costera y en una franja oriental, ubicada al este de Cerro Cristales. En la zona costera (Caleta Agua Dulce y Caleta El Cobre), se presenta con manteo de 25°-40° al oeste. En el sector oriental, aflora en actitud subhorizontal, formando una franja norte-sur, limitada por importantes fallas de orientación submeridiana, pertenecientes al Sistema de Falla de Atacama. Estas volcanitas se han asignado a la Formación La Negra sensu Garcia (1967), con cuya localidad-tipo, ubicada al norte del sector estudiado, presentan continuidad de afloramiento (Ferra-

ris, 1978). Su edad es jurásica.

## Rocas sedimentarias

Conforman una unidad de areniscas y conglomerados rojos, de origen continental, que contienen clastos de andesitas y rocas plutónicas, principalmente graníticas. Esta secuencia es correlacionable con la Formación Caleta Coloso, de edad titonianoberriasiana, aflorante al norte de la zona estudiada. Se distribuye según afloramientos irregulares, entre las diferentes ramas que componen el Sistema de Falla de Atacama, en la parte suroriental del cuadrángulo.

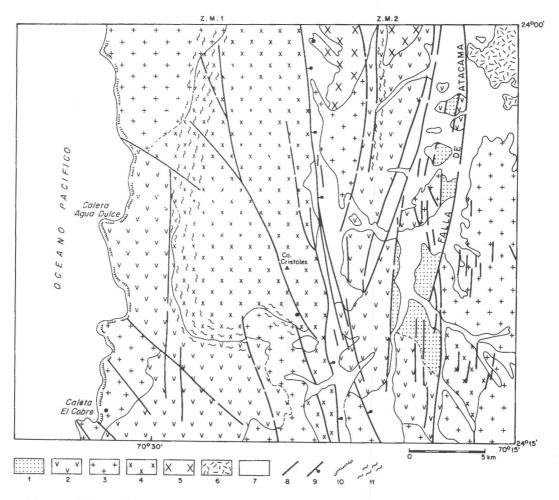


FIG. 2. Mapa geológico del área comprendida dentro del Cuadrángulo Cerro Cristales (modificado de Ferraris, 1978).

1) Formación Caleta Coloso: areniscas y conglomerados rojos, continentales (Titoniano-Berriasiano); 2) Formación La Negra: andesitas afaníticas y porfíricas, con niveles ocoíticos (Jurásico Inferior-Medio?). 3) Dioritas y gabros de piroxeno (Jurásico Medio-Superior?). 4) Plutón de Cerro Cristales: monzodioritas cuarcíferas de hornblenda y biotita (Cretácico medio-Superior?). 5) Tonalitas de biotita y hornblenda (Cretacico?-Terciario?). 6) Monzogranitos de grano grueso (Paleozoico?). 7) Aluvio (Cuaternario). 8) Falla. 9) Falla normal, indicando bloque hundido. 10) Escarpe de erosión costero. 11) Franjas miloníticas, mencionadas en el texto.

## Rocas plutónicas

En el Cuadrángulo Cerro Cristales afloran cuatro grupos de rocas plutónicas, de diferente litología, que forman parte del Batolito de la Costa de la Región de Antofagasta, el cual se extiende desde la latitud de Tocopilla hasta Taltal (Mapa Geológico de Chile, 1980). Estas son (Fig. 2): Dioritas y gabros de piroxeno: de color verde claro a oscuro, con textura equigranular de grano medio, en parte subofítica a ofítica. Localmente, presentan acumulaciones megacristalinas de plagioclasa y anfíbola, de 10-30 mm, esbozándose en algunos puntos un bandeamiento sinmagmático, lo cual denota emplazamiento profundo. Estas rocas ocupan aproximadamente un 30% del área del cuadrángulo. Al sur de Cerro Cristales, intruyen a volcanitas de la Formación La Negra. Sus afloramientos se prologan hacia el norte, hasta el sector de Cerro Bolfín y Caleta Coloso, donde se presentan igualmente bandeadas y atravesadas por filones máficos, anfibolitizados, además de filones pegmatíticos, cuarzo-feldespáticos, que provocan migmatización en algunas partes.

Monzodioritas cuarcíferas (Plutón del Cerro Cristales): son rocas de color gris claro, equigranulares de grano medio, con hornblenda y cantidades subordinadas de biotita, que cubren alrededor del 35% de los afloramientos del Cuadrángulo Cerro Cristales, en cuyo extremo septentrional intruyen a las dioritas.

Tonalitas de biotita y hornblenda: de grano grueso, con abundantes xenolitos microporfíricos, de similar petrografía. Constituyen un pequeño stock, que penetra a los cuerpos dioríticos y gabroícos, como también a la Formación La Negra, en la parte nororiental del área. Estas rocas, así como también las plutonitas de Cerro Cristales, se presentan en franjas elongadas, norte-sur, relacionadas y/o controladas por el Sistema de Falla de Atacama.

Monzogranitos: de grano grueso y color rosado, afloran en el extremo nororiental de la zona de estudio. Han sido asignados al Paleozoico por Arabasz (1971).

Todas las unidades de rocas plutónicas, anteriormente mencionadas, se encuentran atravesadas por numerosos filones de composición andesítica.

## Rocas miloníticas

Aparecen en dos franjas:

Franja milonítica 1 (F.M. 1, Fig. 2): consiste en una franja de esquistos y neises miloníticos, que se ubica al oeste de Cerro Cristales y se elonga en dirección norte a noroeste, con un ancho aproximado de 100 m y por más de 20 km en el rumbo. Su protolito lo integran dioritas, gabros y la monzodiorita del Plutón de Cerro Cristales; además de volcanitas de la Formación La Negra. Dicha franja fue incluida por Ferraris (1978) dentro de la Formación Bolfín, definida en el cerro homónimo, 20 km al sur de Antofagasta, por Ferraris y Di Biase (1978). Según los citados autores, sería una unidad formada esencialmente por "gneisses y anfibolitas de grano grueso, cruzados por abundantes venas de cuarzo ptigmático". Los autores citados incluyeron también dentro de esta formación a los esquistos micáceos, expuestos en la parte central de Península de Mejillones y asignaron al conjunto una edad pre-mesozoica, siguiendo la opinión de Klohn (in Ruiz, 1965).

Franja milonítica 2 (F.M. 2, Fig. 2): aparece expuesta en la parte nororiental del cuadrángulo, consiste en neises miloníticos, que forman parte de una franja, elongada en dirección norte-sur, y de 50 m de ancho. El protolito de las milonitas se deriva de las tonalitas, filones andesíticos y rocas de la Formación la Negra, extendiéndose por más de 5 km a lo largo de su rumbo.

En cuanto al origen de las milonitas, se plantea la hipótesis de que aquéllas de la franja occidental (F.M. 1) corresponden a rocas originadas, probablemente, por deformación ligada al emplazamiento forzado del Plutón de Cerro Cristales en rocas de la Formación La Negra, tomando en consideración que el plutón mismo se presenta también foliado. En cambio, la franja milonítica oriental (F.M. 2) aparecería genéticamente vinculada al Sistema de Falla de Atacama.

## DISCUSION

El hecho que los plutones dioríticos y gabroicos intruyan a volcanitas de la Formación La Negra en el Cuadrángulo Cerro Cristales, impone una edad jurásica a post-jurásica para dichas rocas intrusivas, confirmando así una opinión previamente vertida por Ferraris y Di Biase (1978, pág. 9). Refuerza aún más esta relación, la edad K-Ar de 144 ± 4 Ma, obtenida recientemente en un gabro, al sur del área de estudio (Marinovic, Proyecto Hoja Aguas Blancas; SERNAGEOMIN, comun. oral). Más al norte, en el extremo sur de Península de Mejillones, afloran igualmente dioritas mesozoicas (Halpern, 1978; Zeil et al., 1984), correlacionables con el complejo de dioritas y gabros de Caleta Coloso, Cerro Bolfín y Cerro Cristales. Esas rocas se presentan, también, afectadas por deformación cataclástica y dúctil, manifestada en bandas de neises miloníticos (protomilonitas y milonitas) de dirección submeridiana (Skarmeta y Suárez, 1979).

Las observaciones llevadas a cabo por los autores de esta nota, el norte del Cuadrángulo Cerro Cristal, en las inmediaciones de Cerro Bolfín, indican que si bien afloran allí anfibolitas, éstas son diferentes de las que integran el Basamento de Península de Mejillones, cuya edad sería, efectivamente, precámbrica (Zeil, 1983). Tampoco se han reconocido en ese sector esquistos que pudieran ser comparables con aquéllos descritos por Baeza (1984) en la península. De igual modo, las observaciones realizadas hasta el momento en el Cuadrángulo Cerro Cristales, señalan que las rocas foliadas, anteriormente descritas como "esquistos", "anfibolitas" y "gneisses" corresponden, en realidad, a milonitas relacionadas ya sea con la Falla de Atacama o bien, probablemente, producidas por la intrusión forzada del Plutón de Cerro Cristales en la Formación La Negra y/o rocas subvolcánicas asociadas con ella. Se excluye, por tanto, la posibilidad de que estas rocas integren parte del Basamento precámbrico. Es erróneo asignar al Basamento rocas que posean foliación o cierto grado

metamórfico, sustentándose únicamente en esas características petrográficas. Tampoco la presencia de pegmatitas y migmatitas indica necesariamente rocas antiguas. Así, por ejemplo, al oeste de Mantos Blancos, cerca de la Falla del Salar de Carmen (una de las ramas del Sistema de Falla de Atacama), es posible observar una granodiorita fuertemente foliada, que induce efectos migmatíticos extremadamente intensos en filitas paleozoicas. Sin embargo, a pesar de su aspecto "antiguo", esa roca fue datada en 182 Ma (K-Ar en biotita) por Chávez (1984).

Las estructuras tales como bandeamiento sinmagmático, filones anfibolitizados, filones pegmatíticos y migmatización, además de foliación y deformaciones dúctiles, cizallantes, no son comunes en los plutones andinos. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que la costa de Antofagasta se caracteriza por una tectónica de fallas activa, que provocó alzamientos y descensos de bloques durante el Mesozoico y Cenozoico (Arabasz, 1971; Martínez y Niemeyer, 1983). Los alzamientos habrían sido de magnitudes suficientes (kilométricas) para exponer, en superficie, niveles relativamente profundos de la corteza continental. Asimismo, existen evidencias de hundimientos importantes del borde continental, como lo indican, en forma indirecta, los aportes clásticos, provenientes desde el oeste, en la Formación Caleta Coloso (E. Martínez R., comun. oral; Turner et al., 1984). Se concluye que el Basamento Precámbrico de la zona costera de Antofagasta estaría restringido, exclusivamente, a Península de Mejillones y el nombre de Formación Bolfín para designarlo es, en opinión de los autores, incorrecto. Parece conveniente, por lo tanto, denominarlo sólo con referencia a la zona de Mejillones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta es una contribución al Proyecto Megafallas de Sud-América, No. 202, adscrito al P.I.C.G. y patrocinado en Chile por CONICYT. Ha sido posible gracias al apoyo logístico del Servicio Nacional de Geología y Minería (Proyecto Hoja Aguas Blan-

cas, 1:250.000). Se agradece a N. Marinovic por la edad K-Ar proporcionada y la revisión crítica de los Sres. C. Mpodozis, M. Hervé y R. Charrier, quienes contribuyeron a clarificar las ideas aquí expuestas.

#### REFERENCIAS

- ARABASZ, W. 1971. Geological and geophysical studies of the Atacama fault zone in northern Chile. Ph. D. Thesis, Calif. Inst. Technol., 264 p. Pasadena.
- BAEZA, L. 1984. Petrography and tectonics of the plutonic and metamorphic complex of Limón Verde and Mejillones Peninsula, northern Chile. Ph. D. Thesis, University Tübingen, West Germany, 205 p. Tübingen.
- CHAVEZ, W. 1984. Estudio de génesis del yacimiento Mantos Blancos. Tesis de doctorado. Borrador preliminar inédito.
- FERRARIS, F. 1978. Geología de la Cordillera de la Costa entre 24° y 25° Lat. S, Región de Antofagasta. Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, No. 26, 15 p.
- FERRARIS, F.; DI BIASE, F. 1978. Hoja Antofagasta, Región de Antofagasta. Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile, No. 30, 48 p.
- GARCIA, F. 1967. Geología del Norte Grande de Chile.
  In Simposium sobre el Geosinclinal Andino. Soc.
  Geol. Chile, No. 3, 138 p. Santiago, Chile, 1962.
- HALPERN, M. 1978. Geological significance of Rb-Sr isotopic data of northen Chile crystalline rocks of the Andean orogen between 23° and 27° S. Geol. Soc. Am., Bull, Vol., 89, No. 4, p. 522-532.
- MARTINEZ, R.; NIEMEYER, R. H. 1982. Depósitos marinos del Plioceno Superior en la ciudad de Antofagasta, su relación con la Falla de Atacama.

- In Congr. Geol. Chileno, No. 3, Actas, Vol. 1, p. A176-A188. Concepción.
- RUIZ, C.; AGUIRRE, L.; CORVALAN, J.; et al. 1965. Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Inst. Invest. Geol., Publ. Espec., 385 p.
- SERNAGEOMIN. 1980. Mapa Geológico de Chile, escala 1:1.000.000. Serv. Nac. Geol. Miner. (Escobar, F.; ed.) 6 hojas.
- SKARMETA, J.; SUAREZ, M. 1979. Complejo graníticogabroico milonitizado de la Península de Mejillones: Nota preliminar. In Congr. Geol. Chileno, No. 2, Actas, Vol. 1, p. B147-B162. Arica, Chile.
- STRECKEISEN, A. 1967. Clasificación y nomenclatura recomendada por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (I.U.G.S.), Subcomisión en Sistemática de Rocas Igneas. Traducción del Neues Jahrb. Miner., Abh. 107, p. 144-240.
- TURNER, P.; CLEMMY, H.; FLINN, S. 1984. Paleomagnetic studies of a Cretaceous molasse sequence in the Central Andes (Coloso Formation, North Chile). Geol. Soc. Lond., J., Vol. 141, p. 869-876.
- ZEIL, W. 1983. Das präkambrisches Basament der Anden. Ein Überblick. Zentralbl. für Geol. u. Paläontol., H. 3-4, p. 246-254.
- ZEIL, W.; DAMM, W.; PICHOWIAK, S.; et al. 1984. Arbeitsbereich zu Ze 6/37-3, Geochemie und Petrologie. (Informe inédito de avance), 14 p.