

EVIDENCIAS DE TECTOGENESIS DEL DEVONICO SUPERIOR-CARBONIFERO INFERIOR AL OESTE DE AUGUSTA VICTORIA ANTOFAGASTA, CHILE

JOHN DAVIDSON
CONSTANTINO MPODOZIS
SERGIO RIVANO

Univ. Chile, Depto. Geol. Casilla 13518, Correo 21, Santiago, Chile

RESUMEN

En el Cerro 1584, situado al oeste de Augusta Victoria, aflora una secuencia de más de 200 m de calcarenitas de crinoideos y productidos del Carbonífero Superior-Pérmico Inferior. Esta se apoya, en marcada discordancia angular, sobre una secuencia de metapelitas y metareniscas, de probable edad devónica, afines con la Formación El Toco y unidades similares del Norte Grande de Chile. Las calizas de la Unidad Superior representan, en la zona, al episodio de sedimentación carbonatada que, en el Pennsylvaniano-Pérmico Inferior, afectó gran parte del borde Pacífico de Gondwana. La discordancia que separa a las calizas de la Unidad Inferior es, con seguridad, el resultado de la importante fase de deformación del Devónico Superior-Carbonífero Inferior, que afecta a gran parte del orógeno paleozoico de Argentina, Perú y Bolivia, siendo la primera vez que es posible acotar, en el tiempo, esta fase tectónica en el norte de Chile.

ABSTRACT

In the Cerro 1584 area, west of Augusta Victoria (Antofagasta), a 200 m thick *Productus* bearing crinoidal calcarenite sequence of Pennsylvanian-Lower Permian age overlies, in strong angular unconformity, a slate-metasedimentary unit, similar to the Devonian sequences (El Toco Formation) of the Antofagasta region. Limestones of the upper unit represent the Pennsylvanian-Lower Permian carbonate sedimentation event, widely recorded in other areas of the former Pacific margin of Gondwanaland. The angular unconformity separating limestones from the lower sedimentary unit results from an Upper Devonian-Lower Carboniferous tectonic phase, well known in the Paleozoic orogen of Argentina, Peru and Bolivia. This is the first time that it is possible to clearly bracket this event in time in northern Chile.

INTRODUCCION

En junio de 1980, los autores tuvieron la ocasión de efectuar una corta visita a la localidad conocida como "Cerro 1584", algunos kilómetros al noroeste de la estación Augusta Victoria del Ferrocarril Antofagasta-Salta (Fig. 1). Este lugar es especialmente interesante desde el punto de vista geológico, ya que, junto a la zona de Juan de Morales, al interior de Iquique (Galli, 1968) y a Sierra Fraga, (von Hillebrandt y Davidson, 1979) en la precordillera de Copiapó, es una de las tres localidades del Norte Grande de Chile donde se han descrito

secuencias sedimentarias marinas portadoras de fauna del Carbonífero Superior-Pérmico Inferior.

En efecto, Chong y Cecioni (1976) señalan que, en el Cerro 1584, aflora una secuencia de lutitas, areniscas y calizas fuertemente silicificadas, portadoras de una fauna fósil, donde se presentan formas tales como *Kochiproductus* o *Dyctioproductus* sp. (?), *Etheridgina* sp. (?) y *Schizodus* sp. (?) del Carbonífero-Pérmico. Debido a que en el trabajo de reconocimiento de Chong y Cecioni (1976) no se menciona el marco geológico regional,

ni se describe la estratigrafía de la secuencia fosilífera, los autores de esta nota planificaron una visita al lugar, con el objeto de caracterizar mejor las relaciones estratigráficas de esta unidad.

El sector aledaño al Cerro 1584 presenta una topografía madura, con cerros y cordones aislados, que sobresalen de una llanura cubierta por un grueso manto de detritos que, frecuentemente, cubre las laderas de los cordones montañosos, en forma de escombros de falda. Sólo en la parte alta de los cerros es posible encontrar afloramientos de rocas fundamentales. La cumbre del Cerro 1584 está constituida por una sucesión de capas calcáreas macizas, con suave manteo al noreste (20°), mientras que, en las quebradas que descienden hacia el sur y que cortan el manto detrítico reciente, fue posible observar una secuencia epimetamórfica pelito-arenosa fina, que muestra una actitud subvertical desde muy pocos metros (1 a 2 m) de la base de la unidad superior, calcárea, subhorizontal.

Es así como, la observación detallada de este sector permitió a los autores concluir que, en el Cerro 1584 afloran, en realidad, no una, sino dos unidades de rocas estratificadas, contrariamente a lo expuesto por Chong y Cecioni (1976), las cuales, según se desprende de las actitudes estructurales propias a cada una de ellas, estarían separadas por una fuerte discordancia angular.

LA UNIDAD INFERIOR

Corresponde a una monótona serie sedimentaria clásica de color gris-verdoso (Foto 2), afectada por un metamorfismo de bajo grado, y cuya litología corresponde, principalmente, a metapelitas y metareniscas (grauwacas feldespáticas) con abundante cuarzo, feldespatos argilizados, fragmentos de rocas volcánicas y detríticas, dispuestos en una matriz arcilloso-clorítica que, en partes, desarrolla muscovita secundaria. En los afloramientos cercanos al contacto con la Unidad Superior, se encuentran escasas intercalaciones centimétricas de areniscas calcáreas (no representadas en Figura 2). El conjunto de esta unidad está afectado por un fuerte clivaje de pizarra subvertical ($N 20^\circ W / 65^\circ E$) cuya actitud general es casi paralela a la de la estratificación.

Si bien en el sector no se encontraron fósiles en esta unidad, cabe señalar que 50 km al noroeste,

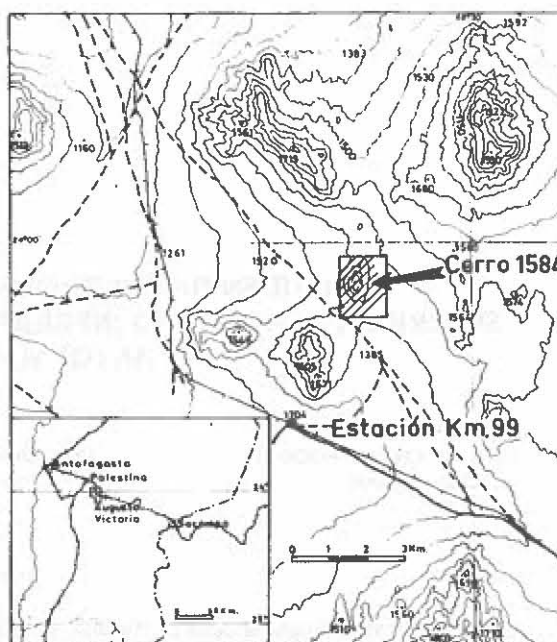


FIG. 1. Mapa de ubicación del Cerro 1584 al sureste de Antofagasta.

Ferraris y Di Biase (1978) describen una secuencia correlacionable, litológicamente, con esta unidad del Cerro 1584: los Estratos del Salar de Navidad, una secuencia de areniscas limolíticas, areniscas calcáreas y cuarcitas muy plegadas, que se encuentran parcialmente metamorizadas a esquistos, filitas y pizarras, y que es portadora de una fauna fósil de briozoos, braquiópodos, bivalvos, gastrópodos y nautilósdeos rectos, entre los cuales se identificaron valvas de un espiriferido cercano al género *Mucrospirifer*, que indicaría una edad devónica. Cabe recordar aquí que, secuencias de edad probablemente devónica y petrografía similar, son comunes en la región costera de Antofagasta entre Tocopilla y la latitud de Chañaral (Formación El Toco y afines; Wetzel, 1927; García, 1967; Miller, 1970; Mercado, 1978; Bobenrieth, 1980; Boric, 1980), por lo cual, es muy probable que la Unidad Inferior del Cerro 1584 tenga asimismo una edad devónica.

LA UNIDAD SUPERIOR

Es una secuencia sedimentaria marina esencialmente calcárea de 200 m de exposición que, con una actitud general $N 60^\circ W / 20^\circ E$ descansa, discor-

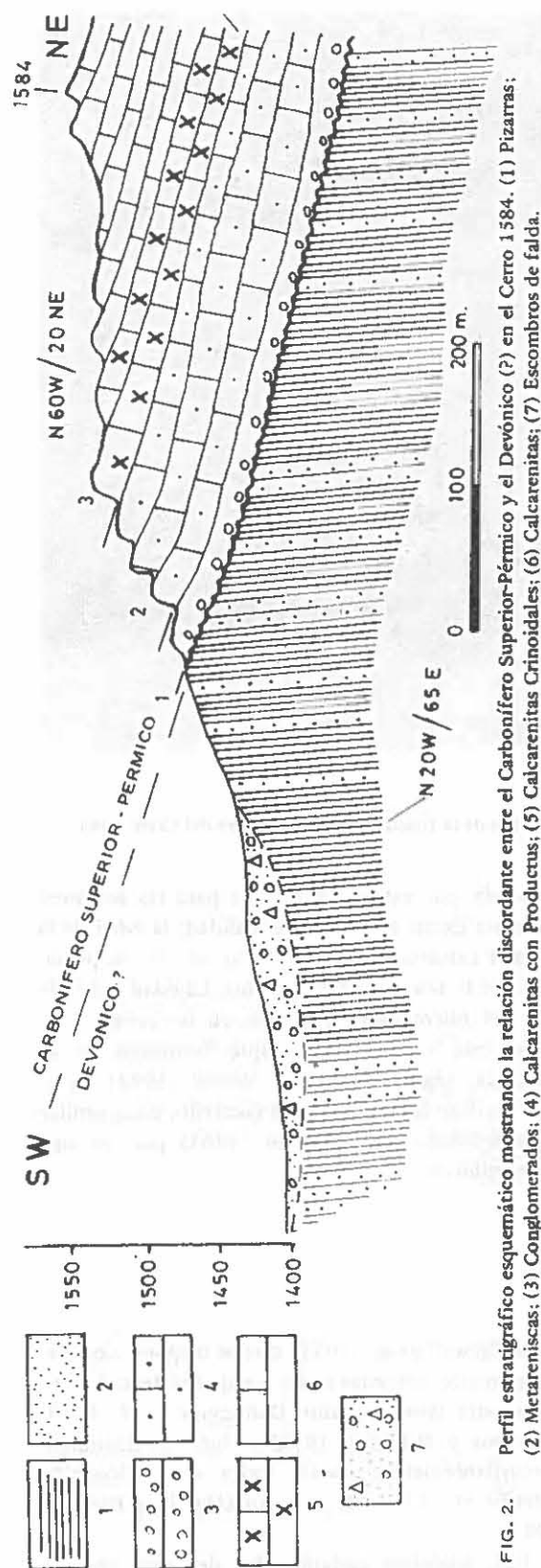


FIG. 2.

Perfil estratigráfico esquemático mostrando la relación discordante entre el Carbonífero Superior-Permiano y el Devónico (?) en el Cerro 1584. (1) Pizarras; (2) Metareniscas; (3) Conglomerados; (4) Calcarenitas Crinoídeales; (5) Calcarenitas con Productus; (6) Calcarenitas; (7) Escombros de falda.

dantemente, sobre la Unidad Inferior (Foto 2), distinguiéndose en ella tres niveles estratigráficos principales (Fig. 2):

1. Un nivel basal conglomerádico, de 1 a 2 m de espesor, con clastos redondeados, de hasta 12 cm de diámetro máximo, que corresponden a metareniscas y lutitas provenientes de la erosión de la unidad infrayacente.
2. Un nivel medio, de algunas decenas de metros, formado principalmente por calcarenitas gruesas, fosilíferas, que corresponden a biomicritas y biodismicritas de briozoos y productidos; estos últimos, muy abundantes en ejemplares individuales bien conservados. Se reconocen, además en este nivel, algas, placas de equinodermos, foraminíferos monoseriados y espículas de calcispongiarios, entre otros fragmentos de bioclastos no identificados.
3. Un nivel superior, de varias decenas de metros de espesor, constituido por calcarenitas gruesas que, en la base, corresponden a calcarenitas de crinoídeos, en las que se han conservado, parcialmente silicificados, abundantes fragmentos centimétricos de tallos de los mismos. Petrográficamente, corresponden a biomicritas y biodismicritas de crinoídeos (placas y piezas del tallo), en las que se presentan, además, algunos restos de algas (*Cuneyphicus* sp.), escasos fragmentos de productidos y foraminíferos bentónicos del género *Tetrataxis*.

En la Unidad Superior, la matriz micrítica es escasa (generalmente entre 10 y 20%) y muestra, frecuentemente, recristalización a microesparita. También es común observar fenómenos de recristalización en los bioclastos (bordes suturados, crecimiento epitaxial de calcita, venillas de calcita con desarrollo estilolítico). El material bioclástico presenta, en general, bordes propios o fragmentados, angulosos, lo que sugiere que el retrabajamiento del material no ha sido fuerte como lo indica, además, la presencia de grandes fragmentos de tallos de crinoídeos, en la base del nivel superior, los cuales no han sido desarticulados totalmente.

La tanatocenosis presente en esta unidad, sugiere un ambiente de deposición sublitoral, por debajo del tren de olas, y no más profundo que 50 m, de acuerdo con Heckel (1972), es decir, un ambiente de plataforma litoral, de aguas moderadamente agitadas, con un sustrato firme,

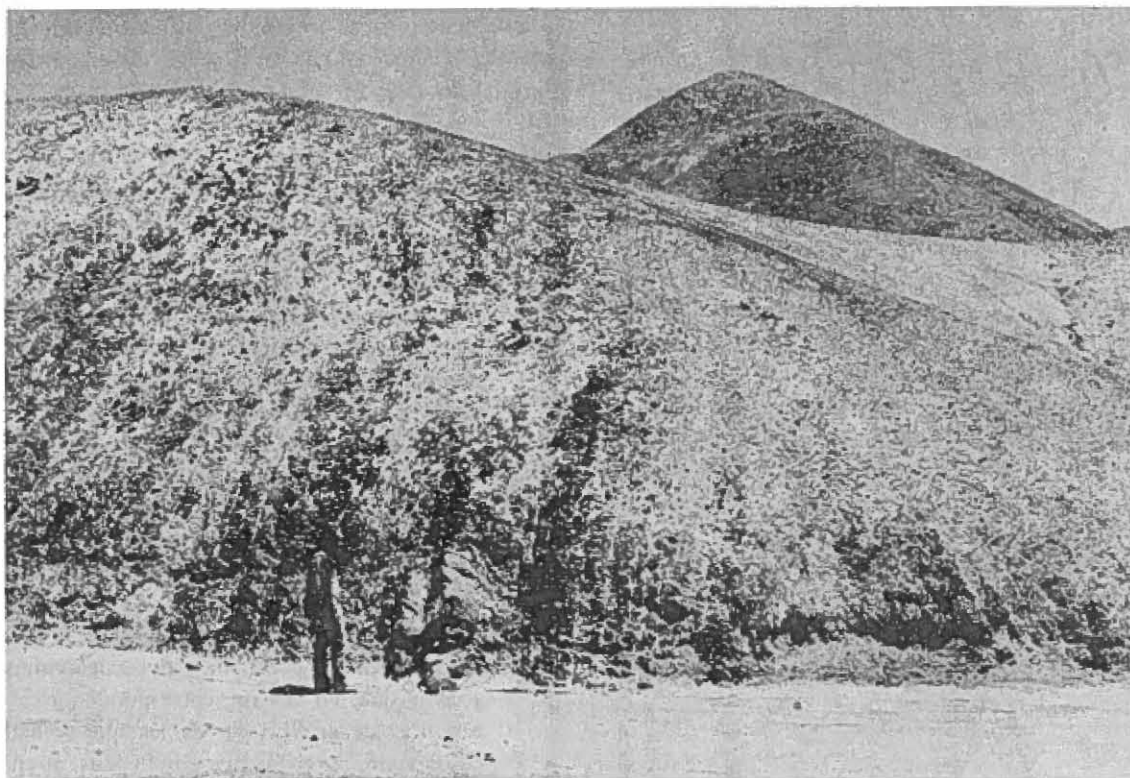


FOTO 1. Alternancia de metareniscas y metapelitas subverticales de la Unidad Inferior, al norte del Cerro 1584.

para permitir el asentamiento de una abundante fauna bentónica sésil (braquiópodos, briozoos y crinoídeos).

El hecho de no encontrar, en ninguna de las muestras estudiadas, fragmentos de corales y de otros organismos biohermales, lleva a los autores a desechar la existencia, por lo menos en el área inmediatamente cercana al Cerro 1584, de facies recifales, contrariamente a lo expuesto por Chong y Cecioni (1976).

La edad carbonífera superior-pérmica inferior,

señalada por estos dos autores para las sedimentitas del Cerro 1584, es, en realidad, la edad de la unidad calcárea superior ya que es ésta la portadora de la fauna de productidos. La edad indicada por los microfósiles presentes en las calizas confirma esta aseveración, ya que *Tetrataxis* sp. se presenta, según Douglas y Nestell (1972) en el Carbonífero Superior de Isla Guarelo, edad similar a la señalada por Johnson (1963) para el alga *Cuneyphicus*.

DISCUSION

a) LAS FACIES CARBONATADAS DEL CARBONIFERO SUPERIOR - PERMICO: IMPLICANCIAS REGIONALES.

Afloramientos de rocas carbonatadas marinas del Pennsylvaniano y Pérmico Inferior han sido ampliamente descritas en la Cordillera oriental y central de Bolivia y oriental del Perú, donde constituyen una secuencia (Grupos Tarma y Copaca-

bana; Newell *et al.*, 1953) que se dispone, concordantemente, sobre las series terrígenas de ambiente mixto del Mississippiano (Dalmayrac *et al.*, 1978; Castaños y Rodrigo, 1978) o bien se disponen, discordantemente, sobre series del Paleozoico inferior en el oriente peruano (Martin y Paredes, 1977).

Los depósitos carbonatados descritos en este trabajo, junto a sus similares en edad de Juan de

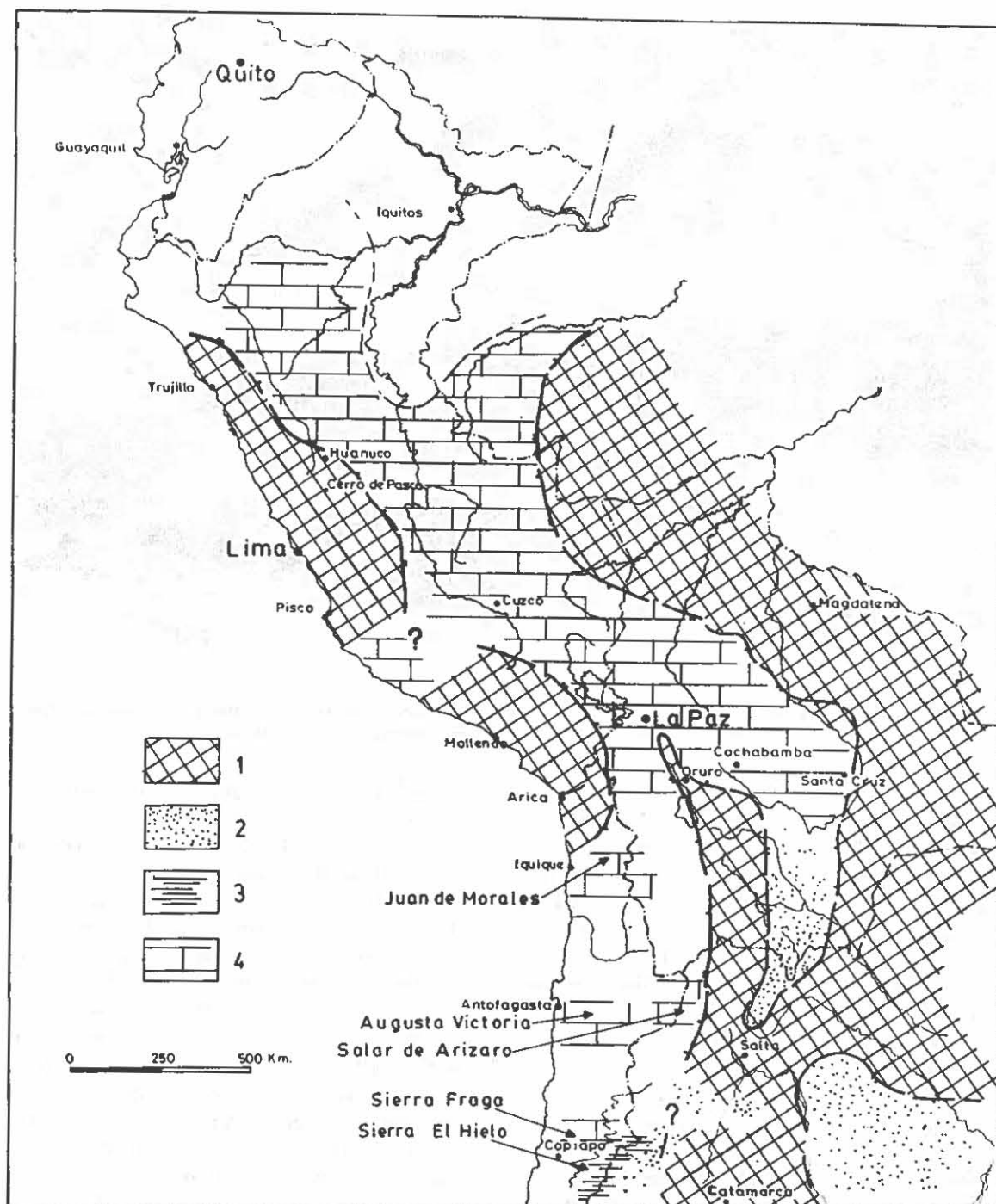


FIG. 3. Distribución y facies de las sedimentitas del Carbonífero Superior-Pérmico Inferior en Perú y Bolivia y norte de Chile y Argentina. (1) Áreas de no deposición; (2) Secuencias terrígenas continentales; (3) Depósitos marinos terrígenos; (4) Secuencias marinas carbonatadas. Basado parcialmente en Dalmayrac *et al.*, 1977 (Perú); Castaños y Rodrigo, 1978 (Bolivia); Migranm *et al.*, 1979; Russo *et al.*, 1979 (Nordeste Argentino).

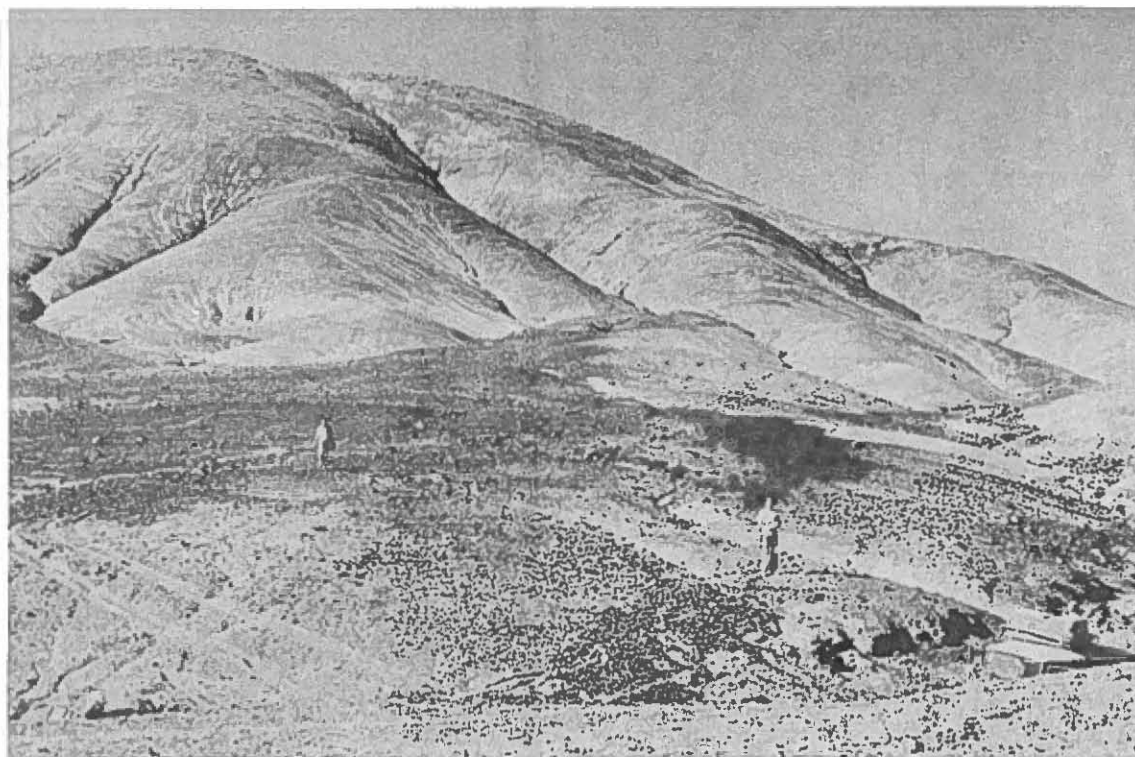


FOTO 2. Ladera suroeste del Cerro 1584. A media falda afloran las metapelitas y metareniscas de la Unidad Inferior. En la cumbre se distinguen calizas del Carbonífero Superior-Pérmico de la Unidad Superior.

Morales (Galli, 1968), Salar de Arizaro (Aceñolaza *et al.*, 1972), Sierra Fraga (von Hillbrandt y Davidson, 1979) y Huentelauquén (Muñoz Cristi, 1963; Charrier, 1977) representan, posiblemente, la prolongación meridional (Fig. 3) de la plataforma carbonatada del Carbonífero Superior-Pérmico Inferior, que se desarrolló en el borde pacífico del supercontinente de Gondwana. Esta plataforma se extendía desde la Sierra de Mérida en Venezuela (Shagam, 1975), Colombia (Burg, 1961) y Ecuador (Faucher y Savoyat, 1973) hasta alcanzar el sur de Perú y Bolivia y norte de Chile y Argentina.

Condiciones favorables a la depositación de carbonatos no sólo existieron, aparentemente, en el borde del Supercontinente de Gondwana, sino también en una amplia zona del Protopacífico oriental, como lo sugiere la interpretación paleogeográfica de Forsythe y Mpodozis (1979) para secuencias carbonatadas aflorantes en el Archipiélago Patagónico (Cecioni, 1956; Forsythe y Mpodozis, 1979). Estos autores sugieren que las calizas del Carbonífero Superior-Pérmico, de la zona de Madre de Dios, constituyeron la cubierta

carbonatada arrecifal de guyots intraoceánicos, y que derivaron, con un fondo oceánico en expansión, hasta ser acrecionadas, por subducción, al borde continental de Gondwana.

Este extenso evento de sedimentación carbonatada, que es el más importante de toda la evolución del orógeno hercínico en los Andes Centrales y Meridionales (Dalmayrac *et al.*, 1977; Coira *et al.*, 1980), parece estar relacionado con una migración hacia el sur del Polo Sur geográfico, según Valencio (1975). En el Carbonífero Inferior, éste se habría situado en las cercanías de las actuales coordenadas de Buenos Aires, lo que explicaría que las secuencias marinas y continentales terrígenas del Carbonífero Inferior de Argentina, Bolivia y Perú manifiesten, en general, influencias de climas fríos (Rodrigo y Castaños, 1978; Turner y Mon, 1979). En el Pennsylvaniano, según Valencio (1975), el Polo Sur geográfico se habría ubicado, esta vez, mucho más al sur, con lo cual, la mayor parte del borde pacífico de Gondwana se situaría entre latitudes tropicales a subtropicales, lo que trajo consigo una invasión de aguas

cálidas y la aparición de condiciones favorables a la deposición de carbonatos.

b) LA TECTONGENESIS DEL DEVONICO SUPERIOR-CARBONIFERO INFERIOR.

A fines del Devónico ocurre un importante evento deformativo (fase Eohercínica: Vicente, 1975; Dalmayrac *et al.*, 1977; fase Chánica: Turner y Méndez, 1979) a todo lo largo de los Andes Centrales y Meridionales. Si bien en distintos sectores de la cadena, a este evento se asocian, generalmente, un magmatismo, un metamorfismo y un plegamiento importantes (Vicente, 1975; Dalmayrac *et al.*, 1977; Coira *et al.*, 1980), en territorio chileno sólo había sido puesto en evidencia en forma indirecta como, por ejemplo, en las edades radiométricas obtenidas en las metamorfitas del basamento cristalino de Chile central-sur (Munizaga *et al.*, 1973; Hervé *et al.*, 1974; Hervé *et al.*, 1976), o por el plegamiento sufrido por la Formación Arrayán, en la zona de Los Vilos, y atribuido a la fase Bretona (Cecioni, 1974 *in* Charrier, 1977).

Asimismo, edades K-Ar de algunos granitoides del Norte Grande de Chile (Huete *et al.*, 1977; Coira *et al.*, 1980) indican una actividad magmática en el Devónico Superior-Carbonífero Inferior, actividad que estaría relacionada, probablemente, con este evento orogénico.

En el caso del sector del Cerro 1584, la discordancia entre la Unidad Inferior (Devónico ?) y la Unidad Superior (Carbonífero Superior-Pérmico Inferior) permite documentar, por primera vez y con seguridad, en Chile septentrional, una etapa tectogenética posterior al Devónico y anterior al Carbonífero Superior que, con toda probabilidad, corresponde a la ya mencionada fase "Eohercínica" o "Chánica". Este es un evento de especial importancia dentro de la evolución paleogeográfica paleozoica de los Andes Meridionales, ya que marcaría el límite entre dos pisos estructurales con historias evolutivas diferentes: el Piso Famatiniano, del Paleozoico inferior, y el Piso Variscico, el Paleozoico superior (Coira *et al.*, 1980).

AGRADECIMIENTOS

La campaña de terreno durante la cual se visitó la región del Cerro 1584 fue financiada gracias al Grant E 886-8122 del Servicio de Desarrollo Científico de la Universidad de Chile. Los autores se hacen un deber en agradecer a Francisco Hervé y

Estanislao Godoy por sus constructivas críticas al manuscrito. Esta nota se presenta como una contribución al Proyecto 42 (Paleozoico Superior de Sudamérica) del Programa Internacional de Correlación Geológica.

REFERENCIAS

- ACEÑOLAZA, F. G.; BENEDETTO, M.; KOUKHARSKY, J. A.; *et al.* 1972. Presencia de sedimentitas devónicas y neopaleozoicas en la Puna de Atacama, Provincia de Salta, Argentina. *Asoc. Geol. Argent., Rev.*, Vol. 28, No. 3, p. 345-347.
- BOBENRIETH, L. 1980. Geología de los cuadrángulos Cerro Desamparado y Cerro Soledad, Regiones de Tarapacá y Antofagasta. Memoria de Título, Univ. Chile, Depto. Geol., 171 p. Santiago.
- BORIC, R. 1980. Geología de los cuadrángulos Estación Colupito y Toco, Región de Antofagasta. Memoria de Título, Univ. Chile, Depto. Geol., 172 p. Santiago.
- BURGL, H. 1961. Historia geológica de Colombia. *Acad. Colomb. Cienc. Exper. Fís. Mat., Rev.*, Vol. 2, No. 43, p. 137-191.
- CASTAÑOS, A.; RODRIGO, L. A. 1978. Sinopsis estratigráfica de Bolivia. Parte 1: Paleozoico. *Acad. Nac. Cienc. Bolivia*, 146 p. La Paz.
- CECIONI, G. 1956. Primeras noticias sobre la existencia del Paleozoico superior en el Archipiélago Patagónico entre los paralelos 50° y 52° S. *Univ. Chile, Fac. Cienc. Fís. Mat., Anales*, Vol. 13, p. 183-202.
- CHARRIER, R. 1977. Geology of the region of Huentelauquén, Coquimbo province, Chile. *In* Comparative studies in the geology of the Circum Pacific orogenic belt in Japan and Chile. First Rep. (Ichikawa, T.; Aguirre, L.; eds.), p. 81-94. Tokyo.
- CHONG, G.; CECIONI, A. 1976. Presencia de una secuencia marina de probable edad paleozoica superior en la Provincia de Antofagasta. *In* Congr. Geol. Chileno, No. 1, Actas, Vol. 1, p. A11-A20.

- Santiago.
- COIRA, B.; DAVIDSON, J.; MPODOZIS, C.; *et al.* 1980. Tectonic and magmatic evolution of the Andes of northern Argentina and Chile. *Earth-Sci. Rev.* (en prensa).
- DALMAYRAC, B.; LAUBACHER, G.; MAROCCO, R. 1977. Géologie des Perviennes. Caractères généraux de l'évolution géologique des Andes Péruviennes. Thèse d'Etat, Univ. Sci. Tech. Languedoc, 361 p. Montpellier, France.
- DOUGLAS, R. C.; NESTELL, M. K. 1976. Late Paleozoic foraminifera from southern Chile. *U. S. Geol. Surv., Prof. Pap.*, No. 858, 49 p. Washington.
- FAUCHER, B.; SAVOYAT, E. 1973. Esquisse géologique de l'Equateur. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, Vol. 15, No. 1-2, p. 115-142.
- FERRARIS, F.; DIBIASE, F. 1978. Hoja Antofagasta, Región de Antofagasta. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 30, 48 p.
- FORSYTHE, R.; MPODOZIS, C. 1979. El Archipiélago Madre de Dios, Patagonia occidental, Magallanes. Aspectos generales de la estratigrafía y estructura del "basamento" pre-jurásico superior. *Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile*, No. 7, p. 13-29.
- GALLI, C. 1968. Cuadrángulo Juan de Morales, provincia de Tarapacá. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 18, 53 p.
- GARCÍA, F. 1967. Geología del Norte Grande de Chile. In *Symposium sobre el Geosinclinal Andino*. Soc. Geol. Chile, No. 3, 138 p. Santiago, 1962.
- HECKEL, P. H. 1978. Recognition of ancient shallow marine environments. In *Recognition of ancient sedimentary environments*. (Rigby, J. K.; Hamblin, W. K.; eds.) Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Pap., No. 16, p. 226-286.
- HERVE, F.; MUNIZAGA, F.; GODOY, E.; *et al.* 1974. Late Paleozoic K-Ar ages of blueschists from Pichilemu, Central Chile. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 23, No. 2, p. 261-264.
- HERVE, F.; MUNIZAGA, F.; MANTOVANI, M.; *et al.* 1976. Edades Rb-Sr neopaleozoicas del basamento cristalino de la Cordillera de Nahuelbuta. In *Congr. Geol. Chileno*, No. 1, Actas, Vol. 2, p. F19-F26. Santiago.
- HILLEBRANDT, A. von; DAVIDSON, J. 1979. Hallazgo de Paleozoico superior marino en el flanco oriental de la Sierra de Fraga, Región de Atacama. *Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile*, No. 8, p. 87-90.
- HUETE, C.; MAKSAEV, V.; MOSCOSO, R.; *et al.* 1977. Antecedentes geocronológicos de rocas intrusivas de la Cordillera de los Andes comprendida entre la Sierra Moreno y el río Loa y los 21° y 22° latitud sur, II Región. *Inst. Invest. Geol., Rev. Geol. Chile*, No. 4, p. 35-41.
- JOHNSON, J. H. 1963. Pennsylvanian and Permian algae. *Colo. Sch. Mines, Q.*, Vol. 52, No. 2, 92 p.
- MARTIN, C.; PAREDES, J. L. 1977. Données nouvelles sur le Paléozoïque de la zone subandine du Pérou central. *Acad. Sci.*
- MERCADO, M. 1978. Geología de la Cordillera de la Costa entre Chañaral y Caldera, Región de Atacama. *Inst. Invest. Geol., Carta Geol. Chile*, No. 27, 15 p.
- MILLER, H. 1970. Vergleichende Studien an prämesozoischen Gesteinen Chiles unter besonderer Berücksichtigung ihrer Kleintektonik. *Geotektonische Forsch.*, No. 36, 64 p.
- MINGRAMM, A.; RUSSO, A.; POZZO, A.; *et al.* 1979. Sierras Subandinas. In *Symp. Geol. Reg. Argent.*, No. 2, Actas, Vol. 1, 95-137.
- MUNIZAGA, F.; AGUIRRE, L.; HERVE, F. 1973. Rb-Sr ages of rocks from the Chilean metamorphic basement. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 18, p. 87-92.
- MUÑOZ-CRISTI, J. 1973. Geología de Chile. Pre-Paleozoico, Paleozoico y Mesozoico. Edit. Andrés Bello, 209 p. Santiago.
- NEWELL, N. O.; CHRONIC, J.; ROBERTS, T. 1953. Upper Paleozoic of Peru. *Geol. Soc. Am., Mem.*, No. 58, 276 p.
- RUSSO, A.; FERELLO, R.; CHEBLI, G. 1979. Llanura Chaco Pampeanas. In *Symp. Geol. Reg. Argent.*, No. 2, Actas, Vol. 1, p. 139-183.
- SHAGAM, R. 1975. The northern termination of the Andes. In *Ocean basins and margins*. Vol. 3: The Gulf of Mexico and the Caribbean (Nairn, A. E. M.; Stehli, F. G.; eds.) Plenum-Press. New York.
- TURNER, J. C. M.; MENDEZ, V. 1979. Puna. In *Symp. Geol. Reg. Argent.*, No. 2, Actas, Vol. 1, p. 13-56. Córdoba.
- TURNER, J. C. M.; MON, R. 1979. Cordillera Oriental. In *Symp. Geol. Reg. Argent.*, No. 2, Actas, Vol. 1, p. 57-94.
- VALENCIO, D. 1975. Paleogeografía del Gondwana a partir de datos paleomagnéticos. In *Congr. Latinoam. Geol.*, No. 2, Actas, Vol. 1, p. 162-195.
- VICENTE, J. C. 1975. Essai d'organisation paléogéographique et structurale du Paléozoïque des Andes Méridionales. *Geol. Rundsch.*, Vol. 64, No. 2, p. 343-394.
- WETZEL, W. 1927. Beiträge zur Erdgeschichte der mittleren Atacama. *Neues Jahrb. Mineral., Geol., Palaeontol.*, Ser. B., No. 58, p. 505-578.