

## MINERALOGIA Y GEOCRONOLOGIA Rb-Sr Y K-Ar DE FRACCIONES FINAS DE LA "FORMACION LA TINTA", PROVINCIA DE BUENOS AIRES

MICHEL G. BONHOMME y CARLOS A. CINGOLANI

### Resumen

Con el objeto de aplicar la metodología geocronológica Rb-Sr y K-Ar a rocas sedimentarias, tema casi no desarrollado en la República Argentina, se efectuaron los muestreos sistemáticos de rocas de grano fino de las zonas de Olavarría-Sierras Bayas; Barker-San Manuel y Balcarce-Mar del Plata, pertenecientes a la cubierta sedimentaria precenozoica de Tandilia, conocida como "Formación La Tinta".

La fracción mineral inferior a  $2 \mu$  de 75 muestras pelíticas ha sido extraída y luego analizada por difracción de rayos X, estudiándose composición mineralógica, índice de cristalinidad de illita (Kubler, 1966) e índices de Esquevin (1969). De acuerdo a los criterios de Bonhomme y Clauer (1972) y Clauer (1976), se efectuó la selección del material favorable a la datación geocronológica, especialmente con la metodología Rb-Sr. Según los estudios mineralógicos realizados, solo la región de Olavarría-Sierras Bayas, reúne las condiciones que permiten una datación que puede ser discutida con la estratigrafía de Tandilia, pues las arcillas mantienen características típicamente sedimentarias, reflejando únicamente procesos diagenéticos.

Los resultados isotópicos Rb-Sr por isocronas, obtenidos para la región de Olavarría-Sierras Bayas, muestran edades de  $769 \pm 12$  m.a. con (Sr87/Sr86)  $\rho = 0.7121 \pm 0.0005$  para la Cantera Aust y de  $723 \pm 21$  m.a. con (Sr87/Sr86)  $\rho = 0.7171 \pm 0.0012$  para las Canteras de Cerro Negro y Losa. A la luz de los datos isocronales se discuten los valores de edad, que pertenecerían a la homogeneización isotópica de una diagénesis tardía. Los resultados K-Ar coincidentes en aproximadamente 720 m.a., confirmarían las edades Rb-Sr y su interpretación respecto al origen diagenético.

En definitiva, la edad de la secuencia de La Tinta, en su parte inferior, aflorante en Sierras Bayas, sería del Precámbrico Superior. Los estudios realizados son coincidentes con las divisiones estratigráficas y edades admitidas por Amos *et al.* (1972) y Dalla Salda e Iñiguez (1979), de una sección inferior precámbrica y otra superior, que lleva abundante fauna de icnogéneros, asignada al Cámbrico-Ordovícico (?).

### Introducción

La ubicación cronológica de las rocas sedimentarias que componen los "Estratos de La Tinta", de la Provincia de Buenos Aires,

### Abstract

Utilizing the Rb-Sr and K-Ar geochronology on sedimentary rocks, hardly used before in Argentina, Olavarría-Sierras Bayas, Barker-San Manuel and Balcarce-Mar del Plata fine grained sedimentary rocks from "La Tinta Formation", the pre-Cenozoic cover of Tandilia region, were studied.

The fine fraction ( $< 2 \mu$ ) was analyzed on their mineralogical, illite crystallinity (Kubler, 1966) and Esquevin (1966) parameters. Considering the Bonhomme and Clauer (1972) and Clauer (1976) principles, the most reliable clay materials were selected for Rb-Sr radiometric purposes.

The mineralogical studies have shown that only Olavarría-Sierras Bayas area presents suitable materials as typical sedimentary clays, only affected by diagenetic processes.

Two Rb-Sr isochrones from Olavarría-Sierras Bayas rocks showing a  $769 \pm 12$  m.y. (Sr 87/86)  $\rho = 0.7121 \pm 0.0005$  age for Aust Quarry rocks a  $723 \pm 21$  m.y. (Sr 87/Sr 86)  $\rho = 0.7171 \pm 0.0012$  age for Cerro Negro and Losa Quarries rocks were obtained.

Considering the aboved mentioned isochronic data and the mineralogy of the studied clays the conclusion is that the obtained ages reflect the isotopic setting of a late diagenetic process. Some around 720 m.y. K-Ar data is also presented supporting the Rb-Sr isochrones and the late diagenetic clay origin.

The lower section of La Tinta sequence in Sierras Bayas area must be considered Upper Precambrian in age. This new data supports the stratigraphical divisions and ages contributed by Amos *et al.* (1972) and Dalla Salda e Iñiguez (1979) who considered "La Tinta Group" integrated with a lower section of Precambrian age and upper (Cambro-Ordovician ?) ichnogenera bearing unit.

ha sido desde los primeros trabajos geológicos que sobre estas se realizaron (Heusser y Claraz, 1863; Aguirre, 1879, 1882;

Valentin, 1895; Hauthal, 1896) objeto de particular preocupación. En forma general puede expresarse que la edad de la cubierta sedimentaria en cuestión, era asignada al Paleozoico inferior, hasta los trabajos de Harrington (1940) en que comenzó a plantearse la posibilidad de una edad más joven, correspondiente al Paleozoico superior; para posteriormente, sobre todo con los estudios paleontológicos y estratigráficos de Borrello (1963, 1966) volver al esquema cronológico anterior.

Del exámen de las contribuciones más modernas, debidas especialmente a Amos *et al.* (1972), Amos (1974), Di Paola y Marchese (1974), Rapela *et al.* (1974), Marchese y Di Paola (1975a) y más recientemente, Fairchild (1978), Dalla Salda e Iñiguez (1979) y Cortelezzi y Pavlicevic (1979), se concluye que es una tendencia general la de asignar a las sedimentitas de referencia una edad que puede variar, según los autores, desde el Precámbrico superior hasta el Silúrico inclusive.

En base a lo expresado, el objetivo del presente trabajo ha sido fundamentalmente el de estudiar, primero la mineralogía de las fracciones finas, de los niveles arcílicos, situados en la "Formación La Tinta", (en la sección inferior de la Formación La Tinta *s. st.* y en la superior o Formación Balcarce, para posteriormente en los sectores más favorables efectuar datación geocronológica por los métodos Rb-Sr y K-Ar de los mismos. Con la información mineralógica y geoquímica isotópica obtenida, se procedió a ensayar una interpretación estratigráfica.

El muestreo principal de las rocas sedimentarias pelíticas, susceptibles de ser, datadas, fue realizado por los autores, en el verano de 1976.

### Antecedentes

La cubierta sedimentaria de "La Tinta" ha sido interpretada en general como única unidad de sedimentación, con variaciones faciales y de espesores bastante sensibles, a lo largo de sus afloramientos, tal como lo expresaran Nagera (1919, 1932), Borrello, (1966), Marchese y Di Paola (*op. cit.*), Teruggi y Kilmurray (1975). Teruggi (1964) insinúa ya en su trabajo, sobre paleocorrientes y paleogeografía, la posibilidad de que los extremos cuarcíticos de La Tinta no sean coetáneos. Posteriormente Amos *et al.* (*op. cit.*) subdivi-

den el "Grupo La Tinta" por primera vez en dos unidades, la inferior posiblemente del Precámbrico, manteniendo la denominación de Formación La Tinta, y la superior, probablemente del Paleozoico inferior, designada como Cuarcitas Balcarce. Por su parte Dalla Salda e Iñiguez (*op. cit.*) retomando este criterio y en base a la información disponible y nuevos trabajos de campo, proponen cambiar el término original de Formación La Tinta, reemplazándolo por el de Formación Sierras Bayas para el conjunto basal, y separada por discordancia —observada por estos autores en las cercanías de la Cantera Loma Negra de Barker— la Formación Balcarce, en la parte superior. Almeida *et al.* (1972) expresan la posibilidad de una edad precámbrica, para el Grupo La Tinta (*sic*) luego de observar su aparente similitud litológica con el Grupo Bambuí, Brasil, al menos para ciertos sectores de afloramientos.

Más recientemente, las sedimentitas que nos ocupan fueron comparadas, en sus por menores geológicos fundamentales, con el Grupo Nama inferior, de Sudáfrica occidental (Dalla Salda, 1979).

Respecto a la mineralogía de las arcillas de estas rocas, se poseen al momento actual importantes contribuciones especialmente de Iñiguez (1965, 1970), Caillere e Iñiguez (1967), Iñiguez y Zalba (1974 a y b). Nuevos aportes en este sentido han sido ofrecidos también por Di Paola y Marchese (1974); Rusthaller y Butschkowsky (1977); Cortelezzi *et al.* (1977) y Zalba (1978, 1979). Se han definido así, los componentes esenciales de los minerales de las arcillas de diversos perfiles y su distribución geográfica, a lo largo del cordón de Tandilia.

En lo que se refiere a antecedentes específicos sobre geocronología de las rocas sedimentarias, debemos mencionar que en el sector de Olavarría-Sierras Bayas (Cantera Loma Negra), en ortocuarcitas del miembro inferior, Cortelezzi y Pavlicevic (*op. cit.*) hallaron glauconita (skolita), que datada por el método K-Ar (INGEIS, Buenos Aires) sobre una sola muestra, acusó una edad de  $419 \pm 10$  m.a. llevando a los autores a asignar a estos niveles de la "Formación La Tinta" al tiempo Silúrico inferior. En este sentido, si bien se trataría de material autógeno o auti-singenético, serían necesarios estudios geocronológicos de mayor detalle, sobre todo teniendo en cuenta que de acuerdo a Odin (1975) y Odin

*et al.* (1976), para datación, deben utilizarse glauconitas con tamaño de grano de 100 a 250 micrones, lavados con agua destilada en ultrasonido, la cristalinidad debe ser de buena calidad, el tenor en  $K_2O$  superior a 6,5 % y durante el procesamiento de laboratorio el material no debe ser calentado a más de 60°C, a presión normal. Asignamos mientras tanto a éste único valor, como edad mínima de la secuencia sedimentaria aflorante en Sierras Bayas.

Valencio, *et al.* (1980) en trabajo paleomagnético sobre rocas sedimentarias de Sierras Bayas y Barker, expresan que la posición del polo sudamericano encontrado para el Precámbrico superior, es coherente con las curvas de desplazamientos polares hallados en otros continentes para la misma época (Complejo Mbozi,  $743 \pm 30$  m.a. y diques pre-Nama,  $653 \pm 70$  m.a. de Sudáfrica y capas glaciales de Marinoan,  $\sim 700$  m.a., en Australia).

Cuerda (1972) ofreció un estudio biofacial comparado de asociaciones paleobiológicas de plataforma, como lo son las de Tandilia, y las de ambiente ortogeosinclinal de la Precordillera del oeste argentino. Rolleri (1975) por su lado, integra la región de Tandilia, dentro de un marco paleogeográfico amplio, que incluye estructuras bonaerenses y sudafricanas.

Un completo desarrollo bibliográfico y descripciones sobre las rocas de la cubierta sedimentaria de Tandilia, puede encontrarse en González Bonorino *et al.* (1956), Teruggi *et al.* (1958 y 1962), Borrello (1966) Antonioli (1966 y 1969), Holmberg (1972) y Teruggi y Kilmurray (1975).

Con los nuevos aportes sobre las rocas sedimentarias precenozoicas de las Sierras Septentrionales, se ha planteado el problema de subdivisión y nomenclatura estratigráfica de las mismas. Designaciones como: Serie, Formación, Grupo La Tinta; Formación o Cuarcitas Balcarce y Formación Sierras Bayas; Formación Las Águilas; Formación Cerro Negro; Grupo Tandil, Caliza Loma Negra, Formación Punta Mogotes, son algunos ejemplos. En parte ello es presentado en la lámina adjunta de final de texto, que resume los criterios diversos sustentados hasta el momento. Como podrá observarse, en este trabajo, se ha preferido mantener la denominación de *Formación La Tinta*, para la secuencia inferior de la cubierta de Tandilia, cuya sección tipo está en Sierras Bayas, tal como lo advirtiera Nágera (1932), en base a que

en el grupo de "Sierras de la Tinta", donde se incluyen desde la Cuchilla de las Águilas hasta Sierra de la Juanita, son conocidos actualmente todos los miembros que componen esta Formación y a su gran divulgación en la literatura nacional e internacional; sin dejar de reconocer por ello los fundamentos de otros autores, para concretar los cambios de denominación de unidades y jerarquías litoestratigráficas.

### Metodología utilizada

En cada capítulo de esta contribución, se aclara la metodología utilizada y correspondientes citas bibliográficas de referencia. De todas maneras cabe consignar que los estudios mineralógicos, por difracción de rayos X fundamentalmente, y los análisis isotópicos Rb-Sr y K-Ar fueron realizados en el Centro de Sedimentología y Geoquímica de la Superficie de Estrasburgo, Francia, por uno de los autores (M.B.) según las técnicas de preparación de muestras descritas en la puesta a punto colectiva del Laboratorio de Estrasburgo (1975) y los métodos de análisis isotópicos presentados en Bonhomme y Clauer (1972) y Clauer (1973, 1976) para Rb-Sr y en Bonhomme *et al.* (1975) para K-Ar, principalmente.

El muestreo de rocas pelíticas sobre el terreno, fase importante en el estudio geocronológico, fue realizado en zonas libres de alteración meteórica visible y con un peso aproximado de 500-1000 gramos, para cada una. La extracción y estudio por difracción de rayos X de la fracción arcillosa inferior a 2 micrones según la técnica mencionada, incluyó un primer análisis sin tratamiento, otro con etileno-glicol, un tercero con hidrazina y finalmente uno después de cuatro horas de calentamiento a 490°C. La elección de los lugares y de las muestras a analizar por métodos isotópicos, fue hecho en función de la naturaleza y características mineralógicas de las arcillas. Se efectuaron análisis isotópicos de fracciones inferiores a 2 micrones y de algunas rocas totales carbonatadas. Sobre 75 análisis mineralógicos realizados, se seleccionaron 23 para datación Rb-Sr y 13 para K-Ar.

Los parámetros mineralógicos de la illita ordinariamente analizados en las muestras, fueron el índice de cristalinidad  $I_k$  (Kubler, 1966) y la relación de las alturas de las reflexiones 001 de segundo y primer

orden, denominado índice de Esquevin, que es función del carácter ferro-magnésico

$$\frac{I_{002}}{I_{001}} < 0.25 \text{ o aluminoso } \left( \frac{I_{002}}{I_{001}} > 0.40 \right)$$

desarrollado por Esquevin (1969). La combinación de estas dos relaciones ha sido estudiada por Dunoyer de Segonzac (1969).

El problema general de interpretación de la datación isotópica de rocas y minerales sedimentarios, como asimismo las condiciones en las cuales esta determinación de edad es posible, técnicas que por otra parte han tomado impulso en los últimos años, en virtud de su aplicación al conocimiento estratigráfico de cuencas sedimentarias y evolución de materia orgánica con los procesos diagenéticos, ha sido expresado ya por Bonhomme y Clauer (1972), Clauer (1976) y Bonhomme (1978), en base a los postulados fundamentales sobre los filosilicatos de Lucas (1962), Millot (1964) y Bonhomme *et al.* (1966). Utilizáanse entonces los minerales de las arcillas, que básicamente representan los únicos silicatos que se hallan en equilibrio geoquímico, en la superficie terrestre, bajo las condiciones termodinámicas de la hidrosfera.

La interpretación de los resultados isotópicos o determinaciones de edad en rocas sedimentarias pelíticas, puede corresponder según los casos a: edad de la región fuente del sedimento o herencia; edad de la deposición o diagénesis precoz; edad de diagénesis tardía; o incluso en algunas, a la edad de un metamorfismo de muy bajo rango o anquimetamorfismo, solo detectado por estudios mineralógicos. Las conclusiones en este sentido, deben ser discutidas a la luz de los datos de la geología regional del área, de detallados estudios mineralógicos y sedimentológicos, y de un análisis isotópico, Rb-Sr y K-Ar, sobre un importante número de muestras, en sistemas de fracciones finas (inferiores a  $2 \mu$ ), rocas totales, u otros. Asimismo el muestreo deberá cubrir un amplio sector de los afloramientos, evitando el error por efecto puntual del estudio. Estos aspectos fueron en parte comentados ya por Cingolani (1973).

Según la experiencia del equipo de investigación de Estrasburgo (Clauer, 1976) la datación de minerales arcillosos por el método Rb-Sr, es posible si ha ocurrido la *homogeneización isotópica* de su Sr y en consecuencia si el mecanismo de esta, ha sido favorecido por neoformación, recrista-

lización o transformación. En tal sentido debe considerarse que:

- En los casos favorables, los puntos representativos de minerales arcillosos, se alinean en una *isocrona*.
- Si los minerales arcillosos se han equilibrado en su Sr por *neoformación precoz*, la ordenada al origen de la isocrona es igual a la relación 87/86 del Sr común del ambiente contemporáneo de la formación (agua de mar). Esta relación puede ser medida directamente analizando el Sr de carbonatos interestratificados en la secuencia sedimentaria elegida.
- Si las recristalizaciones son *preoces* y si las transformaciones son completas y preoces, las ordenadas de las isocronas son próximas a la composición isotópica del Sr común del ambiente contemporáneo.
- Si las neoformaciones, las recristalizaciones y las transformaciones, incluso completas, son *tardías* se pueden obtener isocronas, pero las ordenadas al origen son siempre superiores a la relación 87/86 del Sr común de la época de la sedimentación. El Sr, ha adquirido una relación 87/86 superior por acumulación de Sr 87 radiogénico en el medio diagenético.
- En el primer caso (precoz) la edad obtenida tiene neto valor estratigráfico pues la época de sedimentación y aquella de la diagénesis precoz pueden confundirse en el tiempo, sobre todo en las formaciones relativamente antiguas. En el segundo caso la datación corresponde a la diagénesis tardía.
- La datación geocronológica de series sedimentarias necesita entonces de un estudio mineralógico preliminar detallado, para eliminar las rocas no convenientes y no conservar más que aquellas donde los minerales han sido favorables a una homogeneización isotópica. Posteriormente es necesario construir y discutir la isocrona. El valor de la ordenada al origen dará indicaciones sobre la existencia de una diagénesis tardía y suministrará informaciones complementarias sobre el carácter neoformado, recristalizado o transformado de los minerales arcillosos.
- La ausencia de todo fenómeno metamórfico es indispensable para obtener edades con valor netamente estratigráfico. Por ello un estudio mineralógico, con medida de los índices de cristalinidad y determinación de polimorfos de illita, permitirá caracterizar el metamorfismo, que podría ser datado a su turno también.

### Geología regional y lugares de muestreo de las rocas sedimentarias estudiadas

Con el objeto de presentar con mayor claridad la exposición presente, hemos subdividido los afloramientos con rocas sedimentarias de La Tinta, en tres secciones (ver gráfico final de texto), que en parte son semejantes a las realizadas por Pasotti



(1958), Iñiguez y Zalba (1974), Di Paola y Marchese (1974) y Marchese y Di Paola (1975), cuyas características litológicas salientes son las siguientes:

1. *Olavarría-Sierras Bayas*: En este sector, algunas de las pequeñas sierras como las de La China y Dos Hermanas, solo presentan afloramientos de ortocuarcitas sobre un basamento muy alterado, en otros, como en Sierras Bayas y alrededores, la columna estratigráfica (Nágera, *op. cit.*, González Bonorino, 1954, Codignotto, 1969) está compuesta de base a techo por ortocuarcitas "inferiores", dolomías, ortocuarcitas "superiores", pelitas y calizas, y nuevamente pelitas, coronando la secuencia, como en Cerro Negro (Iñiguez y Zalba, 1974) y en otras localidades reconocidas recientemente en perforaciones. Paleontológicamente este sector se caracteriza por la presencia de algas estromatolíticas en los miembros dolomíticos, con formas de *Collenia*, *Cryptozoon* y otros (Borrello, *op. cit.*; Marchese y Di Paola *op. cit.*), microfósiles del grupo de los acritarcos (Cuomo *et al.*, 1975) y estructuras filamentosas, esferoidales y elipsoidales de probables algas (Fairchild, 1978), todos de un posible Precámbrico superior. Recientemente Terraza *et al.* (1978) citan la presencia de un molde interno de ostrácodo, referido al Paleozoico (?).

Fue muestreada en este sector (véase gráfico final de texto) la Cantera Aust, en perfil de base a techo, incluyendo los calcáreos de la parte superior. Se analizaron desde el punto de vista de la mineralogía de arcillas, 16 muestras (67037 a 67052)\*, de ellas se seleccionaron 10 para estudio isotópico Rb-Sr (A1125, A1127, A1128, A1129, A1130, A1131, A1132, A1133, A1134 y R1135)\*\* y 4 para K-Ar (A1127, A1128, A1129, A1132). En la Cantera Cerro Negro Inferior, se efectuó el estudio mineralógico de 3 muestras (67053 a 67055).

En la Cantera Cerro Negro Superior, también 3 muestras (67056 a 67058) que fueron analizadas por Rb-Sr (A1136, A1137 y A1138) y 2 por K-Ar (A1136 y A1138). En lo que respecta a la Cantera LOSA, 3 muestras para

mineralogía (67059 a 67061) y para isotopía Rb-Sr (A1139, A1140 y A1141) y dos para K-Ar (A1139 y A1141). Finalmente también se muestrearon las pelitas que se intercalan en los miembros dolomíticos de la zona de Boca de la Sierra, las que sólo fueron analizadas mineralógicamente (67062 a 67073).

Ver tablas I, IV, V, VI, VII.

2. *Barker-San Manuel*: Integrando distintos afloramientos podemos decir que, en la base, apoyada sobre basamento cristalino, presenta esta zona una secuencia de ortocuarcitas, dolomías, nuevamente ortocuarcitas, pelitas-pelitas margosas y calizas, similar en el caso a la observada en Sierras Bayas (Montero, 1951; Schauer y Venier, 1967; Di Paola y Marchese, *op. cit.*; Maisterrena, 1979), pero se destaca aquí la existencia hacia la parte superior de las calizas de una brecha con clastos calcáreos y estratos ortocuarcíticos en discordancia (Dalla Salda *et al.*, 1972 y Dalla Salda e Iñiguez, *op. cit.*). En los niveles dolomíticos se presentan también estructuras algales estromatolíticas como elementos paleobiológicos reconocidos al momento en esta región. De acuerdo a los estudios de Zalba (1978), para el área comprendida por la Cuchilla de las Aguilas, al oeste de Barker, la estratigrafía está compuesta por la denominada Formación La Tinta, en la base, con dos niveles de ortocuarcitas, separadas por areniscas silíceas amarillentas algo deleznable, equivalentes a los niveles dolomíticos que aparecen en Sierras Bayas y pié occidental de la Sierra de la Juanita. Por encima y mediante una paraconcordancia, se ubica, según el autor citado, la Formación Las Aguilas, que se inicia con una brecha de ftanitas, luego limolitas, ortoconglomerados, ortocuarcitas, arcilitas, ortoconglomerados y ortocuarcitas nuevamente en la parte superior. Se ubican dentro de ésta formación la mayoría de las canteras de arcilla en la zona y niveles ferruginosos típicos de fases de alteración meteórica. No se han documentado fósiles aunque Marchese y Di Paola (1975) citan "dubiofósiles", pero recientemente Dalla Salda (*com. verb.*) halló en las cuarcitas por encima de las calizas de Villa Cacique, como así también Zalba (*com. verb.*) en los niveles superiores de Cuchilla de Las Aguilas, trazas

\* Nº laboratorio preparación arcillas; \*\* Nº laboratorio análisis isotópico; A: fracción fina (< 2  $\mu$ ); R: roca total carbónica.

de fósiles semejantes a *Rouaultia* o *Dydymaulichnus* Young 1972. Se asignaron edades correspondientes al Precámbrico superior, para la primera formación y Cambro-Ordovícico para la segunda, por correlación con áreas vecinas. Hacia el SE, en las cercanías de Cerro del Corral-La Numancia-San Manuel, aparentemente estaría representada la secuencia superior, descrita en Cuchilla de las Águilas, según lo observado por uno de los autores (C.C.) y a los estudios geológico-sedimentológicos de Alfaro (1979) y Regalía (1979). En algunos sectores, dentro de ésta segunda región estudiada, aparecería directamente la Formación Balcarce o Las Águilas, sobre basamento, tal como se presenta en el área de Chillar-Lopez (Zalba, *op. cit.*); Dalla Salda e Iñiguez, *op. cit.*) y La Numancia. En partes de ésta región, ha sido reconocida por Marchese y Di Paola (*op. cit.*) una cubierta de alteración del basamento cristalino. \*

Es de destacar que en la Sierra de los Barrientos fue señalada la presencia de un intrusivo básico (diabasas) de edad ordovícica, que se desarrolla entre rocas pelíticas y ortocuarcíticas (Quartino y Villar Fabre, 1967; Rapela *et al.*, *op. cit.*) constituyéndose en la única manifestación ígnea impresa en las sedimentitas que nos ocupan. Las muestras analizadas se ubican: Cantera Constante 10, con 3 estudiadas mineralógicamente (67074 a 67076); Canteras de arcillas al NO de Barker, con 10 muestras por mineralogía (67078 a 67087) y de ellas 6 lo fueron por isotopía Rb-Sr (A1142, A1143, A1144, A1145, A1146 y A1147) y 5 por K-Ar (A1142, A1144, A1145, A1146, A1147).

Finalmente 11 muestras de la Cantera Loma Negra de Barker (67088 a 67098) solo estudiadas en sus aspectos mineralógicos.

Veáse Tablas II, VI y VIII.

\* Cortelezzi y Rabassa (1976) hallaron en el Cº Tandileofú un conjunto de sedimentitas de difícil ubicación estratigráfica, pero muy interesantes para la región. Se trata de *wackes* compactadas de color gris rosado, muy distintas a las descritas en toda la secuencia de La Tinta, con excepción de lo citado por Marchese y Di Paola (1975) en la parte superior de la perforación de Punta Mogotes, en niveles equivalentes, según nuestro criterio, a Formación Balcarce.

3. *Balcarce-Mar del Plata*: Los afloramientos están integrados casi exclusivamente por ortocuarcitas blanquecinas, con delgadas intercalaciones de pelitas, a lo que se agregan camadas o lentes de conglomerados finos. Se destaca aquí la abundancia de icnogéneros como *Cruziana*, *Arthropycus*, *Palaeophycus*, *Crossopodia*, *Rouaultia*, entre otros, estudiados por Borrello (*op. cit.*) quien asignara en base a ellos, edad ordovícica a su "Grupo Tandil". El espesor aquí de unos 400m, en gran parte reconocido en subsuelo, es uno de los mayores de ésta secuencia clástica del Cordón de Tandilia, apoyada según datos de la perforación D.N.-G.M. 1 (Tapia, 1937, Borrello, 1962) sobre la Formación Punta Mogotes; reinterpretada por Marchese y Di Paola (*op. cit.*) y designada como Metapelitas Punta Mogotes, con una edad del Precámbrico superior (?).

Las muestras fueron tomadas en Cantera Los Pinos (67099 a 67102), Sierra La Barrosa (67103 y 67104), de Balcarce, y en Cantera Los Curros (67105), Cantera IACUSA (67106 y 67107) y Doera (67108 a 67112), de Chapadmalal. Todas las muestras de ésta región fueron analizadas solo desde el punto de vista mineralógico (*cf. infra.*).

Veáse Tabla III.

### Resultados obtenidos en las sedimentitas de La Tinta

*Mineralogía de las arcillas*: La fracción inferior a  $2 \mu$  de 75 muestras ha sido analizada por difracción de rayos X, obteniéndose los siguientes resultados:

1. *Olavarría-Sierras Bayas*: Como lo habían observado Iñiguez y Zalba (*op. cit.*) la fracción arcillosa está constituida principalmente por illita (Veáse Tabla I). La clorita está igualmente presente en algunos niveles carbonatados de la Cantera Aust y sobre todo en las arcilitas de la Cantera Cerro Negro Superior, donde forma alrededor del 15 % de la fracción fina.

Los interestratificados son ya del tipo illita-smectita (10-14<sub>sm</sub>) en asociación con illita, ya del tipo clorita-smectita (14<sub>c</sub>-14<sub>sm</sub>) allí donde se presenta la clorita.

Hay en consecuencia dos asociaciones: una de illita e interestratificados 10-14<sub>sm</sub>

Tabla I. MINERALOGÍA DE LAS FRACCIONES INFERIORES A 2,  $\mu$  DE LA REGIÓN OLAVARRÍA - SIERRAS BAYAS

LOCALIDAD	Nº laborato- rio	tipo de muestra	Ililita %	Clonita %	Interestrati- ficados %	Índice cris. @ talinidad (K)	Índice I002 Esquivé I001	Observacio- nes
Cantera Aust. (Sas. Bayas)	67037	P	100	-	-	6.3	0.29	
"	67038	P	100	-	-	5.7	0.21	Tratada con HCl
"	67039	P	95	-	S (14c-14sm)	5.6	0.18	"
"	67040	C	100	-	E (10-14sm)	5.5	0.15	"
"	67041	P	100	-	E (10-14sm)	5.6	0.15	"
"	67042	P	100	-	-	6.3	0.28	
"	67043	P	100	-	-	6.4	0.26	
"	67044	P	100	-	E (10-14sm)	6.5	0.25	
"	67045	P	100	-	-	6.7	0.29	
"	67046	P	100	-	E (10-14sm)	6.8	0.28	
"	67047	P	100	-	-	6.5	0.27	
"	67048	P	100	-	E (10-14sm)	6.6	0.27	
"	67049	P	100	-	-	7.1	0.30	
"	67050	C	100	E	-	4.5	0.33	Tratada con HCl
"	67051	C	95	5	-	4.5	0.28	"
"	67052	C	95	5	-	5.0	0.25	"
Cantera Cerro Negro Inf. (Sas. Bayas)	67053	P	100	-	E (10-14sm)	7.0	0.35	
"	67054	P	100	-	E (10-14sm)	6.9	0.30	
"	67055	P	100	-	-	6.9	0.31	
Cantera Cerro Negro Sup. (Sas. Bayas)	67056	P	70	20	10 (14c-14sm)	6.0	0.35	
"	67057	P	65	15	20 (14sm, 14c)	5.4	0.32	
"	67058	P	65	15	20 (14sm, 14c)	6.0	0.29	
Cantera Lasa (Sas. Bayas)	67059	P	100	-	-	6.3	0.26 - 0.36	
"	67060	P	100	-	-	7.1	0.21 - 0.39	
"	67061	P	100	-	-	6.7	0.32 - 0.55	
Boca de la Sierra (Sas. Bayas)	67062	P*	100	-	E (10-14sm)	-	-	
"	67063	P*	100	-	-	7.0	0.50	
"	67064	P*	100	-	-	6.9	0.52	
"	67065	P*	100	-	E (10-14sm)	-	-	
"	67066	P*	100	-	E (10-14sm)	7.5	0.56	
"	67067	P*	100	-	-	-	-	
"	67068	D	100	-	-	7.3	0.56	Tratada con HCl
"	67069	D	100	-	-	4.6	0.43	"
"	67070	P*	100	-	E (10-14sm)	-	-	
"	67071	P*	100	-	E (14-14sm)	6.9	0.51	
"	67072	P*	100	-	E (10-14sm)	7.0	0.50	
"	67073	P*	100	-	-	-	-	

P: Pelitas

C: Calcedónes

D: Rocas pelíticas carbonatadas

P\*: Pelitas intercaladas en dolomitas

@: Índice de cristalinidad (Kubler, 1966), límite diagénesis-anquimetamorfismo a 5.75 y anquimetamorfis-

mo-epimetamorfismo a 3.5

E: Cantidad muy inferior a 5%

con clorita esporádica, la otra illita, clorita e interestratificados  $14_c-14_{sm}$ . Como acceso-rio común se presenta el cuarzo. La goethita está presente también en las arcilitas que se intercalan en las dolomías de Boca de la Sierra.

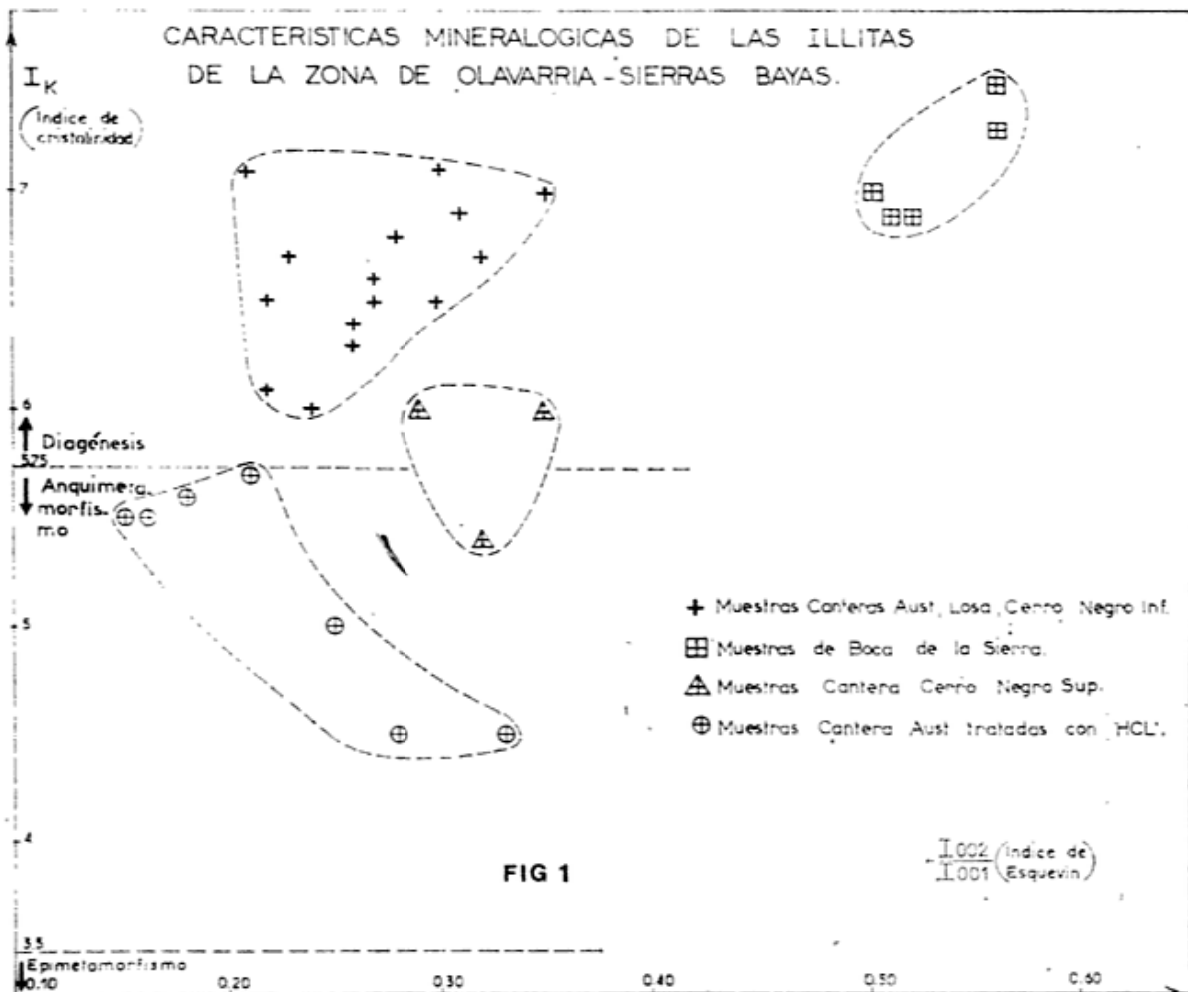
La Fig. 1 muestra la repartición en el diagrama  $\frac{I_{002}}{I_{001}}$  vs  $I_k$  de las muestras de

Olavarría. Los índices de cristalinidad obtenidos son en su mayoría típicos de muestras sedimentarias (superiores a 5.75 según la calibración de las condiciones de trabajo de los equipos del laboratorio de Estrasburgo). La separación entre los dos grupos de arcillas mencionados más arriba se vuelve a encontrar aquí. En efecto, a pesar de las reservas en lo que respecta al número de muestras estudiadas, los dominios de formaciones con illita y con clorita están netamente diferenciados.

Además cabe hacer notar que las arcilitas provenientes de los niveles colectados en Boca de la Sierra, son mucho más aluminio-

sas que aquellos de las Canteras Aust y Cerro Negro, sin que los índices de cristalinidad sean significativamente diferentes. En ciertas muestras de la Cantera Aust y Boca de la Sierra, que son carbonatadas, para extraer la fracción arcillosa, fue necesario atacar la roca total con ácido clorhídrico 1 N en frío. Las illitas así tratadas muestran modificaciones considerables, en relación a las no tratadas de niveles correspondientes. En particular el índice de cristalinidad, sufrió una disminución importante. La explicación de éste fenómeno, debe ser encontrada en la destrucción por el HCl de las illitas sedimentarias mal formadas y/o de los interestratificados, donde su presencia influye sobre la medición del índice de cristalinidad. Tal sensibilidad al HCl había ya sido observada por Clauer (1973). Ello testimonia asimismo el origen sedimentario de estas arcillas.

2. *Región de Barker*: Las proporciones de los distintos minerales de las arcillas son





MINERALOGÍA DE LAS FRACCIONES INFERIORES A 2 $\mu$  DE LA REGIÓN DE BARKER

Localidad	Nº Laboratorio	Tipo de muestra	Caolinita %	Illita %	Pyrofilita %	Clorita %	Interestratificados %	Índice Cristalinidad (I <sub>002</sub> )	Índice Esquemático (I <sub>002</sub> /I <sub>001</sub> )	Observaciones
Cantera Constante 10	67076	P	90	10	-	-	-	3.1	0.31	
II *	67075	P	95	5	-	-	-	3.0	-	
II	67076	P	95	5	-	-	-	2.9	~0.5	
Canteras oeste Barker	67078	P	60	35	5	-	-	3.3	0.44	
II	67079	P	10	70	10	10	-	3.5	0.52	
II	67080	P	10	50	20	20	-	3.7	0.49	
II	67081	P	10	70	10	10	-	3.2	0.45	
II	67082	P	-	100	E	-	E (14-14 $\mu$ m)	---	---	
II	67083	P	25	25	50	-	-	---	---	
II	67084	P	E	100	-	E	-	---	---	
II	67085	P	30	60	5	-	S (14-14 $\mu$ m)	4.5	0.48	
II	67086	P	45	50	E	-	S (14-14 $\mu$ m)	---	---	
II	67087	P	50	70	E	-	E (14-14 $\mu$ m)	4.4	0.53	
Cantera Loma Negra/Barker	67088	Pe	-	95	-	5	-	4.0	0.34	Tratada con HCl
II	67089	Pe	-	90	-	10	E (10-14 $\mu$ m)	4.0	0.22	II
II	67090	Pe	-	100	-	-	E (10-14 $\mu$ m)	3.1	0.41	II
II	67091	Pe	-	100	-	-	E (10-14 $\mu$ m)	4.0	0.42	II
II	67092	Pe	-	95	-	5	-	3.7	0.54	II
II	67093	Pe	-	90	-	10	-	3.2	0.34	II
II	67094	Pe	-	90	-	10	-	2.9	0.22	II
II	67095	Pe	-	90	-	10	-	3.0	0.25	II
II	67096	Pe	-	85	-	10	S (10-14 $\mu$ m)	2.8	0.26	II
II	67097	Pe	-	85	-	15	-	3.0	0.19	II
II	67098	Pe	-	85	-	15	-	2.8	0.25	II

P: Pelitas  
Pe: Pelitas intercaladas en calizas  
E: Cantidad inferior a 5%

muy diferentes según que las muestras provengan del área de Constante 10 y del 0 de Barker, o de la Cantera Loma Negra, al SE de la misma ciudad (véase Tabla II). En Constante 10, tenemos presencia abundante de caolinita (90 %). En tanto que en las Canteras al 0 de Barker, un hecho a remarcar es que, entre la illita y la caolinita existe pirofilita que puede constituir hasta el 50 % de la fracción arcillosa (Iñiguez y Zalba, *op. cit.*, Zalba, *op. cit.*, Di Paola y Marchese, *op. cit.*). En Loma Negra (Villa Cacique) por el contrario, las pelitas intercaladas en los calcáreos contienen illita, clorita, e interestratificados illita-smectita (10-14 $\mu$ m). El cuarzo está presente como accesorio y en algunas muestras la goethita.

El índice de cristalinidad de la illita es del orden de 3,5 muy semejante en todos los casos. Este valor sitúa a las arcillas en el límite del anqui y epimetamorfismo. Por

el contrario las relaciones  $\frac{I_{002}}{I_{001}}$  son signi-

ficativamente diferentes de una parte y otra de Barker. Ellos corresponden a minerales aluminosos cerca de Sombrerito (0 de Barker), y ferromagnesianos en la Cantera de Villa Cacique. Las proporciones relativas

de minerales arcillosos y la relación  $\frac{I_{002}}{I_{001}}$

son semejantes en las facies carbonatadas de Olavarría y de la Cantera Villa Cacique, solo difiere el índice de cristalinidad.

3. *Región Balcarce-Mar del Plata:* Como lo expresaran Iñiguez y Zalba (*op. cit.*) la composición de la fracción arcillosa es uniforme en toda esta región y comprende de 45 a 70 % de caolinita y de 30-55 % de illita, tal como se observa en la Tabla III. Un examen detallado de los diagramas de rayos X, revela la presencia de poca cantidad de interestratificados complejos conformando estructuras foliares con comportamiento de clorita y de smectita. Cabe hacer notar que el índice de cristalinidad de la



illita es bajo, y que la medida de la relación  $\frac{I_{002}}{I_{001}}$  muestra dispersión, reflejando posiblemente variabilidad del aporte sedimentario.

b. *Geocronología*: Teniendo a la vista los resultados mineralógicos anteriores, nos ha parecido interesante proceder a efectuar la datación geocronológica por los métodos Rb-Sr y K-Ar. Los sedimentos que responden en efecto, a los criterios propuestos por Bonhomme y Clauer (1972) y Clauer (1976), son solamente aquellos de la región de Olavarría-Sierras Bayas, con presencia exclusiva de efectos diagenéticos. La pirofilita en Barker y San Manuel, ha estado ligada a la eventualidad de un proceso hidrotermal (Di Paola y Marchese, 1974), hemos pensado también que el análisis isotópico permitiría confirmar o no esta hipótesis. Finalmente la parte oriental entre

Balcarce-Mar del Plata, fue provisoriamente descartada del estudio isotópico en fracciones finas, en razón de su carácter netamente detrítico, verificado por los análisis mineralógicos obtenidos, lo que daría lugar a una dispersión de edades (Bofinger, 1968; Clauer, *op. cit.*). Estimamos que podría resultar muy importante aplicar —tanto aquí como en la zona de Olavarría-Sierras Bayas— la metodología de roca total, propuesta por Cordani *et al.* (1976) y Thomaz Filho (1976) que los autores tienen pensado efectuar en próximos trabajos geocronológicos sobre las sedimentitas de Tandilia. Asimismo consignamos que no han sido estudiadas isotópicamente las arcillas de muestras carbonáticas, pues la descarbonatación que es necesario efectuar con HCl para su extracción se acompaña de una pérdida de Sr radigénico (Clauer, 1973); si han sido utilizadas rocas carbonáticas en sistema de roca total por Rb-Sr, para definir con mayor precisión la relación inicial.

MINERALOGIA DE LAS FRACCIONES INFERIORES A 2 $\mu$  DE LA  
TABLA III REGION BALCARCE - MAR DEL PLATA

Localidad	Nº Laboratorio	Tipo de muestra	Caolinita %	Illita %	Interestratificados %	Indice cristalinidad (I <sub>K</sub> )	Indice Esque. $\frac{I_{002}}{I_{001}}$
Cantera Los Pinos (Balcarce)	67099	P	50	50	ε (Clorita, S - meclita) complejos	5.3	0.36
"	67100	P	60	40	"	4.7	0.40
"	67101	P	45	55	"	5.4	0.51
"	67102	P	50	50	"	4.3	0.36
Sierra La Barrosa	67103	P	50	50	"	5.0	0.62
"	67104	P	60	40	"	4.3	0.58
Cantera Los Curros	67105	P	65	35	"	4.5	0.53
Cantera Tacusa	67106	P	70	30	"	4.5	0.53
"	67107	P	70	30	—	4.2	0.32
Cantera Docta	67108	P	55	45	—	4.6	0.38
"	67109	P	65	35	ε (Clorita, S - meclita) complejos	5.0	0.42
"	67110	P	65	35	"	3.5	0.58
"	67111	P	65	35	"	4.6	0.43
"	67112	P	70	30	—	4.1	0.42

P: Pelitas

ε: Cantidad inferior a 5%

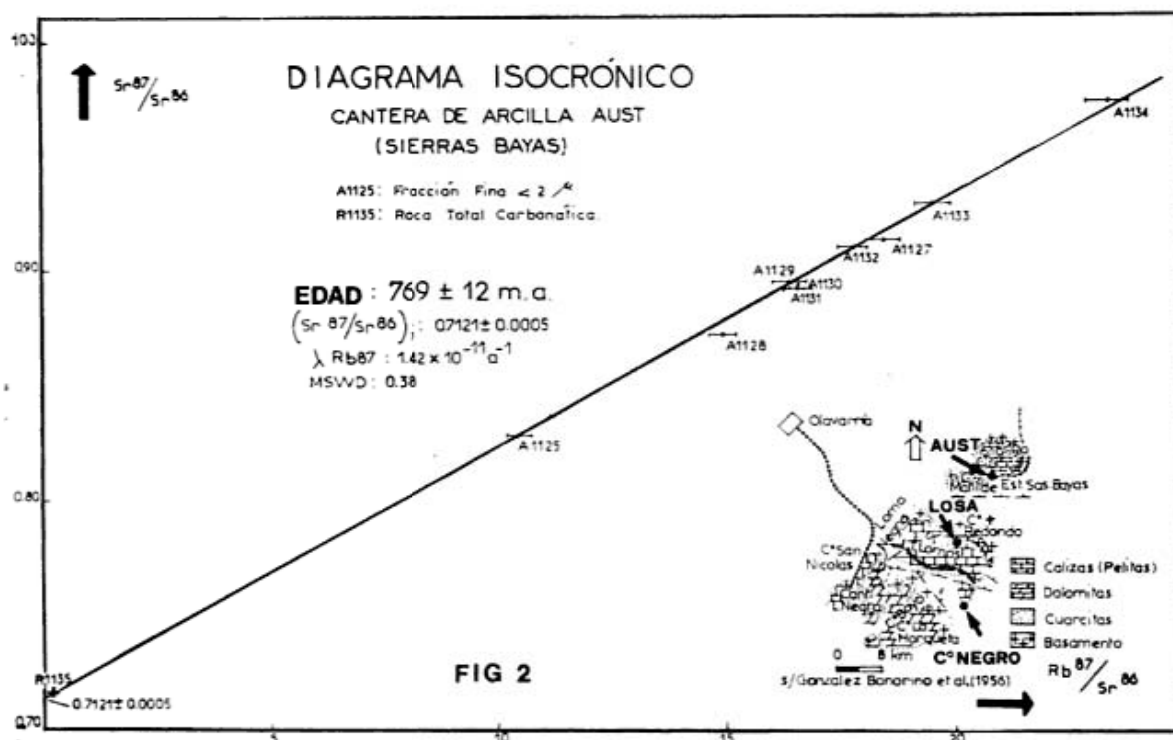


FIG 2

1. Rubidio-Estroncio: Los resultados isotópicos Rb-Sr son presentados en las Tablas IV, V y VI. Para los cálculos de la edad y del error correspondiente se utilizó el método de Williamsom (1968). Las constantes utilizadas son aquellas adoptadas en el Congreso Geológico Internacional de Sydney (Steiger y Jäger, 1977). Las figuras 2 y 4 presentan los diagramas isocronicos ( $Sr^{87}/Sr^{86}-Rb^{87}/Sr^{86}$ ), mientras que la figura 3 muestra la evolución de los tenores en  $K_2O$ , Rb y Sr de las fracciones finas de la Cantera Aust (Sierras Bayas).

Región de Olavarría-Sierras Bayas: En el diagrama isocronico de la figura 2, las muestras de la Cantera Aust, se ubican sobre una recta permitiendo calcular una edad de  $769 \pm 12$  m.a. ( $\pm 2\sigma$ ) y muestran una ordenada al origen de  $0.7121 \pm 0.0005$  ( $\pm 2\sigma$ ). Esta línea isocrona utiliza los puntos de la roca total carbonatada R1135, recolectada en la parte superior de la cantera citada, como asimismo nueve fracciones finas. La muestra A1128 ha sido descartada para el cálculo de edad porque se sitúa fuera del alineamiento de manera significativa, habiéndose representado incluso el error sobre cada punto. Por otra parte el examen del gráfico de la figura 3, indica una inhomogeneidad importante en el tener de Rb de la muestra citada, afectada posiblemente por cambios químicos posteriores.

Por su parte las muestras provenientes de las Canteras Cerro Negro Superior y LOSA se ubican sobre una sola recta con una edad de  $723 \pm 21$  m.a. y una ordenada al origen igual a  $0.7171 \pm 0.0012$  (véase Fig. 4).

Región de Barker: Las muestras analizadas por Rb-Sr de esta zona, todas provenientes de las canteras situadas al Oeste de la localidad de Barker, se ubican en la llamada Formación Balcarce o niveles equivalentes. Como puede observarse en la figura 5, las rocas pelíticas no acusan homogeneización isotópica, solo puntos disper-

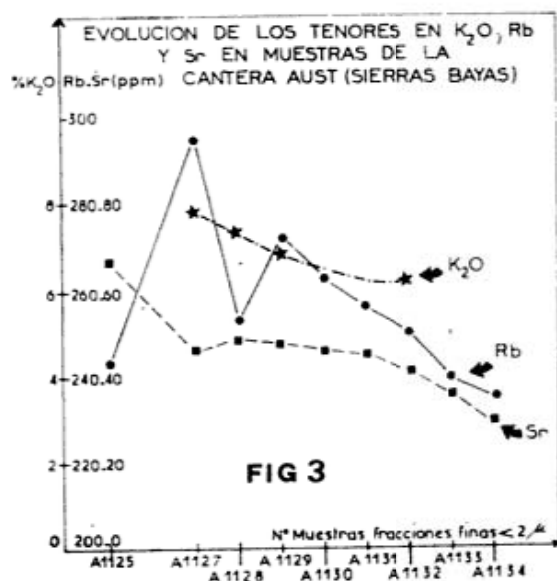
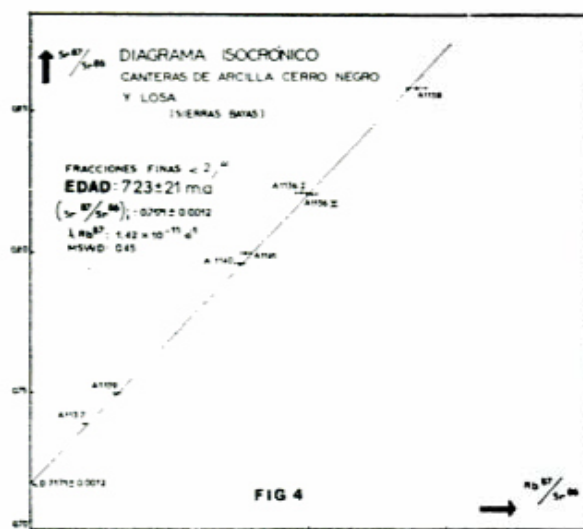


FIG 3





Los que no constituyen un diagrama isocronico. Aunque cabría destacar que el alto contenido de Sr de las muestras de esta localidad, que contrasta con las de Olavarría-Sierras Bayas, coloca a las muestras en la posición muy cercana al eje de ordenadas.

**2. Potasio-Argón:** Los resultados son presentados en las Tablas VII y VIII. Los análisis isotópicos de Argón contenidos en algunas muestras de fracciones finas ( $< 2 \mu$ ) de la región de Sierras Bayas y Barker fueron realizadas según las técnicas propuestas por Bonhomme *et al.* (1975). Las concentraciones de K fueron determinadas por fotometría de llama con una precisión de  $\pm 2\%$ . Las edades fueron calculadas según las constantes de Beckinsale y Gale (1969):  $\lambda (^{40}\text{K}\beta) = 4.962 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $\lambda (^{40}\text{K}\alpha) + \lambda' (^{40}\text{K}\alpha) = 0.581 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ . El error del resultado final es estimado en  $\pm 2,5\%$ , luego de la repetición de mediciones con minerales estandars.

**Región de Sierras Bayas:** Como se presentan en la Tabla VII las edades obtenidas



ANÁLISIS ISOTÓPICOS Rb-Sr MUESTRAS CANTERA AUST (SIERRAS BAYAS)

N.º Muestra	Anal. Mineralógico	Anal. Isotópico	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb 87/Sr 86 (1)	Sr 87/Sr 86 (2)
67037	A 1125		242,9	67,1	10,485	0,8266
67042	A 1127		295,3	45,5	18,495	0,9122
67043	A 1128		253,42	49,02	14,983	0,8703
67044	A 1129		272,56	48,00	16,448	0,8941
67045	A 1130		262,86	45,98	16,576	0,8921
67046	A 1131		256,33	44,96	16,325	0,8916
67047	A 1132		250,11	40,77	17,783	0,9095
67048	A 1133		239,00	35,44	19,545	0,9280
67049	A 1134		234,49	29,14	23,320	0,9732
67050	R 1135		17,93	291,87	0,178	0,7141

A Fracción fina, inferior a  $2 \mu$

R Roca total, carbonática

(1): Numeración correlativa de base a techo de la cantera de arcilla

(2): El error es del orden de  $1 \sigma$

van entre los 680 m.a. y 760 m.a. Estos resultados serán discutidos en relación con los datos Rb-Sr en el capítulo próximo.

ANÁLISIS ISOTÓPICOS Rb-Sr MUESTRAS CERRO NEGRO Y LOSA (SIERRAS BAYAS)

Localidad	N.º Muestra	Anal. Mineralógico	Anal. Isotópico	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb 87/Sr 86 (1)	Sr 87/Sr 86 (2)
Cantera	67056	A 1136		290,3	86,1	9,773	0,8209
	67056	A 1136	⊗	281,3	80,7	10,105	0,8205
	67057	A 1137		282,9	43,9	1,981	0,7576
	67058	A 1138		316,8	65,9	13,938	0,8521
Cantera Losa	67059	A 1139		234,5	219,6	3,095	0,7488
	67060	A 1140		265,1	102,1	7,527	0,7952
	67061	A 1141		225,6	83,0	7,878	0,7994

⊗ Duplicado

A Fracción fina, inferior a  $2 \mu$

(1) El error es del orden de  $2 \sigma$

**Región de Barker:** Los 5 valores que se presentan en la Tabla VIII pertenecen a muestras de las canteras del Oeste de Bar-

ANÁLISIS ISOTÓPICOS Rb-Sr MUESTRAS NOROESTE DE BARKER (SOMBRETERO)

N.º Muestra	Anal. Mineralógico	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb 87/Sr 86 (1)	Sr 87/Sr 86 (2)
67078	A 1142	62,6	648,1	0,280	0,7172
67080	A 1143	131,6	322,5	1,182	0,7269
67082	A 1144	335,9	556,8	1,748	0,7294
67083	A 1145	61,7	469,3	0,581	0,7150
67084	A 1146	311,0	696,6	1,294	0,7248
67087	A 1147	117,8	276,0	0,012	0,7167

Fracciones inferiores a  $2 \mu$

(1) El error es del orden de  $2 \sigma$

ker o sea de los niveles correspondientes a la Formación Balcarce o Formación Las Águilas (Zalba, 1978). A excepción de la A1145 que acusa una edad de 372 m.a. y que posee alto porcentaje de pirofilita (50%), el resto de las muestras se ubican alrededor de los 600 m.a.



Tabla VII RESULTADOS K-Ar REGION OLAVARRIA (SIERRAS BAYAS).

Nº Muestra	Anal. mineralógico	Anal. Isótopico	Localidad	K <sub>2</sub> O (%)	<sup>40</sup> Ar rad. (nd)	<sup>40</sup> Ar rad. (10 <sup>-3</sup> mol/g)	Edad (1)
67042	A 1127		Cantera Aust	7.84	98.3	216.7	701 ± 16
67043	A 1128		II	7.39	98.4	197.0	680 ± 16
67044	A 1129		II	6.88	98.8	198.4	720 ± 16
67047	A 1132		II	6.16	98.4	179.7	727 ± 17
67056	A 1136		Cantera Cº Negro Sup.	5.79	98.0	176.6	760 ± 18
67058	A 1138		II	5.93	97.9	174.8	739 ± 17
67059	A 1139		Cantera Lata	6.77	99.4	186.1	698 ± 16
67061	A 1141		II	7.02	99.3	192.8	697 ± 16

(1) Error ± 2 σ

Constantes: Beckinsale y Gale (1969), K<sup>40</sup>K = 0.01167 %

TABLA VIII RESULTADOS K-Ar REGION OESTE DE BARKER

Nº MUESTRA		K <sub>2</sub> O %	<sup>40</sup> Ar rad. / <sup>40</sup> Ar tot. %	<sup>40</sup> Ar rad. (10 <sup>-6</sup> mol/g)	EDAD m.a. (1)
ANAL. MINERAL	ANAL. ISOTOPICO				
67078	A 1142	2.32	94.7	53.2	599 ± 16
67082	A 1144	8.07	99.0	197.3	632 ± 15
67083	A 1145	2.43	82.0	32.6	372 ± 12
67084	A 1146	8.71	99.4	197.0	592 ± 14
67087	A 1147	4.61	98.9	102.7	584 ± 14

(1) Error ± 2 σ

Constantes: Beckinsale y Gale (1969)

K<sup>40</sup>K = 0.01167 %

## Discusión

**Región Sierras Bayas:** En artículos preliminares (Bonhomme y Cingolani, 1978 a y b) hemos presentado la hipótesis de que las muestras de la Cantera Aust podrían estar repartidas según dos alineamientos. Uno comprendería las A1125, A1129, A1132 y A1134. La edad calculada sería así de  $797 \pm 18$  m.a. con  $0.707 \pm 0.005$  al origen. La otra utilizaba todos los otros puntos, incluso la A1128. La edad calculada era de  $756 \pm 22$  m.a. con  $0.7121 \pm 0.005$  como relación inicial. Actualmente con mayor número de datos e información de laboratorio, hemos decidido modificar la citada hipótesis, pues la incertidumbre sobre las ordenadas en el origen en realidad no permiten distinguir dos rectas y los errores sobre cada punto son tales, en particular sobre la abscisa, que todos los puntos, pueden ser ubicados a lo largo de una recta solamente, salvo el caso de la muestra A1128 ya mencionado. Además ningún criterio permite distinguir dos grupos de muestras para esta región, atribuibles a uno u otro alineamiento. Finalmente, a excepción de la muestra A1128, que registra la edad más joven,  $680 \pm 16$  m.a., véase Tabla VII, la continuidad de evolución de los tenores en Rb y Sr a lo largo del perfil vertical recolectado en la Cantera Aust, es un argumento en favor de la cogeneticidad del conjunto, constituido por las muestras analizadas. En estas condiciones la edad medida de  $769 \pm 12$  m.a., indica que los sedimentos de la Cantera Aust pertenecen al Precámbrico superior o Rifeano superior (Keller, *et al.*, 1975 y tal como lo sugieren Marchese y Di Paola, 1975). La mineralogía de las fracciones finas muestra la presencia de interstratificados con estructuras foliares de tipo smectita, y de illita donde el índice de

cristalinidad es típicamente sedimentario. Un índice tal excluye que las illitas sean pequeñas micas provenientes de un zócalo granítico o metamórfico, sea por arrastre mecánico o herencia, o sea por transformación en el lugar. Por consecuencia la edad calculada no puede ser más antigua que la edad del depósito por herencia y por lo tanto igual a la edad de las regiones fuentes (Clauer, 1976) y no puede ser tampoco atribuido a un metamorfismo posterior a la edad del depósito. La edad obtenida deberá en consecuencia corresponder, sea a la de la sedimentación o diagénesis precoz, o a la de una diagénesis tardía. La mineralogía de las fracciones finas y la evolución progresiva del tenor en Sr, sugieren además que el sistema fechado es de tipo diagenético. Se agrega a esto que la ordenada al origen  $0.7121 \pm 0.0005$  no es compatible con los valores encontrados de la relación Sr87/Sr86 en el agua de mar del Proterozoico superior, cuyos valores van entre 0.707 y 0.709 (Veizer y Compston, 1973 y 1974; Clauer, *op. cit.*). Además el valor encontrado aquí está determinado por la roca total carbonatada, lo que significa que el Sr en equilibrio isotópico con aquel contenido en el agua de mar, entrado en el carbonato en el momento del depósito, ha podido después ser enriquecido en Sr 87 radigénico. Una tal redistribución isotópica ha sido ya observada por Clauer (*op. cit.*) y designada con el nombre de *diagénesis tardía*. Este concepto se refiere solamente a una noción de tiempo, por oposición a la expresión anglo-sajona "late diagenesis" que engloba sin distinción, a la vez la noción de tiempo y de intensidad.

El valor de  $769 \pm 12$  m.a., representaría entonces la edad del final de la diagénesis tardía. La edad real de la sedimentación sería por lo tanto más elevada. De todas

maneras la diferencia entre la relación Sr87/Sr86 inicial observada en Aust y el valor contemporáneo en el agua de mar, es relativamente bajo. Por otro lado el tenor en Sr en las arcillas, es del orden de 40 ppm y el de las rocas carbonatadas de alrededor de 300 ppm. En estas condiciones un enriquecimiento de la relación Sr87/Sr86 igual a 0.004 debe corresponder a un corto intervalo de tiempo entre el depósito y la diagénesis tardía, en la hipótesis de que el sistema haya permanecido cerrado. En el caso contrario, habría perdido una parte del Sr radigénico formado entre la diagénesis precoz y la tardía y en consecuencia como fuera dicho, la edad del depósito podría ser relativamente más antigua.

Con respecto a los resultados obtenidos en las Canteras Cerro Negro y Losa, el valor de la edad y el de la relación inicial son algo diferentes de aquellos obtenidos en la Cantera Aust. La edad particularmente es algo más joven, y la ordenada al origen es elevada para un sedimento del Proterozoico superior.

Según que la correlación, entre la relación Rb/Sr y la relación Sr87/Sr86, al momento del depósito sea negativa, positiva o nula (Dasch, 1969; Biscaye y Dasch, 1971), pueden darse dos casos de interpretación posibles. Si la pendiente de la recta en este tipo de diagrama al momento del depósito no es nula, el valor calculado para la edad no tiene ninguna significación. En el caso de que la pendiente sea nula, la edad calculada representa realmente la edad de la sedimentación, como lo han sugerido con la metodología de rocas totales, Cordani *et al.* (*op. cit.*). El valor de la relación inicial Sr87/Sr86 puede tomar entonces cualquier cifra. Los cálculos del enriquecimiento medio en Sr87 de las muestras de Losa y Cerro Negro hacen ver que la composición isotópica inicial de 0.717 datada de 723 m.a. debería ser igual a 0.712 pero 46 m.a. antes. Estas son precisamente las condiciones observadas en Aust con una edad de 769 m.a.

Los resultados K-Ar agrupados más o menos bien, alrededor de 720 m.a. (ver Tabla VII) confirmarían esta interpretación. Recientemente, Bonhomme (1980) ha demostrado la sensibilidad justamente de los datos K-Ar a las diagénesis tardías.

**Región de Barker:** Los resultados mineralógicos de las arcillas para esta región, suministran argumentos en favor de dos hipótesis. El bajo índice de cristalinidad de la illita y la presencia de pirofilita (en el

O de Barker), podrían indicar que la región ha tenido un metamorfismo ligero. Por otro lado, la presencia de clorita y de caolinita

Ioo2  
juntas y las relaciones — típicos de mi-  
Ioo1

cas aluminosas, sugieren más un origen detrítico. La repartición de puntos en el diagrama (Sr87/Sr86 vs. Rb87/Sr86) para muestras de la Formación Las Aguilas (o Balcarce) que son las únicas analizadas para esta zona, es disperso (véase Tabla VI y Fig. 5). Un esquema así, ha sido obtenido por Clauer (*op. cit.*) en una serie arenosa, por lo tanto típicamente detrítica. Este autor ha interpretado la dispersión por la variabilidad mineralógica y por consecuencia isotópica del material. A la inversa, los estudios realizados hasta el momento sobre series ligeramente metamórficas (Bonhomme y Prevôt, 1968; Clauer y Bonhomme, 1970; Clauer, 1976; Bonhomme, 1976; Thomaz y Bonhomme, 1979, entre otros) muestran que los puntos Rb/Sr toman valores elevados. Nada de todo ello puede observarse en Barker, al menos en la secuencia superior hasta ahora estudiada. Además los tenores en Sr son altos, entre 300 y 700 ppm y distintos a los de la zona de Sierras Bayas. Generalmente las recristalizaciones metamórficas se acompañan de una redistribución de elementos trazas de las fracciones finas, con disminución pronunciada del tenor en Sr.

Por otra parte, los resultados K-Ar (véase Tabla VIII) de las rocas aflorantes en las canteras del O de Barker, o sea de la parte alta de la columna estratigráfica local, indican edades del orden de los 600 m.a. Este valor corresponde en tiempo a la fase tectonometamórfica principal de la orogénesis brasiliana.

En consecuencia, sería este un argumento más en favor del origen detrítico (herencia) del material arcilloso contenido en la Formación Balcarce, o Las Aguilas, coincidente con lo ya expresado por Zalba (*op. cit.*). La edad de esta formación debe situarse entre el evento termo-tectónico principal de la orogénesis brasiliana que aporta el material detrítico datado de 600 m.a., aproximadamente y la edad de la intrusión de los diques basálticos fechados en 450-490 m.a. La Formación Balcarce, tendría entonces una ubicación cronológica entre el Cámbrico y el Ordovícico inferior tal como en su momento lo postularan Rapela *et al.* (1974) y Dalla Salda (1979). De acuerdo

a todo ello la secuencia estratigráfica de Tandilia, adquiriría relevancia para el estudio del límite Precámbrico-Cámbrico, tal como se encuentra en Australia, China, Rusia, India, Sudáfrica.

Teniendo a la vista los argumentos estratigráficos de Amos *et al.* (*op. cit.*) y los trabajos de Dalla Salda e Iñiguez (*op. cit.*) y Zalba (*op. cit.*) de la presencia de dos unidades en los sectores comprendidos por la Sierra de la Juanita y la Sierra de Las Aguilas (véase gráfico al final del texto), y observados los resultados mineralógicos e isotópicos en forma separada: por un lado las canteras del O de Barker, a lo que puede agregarse Constante 10, y por otra parte los de Loma Negra (Villa Cacique, Barker), se puede decir que los minerales de las arcillas presentes en ésta última, tienen una composición y porcentaje de illita y algo de clorita, semejante a los que se presentan en la parte superior de las Canteras Aust y Cerro Negro de la región de Olavarría-Sierras Bayas. En ambos sectores tenemos ausencia de caolinita y pirofilita, que es al parecer casi exclusiva de las secuencias superiores (Formación Balcarce) del O de Barker y San Manuel, que tienen además, como fuera expresado, un comportamiento isotópico diferente.

**Balcarce-Mar del Plata:** En esta región, que solo se presenta la Formación Balcarce, apoyada en parte sobre rocas ígneo-metamórficas del basamento cristalino o sobre la Formación o Metapelitas Punta Mogotes, ha sido por el momento descartada de estudios isotópicos en fracciones finas, como el presente, por su carácter detrítico; pero es criterio de los autores efectuar aquí dataciones en próximas investigaciones isotópicas, en sistemas de roca total y otros, según las potencialidades del método Rb-Sr establecidas por Cordani *et al.* (*op. cit.*)

**La edad del basamento de La Tinta:** Nos queda finalmente por considerar la edad del basamento cristalino o Complejo Buenos Aires (Marchese y Di Paola, 1975 a y b) que es la base de las secuencias estudiadas. Efectuada una revisión crítica de los trabajos con datos geocronológicos de éste (Hart *et al.*, 1966; Cazeneuve, 1967; Linares y Latorre, 1969; Stipanovic y Linares, 1969; Halpern y Linares, 1972; Halpern *et al.*, 1970; Teruggi *et al.*, 1973 y 1974; Dalla Salda, 1975; Teruggi y Kilmurray, 1975; Cortelezzi y Rabassa (1976); Linares, 1977) puede observarse que se presentan con am-

plio predominio edades que van entre 2200 y 1400 m.a., correspondientes al Ciclo Transamazónico, otras varían entre 1000 y 800 m.a.; en todos los casos han sido utilizados los métodos K-Ar y Rb-Sr. Edades más jóvenes solo se poseen 4, realizadas por K-Ar, dos de ellas correspondientes a rocas deformadas (410 m.a., Cerro Independencia y 795 m.a., Cerro San Luis) y otras dos sobre faldespato potásico (650 m.a., Tandil) y plagioclasa (790 m.a., Cerro Centinela), que suministran solo valores mínimos aparentes, por la cataclasis sufrida en los primeros y por el tipo de mineral datado en las dos últimas. Resulta significativo por otra parte, que según los datos de Hart *et al.* (*op. cit.*) y Cazeneuve (*op. cit.*) para Tandil y Balcarce, las biotitas datadas por Rb-Sr, arrojan edades antiguas de 1800 a 2000 m.a., que son minerales que pierden fácilmente su Sr radigénico ante cualquier evento termo-tectónico. Por otro lado las rocas del ciclo intrusivo básico del basamento, acaecido a la finalización de uno de los principales eventos ígneo-metamórficos de la zona de Tandil (Teruggi, *et al.*, 1974) acusan también edades K-Ar cercanas a 1750 m.a. Por lo expresado, los valores radimétricos indican que la edad del basamento en cuestión, estaría comprendida entre los 2200 y 800 m.a.

De la *Formación Metapelitas Punta Mogotes*, que constituye localmente la base de la Formación Balcarce (perforación DNGM N° 1), en el litoral atlántico, los autores poseen ya edades por el método K-Ar que permiten asignarle, en forma preliminar, una edad de alrededor de 600 m.a., para el metamorfismo de bajo rango que estas rocas han sufrido. Es probable así que sea la fuente de las arcillas detríticas (sin homogeneización isotópica) que acusan esos valores de edad en los niveles equivalentes a la Formación Balcarce de la zona de Barker. Las edades obtenidas para la Formación Punta Mogotes, vincularían a esta unidad con el cinturón orogénico del Ciclo Brasileño, denominado Ribeira, que recorre de NE a SW el extremo sudeste de Brasil y Uruguay (en parte "Serie Lavalleja") tal como lo expresaran Marchese y Di Paola (1975) y Dalla Salda (1979).

## Conclusiones

- a. Según los estudios isotópicos realizados hasta el momento, la edad de la secuencia de La Tinta, parte inferior,







## Lista de trabajos citados en el texto

- Aguirre, E., 1879. *La geología de la Sierra Baya*. An. Bol. Soc. Cient. Arg., 7: 34-35, Buenos Aires.
- 1882. *Constitución geológica de la Provincia de Buenos Aires*. En Censo Gen. Prov. Bs. Aires, 1881, 3: 22-39, Buenos Aires.
- Alfaro, M. B., 1979. *Estudio geológico de la zona comprendida por las Hojas Almacén La Numancia, Licenciado Matienzo y Estancia San Antonio, en las Sierras Septentrionales de Buenos Aires*. Beca Perfec., Com. Inv. Cient. Prov. Buenos Aires. Informe inédito.
- Almeida, F. F. M. de, G. Amaral, U. Cordani y K. Kawashita, 1972. *The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of the Amazon River*. In Ocean Basins and Margins. Vol. 1. The South Atlantic. Edit. Nairn, A. y Stehli, F., Plenum Pub. Co. New York, 441-446.
- Amos, A. J., 1974. *Los estromatolitos del Precámbrico sedimentario de la Formación La Tinta, Provincia de Buenos Aires*. LEMIT, Serie II, 269: 152-155.
- Amos, A. J., B. J. Quartino y R. A. Zardini, 1972. El "Grupo de La Tinta" (Provincia de Buenos Aires). *Paleozoico o Precámbrico?* XXV Congr. Bras. Geol. São Paulo, 211-221.
- Antonioli, J. A., 1969. *Formación La Tinta (Ordovícico-Provincia de Buenos Aires)*. Notas Com. Inv. Cient. Prov. Bs. Aires, 6 (5).
- Beckinsale, R. D. y N. H. Gale, 1969. *A reappraisal of the decay constants and branching ratio of K<sup>40</sup>*. Earth Plan. Sc. Lett., 6: 249-289.
- Biscaye, P. E. y E. J. Dasch, 1971. *The rubidium, strontium, strontium isotope system in deep-sea sediments: Argentine Basin*. Jour. Geophys. Res., 76 (21), 5087-5096.
- Bofinger, V. M., 1968. Tesis, Cumberra, Australia, 153 p. (Inédito).
- Bonhomme, M., 1976. *Mineralogie des fractions fines et datations Rubidium-Strontium dans le Groupe Bambui, M. G. Brésil*. Rev. Bras. Geociencias, Vol. 6, p. 211.
- 1978. *Numerical correlation of Middle and Upper Precambrian Sediments*. Contr. Geologic Time Scale. Am. Assoc. Petrol. Geol. Studies in Geology, nº 6, p. 363.
- 1980. *Using sedimentary mineral for datation of the sedimentation. Principles, methodology, limits*. In Geochronological Correlation of Precambrian in stable zones. IGCP Project 99. Earth Sc. Reviews (en prensa).
- Bonhomme, M., J. Lucas y G. Millot, 1966. *Signification des déterminations isotopiques dans la geochronologie des sediments*. Actas Coll. Int. CNRS, Sciences de la Terre, X, Nancy 3-4, 1965, p. 539-565.
- Bonhomme, M. y L. Prevôt, 1968. *Application de la méthode rubidium-strontium a l'étude de l'âge radiométrique de quelques dépôts devono-dinantiens du Massif de la Bruche (Vosges du Nord)*. Bull. Serv. Carte Geol. Als. Lorr., Strasbourg, 21: 219-248.
- Bonhomme, M. y N. Clauer, 1972. *Possibilités d'utilisation stratigraphique des datations directes Rb-Sr sur le minéraux et les roches sedimentaires*. Mem. Bur. Rech. Geol. et Min. (France), 77: 943-950.
- Bonhomme, M., R. Thuizat, Y. Pinault, N. Clauer, A. Weardling y R. Winckler, R., 1975. *Méthode de datation potassium-argon. Appareillage et technique*. Notes techniques de l'Institut de Géologie. Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 53 p.
- Bonhomme, M. y C. A. Cingolani, 1978 a. *First isotopic dating of Upper Precambrian sediments in the Province of Buenos Aires, Argentina*. Fourth Int. Conf. Geochr., Cosmochr. and Isot. Geology. Short Papers, Geol. Survey, Openfile Report 78-701, 45-46, USA.
- Bonhomme, M. y C. Cingolani, 1978 b. *Geocronología Rb-Sr en rocas sedimentarias: su aplicación en la "Formación La Tinta"*. VII Congr. Geol. Arg. Resúmenes, pág. 37, Neuquén, 1978.
- Borrello, A. V., 1962. *Formación Punta Mogotes (Eopaleozoico-Provincia de Buenos Aires)* Notas Com. Inv. Cient. Prov. Bs. Aires, 1 (1): La Plata.
- 1963. *Caracteres bioestratigráficos de la Formación La Tinta, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires*. Act. II Jorn. Geol. Arg., 3: 47-61.
- 1966. *Trazas, restos tubiformes y cuerpos fósiles problemáticos de la Formación La Tinta. Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires*. Paleontografía Bonaerense, Fasc. 5, Com. Invest. Cient. Prov. Bs. Aires, La Plata.
- Caillere, S. et M. Iñiguez Rodríguez, 1967. *Étude mineralogique de "La Tinta" formation argilleuse de la Province de Buenos Aires, République Argentine*. Bull. Soc. Fr. Min. Cristall. 90: 246-251, Paris.
- Cazeneuve, H., 1967. *Edades isotópicas del basamento de la Provincia de Buenos Aires*. Ameghiniana, V. 1, 3-10, Buenos Aires.
- Cingolani, C. A., 1973. *Geocronología Rb-Sr (método de las isocronas) y su moderna aplicación a las rocas sedimentarias y metamórficas de bajo rango*. Contribución INGEIS, Nº 10, pp. 1-19. Inf. Inédito. Buenos Aires.
- Clauer, N., 1973. *Utilization de la méthode Rb-Sr pour la datation de niveaux sédimentaires du Précambrien supérieur l'Adrar mauritanien (Sahara occidental) et la mise en évidence de transformation précoces des minéraux argileux*. Geochim. Cosmochim. Acta, 37: 2243-2255.

- 1976. *Géochimie isotopique du strontium des milieux sédimentaires. Application a la géochronologie de la couverture du craton Ouest-Africain*. Mém. Sci. Géol. Strasbourg, N° 5, 256 p.
- Clauer, N. et M. Bonhomme, 1970. *Datations rubidium-strontium dans les schistes de Steige et la Serie de Villé (Vosges)*. Bull. Serv. Carte Geol. Als. Lorr., Strasbourg, 23: 191-208.
- Clauer, N. y A. Kröner, 1979. *Strontium and argon isotopic homogenization of pelitic sediments during low-grade regional metamorphism: the Pan-African Upper Damara sequence of northern Namibia (South West Africa)*. Earth Plan. Sc. Let. 43 (1979), 117-131.
- Codignotto, J. O., 1969. *Geología del sector ubicado a 2 Km al SO de Cerro Redondo, Olavarría, Prov. Bs. Aires*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIV (2).
- Cordani, U. G., K. Kawashita y A. Thomaz, 1976. *Applicability of the Rubidium-Strontium method to shales and related rocks*. Geological Time Scale Symposium 106.6, 25 th. Int. Geol. Cong. Sydney, Australia. Am. Assoc. Petrol. Geol., Studies in Geology, N° 6, pp. 93-117.
- Cortezzi, C. y R. Pavlicevic, 1979. *La edad Paleozoica de la Formación La Tinta, en base a determinaciones con skolita, glauconita pobre en hierro de Olavarría, Prov. de Bs. Aires, Argentina*, VII Congr. Geol. Argentino, t. I, 517-523.
- Cortezzi, C. y J. Rabassa, 1976. *Contribución al conocimiento de la geología del área del Cerro Tandileofu, Tandil, Provincia de Buenos Aires*. VI Congr. Geol. Arg., t. 1, 475-480, Bahía Blanca.
- Cortezzi, C., R. Iasi y R. E. Pavlicevic, 1977. *Descripción de skolita, glauconita pobre en hierro de Olavarría, Provincia de Bs. Aires, Argentina*. Obra Centenario Museo La Plata, T. IV, p. 240-245.
- Cuerda, A. J., 1972. *Estudio biofacial comparado entre las faunas eopaleozoicas bonaerenses y del oeste argentino*. An. Soc. Cient. Arg., CXCIV, entrega III-IV.
- Cuomo, J., E. Baldi y N. Rossi, 1975. *La edad Precámbrica de la Serie de La Tinta, Olavarría, Prov. de Bs. Aires, Rep. Argentina*. VI Congr. Geol. Arg., Resúmenes, Bahía Blanca, p. 16.
- Dalla Salda, L. H., 1975. *Geología y petrología del basamento cristalino en el área del Cerro El Cristo e Isla Martín García, Prov. de Buenos Aires, Argentina*. Tesis Fac. Cs. Nat. y Museo, La Plata, 1975, N° 337. (Inédito).
- 1979 a. *Nama and La Tinta groups a common Southern Africa Argentine Basin?* Chamber of Mines, 16 th. An. Rep. (1978), Univ. Cape Town, South Africa.
- 1979 b. *Some relationships between the cratonic areas of the Rio de La Plata, South America and the western Kalahari, Africa*. Prec. Res. Unit. Univ. of Cape Town (en prensa).
- Dalla Salda, L., M. Guichon y C. Rapela, 1972. *Hallazgo de una brecha de talud en el techo de las calizas de Barker, Provincia de Buenos Aires, República Argentina*. Rev. Asoc. Arg. Min. Petr. y Sed., III, 1 (Buenos Aires), 133-134.
- Dalla Salda, L. H. y M. Iñiguez Rodríguez, 1979. *"La Tinta", Precámbrico y Paleozoico de Buenos Aires*. VII Congr. Geol. Arg., I, 539-550, Neuquén.
- Dasch, E. J., 1969. *Strontium isotopes in weathering profiles, deep-sea sediments, and sedimentary rocks*. Geochim. et Cosmoch. Acta, 33: 1521-1552.
- Di Paola, E. y H. Marchese, 1974. *Relación entre la tectosedimentación, litología y mineralogía de arcillas del Complejo Buenos Aires y la Formación La Tinta*. Rev. Asoc. Arg. Min. Petr. y Sed., V, 3-4, Buenos Aires.
- Dunoyer de Segonzac, G., 1969. *Les minéraux argileux dans la diagénese. Passage au métamorphisme*. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., 29: 1-339.
- Esquevin, J., 1969. *Influence de la composition chimique des illites sur leur cristallinité*. Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A., 3: 147-154.
- Fairchild, T. R., 1978. *Vestiges of late Precambrian (or younger) microfossils in chert of the La Tinta Formation, north-east Argentina*. Bol. IG, Inst. Geociencias USP, V. 9: 57-152, São Paulo, Brasil.
- González Bonorino, F., 1954. *Geología de las Sierras Bayas. Partido de Olavarría, Provincia de Bs. Aires*. M.O.P., LEMIT, Serie II, 55 (La Plata), 5-37.
- González Bonorino, F., R. Zardini, M. Figueroa y T. Limousin, 1956. *Estudio geológico de las Sierras de Olavarría y Azul (Prov. Buenos Aires)*. M.O.P., LEMIT, Serie II, N° 63.
- Halpern, M. y E. Linares, 1970. *Edad Rubidio-Estroncio de las rocas graníticas del basamento cristalino del área de Olavarría, Prov. de Buenos Aires*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXV, 3, 303-306, Buenos Aires.
- Halpern, M., M. Umpierre y E. Linares, 1970. *Radiometric ages of crystalline rocks from South America as related to Gondwana and Andean Geologic Provinces*. Actas Conf. Problemas Tierra Sólida, II, 345-356 (1972), Buenos Aires.
- Hart, S. R., T. E. Krogh, G. L. Davis, L. T. Aldrich y F. Munizaga, 1966. *A geochronological approach to the Continental Drift Hypothesis*. Year Book 65, 1965-1966, Carnegie Institution of Washington.
- Harrington, H. J., 1940. *La edad de la dolomita de Olavarría y la estructura de corrimiento de las Sierras Bayas*. Rev. Mus. La Plata (N.S.) I, Secc. Geol., p. 233-258.
- Hauthal, R., 1896. *Contribución al Estudio de la Geología de la Prov. de Bs. Aires I. Las Sierras entre Cabo Corrientes e Hinojo*. Rev. Mus. La Plata, t. VII, p. 477-489, La Plata.

- Heusser, J. Ch. y G. Claraz, 1863. *Beiträge zur geognostischen und physikalischen Kenntniss der Provinz Buenos Aires*. Neue Denkschr. allgem. Schweizges. f. d. gesamt. Naturw. t, XXI, 2
- Holmberg, E., 1972. *Tandilia*. En Geol. Reg. Arg. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, p. 365-393. lám., Zürich.
- Íñiguez Rodríguez, M., 1965. *Mineralogía de algunos yacimientos de arcillas de la Prov. de Buenos Aires*. Tesis Museo de La Plata, N° 268. (Inédito).
- 1970. *Composición mineralógica de las arcillas de la Serie de La Tinta, Prov. de Buenos Aires*. M.O.P., LEMIT, Serie II, 156, 75-83, La Plata.
- Íñiguez Rodríguez, M. y P. Zalba, 1974 a. *Geología de yacimientos de arcillas refractarias de la Prov. de Buenos Aires, República Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXIX, 3: 304-310, Buenos Aires.
- 1974 b. *Nuevo nivel de arcillas en la zona de Cerro Negro, Partido de Olacarría, Prov. de Bs. Aires*. M.O.P., LEMIT, Serie II, 264, 95-100, La Plata.
- Keller, B. M., V. G. Korolev, M. A. Semikhatov y N. Chumakov, 1975. *The Riphean of the USSR and the problems of the general Time-Stratigraphic Scale of the Upper Precambrian*. Symp. Correlation of the Precambrian (Moscow). Int. Geol. Corr. Prog. Abst. Papers, p. 63-66, Moscú.
- Kubler, B., 1966. *La cristallinité de l'illite et les zones tout-a-fait supérieures du métamorphisme*. In "Colloque sur les étages tectoniques". Nêuchatel, p. 105-122.
- 1967. *Anchimetamorphisme et Schistosité*. Bull. Cent. Rech. PAU. SNPA, 1 (1967), 259.
- Linares, E., 1977. *Catálogo de edades radiométricas determinadas para la República Argentina*. Public. espec. Asoc. Geol. Arg., Serie didáct. y compl., 4, Buenos Aires.
- Linares, E., y C. O. Latorre, 1969. *Datación por el método potasio argón de algunas rocas ígneas argentinas*. C.N.E.A. (Inédito).
- Lucas, J., 1962. *La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias*. Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., 23, 202 p., Strasbourg.
- Maisterrena, E., 1979. *Sobre la interpretación de la estructura de la cantera "El Infierno", en las cercanías de Barker, Provincia de Buenos Aires y su consecuencia en la interpretación estratigráfica y en el aprovechamiento de recursos minerales*. VII Congr. Geol. Arg., t. I, 157-169.
- Marchese, H. y E. Di Paola, 1975 a. *Miogeosinclinal Tandil*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXX, 2, 161-179, Buenos Aires.
- 1975 b. *Reinterpretación estratigráfica de la Perforación Punta Mogotes N° 1, Provincia de Bs. Aires*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXX, 1: 17-44.
- Millot, G., 1964. *Géologie des argiles*. Masson éd., París, 499 p.
- Mise Au Point Collective, 1975. *Technique de préparation des minéraux argileux en vue de l'analyse par diffraction des rayons X*. Notes techn. Inst. Géol., 1, 27 p., Strasbourg, France.
- Montero, C., 1951. *Estudio geológico de la zona de Barker (Partido de Juárez), Provincia de Buenos Aires*. Tesis Museo La Plata. (Inédito).
- Nágera, J. J., 1919. *La Sierra Baya (Prov. de Buenos Aires). Estudio geológico económico*. Anal. Minist. Agric. Sec. Geología, Miner. y Min., t. XIV, N° 1, Buenos Aires.
- 1932. *Primera carta geológica general de Tandilia, Escala 1:500.000*. Cromo-litografía Colombatti y Cía., Buenos Aires.
- 1933. *Extremidad mediterránea de Tandilia. Resumen de su composición geológica*. Humanidades, t. XXIII, 203-212.
- 1940. *Tandilia*. Publ. Humanidades, Fac. Hum. y Cienc. Ed. Univ. Nac. La Plata, t. XXIV, p. 1-272, T. 1 de Hist. Fís. de la Prov. de Buenos Aires, La Plata.
- Odin, G. S., 1975. *Les glauconies. Constitution, formation, age*. These doct. en Sci. Univ., París, VI, 250 p.
- Odin, G., M. Bonhomme, H. Bellon, J. Hunziker et R. Letolle, 1976. *Comparaison interlaboratoire de l'analyse isotopique de glauconies (méthode Potassium-Argon)*. Sci. Geol. Bull., 29, 1, 65-78, Strasbourg, 1976.
- Passotti, P., 1958. *Rasgos tectónicos de las sierras de Tandil, Buenos Aires*. Inst. Fís. Geogr., Univ. Nac. Litoral, Rosario, 63, XLIII.
- Quartino, B. y J. Villar Fabré, 1967. *Geología y petrología del basamento de Tandil y Barker, Provincia de Buenos Aires, a la luz del estudio de localidades críticas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIX, 3: 319-331, Buenos Aires.
- Rapela, C., L. Dalla Salda y C. Cingolani, 1974. *Un intrusivo básico ordovícico en la Formación La Tinta. (Sierra de los Barrientos, Provincia de Buenos Aires)*. Rev. Asoc. Geol., XXIX, 3: 319-331, Buenos Aires.
- Regalia, G., 1979. *Estudio geológico de las rocas sedimentarias de la zona de San Manuel, Partido de Lobería, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires*. Beca de Estudio, Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As., Inf. Inédito.
- Rolleri, E. O., 1975. *Provincias geológicas bonaerenses*. VI Congr. Geol. Arg. Relatorio, Bahía Blanca, 29-55.

- Rusthaller, R. E. y J. M. Butschkowky, 1977. *Arcilla caolinítica de "Los Pinos", Provincia de Bs. Aires*. Museo Arg. Cienc. Nat. "B. Rivadavia", VIII, Nº 1-4, Buenos Aires.
- Schauer, C. y J. Venier, 1967. *Observaciones geológicas en la zona de Barker, Sierra de La Tinta, Prov. Buenos Aires*. Notas Com. Invest. Cient. Prov. Bs. As., V, Nº 6, La Plata.
- Steiger, R. H. y E. Jäger, 1977. *Subcommission on Geochronology: Convention on the use of decay constants in geochronology and cosmochronology*. In Contributions to the Geologic Time Scale. Amm. Assoc. Petrol. Geol. Studies in Geology Nº 6: 67-71.
- Stipanovic, P. y E. Linares, 1969. *Edades radimétricas determinadas para la República Argentina y su significado geológico*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Rep. Arg., XLVII, 1ª ent., 51-96, Córdoba.
- 1975. *Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. I. Años 1960-1974*. Publ. Esp. Asoc. Geol. Arg., Serie "B", Nº 3, Buenos Aires.
- Tapia, A., 1937. *Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas*. Bol. Nº 43, Dir. Geol. Min. Agric. Bs. Aires.
- Terraza, J. C., A. Deguillen, E. A. Farinati, 1978. *Hallazgo de un ostrácodo en la Provincia de Buenos Aires. Formación La Tinta, Sierras Septentrionales*. Reunión Nac. Paleozoico de Argentina, Supl. Acta Geol. Lilloana, T. 14, 69-72, Tucumán.
- Teruggi, M. E., 1964. *Paleocorrientes y Paleogeografía de las ortocuarcitas de la Serie de La Tinta (Prov. de Bs. As.)*. An. Com. Inv. Cient. Prov. de Bs. As., Vol. V, p. 27, La Plata.
- Teruggi, M. E., V. Mauriño, T. Limousin y O. Schauer, 1958. *Geología de las Sierras de Tandil*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIII, Nº 3: 185-204.
- Teruggi, M. E., V. Mauriño y T. Limousin, 1962. *Geología de la porción oriental de las Sierras de Tandil*. An. Iras. Jorn. Geol. Arg., II: 359-372.
- Teruggi, M. E., J. O. Kilmurray y L. H. Dalla Salda, 1973. *Los dominios tectónicos de la región de Tandil*. An. Soc. Cient. Arg., t. CXCIV: 81-94.
- Teruggi, M. E., J. O. Kilmurray, C. W. Rapela y L. H. Dalla Salda, 1974. *Diques básicos de las Sierras de Tandil*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIX, 1: 41-60.
- Teruggi, M. E., J. O. Kilmurray y L. H. Dalla Salda, 1974. *Los dominios tectónicos de la región de Balcarce*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIX, 3: 265-276, Buenos Aires.
- Teruggi, M. E. y J. O. Kilmurray, 1975. *Tandilia*. VI Congr. Geol. Arg., Relatorio, Bahía Blanca, 55-77.
- Thomaz, A. et M. Bonhomme, 1979. *Datation Rb-Sr para datação de rochas sedimentares argilosas*. PhD. Thesis Instituto de Geociencias, Universidade de São Paulo, Brasil, 128 p. (Inédito).
- Thomaz, A. y M. Bonhomme, 1979. *Datation Rb-Sr d'un niveau d'argilite du Groupe Una, Formation Salitre, dans la Chapada Diamantina, Etat de Bahia, Brésil*. Simp. Cratao Sao Francisco e regioes visinhas, Nov., 1979, Salvador.
- Valencio, D. A., A. M. Sinito y J. F. Vilas, 1980. *Paleomagnetism of Upper Precambrian rocks of the La Tinta Formation, Argentina*. Geophys. J. R. Astr. Soc. (1980), 62.
- Valentin, J., 1895. *Rápido estudio sobre las Sierras de Olavarría y del Azul*. Rev. Mus. La Plata, t. VI, 1-24, La Plata.
- Veizer, J. y W. Compston, 1973. *Sr87/Sr86 evolution of sea water in Geologic history*. Fortschr d. Miner., 50, p. 137.
- 1974. *Sr87/Sr86 composition of sea water during the Phanerozoic*. Geochim. Cosmochim. Acta, 38, 1461-1484.
- Williamson, J. H., 1968. *Least-squares fitting of a straight line*. Canad. J. Phys., 46, 1845-1847.
- Zalba, P. E., 1978. *Estudio geológico mineralógico de los yacimientos de arcillas de la zona de Barker, Partido de Juárez, Prov. Buenos Aires y su importancia económica*. Tesis Museo de La Plata, Nº 362. (Inédito).
- 1979. *Sobre la presencia de diasporo y halloysita en las arcilitas de la zona de Barker, Prov. Buenos Aires*. VII Congr. Geol. Arg., T. II, 337-349.

Recibido: 2 de octubre, 1980

MICHEL G. BONHOMME

Centro de Sedimentología y Geoquímica  
de Superficie  
CNRS, Univ. Louis Pasteur  
67084, Strasbourg. CEDEX  
Francia

CARLOS A. CINGOLANI

División Geología - CONICET  
Museo de La Plata  
Paseo del Bosque  
1900 - LA PLATA



## PRESENCIA DE *TETRAGRAPTUS* (GRAPTOLITHINA) EN EL ORDOVICICO DE JUJUY

Implicancia cronológicas y paleobiogeográficas.

FLORENCIO G. ACEÑOLAZA

### Resumen

En el presente trabajo se menciona, la presencia de *Tetragraptus fruticosus* (3 y 4 estipas) por primera vez para Argentina y Sud América. Esta especie se encontró en los afloramientos de la Formación Acoite en la Cuesta Toquero, provincia de Jujuy, Argentina. Se señalan aspectos de su morfología y se discuten las implicancias paleogeográficas y cronológicas del hallazgo.

### Abstract

The first occurrence of *Tetragraptus fruticosus* (3 and 4 st) for Argentina and South America is reported. The graptolite was found in shales of the Acoite Formation (Arenigian) in outcrops of the Cuesta Toquero, province of Jujuy, Argentina. Morphological features, paleogeographical relations and chronological implications are discussed.

### Introducción

Mediante la presente contribución damos a conocer la presencia de *Tetragraptus fruticosus* (Hall) en afloramientos del Arenigiano de la provincia de Jujuy, ubicados en la región limítrofe con la República de Bolivia.

El presente hallazgo tanto tiene importancia para la cronología de nuestras secuencias graptolíticas como para las interpretaciones paleobiogeográficas que, para ese tiempo involucran a nuestro país y al área andina sudamericana.

Es necesario destacar que si bien *T. fruticosus*, en sus formas de 3 y 4 estipas, fue una especie que originalmente se describió en el geosinclinal appalachiano (Hall 1858), muy pronto se le reconoció importancia como una de las formas diagnósticas de las cuencas arenigianas de Australia (Theridge, 1874) y Nueva Zelandia (Cooper, 1979). Esta circunstancia sirvió para que dicha especie pase a ser considerada como un importante elemento biocronológico de la llamada "Asociación pacífica", de las faunas graptolíticas.

Hemos de señalar que este hallazgo se realizó en el marco de las tareas de investigación que se ejecutan con el apoyo del Consejo de Investigaciones de la UNT (Programa N° 33), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Proyecto 44 del PICG) y de la Fundación Miguel

Lillo. Dejamos constancia que el material que originalmente lograremos en nuestros viajes de campaña fue posteriormente enriquecido con una colección que obtuvo el Lic. Adolfo Sandruss de la Dirección de Minas de Jujuy, colega a quién de esta manera le hago presente mi reconocimiento.

### Ubicación de los afloramientos y caracteres geológicos

#### Antecedentes

Los afloramientos donde se obtuvo el material que se describe, se localizaron en el extremo norte del cordón de Escaya, sobre la ruta que une Tafna con Cieneguillas, en la zona limítrofe entre nuestro país y Bolivia.

La primera descripción geológica de cierto detalle sobre esta región fue ejecutado por Loss (1948-1949) quién no solo señaló los más notorios caracteres litológicos de la secuencia aflorante sino que también descubrió y describió una fauna graptolítica que le permitió asignar a los afloramientos una edad arenigiana. Con posterioridad Harrington (en Harrington y Leanza, 1957) describió la secuencia ordovícica de La Quiaca y regiones aledañas, pero fue Turner (1965) quién ubicó a estos afloramientos en un



marco regional identificando al conjunto con la Formación Acoite. Tanto estos dos autores, como también Bellmann y Chomnals (1960) que estudiaron un sector colindante, han destacado la presencia de faunas graptolíticas en los afloramientos en todo el sector.

#### Afloramientos

El material coleccionado proviene de los afloramientos de la Formación Acoite ubicados en el flanco occidental del cordón de Escaya, a poco de iniciarse la llamada Cuesta de Toquero.

La ruta nacional que une las localidades de la Quiaca y Cieneguillas pone de manifiesto una espesa sección de pizarras gris verdosas con algunas intercalaciones de bancos cuarcíticos grises y gris verdosas. Todo el conjunto se altera a colores claros, pardo-amarillentos y, lamentablemente, aparece afectado por plegamientos y fallamientos que hasta el presente nos han impedido establecer con mayor claridad los caracteres particulares y el espesor de la secuencia.

Los fósiles se encuentran en los planos de estratificación de las pizarras gris-verdosas, verde-amarillentas y satinadas, destacándose por una coloración oscura debida a fenómenos de reemplazo de la estructura original por micás repitiendo, en partes, el efecto descrito por Toselli y Aceñolaza

(1973) en el Ordovícico de la Puna de Catamarca.

#### Descripción del material

Orden GRAPTOLIDEA Lapworth 1875

Familia DICHOGRAPTIDAE Lapworth 1875

Género TETRAGRAPTUS Salter 1863

#### *Tetragraptus fruticosus* (Hall)

*Graptolithus fruticosus* (Hall) 1858 Canada Geol. Survey. Rept. Prog. for 1857, p. 128.

*Didymograptus?* *fruticosus* (Hall) Etheridge 1874. Annals and Mag. Nat. History 14, 4ta. ser., p. 6, pl. 3, fig. 19.

*Tetragraptus fruticosus* (Hall) Elles & Wood 1902. Paleontograp. Soc. 56. Mon. B. Grapt. pt. 2, p. 61-63, fig. 37, pl. 6, fi. 2 a, b.

#### Descripción

La especie descrita presenta un particular dimorfismo en la estructura del radosoma: hay formas con 3 y 4 estipas. Este detalle no solo es importante en lo que atañe a la diferenciación morfológica en cuestión, sino que también lo es en lo que se refiere a su valor cronoestratigráfico.

En el material coleccionado tenemos ejemplares de 3 y 4 estipas. En ambos casos el Radosoma es pendiente, de tamaño mediano, llegando en algunos ejemplares a tener hasta 40 mm de longitud. La sícula es pequeña, de unos 1,5 a 2 mm de longitud, cónica y desde su extremo inicial se desarrolla una fina nema.

A partir de la sícula, dos son las estipas que se desarrollan con una oposición de unos 80°. Desde la segunda teca normalmente se desarrolla la tercera o cuarta de las estipas.

En sus estadios iniciales las tecas son estrechas y dispuestas con un ángulo de 25° con respecto a la estipa. Este valor angular aumenta progresivamente llegando a ser de unos 40° en la posición distal. Allí son más robustas, la apertura es simple y ligeramente cóncava proyectándose una corta espina en su posición ventral. Las tecas, en posición distal se encuentran en número de 9-10 por centímetro.

#### Observaciones

El particular dimorfismo de *T. fruticosus*, llamó mucho la atención de autores que

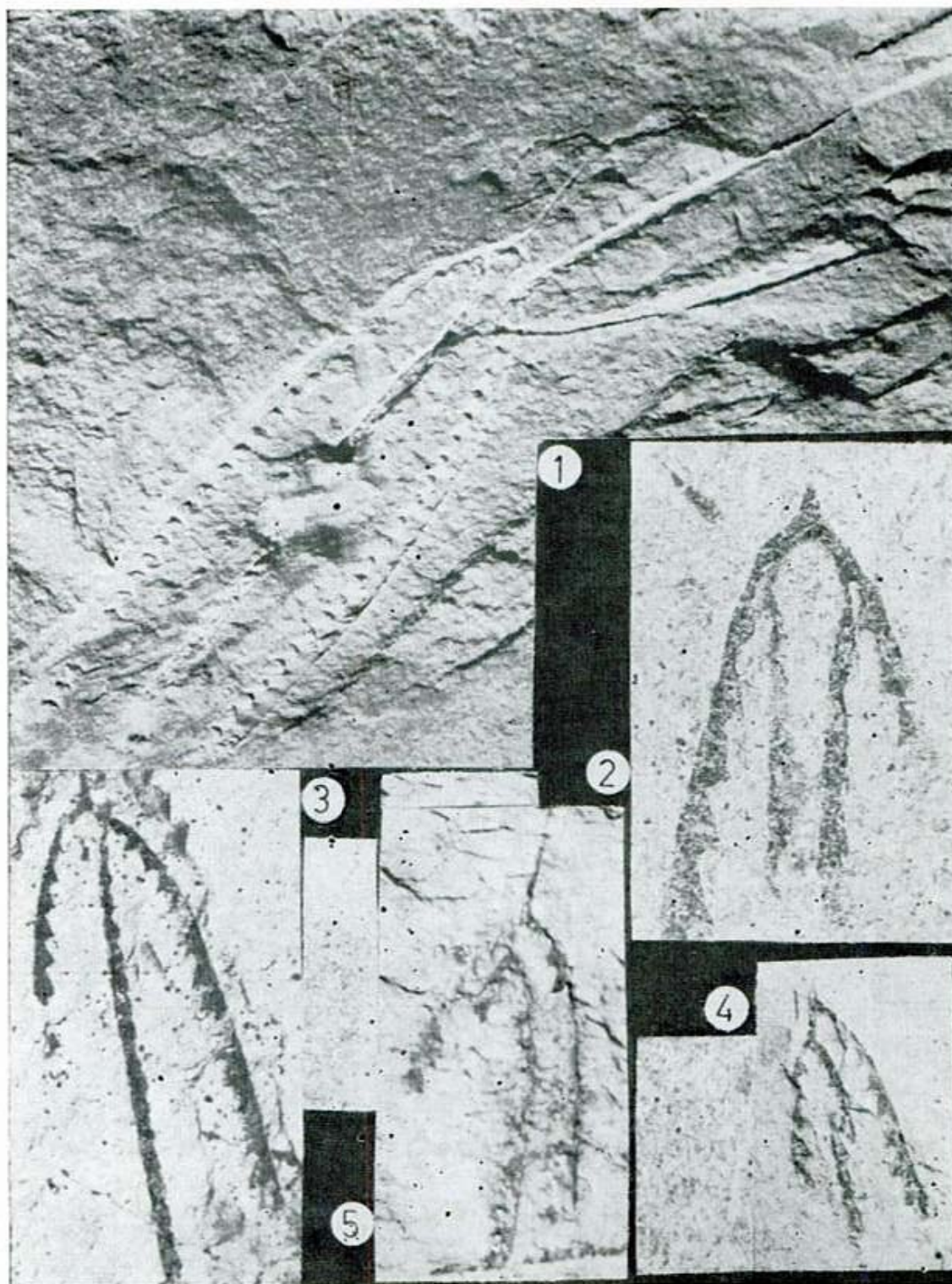


Lámina. 1. — *Tetraraptus fruticosus* (Hall) y *Didymograptus protobifidus* Elles. PIL 12.392 x: 2. (2) *Tetraraptus fruticosus* (Hall) 4 estipas PIL 12.393 x: 3. (3) *Tetraraptus fruticosus* (Hall) 3 estipas PIL 12.398 x: 3. (4) PIL 12.393 x: 2. (5) PIL 12.394 x: 3.



como Ruedemann (1904-1947), Berry (1960), Ross y Berry (1963), interpretan que a pesar de ello, esta circunstancia no configura un motivo para realizar una variación del rango taxonómico.

En el material coleccionado en Cuesta Toquero puede observarse que existen solo dos ejemplares correspondientes a la forma de 4 estipas, y que en un caso, éstas aparecen asociadas a ejemplares de 3 estipas. Esta última forma se encuentra en algunos casos (PIL 12.398) asociadas a restos de estipas largas, ramificadas que pueden corresponder a formas de la familia Dichograptidae (Schizograpti) y en un caso (PIL 12.392) asociada a un didimograptido pendiente comparable con *Didymograptus protobifidus*. Un ejemplar bien conservado de esta especie también se encontró en los mismo afloramientos.

En términos generales puede afirmarse que el estado de conservación de los ejemplares coleccionados, es bueno. La morfología general del rabdosoma, de las estipas, sícula y tecas, es perfectamente posible de observar a pesar de que en muchos casos los ejemplares han sido "biotitizados". Debemos anotar que los caracteres generales de la fosilización son similares a la que presentan los graptolites de Falda Ciénega (Aceñolaza *et al.*, 1975). Esta circunstancia abre nuevas perspectivas para reconsiderar importancia de este proceso de fosilización en ambientes sometidos a un bajo grado de metamorfismo regional.

### Significado cronológico

Puede afirmarse que la crono-bioestratigrafía del Ordovícico argentino tendrá sus límites ajustados cuando se logre una más correcta apreciación de las asociaciones graptolíticas. Para nuestro país, las asociaciones de este tipo fueron originalmente establecidas por Harrington (in Harrington y Leanza, 1957) y posteriormente reestudiadas y redefinidas por Turner (1959) en el contexto sudamericano. Los esquemas resultantes de estos trabajos se han mantenido hasta la fecha con ligeras variantes, generalmente debido a nuevos hallazgos de especies de mejor significado cronológico. Entre los trabajos que de alguna manera enriquecieron los esquemas mencionados están los de Cuerda (1973 a, 1973 b, 1979); Aparicio y Cuerda (1976), Aceñolaza *et al.* (1975, 1976) y Hünicken y Ortega (1980). No



Modelo paleogeográfico con indicación de afloramientos con la fauna de *Letragraptus fruticosus* en los ambientes geosinclinales correspondientes al Arenigiano inferior.

está demás señalar que dicho esquema ha sido reconocido, con algunas variaciones, para Bolivia por Suárez (1975, 1976).

El Arenigiano inferior según Aceñolaza (1976) y Furque y Cuerda (1979) básicamente estaría definido por la presencia de *Tetragraptus approximatus* a quién le sucedería, hacia arriba, la fauna con *Clonograptus rigidus*, *T. bigsbyi* y *Didymograptus deflexus*. Ahora bien, puede afirmarse que esta sucesión no ha sido lograda mediante la observación de una secuencia bioestratigráfica normal, sino más bien interpolando posiciones relativas de hallazgos aislados. De allí la verdadera importancia de este descubrimiento que nos está indicando, biológicamente, que en nuestro territorio existen estratos portadores de una fauna tan importante como es la de *T. fruticosus*, en sus dos variedades morfológicas. Una somera visión sobre la importancia que tiene esta especie en Australia y Norteamérica nos puede ilustrar sobre la necesidad de ahondar las investigaciones sobre niveles estratigráficos correspondientes al Arenigiano inferior, tanto en la Puna Argentina como en el área lindante de la República de Bolivia, donde seguramente es posible encontrar una fauna como la descrita en este trabajo.





parecer esta especie ha tenido su climax. No sería descartable suponer la existencia de corrientes marinas de aguas cálidas que desde las regiones ecuatoriales llevarían la biota planctónica bordeando el margen continental sudamericano.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Aceñolaza, F. G., 1976. *The Ordovician System in Argentina and Bolivia in Bassett M. (ed). The Ordovician System Proc. of a Paleont. Ass. Symp. Birmingham, 479-487, Univ. Wales Press.*
- Aceñolaza, F. G., A. Toselli y F. Durand, 1975. *Estratigrafía y Paleontología de la región de Hombre Muerto, prov. de Catamarca, Argentina. Actas I Congr. Argent. Paleont. Bioestr., 1: 109-123.*
- Aceñolaza, F. G., S. Gorustovich y J. Solís, 1976. *El Ordovícico del río La Alumbra, departamento Tinogasta, prov. de Catamarca. Ameghiniana, 13 (3-4): 269-288.*
- Aparicio, E. y A. Cuerda, 1976. *Nuevos hallazgos de graptolitos en la vertiente occidental de la Precordillera de San Juan (Calingasta). Ameghiniana, 13 (2): 159-168.*
- Bellmann, R. y R. Chomnals, 1960. *Estudio hidrogeológico del valle de Puesto Grande y sus posibilidades económicas. Acta Geol. Lilloana 3, 59-84.*
- Berry, W., 1960. *Graptolite fauna of the Marathon region West Texas. Texas Univ. Bur. Econ. Geol. Pub. 6005, 179 pp., 20 pl.*
- Bulman, O. M. B., 1971. *Graptolite faunal distribution in Middlemiss y Rawson (ed). Faunal Provinces in Space and Time. Geol. Journal Sp. Iss. 4, 47-60.*
- Creer, K., 1973. *A discussion of the arrangement of Palaeomagnetic Poles on the map of Pangaea for Epoch in the Phanerozoic. In Tarling D. y Runcorn S. Implications of Continental Drift to the Earth Sciences, v. 1, 47-76, Academic Press.*
- Cooper, R., 1979. *Lower Palaeozoic Rocks of New Zealand. Journ. Roy. Soc. New Zealand, 9: 1, 29-84.*
- Cuerda, A., 1973 a. *Sobre la presencia de Zygo-graptus sp. (Graptolithina) en la Formación Gualcamayo. Ordovícico de San Juan, La Rioja. Ameghiniana, 10 (2): 191-194.*
- 1973 b. *Reseña del Ordovícico Argentino. Ameghiniana, 10 (3): 272-312.*
- 1979. *El género Amphigraptus Lapworth (Graptolithina) en el Ordovícico Argentino. Ameghiniana, 16 (1-2): 1-8.*
- Elles, G. y E. Wood, 1902. *A monograph of British graptolites. Paleontograph. Soc., 56 (2): 55-102, pl. 5-13.*
- Erdtmann, B., 1965. *Outline Stratigraphy of graptolite Blaring 3b (Lower Ordovician) strata in the Oslo Region, Norway. S. Norsh Geol. Tidsskrift, 4: 481-547.*
- Etheridge, R., 1874. *Observations on a few graptolites from the lower Silurian rocks of Victoria, Australia; With a further note on the structure of ceratiocaris. Annales and Mag. Nat. History 14, 4 ser., 1-56.*
- Furque, G. y A. Cuerda, 1979. *Ordovícico Argentino. Asoc. Geol. Argent., Serie B (7): 1-56.*
- Hall, J., 1858. *Description of Canadian Graptolites. Can. Geol. Survey Can. Report of Progress for Progress for the year, 1857, 111-145.*
- Harrington y A. Leanza, 1957. *Ordovician Trilobites of Argentina. Sp. Publ., 1, 1-59, Univ. Kansas Press.*
- Harris, W. y R. Keble, 1932. *Victorian graptolites zones with correlations and descriptions of species. Proc. Roy. Soc. Victoria, N-S, 4: 25-48.*
- Harris, W. y D. E. Thomas, 1938. *A revised classification and correlation of the Ordovician graptolite beds of Victoria. Min. Geol. J., 1 (3): 62-72.*
- Hünicken, M. y G. Ortega, 1980. *Acerca del hallazgo de Tetragraptus headi (Hall) (Graptolithina) en la Formación Los Azules (Ordovícico) Dpto. Jáchal, San Juan, Rep. Argentina. Bol. Acad. Nac. Cienc., 53 (3-4): 343-350.*
- Lavandaio, E., 1973. *Geología del Cerro Tolar - Cuchilla Negra, Sierra de Famatina, La Rioja. Actas V Congr. Geol. Argent., 4: 41-54.*
- Legg, D., 1976. *Ordovician trilobites and graptolites from the canning basin, Western Australia. Geol. Paleont., 10: 1-58.*
- Loss, R., 1948. *Consideraciones preliminares sobre la cronología de las estructuras paleozoicas de los alrededores de La Quiaca (Dpto. Yavi, provincia de Jujuy). Inst. Geol. Min. Publ. I Paleont., 3: 23-28.*
- 1949. *Sobre la presencia de Phylloprapti y la estratigrafía del Ordovícico inferior entre La Quiaca y Yavi (prov. de Jujuy). Idem II.*
- Mc Tavish, R. y D. Legg, 1976. *The Ordovician of the canning basin, Western Australia in Bassett M. (ed) The Ordovician System. Proc. of a Paleont. Ass. Symp. Birmingham, 447-478.*



- Morel, P. y E. Irving, 1978. *Tentative paleocontinental maps for the Early Phanerozoic and Proterozoic*. Journ. Geol., 86, 535-561.
- Ross, R. y W. Berry, 1963. *Ordovician graptolites of the Basin Ranges in California, Nevada, Utah and Idaho*. Geol. Survey Bull. 1134, 1-77, 13 pl.
- Ruedemann, R., 1904. *Graptolites of New York, part 2*. Mem. New York St. Museum, 7, 746 p. 17 pl.
- 1947. *Graptolites of North America*. Mem. Geol. Soc. Am., 19, 527 p., 92 pl.
- Suárez, R., 1975. *Zonas graptolíticas de Bolivia*. Actas I Congr. Argent. Paleont. Bioestr. 1, 133-148.
- 1976. *El Sistema Ordovícico en Bolivia*. Revta. Técnica YPF, 5: 2, 111-223.
- Thomas, D., 1935. *Ordovician in Handbook for Victoria prepared for the meeting of the Australian and New Zealand*. Melbourne Univ. Press., pp. 96-105.
- Turner, J. C., 1959. *La fauna graptolítica de América del Sur*. Asoc. Geol. Argent., Rev., 15 (1-2): 5-160.
- 1965. *Descripción geológica de la hoja 2b. La Quiaca, provincia de Jujuy*. Inst. Nac. Min. Geol., Bol., 103.

Recibido: 5 de octubre, 1980

FLORENCIO G. ACEÑOLAZA

Fac. de Cs. Naturales - CONICET  
Univ. Nacional de Tucumán  
Miguel Lillo 205  
4000 S. M. de Tucumán

# Técnica minera y Know-how a nivel mundial.

**Feria Bergbau 81.**  
Feria monográfica líder de la minería en el mundo. La mayor reunión en el mundo de expositores y expertos del ramo en los sectores de la minería de carbón, minerales, potasa y sal gema, minería submarina y construcción de túneles. Bolsa internacional del saber. Con oportunidades de información y de establecer contactos. Oportunidad que se presenta únicamente en 1981.  
**No dejen de asistir ni a un solo Congreso monográfico.**  
Además de la técnica, se dan cita el saber específico, las disertaciones y el intercambio de experiencias e impresiones en el Centro de Congresos de la Feria de Düsseldorf.

**Cupón.** Rogamos enviarnos gratis:  
 Prospecto para visitantes Minería  
 Programa del Congreso de Minería  
 Programa del Congreso de Construcción de Túneles  
 Programa del Congreso Interoceano  
Rogamos nos envíen, al precio de DM 6,- por ejemplar, más gastos de envío \_\_\_\_\_  
Catálogos de la Feria de Minería.  
Los catálogos aparecerán a primeros de Mayo de 1981.

Dirigir a:  
Düsseldorfer Messgesellschaft - NOWEA -  
Postfach 32 02 03 - 4000 Düsseldorf 30



Feria monográfica internacional y Congreso de Minería Düsseldorf del 11 al 17. 6. 1981



Congreso de Construcción de Túneles Düsseldorf del 11 al 13. 6. 1981 Con ocasión de la Bergbau 81



Congreso Internacional de Minería Submarina Düsseldorf 15. 6. 1981 En relación con la Bergbau 81

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE SILICOBOLIOLITOS DE DIVERSOS SEDIMENTOS CONTINENTALES ARGENTINOS

HETTY BERTOLDI DE POMAR

### Resumen

Este estudio se realizó para caracterizar sedimentos de variada procedencia y naturaleza, por su contenido cualitativo en silicobiolitos. A la vez, se persiguió la finalidad de fundamentar su empleo en el reconocimiento de paleoambientes, dado que esta aplicación en el campo de las Ciencias Naturales no ha sido desarrollada todavía en el mundo.

Se seleccionaron muestras de suelos aluviales y sedimentos de fondo de ambientes lénticos de la llanura de inundación del río Paraná medio, próximos a Santa Fe; sedimentos de fondo del lago Mascardi (Río Negro) suelos de llanura y de monte de Corrientes y de una turba de Tucumán, asignable al Cuartario superior.

Las muestras analizadas fueron sometidas a tratamientos previos de limpieza, desagregación, clasificación granométrica y concentración densimétrica, para facilitar su identificación microscópica. Esta se logró con un microscopio petrográfico, mientras que su documentación gráfica se realizó mediante el empleo de un microscopio de proyección.

Los resultados obtenidos han permitido reconocer, fundamentalmente, *morfotipos eurióticos*, indicadores de amplia difusión geográfica de las especies productoras, y *morfotipos estenotópicos*, indicadores de la procedencia de los sedimentos o de unidades ecológicas propias de cada ambiente de depositación. Ambos morfotipos definen, indiscutiblemente, el carácter continental de los sedimentos que los contienen.

### Introducción

El estudio del contenido silicobiolitológico de sedimentos continentales de diverso origen, ha permitido obtener una interesante información sobre este aspecto tan poco conocido en el país, aplicable a diversas ramas de las Ciencias Naturales y en especial, de la Ecología.

De todas las muestras estudiadas se han seleccionado las más representativas, para dejar evidenciada su importancia como indicadores de unidades ecológicas, caracterizando, en una primera instancia, sólo algunos sedimentos de distinta ubicación geo-

### Abstract

The present work deals with the comparative study of six different types of sedimentary materials to demonstrate the validity of opal bioliths as guide in paleoenvironmental reconstructions. This application has not been developed in Natural Sciences field yet.

Samples of alluvial soils from the Middle Paraná River flood plain near Santa Fe, bottom sediments of Guadalupe pond (Santa Fe) and Mascardi lake (Río Negro), plain and forest soils from Corrientes, and a peat from Tucumán, were selected.

Samples were previously cleaned, desintegrated, granometrically classified and concentrated, in order to facilitate their microscopical identification. This one was made with a petrological microscope, while their graphic documentation was performed by means of a projection microscope.

From the present study it seems certain that with an ecological approach there are *euriotic morphotypes*: Suggesting an extensive geographic dispersion of their producing organic species and *stenotopic morphotypes*, recorder of container sediment origin or of ecologic unities, peculiar of each depositional environment. Both morphotypes determine unquestionably, the continental feature of sediments in which they are included.

gráfica dentro del país y, a la vez, de distinta edad y ambientes de depositación.

Se intenta, una vez más, fundamentar su empleo en el reconocimiento de paleoambientes, por considerarse que ésta sería una de las aplicaciones de mayor utilidad de lo que bien puede llamarse "silicobiolitológica".

### Antecedentes

En un trabajo anterior de la autora (1975) se realizó una amplia revisión bibliográfica sobre el tema. Si bien las pri-

meras citas datan del año 1804 (Saussure, en Bertoldi de Pomar, 1975), su estudio no se ha difundido aún y la mayoría de las investigaciones se han practicado sobre fitolitos.

Varios son los autores que les asignan una importancia especial cuando se hallan en estado fósil, por su capacidad de conservarse con todos sus caracteres originales de composición y morfología, vale decir sin procesos de fosilización por reemplazo, durante tiempos geológicos computables (se han hallado hasta en sedimentos terciarios). Esta circunstancia hace más valiosas las aplicaciones de su estudio. En primer lugar, la sola presencia de silicobiolitos, conformando cualquier tipo de asociación, acredita el carácter continental de un sedimento, y por lo tanto es aplicable al reconocimiento de facies. Los silicozoolitos, producidos sólo por poríferos y algunos tecamebíidos dulcea-cuícolas, son útiles para reconocer este carácter en el ambiente de depositación o bien la procedencia de los materiales madre. Los silicofitolitos por su parte, han sido evaluados como indicadores de procesos fisiológicos específicos en las plantas productoras; como elementos taxonómicos en gramíneas; como índices de evolución genética de suelos; como herramientas en el reconocimiento de litofacies y hasta como causantes de trastornos en el tracto digestivo de los animales consumidores.

Winding (1967) ha logrado efectuar la datación de fitolitos de edad pleistocena, por medio del carbono ocluido como materia orgánica residual incontaminada, demostrando su utilidad a tal fin cuando no existen otros materiales más fácilmente datables.

Ultimamente, Rovner (1971) ha sugerido la aplicación de los fitolitos a los estudios arqueológicos, como un elemento más de la Paleobotánica, en la cual aquéllos se apoyan en gran medida para resolver sus problemas específicos. Sugiere su empleo, no solamente como indicadores del clima general y la ecología, sino también en términos de las manipulaciones conscientes que el hombre hizo de los recursos naturales a su alcance. En tal sentido, señala que los silicofitolitos (silicobiolitos, podría agregarse) cumplen mejor que los otros elementos comúnmente usados (madera, polen, semillas, esporas) con los tres requisitos fundamentales de cualquier sistema fósil para la Arqueología: inalterabilidad, diferencias mor-

fológicas de significación taxonómica y cantidades suficientes como para reflejar la naturaleza del conjunto o asociación de la cual derivan.

Nuestros propios estudios han demostrado que, para sedimentos actuales, cada área geográfica y cada ambiente de depositación proporcionan asociaciones que pueden caracterizarlos, con la presencia mínima de un elemento indicador o *morfotipo estenotópico*.

Al respecto, con aplicación a la Geología, el primero en llamar la atención sobre estas "partículas de sílice organizada" en sedimentos argentinos fue Frenguelli (1930). En adelante, con excepción de los trabajos de la autora (1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975) sólo se conoce un trabajo de Peineman, Tschapek y Grassi (1970) sobre propiedades físicas de fitolitos.

### Material estudiado

Las muestras estudiadas fueron extraídas de los siguientes ambientes de depositación y localidades (Fig. 1).

1. Suelo aluvial de la llanura de inundación del Paraná en la ribera izquierda del arroyo Leyes, próximo a la ciudad de Santa Fe.
2. Suelos de llanura. Santa Catalina. Corrientes.
3. Suelo de monte. Riachuelo. Corrientes.
4. Sedimentos de fondo de la laguna Guadalupe. Llanura aluvial del Paraná medio. Santa Fe.
5. Sedimentos de fondo del lago Mascardi. Río Negro.
6. Turba. Extraída de una turbera a 3.000 m. s.n.m., en El Infiernillo. Dpto. Tafí. Tucumán. Atribuido al Cuartario superior.

### Metodología empleada

La metodología de estudio, se adoptó a la circunstancia conocida de que los silicobiolitos son elementos microscópicos que pueden agruparse en *Micro* y *Macrosilicobiolitos*, en concordancia con la clasificación morfológica propuesta para los silicofitolitos (Bertoldi de Pomar, 1974; Taugourdeau *et al.*, 1976) según un valor límite de 50 micrones para el diámetro máximo.





Fig. 1. — Mapa de ubicación de las muestras analizadas. 1: Suelos aluviales del Paraná medio, inmediaciones de Santa Fe; 2: Suelos de llanura, Santa Catalina, Corrientes; 3: Suelos de monte, Riachuelo, Corrientes; 4: Sedimentos de fondo de la laguna Guadalupe, llanura aluvial del Paraná medio, Santa Fe; 5: Sedimentos de fondo del lago Mascardi, R.º Negro; 6: Turba, extraída de una turbera a 3.000 m s.n.m., en El Infiernillo, Dpto. Tafí, Tucumán.

En primer lugar, se sometió la muestra original a tratamientos de limpieza y desagregación mecánica, como es habitual en sedimentología (Bertoldi de Pomar, 1976).

Luego, por tamizado en húmedo sobre malla que retiene diámetros mayores a  $62,5 \mu$ , se separó la fracción arena (según escala de Wentworth) y se continuó el procesado en la fracción no retenida. En ésta, por tamizado en húmedo sobre malla de  $37 \mu$  se separaron: un fracción retenida, arbitrariamente considerada como *limos gruesos*, y una fracción no retenida de partículas de diámetro menor.

Por decantación y sifonado de esta frac-

ción no retenida, se eliminó la fracción arcilla (menor a  $4 \mu$  según escala de Wentworth) y se conservó la fracción restante, considerada como *limos finos*.

Las investigaciones se llevaron a cabo en las fracciones: a) *arenas*, eventualmente portadoras de macrosilicobiolitos de gran desarrollo; b) *limos gruesos*, portadores específicos de las macrosilicobiolitos con diámetros entre  $37$  y  $62,5 \mu$  y c) *limos finos*, portadores de los macrosilicobiolitos, con diámetros entre  $4$  y  $37 \mu$ .

En arenas y limos gruesos se pudo obtener una concentración final de los elementos que nos ocupan, por separación densimétrica con bromoformo de P.e. 2,3 (obtenido, por adición de acetona), mediante centrifugado durante 15 minutos en doble tubo a 2.000 r.p.m.

Los limos finos no fueron sometidos a concentración, por la conocida tendencia a agruparse que ofrecen las partículas de tan reducidos diámetros, dificultando enormemente la obtención de una suspensión original, desagregada y homogénea.

El concentrado final de arenas y limos gruesos, así como una alícuota de limos finos totales, se llevaron a observación microscópica. El reconocimiento de los caracteres morfológicos de los silicobiolitos y la identificación de su composición mineral por sus propiedades ópticas se logró con un microscopio petrográfico, mediante preparados sueltos por inmersión en eugenol (índice de refracción: 1,540).

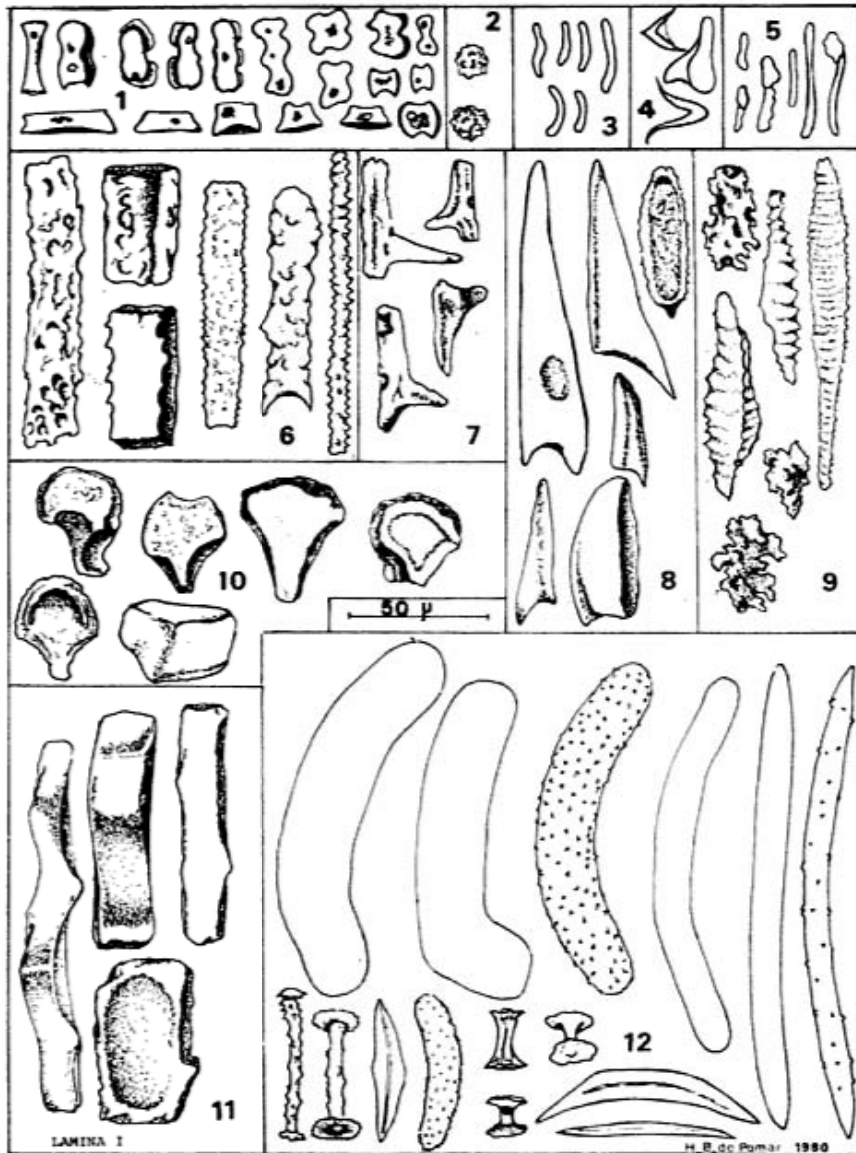
Por tratarse de cuerpos tridimensionales de difícil registro fotográfico, se prefirió realizar la documentación gráfica mediante microscopio de proyección, lo cual permitió dibujar todos los detalles de diferentes planos, variando el enfoque en la medida de lo necesario.

En cuanto a la clasificación sistemática de los fitolitos, se utilizó la clave morfográfica de la autora, adoptada y propuesta por otros autores (Taugcurdeau *et al.*, 1976), como base de la clasificación definitiva que resulte de los avances en su conocimiento.

## Resultados

### Muestra N° 1: Suelo aluvial del Paraná medio. Santa Fe. Lám. I.

La asociación silicobiolitológica registrada en esta muestra incluye abundantes fitolitos típicos (Fig. 1) y atípicos de gramíneas



Lám. I. — Registro silicobiolitológico de suelos aluviales del área del Paraná medio, en las inmediaciones de la ciudad de Santa Fe. 1: Microsilicofitolitos de gramíneas (halteriolitos, estrobilolitos y doliolitos); 2: stegmatas de palmeras (globulolitos); 3: células adyacentes en estomas ¿gramíneas? (hacilolitos); 4: papilas de células largas de gramíneas (bacilolitos); 5: pelos uni y bicelulares (bacilolitos); 6: células largas de gramíneas (euprismatolitos); 7: células largas bifurcadas de gramíneas (nasoprismatolitos); 8: espinas de gramíneas (aculeolitos); 9: células subepidérmicas de podostemáceas (longolitos y proteolitos); 10: células buliformes de gramíneas (flabelolitos); 11: células largas de ciperáceas (*euprismatolita anisocornista*); 12: Espículas de espongiarios de agua dulce (espongolitos: óxeas, anfiestróngilos, birrótulos y microscleras dérmicas).

(Figs. 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10), ciperáceas (Fig. 11), podostemáceas (Fig. 9), espongolitos (Fig. 12) y algunos morfotipos indeterminados.

Estos materiales se caracterizan no sólo por la asociación total que, como se dijo, certifica su naturaleza continental sino, además y especialmente por la presencia de morfotipos procedentes de organismos vegetales y animales dulceacuícolas o de ambientes húmedos relacionados, como lo son las ciperáceas, podostemáceas y poríferos. Además, los morfotipos indeterminados que se registraron aquí parecen ser propios del área.

**Muestra N° 2:** Suelo de llanura. Santa Catalina. Corrientes. Lám. II.

En este caso se registraron solamente silicofitolitos de gramíneas en diverso estado de conservación. En general, se hallaron inalterados los fitolitos típicos (Fig. 1), no así los atípicos (Figs. 2, 3, 4, 5), que aparecen frecuentemente fragmentados o con signos de corrosión superficial.

**Muestra N° 3:** Suelo de monte, Riachuelo. Corrientes. Lám. III.

Se hallaron casi exclusivamente fitolitos derivados de gramíneas, limitados a cuatro morfotipos (Figs. 1, 3, 4). Se destaca, además, la presencia de globulolitos microespinados, reconocibles como stegmatas de palmeras (Fig. 2).

**Muestra N° 4:** Sedimentos de fondo. Laguna Guadalupe. Santa Fe. Lám. IV.

Se registró un rico contenido cuali-cuantitativo de silicobiolitos, representado por fitolitos típicos (Fig. 1) y atípicos de gramíneas (Figs. 4, 6, 7, 8, 10, 11) de variada morfometría, de los cuales debe destacarse la presencia de nasolitos (Fig. 6). Además resultaron frecuentes los globulitos de palmeras (Fig. 3), morfotipos de ciperáceas (Figs. 5, 8), de podostemáceas (Figs. 2, 7, 9) y espongolitos (Fig. 12), similarmente a las formas halladas en los suelos de la llanura aluvial próxima (Muestra N° 1).

Por último, se documentaron algunos morfotipos indeterminados (Fig. 8), que, hasta el momento, no han sido registrados en los materiales oportunamente revisados.

**Muestra N° 5:** Sedimentos de fondo. Lago Mascardi. Río Negro. Lám. V.

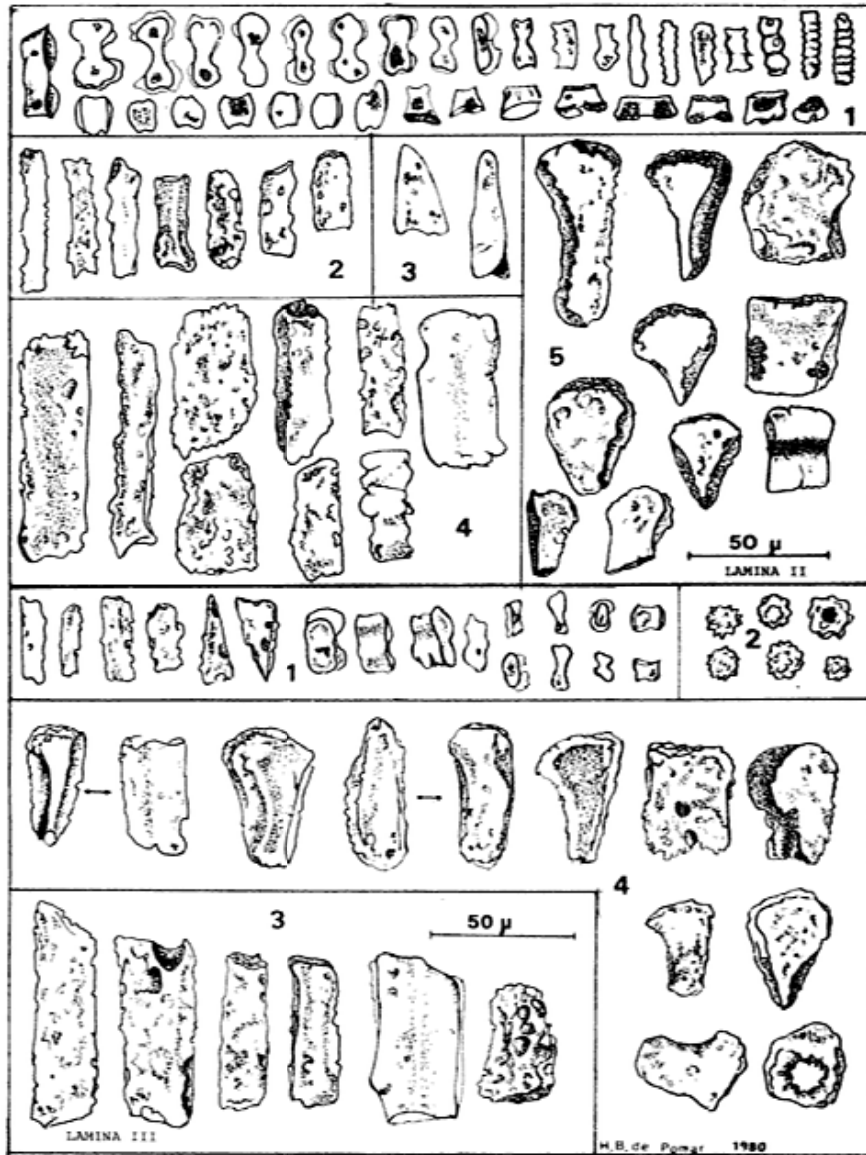
El contenido en silicobiolitos es cuali-cuantitativamente pobre, si se compara con los casos hasta ahora descritos. Se registraron solamente dos morfotipos de fitolitos atípicos de gramíneas con caracteres morfométricos diferentes a los hasta ahora reseñados para otras áreas, que difieren tanto por su ubicación geográfica como por su geomorfología regional (Figs. 1, 2). Además, se halló un interesante contenido en espongolitos, cuyos caracteres morfométricos indican diferentes especies a las registradas en el área del Paraná medio, encontrándose solamente óxeas, lisas o fuertemente espinadas (Fig. 3).

Llama la atención la relativa abundancia de un tipo de partículas de indudable naturaleza silícea, evidentemente fragmentarias, de morfología muy específica, hasta ahora registradas solamente en este lugar (Fig. 4). A diferencia de los fitolitos típicos, que muestran tonalidad castaño rosácea desde apenas advertible hasta oscuro y son hialinos hasta translúcidos, estos morfotipos aparecen invariablemente incoloros, transparentes, perfectamente hialinos, tendiendo a una tonalidad levemente azulada. Tampoco muestran evidencias de corrosión superficial o desgaste, como sucede en algunos fitolitos atípicos y espongolitos. Aparentemente forman parte de una estructura mayor, en forma de trama con red perforada, que recuerda vagamente a los exoesqueletos de ebríaceas u otros tipos de silicoflagelados. Sin embargo, la búsqueda bibliográfica y las consultas personales con micropaleontólogos argentinos y extranjeros resultó infructuosa para orientar su identificación.

**Muestra N° 6:** Turba. El Infiernillo. Lám. VI.

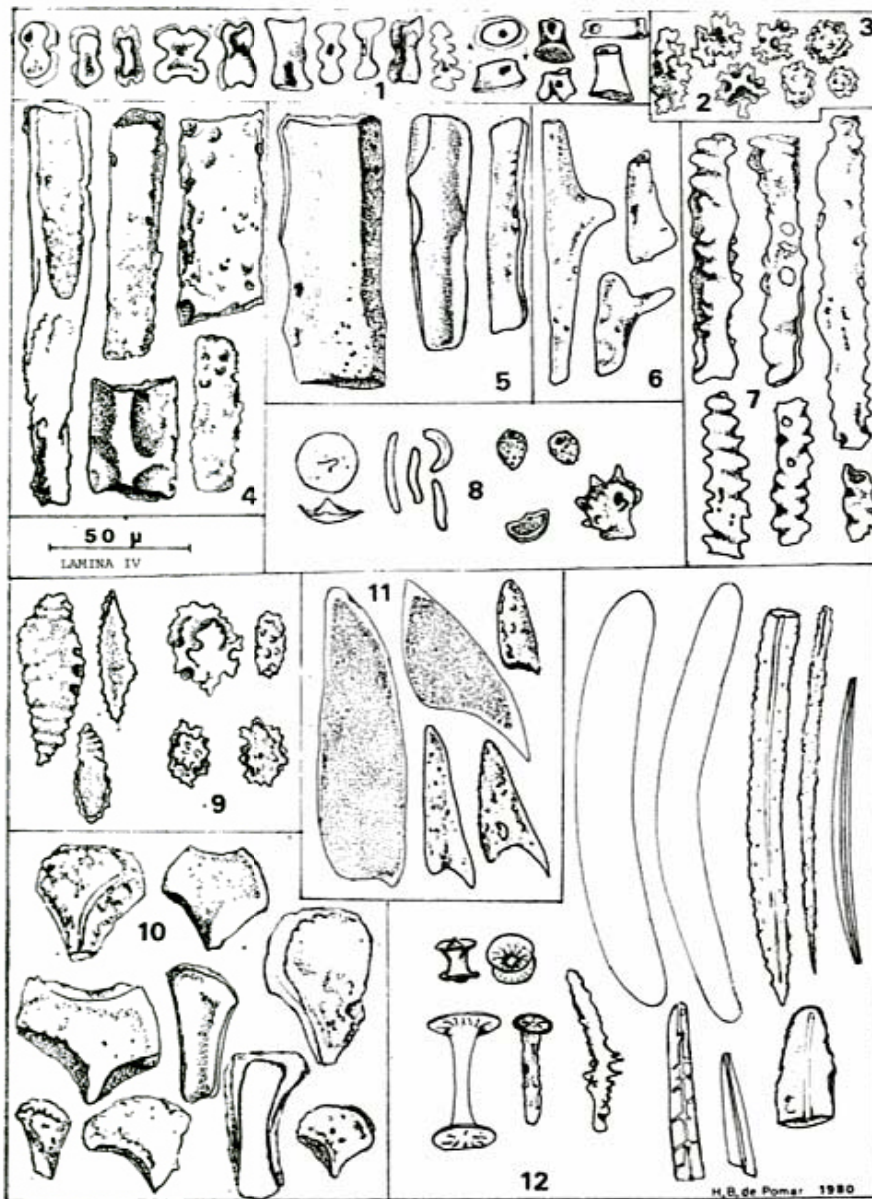
Esta muestra fue extraída de un depósito asignable al Cuartario superior, a 3.000 m s.n.m. Se mostró muy rica en contenido silicobiolitológico casi exclusivamente derivado de gramíneas con caracteres muy particulares. Si bien en su mayoría son conocidos, se halló un morfotipo de fitolito típico de tendencia a gran desarrollo (Fig. 1, hilera superior) no hallado anteriormente en sedimentos argentinos. Las formas atípicas muestran morfologías algo diferentes a las halladas en las anteriores muestras, especialmente



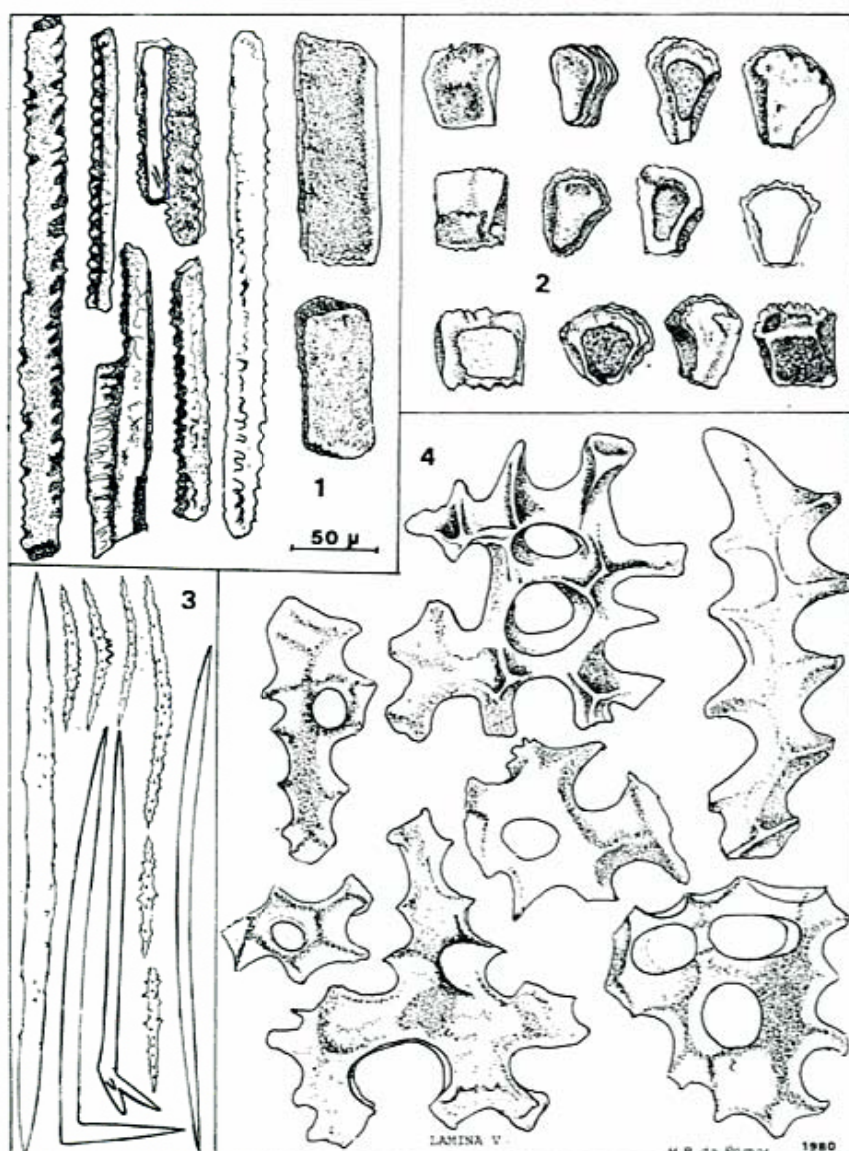


Lám. II. — Registro silicobiolitológico de un suelo de llanura, localidad de Santa Catalina, Corrientes. 1: Microsilicofitolitos de gramíneas (halteriolitos, doliolitos, estrobilolitos); 2: Células cortas de gramíneas (braquiolitos); 3: Espinas de gramíneas (aculeolitos); 4: Células largas de gramíneas (prismatolitos); 5: Células bulliformes de gramíneas (flabelolitos).

Lám. III. — Registro silicobiolitológico de un suelo de monte, Localidad de Riachuelo, Corrientes. 1: Microsilicofitolitos de gramíneas (halteriolitos y roliolitos); 2: Stegmatas de palmeras (globulolitos); 3: Células largas de gramíneas y una de ciperáceas (prismatolitos); 4: Células bulliformes de gramíneas (flabelolitos).



Lám. IV. — Registro silicobiolítico de sedimentos de fondo de la laguna Guadalupe. Llanura de inundación del Paraná medio, Santa Fe. 1: Microsilicofitolitos de gramíneas (halteriolitos y estrobilolitos); 2: Microsilicofitolitos de podostemáceas (nuxolitos); 3: Stegmatas de palmeras (globulolitos); 4: Células largas de gramíneas (euprismatolitos); 5: células largas de ciperáceas (*euprismatolita anisocornisata*); 6: Células largas bifurcadas de gramíneas (nasoprismatolitos); 7: Células largas de podostemáceas (longolitos); 8: microsilicofitolitos de gramíneas y ciperáceas (pileolitos, bacilolitos e indeterminados); 9: Células subepidérmicas de podostemáceas (longolitos y proteolitos); 10: Células bulliformes de gramíneas (flavelolitos); 11: espinas de gramíneas (aculeolitos); 12: Espículas de espongiros de agua dulce (espongolitos: óxeas, anfiestróngilos, birróntulos y microscleras dérmicas).



Lám. V. — Registro silicobiológico de sedimentos de fondo del lago Mascardi, Río Negro. 1: Células largas de gramíneas (prismatolitos); 2: Células bulliformes de gramíneas (flabelolitos); 3: Espículas de espongiarios de agua dulce: (espongolitos: óxeas lisas y microespinadas, y microscleras dérmicas); 4: Morfotipos indeterminados.



en lo que hace a los nasoprismatolitos (Fig. 4) que, en este lugar, muestran frecuentemente más de una ramificación lateral sobre la misma arista, a diferencia de los hallados en la muestra de la laguna Guadalupe, que poseen una sola ramificación.

Además, se registró un morfotipo no conocido, de propiedades ópticas similares a los fitolitos (Fig. 3). Por el momento, constituye un elemento guía para la identificación de este material en particular.

### Conclusiones

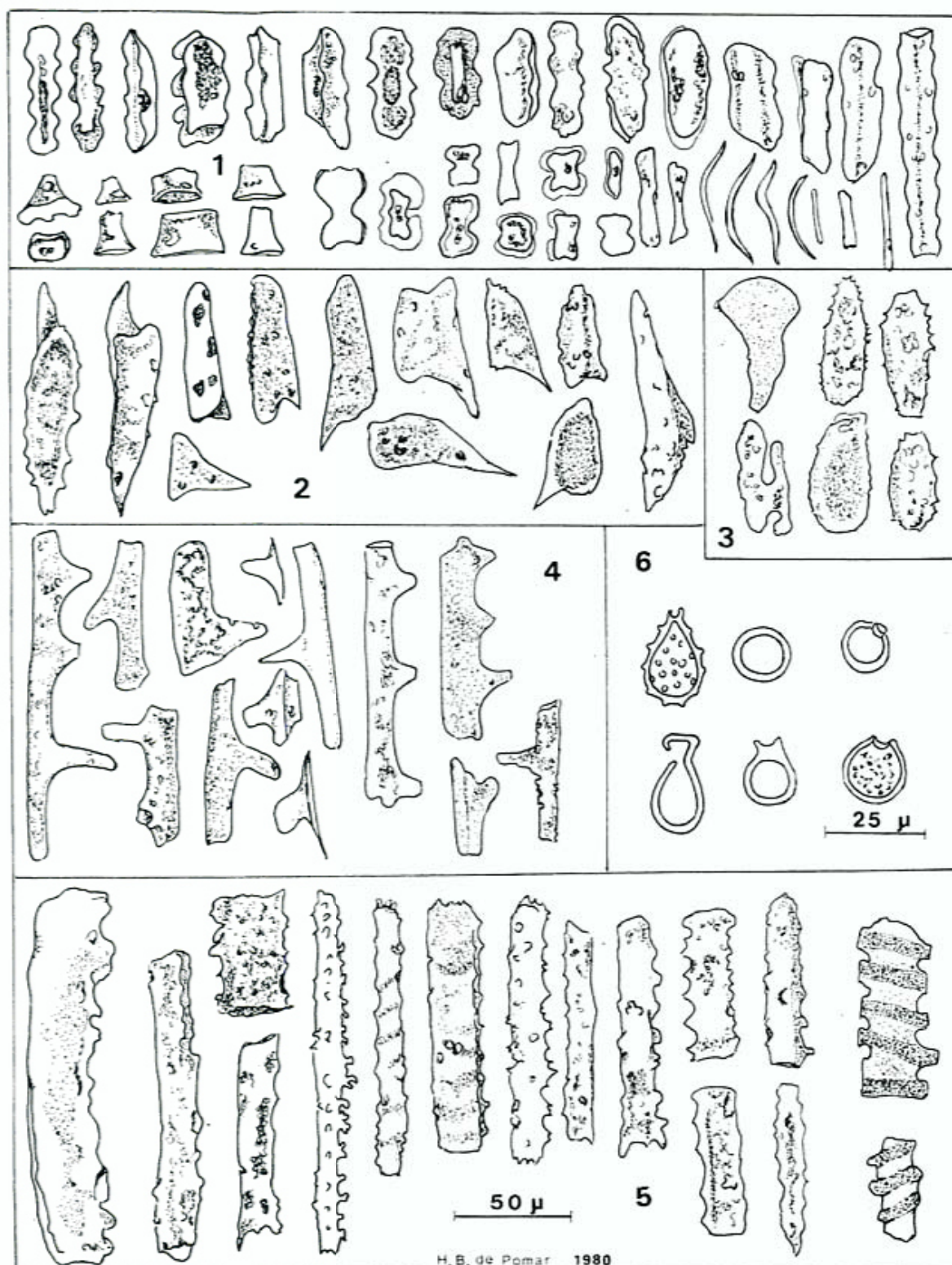
La información disponible permite distinguir las familias productoras de silicobiolitos mediante sus morfotipos respectivos; como se ha dicho repetidamente no puede decirse lo mismo a nivel específico. Su análisis comparativo en los materiales seleccionados para este trabajo señala:

1. Presencia de morfotipos procedentes de gramíneas en todos los casos, como corresponde a la difusión universal de estas plantas. En ellos, las diferencias morfométricas permiten caracterizar a los materiales de Corrientes y Paraná medio por un lado, perfectamente diferenciables de los del Mascardi y todos ellos, a su vez, de los de la turba de Tucumán.
2. Presencia de espongolitos solamente en los materiales de la llanura de inundación del Paraná medio y del lago Mascardi, lo que les asigna un carácter aluvial neto. Además, los espongolitos hallados en el último caso, difieren de los primeros por corresponder, evidentemente, a especies diferentes, de localización acorde con las condiciones ecológicas respectivas.
3. Carencia de espongolitos en los restantes casos, de naturaleza netamente terrestre, con excepción de algunas partículas fragmentarias muy mal conservadas, evidentemente transportadas por el viento.
4. Presencia de stegmatas de palmeras solamente en un suelo de Corrientes y, escasamente, en los sedimentos del Paraná medio. Preciso es advertir que la forma y dimensiones de estos morfotipos los hacen fácilmente transportables por el viento, por lo que no resulta extraño hallarlos en puntos muy

alejados de su área de localización. La validez de su hallazgo es función directa de su frecuencia.

5. Presencia de los llamados nasolitos solamente en dos casos (Paraná medio y Tucumán), señalando la limitada difusión geográfica de la especie productora, aún no identificada en el área y reconocidos por otros autores en *Nardus stricta* (Parry y Smithson, 1958). Las diferencias morfométricas ya descritas entre ambos casos podrían sugerir distintas especies de un mismo género, para cada caso en particular.
6. Presencia de morfotipos propios de podostemáceas solamente en las muestras de la llanura aluvial del Paraná medio (no se registraron en los suelos de Corrientes), constituyendo un buen indicador de procedencia de los componentes clásticos. En el país, el área de localización de esta familia de plantas acuáticas se limita a las Cataratas del Iguazú y a los cursos de aguas rápidas de las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos, vinculados a los sistemas de los ríos Alto Paraná y Alto Uruguay (Pontiroli, 1955). Van Royen (1954) cita algunas especies para el río Alto Paraguay y tributarios, pero las investigaciones llevadas a cabo en los sedimentos del cauce de este río por la autora no permitieron detectar la presencia de ninguno de los morfotipos conocidos para esta familia. Por tanto, resulta indudable su procedencia por arrastre fluvial del río Paraná, desde su tramo superior, formando parte de la asociación mineral de los elastos depositados a lo largo de su recorrido medio (los suelos de Corrientes, próximos a este río, no las contienen).
7. Presencia de morfotipos nuevos y diferentes para cada caso, en los sedimentos de fondo de la laguna Guadalupe, del lago Mascardi y de la turba de Tucumán.

Por lo tanto, se reitera la diferenciación entre *morfotipos euritópicos*, representados por los silicofitolitos de gramíneas y *ciperáceas* reconocidos en todas las muestras, y *morfotipos estenotópicos*, representados por los espongolitos de la laguna Guadalupe y



H. B. de Pomar 1980

Lám. VI. — Registro silicobiolitológico de una turba. El Infiernillo. Dpto. Tafi, Tucumán. De edad cuartaria superior. 1: Microsilicofitolitos de gramíneas (halteriolitos, estrobilolitos, bacilolitos y sin determinar); 2: espinas de gramíneas (aculeolitos); 3: morfotipos indeterminados; 4: Células largas ramificadas de ¿gramíneas? (nasoprismatolitos); 5: Células largas de gramíneas (euprismatolitos); 6: Crisostomatáceas (1, 2, 3, 4 y 6 igual escala gráfica).

Lám. VII. — Cuadro gráfico comparativo de los principales morfotipos de silicobiolitos, hallados en: F: Suelo aluvial del Paraná medio; Cm: Suelo de monte, Corrientes; Cf: Suelo de llanura (fuera de monte), Corrientes; G: Sedimento de fondo de la laguna Guadalupe; M: Sedimento de fondo del lago Mascardi; T: Turba de Tucumán. 1: Prismatolitos; 2: Flabelolitos; 3: Aculeolitos; 4: Longolitos y propteolitos; 5: Microsilicofitolitos diversos; 6: Espongolitos; 7: Morfotipos indeterminados.

del lago Mascardi, los silicofitolitos de podostemáceas en los materiales de la llanura de inundación del río Paraná medio, los stegmatas de palmeras en un suelo de Corrientes y los morfotipos no identificados en Guadalupe, Tucumán y Mascardi.

Todo lo dicho convalida conceptos ya enunciados, en favor de su empleo como indicadores ecológicos, especialmente aplicado a la caracterización de paleoambientes y re-

conocimiento de ciclos evolutivos de las constantes ecológicas de la superficie terrestre.

### Agradecimientos

Al Dr. Rafael Herbst, por haber proporcionado las muestras de Corrientes y Tucumán, y por el interés demostrado en el tema.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Bertoldi de Pomar, H., 1969. *La micropaleontología continental en los estudios edafológicos*. Va. Reun. An. Cienc. Suelo, Actas: 727-730.
- Inédito. *Caracterización micropaleontológica de sedimentos y suelos aluviales del área del Paraná medio*. Presentado: IIas. Jorn. Arg. Cuenca del Plata, 3-5/9/1970. Santa Fe. Resumen publicado en "Resoluciones y Recomendaciones. Declaraciones aprobadas en las IIas. Jorn. Arg. Cuenca del Plata".
  - 1970. *Fitolitos y zoolitos: su importancia geológica en sedimentos continentales*. Asoc. Geol. Córdoba, Bol. I (1): 21-31.
  - 1971. *Ensayo de clasificación morfológica de los silicofitolitos*. Ameghiniana VIII (3 y 4): 317-328.
  - 1972. *Opalo organógeno en sedimentos superficiales de la llanura santafesina*. Ameghiniana, IX (3): 265-279.
  - 1973. *Acerca del canalículo axial en espongolitos silíceos*. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, Rev., 4: 167-176.
  - 1974. *Silicobiolitos en sedimentos de cauces fluviales correntinos*. Ier. Congr. Arg. Pal. y Estr., Actas: 633-639.
  - 1975. *Los silicofitolitos: sinopsis de su conocimiento*. Darwiniana, 19 (2-4): 173-206.
  - 1976. *Métodos de preparación de sedimentos clásticos para su estudio microscópico. I: Tratamientos previos*. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, Rev., 7: 1-56.
- Frenguelli, J., 1930. *Partículas de sílice organizada en el loess y en los limos pampeanos. Células silicificadas de gramíneas*. Soc. Cient. Santa Fe, An., 2: 65-109.
- Parry, D. W. y F. Smithson, 1958. *Silicification of branched cells in the leaves of Nardus stricta L.* Nature, 182: 1460-1461.
- Peineman, N., M. Tschapek y R. Grassi, 1970. *Properties of Phytoliths*. Zeitschr. Pflanz. Bod., 127 (2): 126-133.
- Pontioli, A., 1955. *Podostemáceas argentinas*. Soc. Arg. Bot., Bol., 6 (1): 1-20.
- Rovner, I., 1971. *Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction*. Quat. Res., 1: 343-359.
- Taugordeau-Lants, J., J. Laroche, G. Lachkar y D. Pons, 1976. *La sílice chez les végétaux: problème des phytolithaires*. Travaux du laboratoire de Micropaléontologie N° 5. Univ. Pierre-et-Marie-Curie: 255-291, 6 lám.
- Van Royen, P., 1954. *The podostemaceae of the New World*. III. Act. Bot. Need., 3 (2): 215-264.
- Wilding, L. P., 1967. *Radiocarbon dating of biogenetic opal*. Science, 156: 66-67.

Recibido: 15 de setiembre, 1980

HETTY BERTOLDI DE POMAR

Instituto Nacional de Limnología - CONICET  
J. Macía 1933  
3016-Santo Tomé  
Santa Fe



## GEOLOGIA DEL AREA TERMAL DE CACHIPUNCO, DEPARTAMENTO SANTA BARBARA, PROVINCIA DE JUJUY

JULIO E. ARIAS, ENRIQUE CHALABE, CARLOS MORENO ESPELTA  
y ANGEL CHAVEZ

### Resumen

La existencia de manantiales termales en la sierra de Cachipunco la tipifican como un área termal, razón por la cual fue objeto de un estudio detallado de su geología.

De las investigaciones realizadas se ha establecido que ella configura una unidad morfoestructural independiente de las sierras de San Bárbara y Centinela que la marginan, pero participa con aquellas del estilo estructural que caracteriza a las denominadas Sierras Subandinas de Santa Bárbara.

La columna estratigráfica queda representada por un basamento Paleozoico (Silúrico-Devónico-Formaciones Cachipunco y Arroyo Colorado), sobre el que se asienta discordantemente una espesa secuencia continental con intercalaciones vinculadas al ambiente marino. Todo el conjunto fue intensamente deformado por el juego de fallas regionales inversas, de alto ángulo en superficie que pasan a ser de bajo ángulo en profundidad.

### Introducción

El presente trabajo es parte de un programa de investigación de la Universidad Nacional de Salta, denominado "Estudio de los Recursos Geotérmicos del NOA" y ha sido proyectado con la finalidad de estudiar en detalle la geología y las características de las manifestaciones termales de la región. El programa tiende fundamentalmente a proporcionar la información básica necesaria en la selección de las áreas más favorables, para el aprovechamiento de la energía geotérmica en sus múltiples aplicaciones.

La sierra de Cachipunco está ubicada en el sector sud-central del departamento de Santa Bárbara, provincia de Jujuy. Este cordón montañoso, de unos 35 kilómetros de longitud, angosto y de rumbo nor-noreste, es una unidad morfo-estructural independiente emplazada entre las sierras de Santa Bárbara y Centinela. Con el propósito de establecer las relaciones estructurales con las

### Abstract

Sierra de Cachipunco is classified as a thermal area because of its thermal springs and that is the reason for the present.

As a result of the research done it has been found that Sierra de Cachipunco conforms a morphoestructural unit independent of the Sierras de Santa Bárbara and Centinela but the three of them show a structural style which characterises the Sierras Subandinas de Santa Bárbara.

The stratigraphic column is represented by a Paleozoic Basement (Silurian-Devonian-Cachipunco and Arroyo Colorado formations), on which a thick continental sequence unconformably rests with intercalations of marine deposits. The whole group was intensely deformed by reverse regional faults, with steep angle at the surface that become low angle faults in depth.

sierras que la marginan, el levantamiento geológico abarca desde el faldeo occidental de la sierra de Centinela hasta la vertiente oriental de la sierra de Santa Bárbara, área que queda comprendida por las coordenadas geográficas:  $24^{\circ} 16'$  a  $24^{\circ} 24'$  de latitud sud y  $64^{\circ} 25'$  a  $64^{\circ} 30'$  de longitud oeste.

La finca El Fuerte es el paraje más importante próximo a los manantiales termales y dista de la ciudad de Salta 258 kilómetros. El acceso a la citada propiedad desde Salta, se efectúa por las rutas nacionales 51 y 34 hasta el empalme con la provincial jujeña 1, y por ésta última hasta la intersección con la provincial 6 que conduce a la localidad de Palma Sola, continuando luego hacia El Fuerte. Desde allí, existen numerosas huellas vecinales en muy buen estado, exceptuando el período de lluvias en que se tornan intransitables. Todos los ca-

minos mencionados están pavimentados hasta Palma Sola.

Un acceso más corto, es continuar por la ruta provincial 6 hacia Santa Clara y luego de atravesar Abra del Motero arribando a El Fuerte por el sur, pero en el momento de la realización de las tareas de campo, se encontraba abandonada y usada muy esporádicamente por vehículos altos y con doble tracción.

### Investigaciones anteriores

Son de carácter regional y se refieren incidentalmente al área estudiada. Citaremos, en orden cronológico, los más importantes: Brackebusch (1883 y 1891), Bonarelli (1921), Bruch (1925), Cockerell (1925, 1926, 1927 y 1936), Windhausen (1931), Hagerman (1933 y 1936), Schlagintweit (1936 y 1937), Sgrosso (in Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales, 1939), Cecioni (1949), Bellmann (1962), Harrington (1967), Padula *et al.* (1967), Moreno (1970), Mingramm y Russo (1972), Baldis *et al.* (1976), Rollerli (1976) y Mingramm *et al.* (1979).

### Metodología de trabajo

Para el levantamiento geológico y la interpretación de los principales rasgos estructurales se utilizó, como base topográfica, fotografías aéreas a escala aproximada 1:75.000 del I.G.M. (3B209-3059 a 3061). En el campo se realizaron relevamientos topográficos y geológicos en las quebradas El Fuerte, La Cuesta Azul, El Pedernal, Membrillo, Garabatal, Saladillo y Cachipunco.

El mapa regional (fig. 1 b) se lo realizó sobre imagen satelitaria NASA (ERTS) N° E-1042-13424-7 a escala 1: 500.000.

### Clima

No se pudo contar con el registro de temperaturas y precipitaciones de corto período, efectuado por la firma La Forestadora del Norte S.A. propietaria de la Finca El Fuerte. Por otra parte, tampoco es posible comparar el clima del área con las estaciones meteorológicas más próximas de San Pedro o La Estrella, ya que la zona presenta un marcado microclima, diferente al de aquellos. Como

datos de referencia tomamos la información proporcionada por el Ing. Berger (com. pers.) de que en un año las precipitaciones llegaron a 900 mm, pero varían entre los 600 y los 1.200 mm, produciéndose el grueso de las lluvias entre diciembre y abril. En lo concerniente a la temperatura media anual es estimada en 18° C, pero las noches invernales son muy frías; en una de nuestras campañas, la columna mercurial descendió a 4° C bajo cero y en esa época son comunes las nevadas y heladas.

### Geología

La sierra de Cachipunco es parte integrante de lo que Baldis *et al.* (1976) designan como Sierras Subandinas de Santa Bárbara o según Rollerli (1976) Sistema de Santa Bárbara.

### Estratigrafía

En el cuadro I se indica la sucesión de las formaciones aflorantes en el área mapeada, la edad asignada a las mismas y su distribución es mostrada en la figura 1c.

Los excelentes afloramientos en quebradas permitieron la identificación y descripción de las unidades litológicas y la obtención de sus espesores.

### Silúrico-Devónico

Formación Cachipunco (Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1938; *nom. subst.*, Padula *et al.*, 1967: p. 174)

Aflora en el faldeo oeste de la sierra de Centinela y en el arroyo Cachipunco.

Está constituida por lutitas gris oscuras que alternan con areniscas cuarcíticas de grano fino a mediano, de colores gris verdosos, con abundantes láminas de mica. Hagerman (1933: 459) menciona fragmentos de un probable cefalópodo en el faldeo del Centinela.

En las proximidades de las cabeceras de la quebrada del Arbol Solo, se han encontrado dos bancos de vulcanitas intercalados en las sedimentitas de la Formación Cachipunco. La roca es de textura porfídica, con fenocristales euhedrales de augita titanada que en algunos casos presentan maclas en "reloj de arena" (*hour glass*) o en otros en prismas euhedros. Se asocian cristales de

CUADRO I. — Cuadro estratigráfico.

			Depósitos de cauces actuales
Cuartario			Depósitos aterrazados
			discordancia
			F. Piquete
	G R U P O	Subgrupo Jujuy	discordancia?
			F. Guanaco
			discordancia?
	O R A N	Subgrupo Metán	F. Jesús María
Terciario			F. Anta
			F. R'ó Seco
			discordancia
		Subgrupo Santa Bárbara	F. Lumbreira
	G R U P O		F. Maíz Gordo
			F. Mealla
		Subgrupo Balbuena	F. Olmedo
Cretácico	S A L T A		F. Yacoraite
			F. Lecho
			discordancia?
		Subgrupo Pirgua	F. Los Blanquitos
			F. Las Curtiembres
			F. La Yesera
			discordancia
Devónico		F. Arroyo Colorado	
Silúrico		F. Cachipunco	

menor tamaño de biotita color castaño, opacos de titano-magnetita; como accesorios apatita y rutilo. La calcita se manifiesta como producto de alteración en agregados granulares. La pasta es microgranular y está constituida por opacos, microlitos de analcima y cristales de vidrio color castaño; no presenta orientación definida y el grado de cristalización refleja un enfriamiento muy rápido. De acuerdo a estas características, se la clasifica como lamprófiro y en base a su asociación mineralógica como ouachitita. Hagerman (1933: 492) menciona rocas volcánicas, incluidas en su Zc y Zi, en el faldeo este de la sierra de Santa Bárbara como intrusiones lacolíticas de pieritas gris negruzcas y estructura algo porfírica.

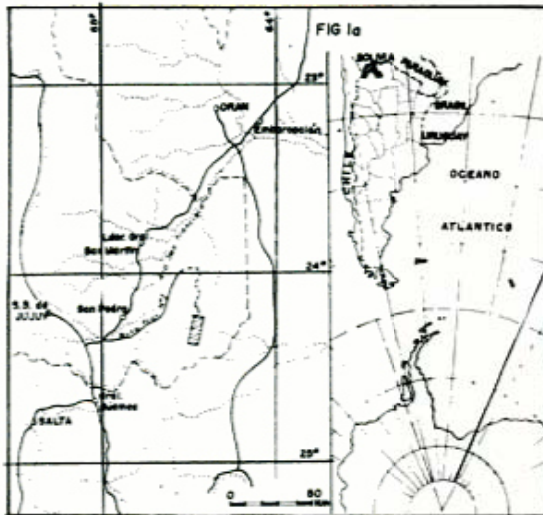
No se ha podido medir su espesor ya que

se encuentra tectonizada. Respecto a su edad, Padula *et al.* (1967) la asignan al Silúrico medio-Devónico inferior; por su parte Baldis *et al.* (1976a), en base al contenido faunístico de la Formación Lipeón en el arroyo Los Tomates, que ocupa la misma posición estratigráfica, la ubican en el intervalo Wenlockiano alto-Downtonianiano.

Formación Arroyo Colorado (Padula *et al.*, 1967: 169).

Se la encuentra expuesta en las sierras de Cachipunco y Centinela. En la primera fue estudiada en detalle en los arroyos Cachipunco y Garabatal, donde infrayace en suave discordancia angular debajo de la





Formación La Yesera. En el primer curso de agua apoya concordante y transicionalmente sobre la Formación Cachipunco y en El Garabatal, su base está suprimida por falla.

Integran la misma areniscas cuarcíticas de grano fino, de colores grises o rosados, estratificadas en bancos de un metro de espesor. Hacia la base aparecen lutitas gris negruzcas, las que se van incrementando hasta dominar sobre las cuarcitas, que pasa transicionalmente a la Formación Cachipunco. En el arroyo Garabatal, el tope está constituido por un banco de 15 metros de lutitas gris verdosas, con restos mal conservados de vegetales, que apoya sobre areniscas cuarzosas con litoclastos aislados de cuarzo; mientras que en el arroyo Cachipunco, los conglomerados de la Formación La Yesera se asientan sobre 20 metros de areniscas cuarcíticas, luego se intercalan pelitas grises oscuras, micáceas. En algunos bancos son observables estructuras entrecruzadas.

En el arroyo Cachipunco, único perfil completo estudiado, tiene la formación un espesor de 450 metros. Sue edad es considerada devónica, ya que Bonarelli (1921) encontró *Orthis laticostata* en areniscas de la Formación Mendieta, de la cual es su equivalente lateral por cambio de facies hacia el oeste. Dicha edad es confirmada por Feruglio (1929) en base a su contenido paleontológico (braquiópodos, moluscos y trilobites) en el arroyo Moralito al noroeste de San Pedro de Jujuy. Padula *et al.* (1967) la asignan al Siegeniano-Emsiano.

### Cretácico-Terciario

Grupo Salta (Brackebusch, 1891; **nom. subst.** Turner, 1959: 26). Subgrupo Pirgua (Vilela, 1951; **nom. transl.** Reyes y Salfity, 1973: 362).

Se ubica a lo largo de la sierra de Cachipunco, desde más al sur del límite de nuestra zona hasta la latitud de El Puesto, donde se hunde y es truncado por fractura. El espesor es variable, lo que es obvio por tratarse de un depósito del tipo de pie de monte. En el arroyo Cachipunco se midieron 400 m y en el Garabatal 640 metros.

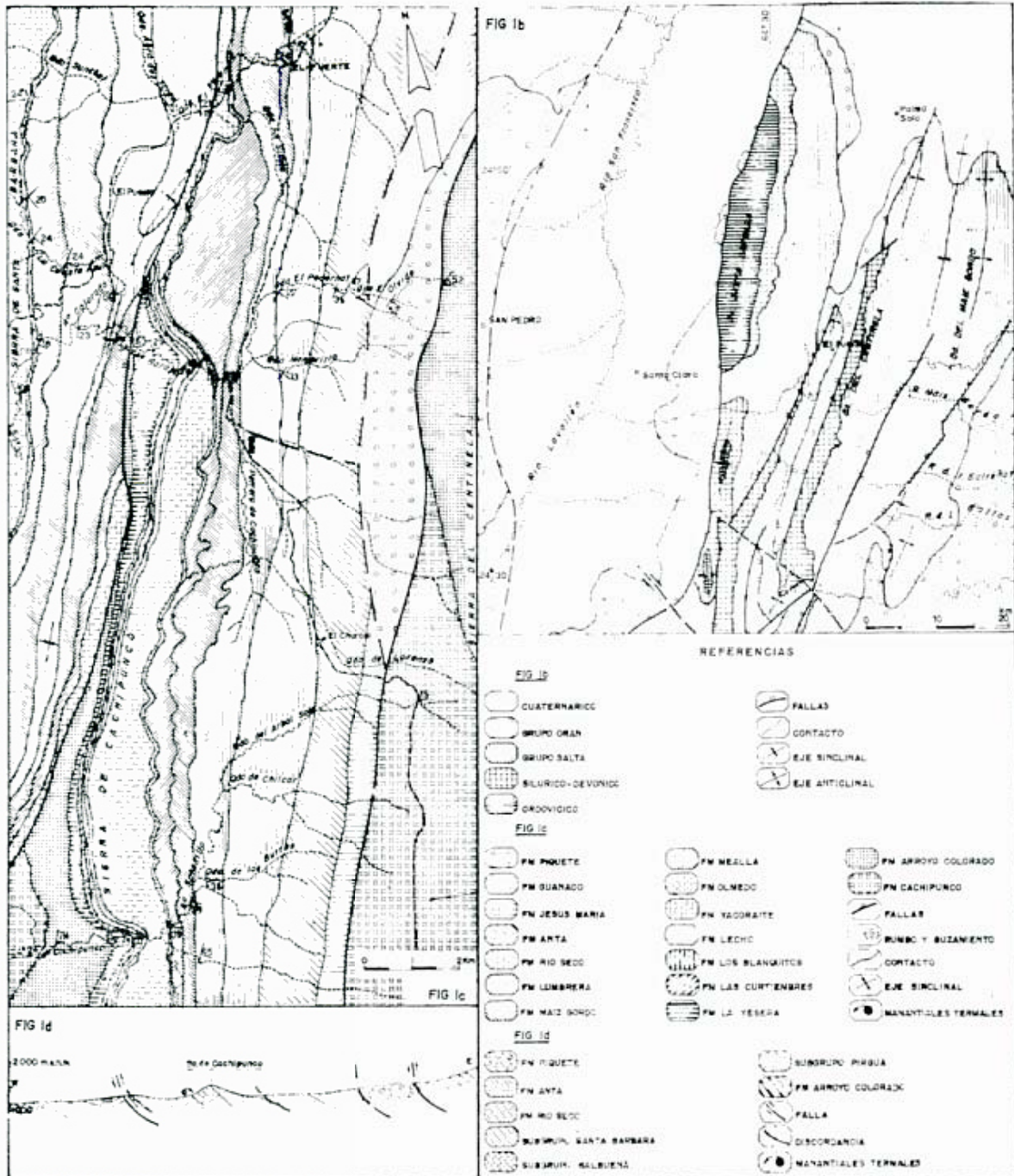
Formación La Yesera (Reyes y Salfity, 1973: 362).

La unidad basal del Subgrupo Pirgua ha sido estudiada en los arroyos Cachipunco y Garabatal, donde los espesores son de 270 y 425 m respectivamente.

En el segundo curso de agua citado tenemos el siguiente perfil ascendente:

- 90 m de conglomerados brechosos, grueso, polimítico, con clastos de diámetro medio de 30 cm, algunos de los cuales alcanzan hasta un metro, sin estratificación definida, constituyendo una mezcla caótica, compuesta por bloques y guijones de arenisca cuarcítica, arenisca conglomerádica y cuarzo que provienen de la Formación Arroyo Colorado. El color de conjunto es el rojo parduzco.
- 140 m de conglomerados medianos polimíticos, estratificados en bancos de 1,50 m, a los cuales intercalan areniscas gruesas a sabulíticas de 0,50 m de espesor promedio. Los componentes dominantes son litoclastos de areniscas cuarcíticas grises y rosadas, que con las tonalidades rojas de la matriz arenosa, confieren a la secuencia un color rojo grisáceo.
- 165 m de una alternancia de conglomerados y areniscas estratificados en capas de aproximadamente igual espesor, 0,80 a 1,00 m. Se observa estratificación entrecruzada y la imbricación entre los clastos indican una probable procedencia del cuadrante oeste.
- 30 m de conglomerados polimíticos que rematan la secuencia y a los que





se subordinan delgadas capas de areniscas medianas a gruesas.

En el arroyo Cachipunco el perfil expuesto es, de base a techo:

- 120 m de conglomerados brechosos, sin estratificación visible, con litoclastos de arenisca cuarzosa y cuarcitas, cuyos diámetros son menores que los encontrados en la unidad basal del arroyo Garabatal. En los 30 m superiores se intercalan areniscas medianas.
- 40 m de una colada basáltica cuya se-

cuencia de detalle, en sentido ascendente, es el siguiente:

- 1) La roca de caja infrayacente es una corneana, de muy bajo grado metamórfico, caracterizada por la presencia de máculas de recristalización incipiente únicamente en la matriz de una arenisca madre; los minerales nuevos son micas de colores claros, también se observan bandas paralelas de óxidos de hierro

que se podrían interpretar como frentes de reacción y concentración.

- 2) Basalto olivínico que contiene plagioclasa ( $An_{45-50}$ ) maclada, con extinción ondulante y sin zonalidad; el olivino, en grandes fenocristales alterados a óxidos de hierro, cloritas y minerales serpentínicos, se presenta inmerso en una pasta de grano medio, compuesta por augita titanada, plagioclasa, vidrio y opacos. La textura, es intergranular, aunque en algunos sectores es intersertal; la estructura en la base es amigdaloides-vesicular, rellena de calcita y zeolitas. En las secciones inferiores y superiores se presenta con carácter porfírico, mientras que en el medio la textura alcanza su máxima expresión. En el tope, los cristales de olivino están totalmente alterados.

- 3) La sedimentita sobrepuesta a la vulcanita es una calcarenita lítica, constituida por cuarzo, feldespato y litoclastos de basaltos olivínicos, con bordes angulosos, cementados por material carbonático. Inmediatamente encima de ella, hay otro banco de similares características pero los fragmentos de basaltos son de menor tamaño y menos anguloso.

—110 m de una secuencia de conglomerados medianos agruesos, polimícticos y areniscas medianas, estratificadas en bancos de aproximadamente igual espesor; en el tercio superior las capas pséficas incrementan en potencia y cantidad, subordinándose los de samitas.

Respecto a la edad, no se conocen dataciones publicadas para los basaltos de Cachipunco ni se han registrado hallazgos paleontológicos, pero por comparación con vulcanitas similares intercaladas en sefitas de El Tunal, 108 m.a. (Gebhard *et al.*, 1974), en Isonza,  $114 \pm 5$  m.a. y río Cajón,  $96 \pm 5$  a  $99 \pm 5$  m.a. (Valencio *et al.*, 1976), puede ser asignada al intervalo Aptiano-Cenomaniano, según la escala propuesta por Van Hinte (1978).

Formación Las Curtiembres (Reyes y Salfity, 1973: 362).

Es visible ampliamente en el arroyo Cachipunco, no así en el Garabatal donde se

encuentra prácticamente cubierta.

En el arroyo Cachipunco, tiene un espesor de 50 m y la integran areniscas finas con estratificación laminar, constituidas principalmente por litoclastos de cuarcitas y cuarzo bastante bien redondeados, englobados en una matriz arcillosa con cemento carbonático o ferruginoso. Se intercalan algunos bancos de arcillitas fisiles. El color de conjunto es el rojo pálido, aunque se observan algunas guías de areniscas medianas a gruesas de tonos verde oliva pálido. En el arroyo Garabatal su potencia llega a los 80 m, pero allí su techo no aflora. Su edad es asignada al Turoniano-Santoniano por Reyes *et al.* (1976), en base a dataciones geocronológicas de basaltos en la zona de la quebrada La Conchas.

Formación Los Blanquitos (Reyes y Salfity, 1973: 362).

Esta unidad aflora continuamente en la sierra. En el arroyo Cachipunco, se tomó como base un banco de conglomerado mediano polimíctico que asienta sobre las pelitas de la Formación Las Curtiembres. Está constituida por areniscas finas a medianas, rojo ladrillo, estratificadas en bancos gruesos, sin estructura interna, excepto algunos lentejones de capas conglomerádicas. Hacia el tope se presentan algunas concreciones

de material carbonático de unos 10 cm de diámetro.

En el arroyo Garabatal no difiere mayormente la litología descrita más arriba, la base no pudo ser observada por estar cubierta.

Su espesor crece de sur a norte, 80 m en Cachipunco y 135 m en el Garabatal. La formación es atribuida al Santoniano-Campaniano (Reyes *et al.*, 1976).

Subgrupo Balbuena (Moreno, 1970: 13).

Formación Lecho (Turner, 1959: 29).

Al igual que en los casos anteriores fue estudiada en los arroyos Cachipunco y Garabatal. Sus florecimientos tienen aproximadamente la misma distribución que el Subgrupo Pírgua, siendo truncada por fractura al sur de la quebrada de La Silleta.

En el arroyo Garabatal tiene un espesor de 52 m y la conforman areniscas medianas de color rosado grisáceo y rosa lila en



bancos de hasta 5 m de potencia y sin estratificación interna. En la secuencia se presentan delgados niveles de conglomerados oligomíticos, con rodados de cuarzo, que no pasan de los 0,10 m de potencia. Las superficies de estratificación no son planares sino ligeramente curvas. Muestran una regular compactación, pero hacia arriba se hacen deleznable y de aspecto sacaroides. En general no tienen reacción clorhídrica. En el tope, las areniscas de tonos mayormente rosados y estratificados en capas de tres metros de espesor medio, contienen concreciones de forma irregular a subredondeadas con diámetros promedio de 8 cm y de composición carbonática.

Tanto en el perfil descrito como en el arroyo Cachipunco, donde tiene un espesor de 80 m, se han observado en la sección inferior de la unidad rodados de areniscas de grano fino y color rojo ladrillo que provienen de la erosión de la Formación Los Blanquitos infrayacente, hecho que nos conduce a pensar en la existencia de una discordancia entre ambas entidades.

La edad es cretácica superior, probablemente maestrichtiana, por la presencia de saurópodos muy especializados y aves en la localidad de El Brete, sur de Salta (Bonaparte *et al.*, 1977).

Sus afloramientos constituyen las crestas de la sierra de Cachipunco y el faldeo oriental de la sierra de Santa Bárbara. La unidad ha sido analizada en las quebradas La Cuesta Azul, El Fuerte, y en los arroyos Garabatal, Cachipunco y Colorado.

En el arroyo Garabatal, donde tiene un espesor de 120 m se asienta sobre la Formación Lecho mediante un contacto concordante neto que separa los bancos macizos de ésta de las capas muy bien estratificadas de la Formación Yacoraite.

En el arroyo citado se observa el siguiente perfil ascendente:

—30 m de areniscas calcáreas gris verdosas claras con buena compactación, estratificadas en bancos de 0,50 m, que alternan con areniscas castaño rojizo pálido con cemento carbonático de granometría mediana a gruesa. Hacia arriba los bancos arenosos se hacen más calcáreos y de tonalidades blanquecinas. A tres metros de la base de la unidad se intercala un banco de 0,95 m de espesor que de acuerdo a la descripción microscópica es una roca piroclás-

tica de grano muy fino con pasta criptocristalina a vítrea, en la que se encuentran inmersos fragmentos cristalinos de cuarzo anguloso, sin orientación; la pasta presenta pequeños cristales de mica y sanidina, características que permiten denominarla toba cristalina vítrea. Una muestra de ella ha sido remitida para su análisis geocronológico.

—15 m de una alternancia de micritas, de color rojo pálido, muy duras, estratificadas en bancos de 0,30 a 0,50 m de espesor y fangolitas rosadas, laminares, con planos de estratificación ondulados. Hacia el tope resalta más la estratificación por el bandeamiento de colores rojizos, rosados, blanquecinos y grises.

—12 m de areniscas cuarzosas, grano medio, con clastos bien redondeados de cuarzo, cementados por material carbonático, de colores grises o amarillo grisáceo, en algunos casos de aspecto sacaroides, en bancos de 0,50 m de potencia, a las que se intercalan fangolitas laminares rojo pálido. En algunos casos las areniscas presentan entrecruzamiento.

—20 m de calizas oolíticas de color gris castaño rojizo, calcarenitas oolíticas, cuarzosas, con abundante matriz, de color rojo pálido, se observan clastos aislados de sílice amorfa. A ellas se intercalan fangolitas gris amarillento y gris verdosas, de laminación fina. Hacia el tope, dominan calizas microcristalinas con bandeamiento, compactas, de color gris amarillento en bancos de 0,20 a 0,80 m de potencia con muy pocas y delgadas intercalaciones pelíticas.

—18 m de una alternancia de areniscas calcáreas, calizas y pelitas. La base corresponde a un nivel de caliza estromatolítica amarillenta a la que se sobreponen areniscas finas calcáreas y fangolitas en bancos de espesores variables y de colores alternantes amarillos y grises. Hacia arriba se incrementan los bancos pelíticos, observándose en los planos de estratificación ondulitas y grietas de desecación, y delgados niveles de calizas oolíticas intercalados.

—25 m de fangolitas gris oscuras y calizas oolíticas y estromatolíticas estrati-

ficados en bancos de 0,10 a 0,30 m de espesor. Cerca del techo se intercala un banco de caliza amarilla con restos de gastrópodos turrítelidos. Algunos niveles calcáreos presentan intraclastos con diámetros de 0,1 a 2 cm y con laminación cruzada.

En el arroyo Cachipunco, donde la sección media de la formación constituye una garganta, conocida como Angosto de Cachipunco, no difiere mayormente de las características litológicas expuestas en el perfil anterior. Lo que sí es notable, es su mayor espesor (140 m) y un incremento en la potencia de los bancos de su tercio superior y la ausencia de la intercalación tobácea de la base. En los restantes afloramientos visitados no hay diferencias con el perfil de Garabatal; en el arroyo Colorado la formación forma una serie de resaltos y allí se midió un espesor de 100 metros. En las quebradas El Fuerte y La Silleta su base es suprimida por falla.

La edad es considerada maestrichtiana en base a su contenido paleontológico (Bonaparte *et al.*, 1977).

#### Formación Olmedo (Moreno, 1970: 18)

En el área investigada tiene un reducido espesor: 25 m en el arroyo Garabatal, 27 m en Cachipunco-Saladillo, 30 m en el arroyo Colorado, 20 m en la quebrada La Cuesta Azul y 26 m en la quebrada El Fuerte.

En el arroyo Garabatal la base es una alternancia de calizas gris amarillentas y pelitas finamente laminadas gris oscuras a negras, en parte bituminosas. En el tercio medio predominan las pelitas descriptas y se intercalan bancos de calizas estromatolíticas con espesores que oscilan entre 10 y 20 cm. En el tercio superior continúan pelitas laminadas de colores amarillos, rosados, grises y verdosos. El techo fue dado en el último nivel estromatolítico que se asienta sobre pelitas rojas.

En la quebrada La Cuesta Azul, donde aflora parcialmente, se han encontrado algunos restos de insectos en pelitas verdes grisáceas con disyunción esferoidal.

Sobre la base de su posición estratigráfica, la Formación Olmedo es considerada como la parte cuspidal del Cretácico, aunque no debe descartarse la posibilidad de que los tramos superiores pueden ya corresponder al Paleoceno. En ese sentido, los insectos citados, si bien no fueron estudiados

en detalle, a prima facie, son bastante similares a los incluidos en la Formación Maíz Gordo que es asignada al Terciario.

Subgrupo Santa Bárbara (Vilela, 1952; **nom. transl.**, Moreno, 1970: 19)

Formación Mealla (Moreno, 1970: 22)

Se asienta transicionalmente sobre la Formación Olmedo y ha sido observada en las quebradas El Fuerte, La Cuesta Azul y en los arroyos Garabatal (115 m), Colorado (120 m) y Saladillo (150 m).

Consiste de fangolitas y limolitas delezables con disyunción esferoidal, con una marcada estratificación en capas de 0,10 a 0,50 m de espesor, en las que se intercalan areniscas finas arcillosas en estratos de hasta un metro. El color de conjunto es rojo. Hacia el tope comienza una transición entre niveles arenosos rojo castaños y, subordinadamente, pelíticos blanquecinos y verdosos. El techo ha sido ubicado donde dominan los bancos verdes que asignamos a la unidad suprayacente.

Hagerman (1933: 475) menciona intercalaciones tobíferas en el arroyo Potrero (Garabatal en la actual toponimia) que no fueron observados por los autores.

La Formación es asignada al Terciario; Pascual *et al.* (1978), en base a restos de Notoungulados la ubican en el Riochiquense (Paleoceno tardío).

#### Formación Maíz Gordo (Moreno, 1970: 24)

Aflora en el faldeo oriental de la sierra de Cachipunco (quebradas El Fuerte, La Silleta, arroyo Garabatal y su afluente Potrero de Cachipunco (152 m), Saladillo y Cachipunco (200 m), Colorado y en el faldeo oriental de la sierra de Santa Bárbara (quebradas La Cuesta Azul y Sunchal). En este último curso de agua, Cockerell (1925 y siguientes) coleccionó sus restos de insectos fósiles.

Corresponden a la formación arcilitas margosas verde grisáceas con estratificación fina y laminar, que hacia arriba presentan intercalaciones de areniscas muy finas micáceas con entrecruzamientos en capas de 5 a 10 cm de espesor. En el tercio medio y superior intercalan niveles estromatolíticos. En el arroyo Garabatal se ubicaron 34 de estos calcáreos y en la quebrada La Cuesta Azul 42.

Se han ubicado numerosos bancos pelíticos margosos verdes y grises conteniendo los restos de insectos, cuya descripción detallada hiciera conocer Cockerell en sus trabajos, especialmente el del año 1936, donde recopila todos sus descubrimientos incluyendo coleópteros, orthópteros y hemípteros.

En un banco de 1,20 m de espesor aflorante en los asomos próximos a la desembocadura del arroyo Garabatal en el arroyo Colorado, los autores encontraron un osario constituido por placas de quelonios y otros restos esqueletarios que son motivo de un estudio paleontológico.

Con relación a la edad, Cockerell (1925a) consideraba que su Formación Sunchal (= Formación Maíz Gordo y Faja Verde de Lumbrera) era del Terciario superior y de ambiente de agua dulce. Por su parte Pascual y Odreman Rivas (1973) la asignan al Paleoceno (Riochiquense).

#### Formación Lumbrera (Moreno, 1970: 26)

La unidad aflora en forma discontinua y parcialmente cubierta en las zonas intermontanas. El perfil que se describe más abajo, corresponde al expuesto en la quebrada Membrillo donde tiene un espesor de 378 m, también fue observada en el arroyo Colorado que corre subparalelo a su rumbo y en los arroyos Saladillo y Cachipunco (390 m).

En sentido ascendente se han reconocido los siguientes grupos litológicos:

- 60 m de pelitas rojo ladrillo en bancos potentes, alternando con areniscas arcillosas de igual color pero más resistentes que aquéllos, en algunos niveles con estratificación entrecruzada.
- 15 m de alternancia similar a la anterior pero con intercalaciones de capas de yeso de 2 a 5 cm de espesor.
- 18 m de pelitas gris verdosas estratificadas en bancos de 0,80 a 1,20 m de potencia que alternan con areniscas calcáreas finas verdosas. Se intercalan 13 bancos de 6 a 10 cm de espesor de calizas estromatolíticas. En los niveles pelíticos se han encontrado restos de insectos, escamas y espinas de peces. Este nivel corresponde a la Faja Verde.
- 260 m de areniscas arcillosas y pelitas algo margosas de color rojo ladrillo con yeso intercalado.
- 25 m cubiertos.

La Faja Verde está muy bien aflorada, particularmente desde la quebrada Arbol Solo hacia el Sud, donde sus asomos son prácticamente continuos hasta más allá del límite de nuestra área, resaltando notoriamente en el paisaje alomado rojo por donde corre el arroyo Saladillo. En la quebrada Sunchal, Cockerell (1925 a) encontró en este banco guía el pez *Corydoras revelatus* Cock.

La Formación Lumbrera, por su contenido paleontológico, es considerada del Eoceno inferior (Casamayorensis), según Fernández *et al.* (1973) y Carbajal *et al.* (1977).

Grupo Orán (Schlagintweit in Fossa Mancini, 1938; *nom. subst.* Russo, 1972)

Se ubica discontinuamente en el área, por lo que no se pudo describir ni medir perfiles detallados de sus unidades constituyentes. Sus contactos han sido fotointerpretados.

Subgrupo Metán (Russo, 1972)

Formación Río Seco (Gebhard *et al.*, 1974: 366)

Reconocida en las quebradas El Fuerte, Pedernal, Membrillo y Albol Solo. Se asienta en suave discordancia angular sobre la Formación Lumbrera.

Está integrada por areniscas finas rojo ladrillo, estratificadas en bancos macizos y con entrecruzamientos, como puede observarse en la desembocadura de la quebrada Cuesta del Trigo. Alternan pocos y delgados niveles fangolíticos rojos parduzcos. En la quebrada El Fuerte se ubicaron bancos con cemento carbonático.

La formación es asignada al Eoceno (Gebhard *et al.*, 1974).

Formación Anta (Pozzo, 1962; *nom. subst.*, Gebhard *et al.*, 1974: 367)

Sus asomos han sido observados únicamente en las quebradas El Pedernal-El Olvido y Arbol Solo. La define una secuencia de areniscas rojas con intercalaciones arenosas gris verdosas, delgadas y fangolitas rojo parduzco. Hacia el techo, disminuyen los niveles verdes y se hacen de menor espesor. También se presentan calizas oolíticas y capitas de yeso.

Su edad es considerada eocena-oligocena.



Formación Jesús María (Gebhard *et al.*, 1974: 369; **nom. subst.** Arias y Chávez, 1976)

El único afloramiento reconocido se encuentra en la huella que desde el puesto El Churcal lleva hacia el sud por el faldeo de la sierra de Centinela. Su tope está truncado por falla y está constituida por areniscas rojas de grano fino a mediano, que alternan con fangolitas de similar coloración, aunque algo más apagado.

En base a datación de una toba, de  $32 \pm 3,5$  m.a., corresponde al Oligoceno (Gebhard *et al.*, 1974).

Subgrupo Jujuy (Steinmann *et al.*, 1904; **nom. subst.** Russo, 1972)

Formación Guanaco (Gebhard *et al.*, 1974: 370, **nom. subst.**, Arias y Chávez, 1976)

Se presenta en el faldeo occidental de la sierra de Centinela, su base es tectónica y su techo no es observable por estar cubierta.

En la quebrada El Olvido se la ha reconocido en unos pocos asomos discontinuos de areniscas finas a medianas de colores rosados tenues y gris blanquecinos, con clastos muy bien seleccionados de cuarzo y cuarcita que se intercalan con bancos de fangolitas rojo oscuro. En un nivel estratigráficamente más bajo, se presentan areniscas sabulíticas a conglomerádicas, deleznales, la matriz es arenosa fina de aspecto sacaroide. En todos los casos, en la base de las areniscas se presentan rodaditos de las fangolitas infrapuestas.

Es asignada al Mioceno por la datación de una toba que dio una edad de  $11,6 \pm 3,5$  millones de años.

Formación Piquete (Mingramm y Russo, 1972; **nom. subst.** Gebhard *et al.*, 1974: 371)

Tiene la misma distribución que la anterior y su techo está también suprimido por falla. En las cabeceras de la quebrada El Olvido consiste de conglomerados medianos, polimicticos, rojos, con clastos redondeados de cuarcitas, areniscas cuarzosas, vulcanitas, conglomerado y algunos de calizas amarillentas. Se intercalan delgados bancos de areniscas finas a medianas.

Arias *et al.* (1979) en base a su conte-

nido paleontológico, la ubican en el Plioceno medio (edad Huayqueriense).

## Cuartario

Está representado por dos entidades, los depósitos aterrizados y de cauces actuales, que se ubican en las partes bajas del área.

## Depósitos aterrizados

En realidad se trata de una serie de conos aluviales que coalescen entre sí, formando pie de monte, que al haber sido disectados por los cursos de agua actuales los han transformado en niveles aterrizados.

Los más conspicuos y mejor expuestos se encuentran en la depresión intermontana Cachipunco-Centinela. En las quebradas Membrillo y Potrero de Cachipunco, se asientan en franca discordancia angular sobre unidades del Subgrupo Santa Bárbara y Grupo Orán, sus barrancas alcanzan los 12 m; en la base están constituidos por aglomerados con rodados angulosos de cuarcitas y areniscas cuarzosas predominantes, hacia arriba se asientan arenas medianas a gruesas con lentes conglomerádicos, muy poco consolidados, de colores rojos y grises.

En el arroyo Saladillo, tiene mayor espesor, entre los 15 a 18 m y de similar litología.

## Depósitos de cauces actuales

Corresponde a los depósitos de los cauces que drenan la región y están formados por rodados provenientes de todas las unidades aflorantes en las serranías vecinas.

## Estructura

El estilo estructural de las denominadas Sierras Subandinas de Santa Bárbara (Baldis *et al.*, 1976) es la de pliegues volcados al poniente, con sus alas occidentales suprimidas por importantes fallas regionales inversas, que en superficie se presentan como de alto ángulo pero que en profundidad pasan a ser de bajo ángulo. A su vez, el relieve topográfico se ajusta a la tectónica, es decir, que las sierras corresponden a anticlinales y los valles intermontanos a sinclinales.

La sierra de Cachipunco, a pesar de ser una estructura menor en relación a las que la circundan, presenta todas las características señaladas, como puede observarse más al norte del sector estudiado. Allí se produce el cierre del anticlinal volcado, el cual está enmarcado por sinclinales.

Dado que en el sector investigado (fig. 1 c) el esfuerzo compresivo fue mucho más intenso, dio lugar a la supresión del sinclinal intermedio entre las sierras de Cachipunco y Centinela y al seccionamiento no sólo del ala occidental sino también de parte del núcleo del anticlinal.

Hacia el sur de la zona mapeada, se observa que la deformación se incrementa y se complican las estructuras; así tenemos, que el anticlinal de Cachipunco queda truncado por una fractura de rumbo noroeste-sudeste y se origina la convergencia con él, de las sierras de Santa Bárbara, Centinela y Maíz Gordo, como puede verse en la fig. 1 b, que es el resultado de la interpretación de imágenes satelitarias.

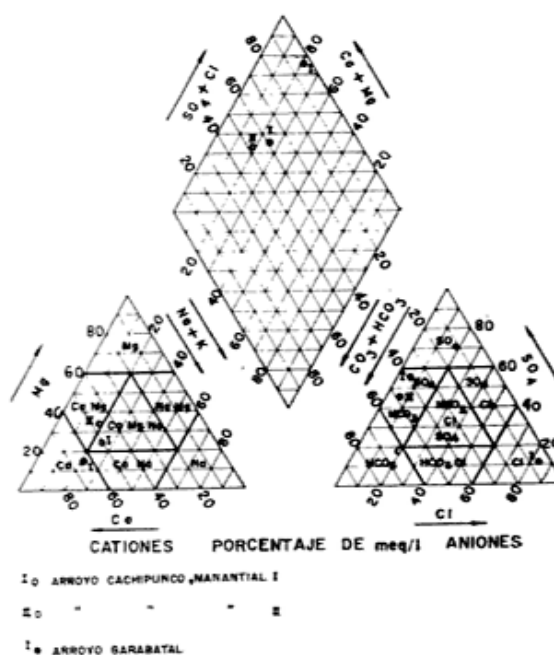


FIG 2

**Manantiales termales**

Las únicas manifestaciones de termalismo en la zona están localizadas cerca del núcleo del anticlinal, específicamente en el tramo superior de los arroyos Garabatal y Cachipunco (fig. 1 c). En ambos casos, las aguas brotan a través de diaclasas de las areniscas rojas de la Formación Los Blanquitos, con la excepción de un pequeño manantial, de escaso caudal y 25° C de temperatura, que sale de la Formación Lecho aflorante en el arroyo Cachipunco.

En Garabatal se reconocieron dos manantiales principales y varios secundarios. Los primeros, ubicados uno en cada margen del arroyo, suman un caudal de 24 litros por minuto con una temperatura de 29° C. En

cambio en Cachipunco, hay tres bocas de salida en la margen derecha y a lo largo de un tramo de 10 metros; el caudal global es de 135 litros por minuto y con temperaturas de 26, 29 y 39° C respectivamente.

Mientras las aguas del arroyo Garabatal no son aprovechadas, en Cachipunco, la emplean esporádicamente los puesteros que se dirigen a Santa Clara, haciendo uso de una precaria pileta de piedra con juntas de barro de unos 30 cm de profundidad.

En el cuadro II se indica la composición química de las aguas de tres de los manantiales reconocidos y como puede verse, el contenido salino total es inferior al requerido para calificar a estas aguas como minerales. No obstante, si se desea clasificarlas en función del tipo de sales en solución las

CUADRO II - COMPOSICION QUIMICA DE LAS AGUAS DEL AREA TERMAL DE CACHIPUNCO

RESULTADOS EXPRESADOS EN MILIGRAMOS POR LITROS

FECHA DE RECOLECCION 5/9/79 y 17/7/80

MANANTIAL	TEMP °C	CAUDAL l/min	pH	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	TOTAL SOLIDOS DISUELTOS B	CONDUCTIVIDAD µmhos/cm 105°C o 25°C
Arroyo Cachipunco I	39	86,28	7,30	41,60	120,44	36,60	63,05	10,00	19,0	312,19	285,57		0,10	912 1166
Arroyo Cachipunco II	29	43,98	7,70	34,00	92,38	41,34	39,60	6,00	17,0	201,72	272,76		0,10	682 965
Arroyo Garabatal I	39	14,00	8,00	24,00	75,35	11,30	25,00	4,00	170,0	31,22	18,30		-	433 594

ANALISIS REALIZADOS POR EL LABORATORIO DE SUELO Y AGUAS DE LA DIRECCION GENERAL AGROPECUARIA DE LA PROVINCIA DE SALTA

del Garabatal serían cloruradas cálcicas magnésicas y las de Cachipunco sulfatadas bicarbonatadas cálcicas magnésicas (fig. 2).

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los cole-

gas Omarini y Castillo, por las determinaciones petrográficas y a los ingenieros Norberto Albisetti y Gerardo Berger, de la Forestadora del Norte S.A., por el apoyo brindado durante las tareas de campo.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Arias, J. E. y A. Chávez, 1976. *El Grupo Orán en el valle de Lerma, provincia de Salta, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 31 (1): 59-60.
- Arias, J. E., R. Alonso y S. Malanca, 1979. *Un gliptodontoideo de la Formación Piquete (Grupo Orán), provincia de Jujuy, República Argentina*. Rev. Inst. Cienc. Geol., Univ. Nac. Jujuy, 3: 175-188.
- Baldis, B. A., L. Benedetto, G. Blasco y M. E. Martel, 1976 a. *Trilobites silúricos-devónicos de la sierra de Zapla (noroeste de Argentina)* Ameghiniana, 13 (3-4): 195-225.
- Baldis, B. A., A. Gorroño, J. V. Plozkiewicz y R. Saradiansky, 1976. *Geotectónica de la Cordillera Oriental, Sierras Subandinas y comarcas adyacentes*. Sexto Congr. Geol., Act., 1: 3-22.
- Bellmann, R. N., 1962. *Estudio geológico de la sierra de Santa Bárbara, provincia de Jujuy*. Univ. Nac. Tuc., Inst. Geol. y Min., 3 (6):
- Bonaparte, J. F., J. A. Salfity, G. Bossi y J. E. Powell, 1977. *Hallazgo de Dinosaurios y aves cretácicas en la Formación Lecho de El Brete (Salta), próximo al límite con Tucumán*. Act. Geol. Lill., 14: 5-17.
- Bonarelli, G., 1921. *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy)* Anal. Min. Agric. Nac., 15 (1): 5-97.
- Brackebusch, L., 1883. *Estudios sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. Acad. Nac. Cienc., 5 (2): 137-184.
- 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina; escala 1: 1.000.000*. Acad. Nac. Cienc., Gotha.
- Bruch, C., 1925. *Comunicaciones entomológicas*. Prysis, 8 (28): 128.
- Carbajal, E., R. Pascual, R. Pinedo, J. A. Salfity, y M. G. Vucetich, 1977. *Un nuevo mamífero de la Formación Lumbreira (Grupo Salta) de la comarca de Carahuasi (Salta, Argentina). Edad y correlaciones*. Publ. Mus. Munic. Cienc. Nat. Mar del Plata "Lorenzo Scaglia", 2 (7): 148-163.
- Cecioni, J., 1949. *Informe preliminar sobre el levantamiento de la zona sur del anticlinal de Zapla y parte de Santa Bárbara*. Univ. Nac. Tuc., Inst. Geol. Min., 2 (5): 63-76.
- Cockerell, T. D. A., 1925 a. *A fossil fish of the family Callichthyidae*. Science, 62: 397-398.
- 1925 b. *Tertiary fossil insects from Argentina*. Nature, 116 (2924): 711-712.
- 1925 b. *Tertiary insects from Argentina*. U.S. Nat. Mus., Proc., 68 (2602): 1-5.
- 1926 a. *Entomological Experiences in South America*. Entom. News, 28 (5): 133-138.
- 1926 b. *Tertiary fossil insect from Argentina* Am. Journ. Sci., 11 (66): 501-504.
- 1926 c. *Some Tertiary fossil insects*. The Am. Magaz. Nat. Hist., ser., 9, 18 (105): 313-324.
- 1927. *A Journey in South America*. Natural Hist., 27 (1): 77-92.
- 1936. *The fauna of the Sunchal (or Margas Verdes) Formation, northern Argentina*. Amer. Mus. Nov., 886: 1-9.
- Comisión Nacional Climatología y Aguas Minerales, 1939. *Aguas Minerales de la República Argentina*. Vol. V, provincia de Jujuy.
- Fernández, J., P. Bondesio y R. Pascual, 1973. *Restos de Lepidosiren paradoxa (Osteichthyes, Dipnoi) de la Formación Lumbreira (Eogeno, Eoceno?) de Jujuy. Consideraciones estratigráficas, paleoecológicas y paleozoogeográficas*. Ameghiniana, 10 (2): 152-172.
- Feruglio, E., 1929. *Fósiles devónicos del Quemado (San Pedro de Jujuy) en la región subandina del norte*. Bol. Inf. Petrol., 6 (62): 851-861.
- Fossa Mancini, E., 1938. *Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol., 15 (171): 65-73.
- Gebhard, J., A. Giudici y J. Oliver, 1974. *Geología de la comarca entre el río Juramento y el arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina*. Asoc. Geol., Rev., 29 (3): 359-375.
- Hagerman, T., 1933. *Informe preliminar sobre el levantamiento geológico del departamento de Santa Bárbara en la provincia de Jujuy*. Bol. Inf. Petrol., 10 (107): 451-495.
- 1936. *Investigaciones sobre el material clástico en formaciones del norte argentino*. Bol. Inf. Petrol., 13 (139): 75-120.



- Harrington, H. J., 1967. *Devonian of South America*. Proc. Intern. Symp. Dev. Syst., Calgary, 1: 651-671.
- Mingramm, A. y A. Russo, 1972. *Sierras Subandinas y Chaco Salteño*; in Leanza, A. F. (dir. y ed.): *Geología Regional Argentina*; 1er. Simp. Geol. Arg., Acad. Nac. Cienc.: 185-211, Córdoba.
- Mingramm, A., A. Russo, A. Pozzo y L. Cazau, 1979. *Sierras Subandinas*; in Seg. Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc., 1: 95-137, Córdoba.
- Moreno, J., 1970. *Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior de la cuenca del noroeste argentino con especial mención a los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 25 (1): 9-44.
- Pádua, E., E. Rolleri, A. Mingramm, P. Roque Criado, M. A. Flores y B. Baldi, 1967. *Devonian of Argentina*. Proc. Int. Symp. Dev. Syst., Calgary, 2: 165-199.
- Pascual, R. y O. Odreman Rivas, 1973. *Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos*. Quinto Congr. Geol. Arg., Act., 3: 293-338.
- Pascual, R., M. G. Vucetich y J. Fernández, 1978. *Los primeros mamíferos (Notoungulata, Henricosborniidae) de la Formación Mealla (Grupo Salta, Subgrupo Santa Bárbara). Sus implicancias filogenéticas, taxonómicas y cronológicas*. Ameghiniana, 15 (3-4): 366-390.
- Pozzo, A., 1962. *La facies marginal de los sedimentos mesozoicos en el centro oeste de la provincia de Salta. Su relación con manifestaciones uraníferas*. Primeras Jorn. Geol. Arg., Act., 2: 257-266.
- Reyes, F. C. y J. A. Salfity, 1973. *Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico del noroeste argentino*. Quinto Congr. Geol. Arg., Act., 3: 355-385.
- Reyes, F. C., J. A. Salfity, J. G. Viramonte y W. Gutiérrez, 1976. *Consideraciones sobre el vulcanismo del Subgrupo Pirgua (Cretácico) en el norte argentino*. Sexto Congr. Geol. Arg., Act., 1: 205-223.
- Russo, A., 1972. *La estratigrafía terciaria del noroeste argentino*. Quinto Congr. Geol. Arg., Resumen, Buenos Aires.
- Rolleri, E., 1976. *Sistema de Santa Bárbara. Una nueva provincia geológica argentina*. Sexto Congr. Geol. Arg., Act., 1: 239-255.
- Schlagintweit, O., 1936. *Los insectos fósiles del norte argentino y la edad del Horizonte Calcáreo Dolomítico*. Bol. Inf. Petrol., 13 (145): 61-69.
- 1937. *Observaciones estratigráficas en el norte argentino*. Bol. Inf. Petrol., 14 (156): 1-49.
- Steinmann, G., H. Hoek y A. Bristan, 1904. *Zur Geologie des südöstlichen Bolivien*. Centralbt. f. Min. Geol. u. Pal., 1-4: Stuttgart.
- Turner, J. C. M., 1959. *Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra de Rinconada (Jujuy)*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 15 (1): 15-39.
- Valencio, D. A., A. Giudice, J. A. Mendiá y J. Oliver, 1976. *Paleomagnetismo y edades K-Ar del Subgrupo Pirgua, provincia de Salta, República Argentina*. Sexto Congr. Geol. Arg., Act., 1: 527-542.
- Van Hinte, J. E., 1978. *A Cretaceous Time Scale*; in (Cohee, G. V., G. V. Gildesner y H. D. Hedberg, ed.): *Contributions to the Geologic Time Scale*; Amer. Assoc. Petrol. Geol., Stud. Geol., 6: 269-287.
- Vilela, C. R., 1951. *Acerca del hallazgo del Horizonte Calcáreo Dolomítico en la Puna salto-jujeña y su significado geológico*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 6 (2): 101-107.
- 1952. *Acerca de la presencia de sedimentos lacustres en el valle Calchaquí*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 7 (4): 219-226.
- Windhausen, A., 1931. *Geología Argentina, 2da. Parte. Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino*. J. Peuser, 645 págs.

Recibido: 3 de octubre, 1980

JULIO E. ARIAS  
ENRIQUE CHALABE  
CARLOS H. MORENO  
ANGEL CHAVEZ

Universidad Nacional de Salta  
Geología  
Buenos Aires 177  
4400-Salta

## NOTAS BREVES

ESTRATIGRAFIA Y ESTRUCTURA DE LA FORMACION  
EL PLANCHON (DEVONICO) EN LA QUEBRADA  
DEL KM 114. SAN JUAN

RUTH E. VENTURINI

**Introducción**

Dentro del cuadro paleogeográfico para el Devónico esbozado por Baldis (1975), resulta de sumo interés, desde el punto de vista bioestratigráfico, la presencia de rocas conteniendo una fauna marina de esta edad, por ser ésta la más occidental de la Precordillera sanjuanina. Esta sucesión corresponde a la Formación El Planchón, cuyos aspectos litológico y estructural se describe en estas líneas.

La Formación El Planchón aflora a unos 1.000 m al sur de la ruta de Calingasta.

Estas rocas fueron mencionadas, por vez primera, por Kerlleñévich (1976), quien colectó y mencionó la presencia de una abundante fauna de braquiópodos de edad Devónica, por debajo de la discordancia que media entre ésta y la Formación Del Salto, de edad carbónica superior (Manceño, 1973 y 1976; Amos, 1979).

Se desconoce la base de la Formación El Planchón, ya que los estratos inferiores están seccionados por fallas inversas que la colocan en contacto con las Formaciones Don Polo y Del Ratón (Precámbrico o Paleozoico inferior y Carbónico inferior respectivamente, según el esquema establecido por Quartino, Zardini y Amos, 1971).

La litología de la Formación El Planchón corresponde a areniscas y limolitas pardo verdosas alternantes, de unos 900 m de espesor parcial, en las cuales se intercalan, en un 4 %, bancos lentiformes de espesor no mayor de 20 m, de conglomerados polimíticos que llegan a 60 m de longitud paralelamente a la estratificación.

Las areniscas fueron descritas por Sánchez de Bustamante (1979) como proto-cuarzitas de textura granular, grano fino y redondeamiento medio. Están constituidas por cristales subhedrales de cuarzo y granos

policristalinos de plagioclasa, microclino, ftanita, muscovita, clorita y biotita. La matriz está constituida por cuarzo y micas y el cemento es cuarzo microcristalino.

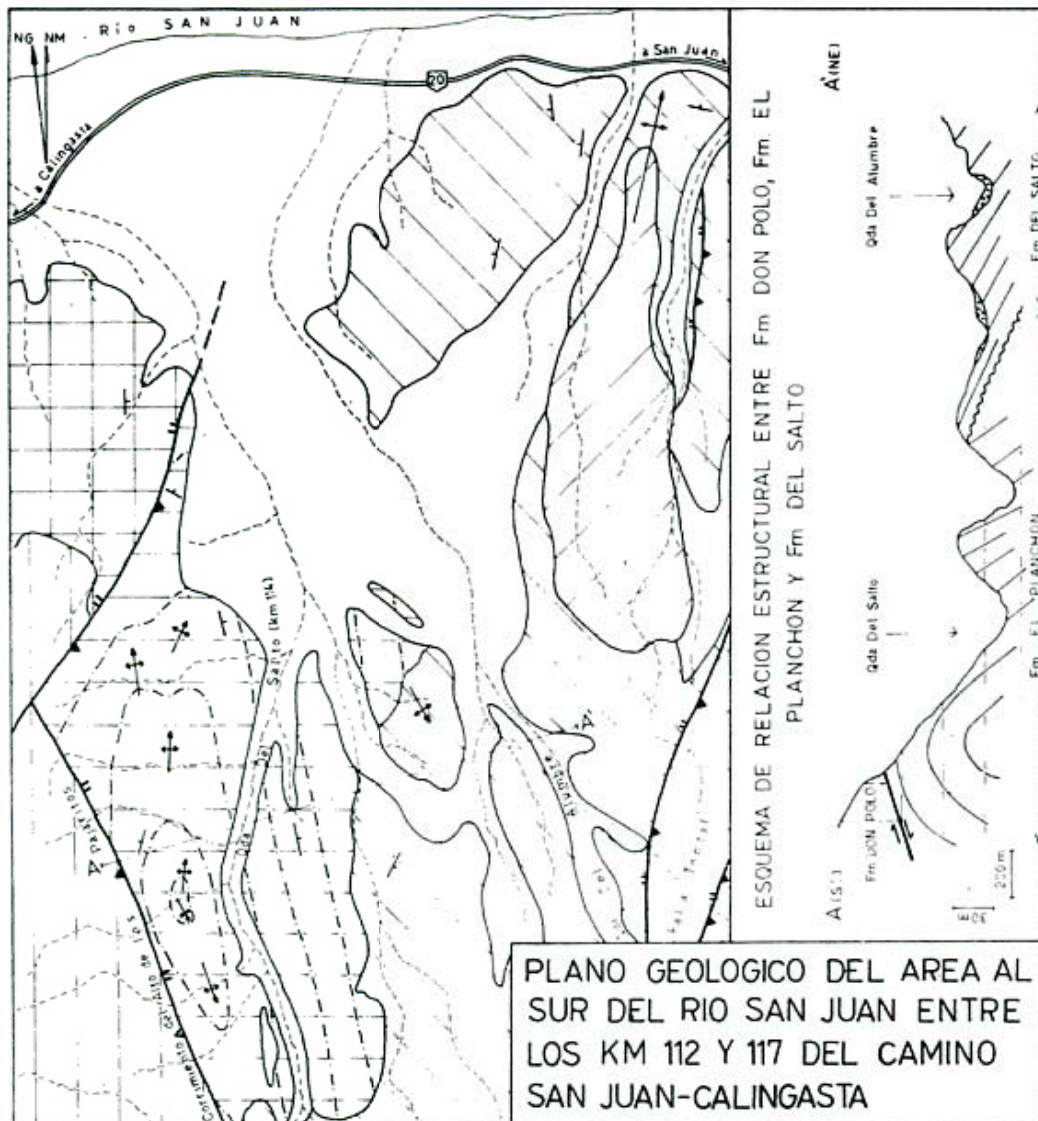
Los clastos de los conglomerados se hallan en proporción similar a la matriz. Su tamaño oscila entre 0,5 cm (50 %) y 20 cm (20 %). El redondeamiento es regular a bueno en los mayores y pobre en el resto. Aquellos son de forma prolada, mientras que los menores son aproximadamente equidimensionales. El 90 % de los mismos está constituido por grauvacas; el 10 % restante corresponde a areniscas diversas.

La matriz, de granometría corresponde a la fracción limo, consta, esencialmente, de cuarzo y feldespato, en proporciones similares. Además posee minerales opacos y cristales corroídos de calcita en proporción inferior al 5 %.

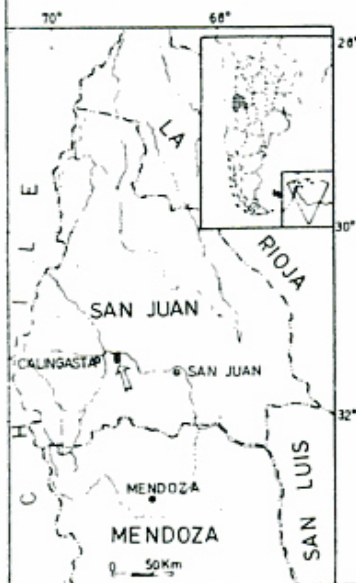
La estructura interna de la Formación El Planchón, al oeste de la quebrada Del Salto, puede ser definida, en función de curvas isóstratas como un braquianticlinal de rumbo N-S (ver plano). Los pliegues de orden mayor que 1 son comunes y, más abundantes, hacia las proximidades del corrimiento del Alto de los Pajaritos. Su ángulo interlimbar es variable, midiendo 90° como mínimo.

Los afloramientos al oeste de la quebrada Del Salto conforman un homoclinal de rumbo aproximado N-S e inclinación variable entre 50° y 83° E, en posición no invertida; corresponderían al ala oriental del braquianticlinal mencionado. Este sector presenta menor grado de deformación que el occidental, traducido en Kink bands.

Todo el conjunto está afectado por diaclasas, de mayor frecuencia en los bancos limolíticos, dominando las de estratificación.



MAPA DE UBICACION



REFERENCIAS

	CUARTARIO		Eje anticlinal buzante
	Fm. DEL SALTO		Falla: a- inclinación b- labio bajo
	Fm. DEL RATON		Curvas isostratas
	Fm. EL PLANCHÓN DEVONICO		
	Fm. ALCAPARROSA ORDOVICICO		
	Fm. DON POLO		
	PRECAMBRICO PALEOZOICO INFERIOR		

ESCALA



Base cartografica ampliada del trabajo de Quattrino Zandini y Amos (1971)



### Conclusiones

La estructura de la Formación El Planchón corresponde a un braquianticlinal cuyo eje tiene, aproximadamente, rumbo N-S.

El aumento de la frecuencia de los pliegues de orden mayor que, hacia las proximidades del corrimiento del Alto de los Pajaritos, indicaría que los mismos son, parcialmente, quizás resultado de dicho fallamiento.

La falla que pone en contacto las Forma-

ciones El Planchón y Del Ratón es de tipo inverso, de acuerdo a la interpretación dada aquí.

### Agradecimientos

Agradezco al Dr. Arturo J. Amos por su valioso asesoramiento, así como al Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) por el apoyo económico para las tareas de campaña correspondientes.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Amos, A. J., 1979. *Correlación de las Formaciones Carbónicas y Pérmicas de la Argentina. Reunión Paleozoico superior y sus límites*. San Pablo. An. Acad. Cienc. Brasil (en prensa). Río de Janeiro.
- Baldis, B. A., 1975. *El Devónico inferior en la Precordillera central. Parte 1: Estratigrafía*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXX (1): 53-83, Buenos Aires.
- Kerleñévich, S. C., 1967. *Hallazgo del Devónico marino en la zona de Calingasta, provincia de San Juan*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXII (4): 291-294, Buenos Aires.
- Manceñido, M. O., 1973. *La fauna de la Formación Del Salto (Paleozoico superior de la provincia de San Juan). Parte 1: Introducción y estratigrafía*. Ameghiniana X (3): 235-153, Buenos Aires.
- Manceñido, M. O. y N. Sabattini, 1973. *La fauna de la Formación Del Salto (Paleozoico superior de la provincia de San Juan). Parte 2: Gastropoda*. Ameghiniana X (4): 326-338, Buenos Aires.
- Manceñido, M. O., C. R. González y S. E. Damborenea, 1976. *La fauna de la Formación Del Salto (Paleozoico superior de la provincia de San Juan). Parte 3: Bivalvia 1*. Ameghiniana XIII (1): 65-84, Buenos Aires.
- 1976. *La fauna de la Formación Del Salto (Paleozoico superior de la provincia de San Juan). Parte 4: Bivalvia 2*. Ameghiniana XIII (2): 85-106, Buenos Aires.
- Quartino, B. J., R. A. Zardini y A. J. Amos, 1971. *Estudio y exploración geológica de la región Barreal-Calingasta. Provincia de San Juan. República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Monografía 1, Buenos Aires.
- Sánchez de Bustamante, A. D., 1979. *Contribución al conocimiento de la geología del sector occidental de la Precordillera sanjuanina (Km 119 a 121 del camino San Juan-Calingasta)*. Trab. Fac. Cs. Ex. y Nat., ined., Bs. As.

Recibido: 20 agosto, 1980.

RUTH E. VENTURINI

Depto. Ciencias Geológicas  
Ciudad Universitaria-Pabellón 2  
1428 Buenos Aires

## REFLEXIONES SOBRE EL PALEOZOICO INFERIOR DEL LLAMADO SISTEMA DEL FAMATINA

ENRIQUE DE ALBA

### Introducción

En los últimos años se han realizado numerosas contribuciones al conocimiento geológico del Sistema de Famatina, en las que se notan, debido a veces a la naturaleza específica o restringida de los estudios, ciertas imprecisiones o incongruencias. El motivo de la presente es puntualizar algunos de los problemas observados, tratando de ordenar las evidencias que se disponen y presentando un cuadro más armónico de la geología del Paleozoico inferior del Famatina.

Se prestará especial atención al desarrollo de los siguientes puntos:

1. Sistema del Famatina - "Sierras Traspampeanas" - Sierras Interpampeanas;
2. Edad del Vulcanismo Ordovícico;
3. Edad de la Formación Negro Peinado;
4. Edad del metamorfismo regional que afectó a las rocas ordovícicas;
5. Edad de la Formación Ñuñorco;
6. Edad de la Formación Narvárez.

1. Sistema del Famatina - "Sierras Traspampeanas" - Sierras Interpampeanas

El nombre de "Sierras Traspampeanas" fue creado por Harrington (1956) y utilizado posteriormente por la mayoría de los autores, sobre todo luego que Turner (1960: 387) lo adoptara para definir "El extenso cordón que se prolonga a través de las provincias de Catamarca y La Rioja, desde la Cordillera de San Buenaventura, borde oriental de la Puna, en el norte, hasta un poco más al sur de la cuesta de Miranda, en la parte austral"; manifestando en la página 389 que ha "preferido esta denominación porque en la República Argentina las unidades estructurales no se denominan con el nombre de una de las elevaciones que la integran" y expresando en la página 388, que es una unidad que se la puede considerar "como interpuesta escalonadamente

entre las Sierras Pampeanas y posiblemente la Cordillera Frontal".

Respecto a este tema en los años 1972: 145; 1979: 350, manifesté que la mencionada unidad estructural está limitada al norte por la Sierra de Narvárez; al este, por el Cordón Paimán-Chilecito ubicado entre las localidades de Angulos y Nonogasta; al sur por la sierra de Paganzo y por la depresión que la separa de la Sierra de los Llanos; al suroeste —Campo de Talampaya por medio— por la Sierra de Valle Fértil y al oeste por la sierra del Espinal que se prolonga en la de Maz o Villa Unión, con la interposición de la depresión del Valle Hermoso. Todas las mencionadas forman parte de las Sierras Pampeanas.

De modo tal que la unidad estructural que se considera, no está detrás de las Sierras Pampeanas, sino entre ellas.

El bosquejo de Caminos (1972: 43 y 1979: 229) muestra claramente la ubicación del Sistema del Famatina, entre las Sierras Pampeanas.

Según el diccionario de la lengua castellana, *trans* es una "preposición latina inseparable que significa del otro lado, a la parte opuesta o a través de. El uso autoriza en casi todos los casos la supresión de la n".

Petersen y Leanza (1953) las denominaron Sistema del Famatina, lo mismo que el autor siguiendo a estos (1972 y 1979).

Por las razones expuestas considero que la denominación de "Sierras Traspampeanas", no debe ser utilizada, y teniendo en cuenta lo señalado por Turner (1960) propongo para dicha unidad estructural el nombre de Sierras Interpampeanas. *Inter* es una "preposición latina que significa entre".

### 2. Edad del vulcanismo Ordovícico

Furque y Cuerda (1979: 7 y 10) manifiestan que en nuestro país el vulcanismo Ordovícico "fue tardío, vinculándose con el Ordovícico superior (Caradociano) según

los testimonios paleontológicos asociados con dichos procesos”.

En la página 23 citan la Formación Portezuelo de las Minutas de Lavandaio (1973) no mencionando las rocas volcánicas que la integran; en la página 45 comentan un trabajo de Coira (1973) destacando que observó “rocas piroclásticas e ignimbritas lávicas, que participan de una faja eruptiva que se extiende desde el límite con Bolivia, por la Puna oriental, hasta Catamarca”; en ambos casos las rocas corresponden al Arenigiano y Arenigiano-Llanvirniano, respectivamente.

Del noroeste de nuestro país, se conocen los siguientes antecedentes: Lavandaio (1973: 44) escribió que en el cerro Tolar-Cuchilla Negra, falda occidental de la Sierra del Famatina, hay vulcanitas mesosilíceas a básicas, asociadas a sedimentitas con fósiles del Arenigiano; Coira (1973: 85) reconoció en el ámbito de la Puna Jujeña, “niveles lávicos espiliticos, piroclásticos e ignimbritico-lávicos de composición dacítica a riolítica, intercalados dentro de dicha secuencia sedimentaria fosilífera de edad arenigiana-llanvirniana”. La misma autora (1975: 37-56) trató el tema con mayor amplitud y en las páginas 48-49 se refiere al ambiente marino donde se produjeron los eventos volcánicos; además ampliando la información (1979: 17-27) citó a otros autores y analizó la “extensión regional y correlación de los representantes eruptivos”. También Maisonave (1971; 1972; 1973; 1979: 22-24) se ocupó del mismo problema, describiendo una sucesión de rocas volcánicas que ofloran en la sierra de Las Planchadas, al este del río Chaschuil provincia de Catamarca, y en los alrededores de los cerros de Ovando, Pabellón Grande y de la Ollita, ubicados “en la zona centro-septentrional de la región que abarca la Hoja 14 c, casi a lo largo del límite entre las provincias de Catamarca y La Rioja”. A dicha sucesión la consideró “pre Ordovícico medio, anterior a la Formación Suri” que es el Llanvirniano. Sus rocas son andesíticas, dacíticas, riolíticas y riolíticas.

Esta información comprueba que una extensa región del noroeste argentino, tuvo manifestaciones volcánicas, lo que permite afirmar que durante el Ordovícico, en nuestro país, el vulcanismo no fue tardío, sino que comenzó en el Ordovícico inferior.

### 3. Edad de la Formación Negro Peinado

En la pág. 20 del trabajo de Furque y Cuerda se lee: “Durante los trabajos efectuados por de Alba (1956) en la Hoja 16 c, localizó restos de *Asaphellus catamarcensis* y *Plicatolina scalpta*, en afloramientos ubicados inmediatamente al norte de la cuesta de Miranda. Estas determinaciones paleontológicas efectuadas por Leanza permitieron ubicar a las ectinitas de la Formación Negro Peinado dentro del Tremadociano inferior. Sin embargo, la edad de estas metamorfitas quedó en suspenso al comprobarse según los estudios de Alderete (1968) que los afloramientos de referencia eran equivalentes colaterales de la Formación Volcancito”.

“Pese a lo expuesto, la posición cronológica de la Formación Negro Peinado ha quedado definitivamente establecida en el Ordovícico inferior. Según datos recientes vertidos por Toselli (1978) dataciones sobre roca total efectuadas mediante el método K/Ar sobre limolitas y pizarras de la Formación Negro Peinado, arrojaron valores de  $475 \pm 15$  m.a. “También Toselli (1978: 86) menciona el trabajo de Alderete (1968) agregando que fueron “considerados como pertenecientes a la Formación Volcancito (Aceñolaza, comunicación verbal)”.

La llamada Formación Negro Peinado no está constituida solamente por leptometamorfitas, pues también la integran rocas metamórficas de contacto, y sedimentitas con fósiles. Rocas similares se observan en la Formación Suri, del Llanvirniano superior que, según Maisonave (1979: 24) en la Hoja 14 c, Cerros Cuminchango, está constituida por “psamitas, pelitas, leptometamorfitas y metamorfitas de contacto (en menor proporción)”. La Formación Río Bonete de Aceñolaza *et al.* (1971: 268-271) que aflora en la Precordillera de Jagüe presenta “calizas grises, oscuras y blanquecinas de grano fino” (“Miembro Caliza Las Lamas”) y “filitas, esquistos cloríticos-sericíticos y argilitas de colores oscuros, grises y verdosos” (“Miembro Esquistos Cerro Cóndor”) con fósiles del Llandeiliano, no descartando los autores que el Miembro “Caliza Las Damas” sea correlacionable con las capas llanvirnianas de la Formación San Juan. En el último párrafo escriben: “Entonces si tenemos en cuenta que nuestras calizas aparecen intercaladas en un gran espesor de esquistos, podemos suponer que los que se encuentran por debajo sean de



mayor edad, mientras que los que se superponen a los niveles fosilíferos sean caradocianos"; la Formación Ciénaga, que aflora en la Puna catamarqueña, según Aceñolaza *et al.* (1976: 129-130) está integrada por "sedimentitas y/o metamorfitas" cuyo contenido fosilífero "representaría al Ordovícico medio-superior ("Llanvirniana alta-Llandeiliana").

También Furque (1963: 35-36) menciona que las rocas de la Formación Yerba Loca, en la Precordillera, sufrieron "un metamorfismo dinámico fuerte" y muy acertadamente, al no encontrar evidencias que le permitieran ubicarlas en algún nivel determinado, las considera del "Ordovícico *sensu lato*". Asimismo, al tratar la Formación Río Blanco (1963:36-37) menciona que "el grado de metamorfismo de los sedimentos que la componen es igual al alcanzado por la Formación Yerba Loca y por las capas de Trapiche". Es sabido que la Formación Trapiche, por sus fósiles, ha sido ubicada en el Caradociano. Volkheimer (1963) y Baldis y Cane (1968) encontraron graptolites del Caradociano en la Formación Yerba Loca.

Turner en la Hoja 13 b Chaschuil (1967: 28) cita que todas las rocas de la Formación Suri presentan "un metamorfismo incipiente" aunque lo considera "debido en parte a la acción térmica de la dacita".

Es destacable la similitud litológica de las rocas de la Formación Negro Peinado de la sierra del Famatina, con las de otros afloramientos de diferentes niveles del Ordovícico en la misma y en regiones adyacentes. Siempre se trata de sucesiones más o menos rítmicas de pelitas y psamitas en parte afectadas por metamorfismo regional de bajo grado, esencialmente dinámico y, en algunos lugares, por metamorfismo de contacto provocado por el emplazamiento de plutones graníticos.

Todas las Formaciones citadas tienen en común metamorfitas de bajo grado que son las rocas que caracterizan a la Formación Negro Peinado. Si bien no se conoce cual es el porcentaje de cada tipo de roca en las diferentes Formaciones, es evidente que la presencia de leptometamorfitas en todas ellas, es el carácter litológico que las vincula. Excluyendo los hornfels y sedimentitas, en general son esquistos cuarzo feldespáticos, esquistos biotíticos moscovíticos y pizarras.

Cabe preguntarse cuál es la razón por la cual es válida la presencia de fósiles para

determinar la edad en otras Formaciones del Ordovícico, que incluyen metamorfitas de bajo grado, en tanto que no se utiliza el mismo criterio para establecer la edad de la Formación Negro Peinado de la Cuesta de Miranda.

No he tenido la posibilidad de poder consultar el trabajo de Alderete (1968, Tesis inédita) en el que podrían verificarse los datos que le permitieron separar del Negro Peinado, una sección con fósiles del Tremadociano. Cuando realicé el levantamiento de la Hoja 16 c, Villa Unión, no observé ningún tipo de discontinuidad litológica que permitiera separar, en unidades diferentes, las rocas del afloramiento de la Cuesta de Miranda; éstas tienen continuidad hacia el norte, depresión de San Cosme por medio, superando el límite septentrional de la Hoja.

Considerar como definitiva una edad tremadociana, basándose únicamente en dos dataciones radimétricas, cuyos resultados tienen una variación de  $\pm 15$  millones de años que representa un lapso que abarca desde el Tremadociano al Llandeiliano, no es aceptable, máxime si se considera que los datos de campo no han sido tenidos en cuenta. Estas dataciones ratifican en cierto modo la edad tremadociana que consideré en el año 1956.

En este caso, como en otros, se da mayor importancia al resultado de escasas y aisladas dataciones que a las observaciones de campo. Es tiempo que los geólogos comprendamos que si bien las mediciones radimétricas son un complemento importante de las observaciones realizadas durante el levantamiento, no deben, de ninguna manera, reemplazarlas o constituirse en el principal fundamento de las argumentaciones cronológicas.

Por lo que antecede, la Formación Negro Peinado representa diferentes niveles del Ordovícico, como fuera expresado por el que escribe (1979: 353): "En la Formación Negro Peinado hay fósiles del Tremadociano inferior, no descartándose la posibilidad de hallar fósiles de otros niveles del Ordovícico, en otros afloramientos".

El análisis de lo expuesto lleva a la conclusión de que la llamada Formación Negro Peinado, en las cercanías de la Cuesta de Miranda, correspondería a la denominada Formación Volcancito.

Sin embargo, si se analizan un poco las distintas Formaciones referidas al Ordovícico, se llega a la conclusión de que sería necesario realizar un estudio detallado de su

composición litológica, conducente a determinar la posibilidad de seguir manteniendo las unidades litoestratigráficas hasta ahora establecidas. Aparentemente, los distintos investigadores han asignado carácter de unidades litoestratigráficas, a secciones reconocidas por su contenido fosilífero.

#### 4. Edad del Metamorfismo regional dinámico

Toselli (1978: 87), comparó la litología de la Formación Negro Peinado con la de la Formación Volcancito y basándose en diferentes estudios concluyó que "ambas unidades formacionales pertenecían a un evento tectónico sedimentario común, posteriormente diferenciado por procesos dinámicos y térmicos, teniendo en cuenta lo precedentemente expuesto, se atribuyó a la Formación Negro Peinado edad ordovícica *sensu lato* (Toselli, 1975, 1977)". Posteriormente expresó: "la edad del Metamorfismo regional de bajo grado que afectó al Sistema del Famatina sería ordovícica inferior" (1978: 88).

De todo lo expuesto surge con claridad que la presencia de metamorfitas de bajo grado se ha comprobado en diferentes niveles del Ordovícico, por lo tanto dichas rocas no son exclusivas del Ordovícico inferior. Resulta entonces que el metamorfismo regional de bajo grado manifestado en rocas del Paleozoico inferior en el Sistema del Famatina, no puede ser ubicado en el Ordovícico inferior.

El que escribe (1954: 58; 1972: 179 y 1979: 388) al referirse al tema opinó que las rocas ordovícicas fueron plegadas por los movimientos Caledónicos, y "parte de los sedimentos sufrieron la acción de un metamorfismo regional suave...".

En consecuencia dicho metamorfismo regional fue posordovícico y relacionado con los movimientos Caledónicos, Fase Tacónica u Oclógica.

#### 5. Edad de la Formación Ñuñorco

Furque y Cuerda (1979: 45) escribieron: "En las sierras Traspampeanas es conocido de antigua data (de Alba, 1956) la presencia de un plutonismo ordovícico, representado por granitos reunidos en la Formación Ñuñorco. Villar Fabre y González (1969) dataron esta plutonita obteniendo una edad de  $448 \pm 22$  m.a."

En ningún trabajo en el que traté el tema he dado tal opinión; por el contrario siempre sostuve que el granito del Famatina (Formación Ñuñorco), era posterior al Ordovícico. En el de 1954: 35 al escribir sobre la llamada Formación Negro Peinado que suponía del Ordovícico, expresé: "lo único positivo es que son de edad más antigua que la intrusión del granito, porque presentan metamorfismo de contacto y evidencias de haber sido intruídas por el mismo". En la página 58 repito esa opinión al escribir sobre las rocas del Negro Peinado, que el complejo "fue intruído durante o después del plegamiento por las rocas que forman el batolito del Famatina" y que "los movimientos caledónicos afectaron a los sedimentos más o menos metamorfizados". En la misma página puse como título de las rocas graníticas "Postordovícico?". En la página 39 determiné que el granito era anterior al Carbónico y por lo tanto, que se encuentra comprendido entre el Ordovícico y el Carbónico. En 1956, pág. 78 establecí: "Por lo tanto el granito del Famatina es Paleozoico, y que comprendido entre el Tremadociano y el Carbónico", debido a que la roca intruída en ese lugar es del Ordovícico inferior. En 1972, pág. 160, opiné: "se considera que la intrusión de las rocas graníticas es post-ordovícica y correspondiente al Devónico inferior a Medio". Además, en la página 182 se puede leer: "Los movimientos caledónicos plegaron a los sedimentos del Ordovícico, que constituyen las Formaciones Negro Peinado, Volcancito, Suri y Molles" y "luego del plegamiento se manifiesta la intrusión granítica...". Esta opinión es la misma que la sostenida en 1954, página 58.

Maisonave (1973: 82) consideró que la intrusión fue del Silúrico superior-Devónico inferior y Lavandaio (1973: 47) como comprendida entre Ordovícico superior y Devónico.

Lo que se puede asegurar es que las plutonitas de la Formación Ñuñorco son posordovícicas y pre-carbónicas.

#### 6. Edad de la Formación Narvárez

Furque y Cuerda (1979: 46) citan, "Aceñolaza (1978), menciona que la Formación Narvárez (Turner, 1967), corresponde a un cuerpo granítico emplazado en rocas de edad ordovícica inferior paleontológicamente documentadas".

En aquel trabajo, Aceñolaza (1978) señala que asigné al Precámbrico la Formación Narváez. Cabe señalar que separé de la citada Formación por no tener ciertos tipos de diques, a los granitos que afloran en el campo de La Ojota, en los alrededores de Cachiyuyo y entre Pastos Largos y Campo de Los Barreales (1972: 158) y los incluí en la Formación Ñuñorco. Las restantes plutonitas las consideré de la Formación Narváez atendiendo, entre otras cosas, a la afirmación de Turner (1967: 26 y 27) de que, rocas llanvirnianas se apoyan directamente sobre ellas.

Maisonave (1971: 15) describió a la Formación Narváez como "una asociación plutónica granítica-granodiorítica con variaciones composicionales producidas por contaminación durante el ascenso y emplazamiento magmático"; en ella reconoció granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas. En la página 16 manifiesta "en el tramo superior de la quebrada Larga o Seca, afloran pequeños afloramientos de granodioritas y tonalitas. En el cuerpo más austral de este conjunto se pueden apreciar afloraciones de granito granofírico de la Formación Ñuñorco mientras que, en las septentrionales se evidencia el recubrimiento discordante por lapilitas tobáceas cristalinas de la Formación Las Planchadas".

Al final de la página 16 expresa: "Los procesos volcánicos correspondientes a la Formación Las Planchadas . . . extruyen y recubren a la Formación Narváez y son a su vez anteriores a la Suri".

El perfil AA' que es una de las ilustraciones que acompañan al trabajo de Maisonave, muestra que las rocas de la Formación Narváez, son cubiertas por las de la Formación Las Planchadas, sobre las que se apoyan al este de las cumbres Bayas y al norte de la línea de perfil, como puede verse en el mapa geológico, sedimentitas de la Formación Suri.

Considero que las observaciones de Aceñolaza (1978) y de Maisonave (1971) son correctas; por lo tanto no se puede admitir que las plutonitas de la Formación Narváez, estén emplazadas en rocas correspondientes al Ordovícico inferior. A mi criterio la de-

nominada por Turner Formación Narváez está integrada por plutonitas ácidas a mesosilíceas correspondientes a diferentes procesos magmáticos de edad pre y pos-ordovícica. Las pre-ordovícicas corresponden a la Formación Narváez y las pos-ordovícicas a la Formación Ñuñorco.

Será entonces necesario separar de la Formación Narváez las magmatitas de la Formación Ñuñorco.

## Conclusiones

El análisis de todo lo escrito lleva a las siguientes conclusiones:

- I. En nuestro país, el culcanismo ordovícico se inició en el Arenigiano, como quedó demostrado por Maisonave (1971: 19), Coira (1973: 85) y Lavandaio (1973: 44).
- II. A la denominada Formación Negro Peinado corresponde asignarla al Ordovícico *sensu lato* (de Alba, 1979).
- III. El Negro Peinado de la Cuesta de Miranda, por los fósiles que contiene, es lo que se conoce como Formación Volcancito.
- IV. Es necesario determinar en los depósitos del Ordovícico las unidades lito y bioestratigráficas y no asignar carácter litoestratigráfico a secciones reconocidas por sus fósiles.
- V. El metamorfismo regional de bajo grado que actuó en el Sistema del Famatina es pos-ordovícico, relacionado con los movimientos Caledónicos (de Alba, 1954: 58; 1972: 179 y 1979: 388) (Fase Oclóyica o Tacónica).
- VI. La intrusión del granito del Famatina (Formación Ñuñorco) es pos-ordovícica, pre-carbónica.
- VII. La Formación Narváez (Turner, 1967) está integrada por plutonitas de la Formación Ñuñorco (pos-ordovícica-pre-carbónica) y en parte pre-ordovícica inferior, de la Formación Narváez.

## Lista de trabajos citados en el texto

- Aceñolaza, F. G., A. J. Toselli y A. Bernasconi, 1971. *La Precordillera de Jague, La Rioja, Arg. Su importancia geológica y estructural*. Act. Geol. Lilloana, XI: 14. San Miguel de Tucumán.
- Aceñolaza, F. G., A. J. Toselli y O. González. 1976. *Geología de la región comprendida entre el*



- Salár del Hombre Muerto y Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca.* A.G.A., Revist XXXI (2): 127-136. Buenos Aires.
- Baldis, B. A. J. y T. C. Cane, 1968. *El paleozoico en la región occidental y austral de Jáchal (provincia de San Juan).* Ameghiniana Rev. Asoc. Pal. Arg., XXIII (2): 121-128. Buenos Aires.
- Caminos, R., 1979. *Sierras Pampeanas noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan en Geología Regional Argentina.* Coordinador J. C. M. Turner I: 225-291. Ac. Nac. Cienc., Córdoba.
- Coira, B. L. L., 1973. *Resultados preliminares sobre la petrología del ciclo ordovícico concomitante con la sedimentación de la Formación Acoyte, en la zona de Abra Pampa, provincia de Jujuy, República Argentina.* Asoc. Geol. Arg., Revista, XXIX (1): 85-87.
- 1975. *Ciclo Efusivo Ordovícico registrado en la Formación Acoyte, Abra Pampa, provincia de Jujuy, Argentina.* II Congr. Ibero Americano de Geología Económica, I: 37-54. Buenos Aires, Argentina.
- 1979. *Descripción Geológica de la Hoja 3 c, Abra Pampa, provincia de Jujuy.* Carta Geológico-Económica de la Rep. Arg. Serv. Geol. Nac., Boletín N° 70. Buenos Aires.
- de Alba, E., 1954. *Descripción Geológica de la Hoja 16 c, Villa Unión, provincia de La Rioja.* Carta Geológico-Económica de la Rep. Arg. Serv. Geol. Nac., Boletín N° 82. Buenos Aires.
- 1956. *Acerca de la edad del granito del Famatina.* Asoc. Geol. Arg., Rev., XI (1): 76-79.
- 1972. *Sistema del Famatina en Geología Regional Argentina.* Director y Editor A. F. Leanza. Acad. Nac. Cienc., Córdoba, República Argentina.
- 1979. *Sistema del Famatina en Geología Regional Argentina.* Director y Coordinador J. C. Turner I: 349-395. Acad. Nac. Cienc., Córdoba, República Argentina.
- Furque, G., 1963. *Descripción Geológica de la Hoja 17 b, Guandacol, provincia de La Rioja, San Juan.* Carta Geológico-Económica. Serv. Geol. Nac., Boletín N° 92, Buenos Aires.
- Furque, G. y A. J. Cuerda, 1979. *Ordovícico Argentino.* Asoc. Geol. Arg. Publicaciones especiales. Serie B, N° 7, Buenos Aires.
- Harrington, H. J., 1956. *Argentina en Handbook of South American Geology.* Geol. Soc. Am. Memor. 65 (Nueva York).
- Lavandaio, E., 1973. *Geología del cerro Tolar-Cuchilla Negra, Sierra de Famatina, La Rioja, Argentina.* Actas V Congr. Geol. Arg., IV: 51-54, Buenos Aires.
- Leanza, A. F., 1958. *Geología Regional, La Argentina Suma de Geografía I:* 215. Peuser, Buenos Aires.
- Maisonave, H. M., 1971. *Geología de los alrededores de Chaschuil, provincia de Catamarca.* Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Inédita.
- 1972. *Evidencias de un magmatismo silúrico de composición basáltica en las sierras del sistema del Famatina.* Asoc. Geol. Arg., Revista, XXVII (4): 413-416, Buenos Aires.
- 1973. *Estratigrafía de los alrededores de Chaschuil, Dept. Tinogasta, provincia de Catamarca.* Actas V Congr. Geol. Arg., IV: 75-87, Buenos Aires.
- 1979. *Descripción Geológica de la Hoja 14 c, Cuminchango, provincias de La Rioja y Catamarca.* Carta Geológico-Económica de la Rep. Arg. Serv. Geol. Nac., Boletín N° 162, Buenos Aires.
- Petersen, C. S. y A. F. Leanza, 1953. *Elementos de Geología Aplicada,* Buenos Aires.
- Toselli, G. A., 1978. *Edad de la Formación Negro Peinado, sierra del Famatina, La Rioja.* Asoc. Geol. Arg., Revista, XXXIII: 86-89, Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1960. *Las sierras Traspampeanas como unidad estructural.* An. 11 Jorn. Geol. Argentinas I, Buenos Aires.
- 1967. *Descripción Geológica de la Hoja 13 b, Chaschuil, provincias de Catamarca y La Rioja.* Carta Geológico-Económica de la Rep. Arg. Serv. Geol. Nac., Boletín N° 106, Buenos Aires.
- Volkheimer, W., 1963. *Nuevos hallazgos del Paleozoico marino de la Precordillera de San Juan (con un perfil estratigráfico detallado del carbónico).* Asoc. Geol. Arg., Rev., XVII (1-2): 97-104, Buenos Aires.
- Villar Fabré y R. González, 1969. *El granito de la Cuesta de Miranda.* Act. Geol. Lilloana, 10 (6): 121-140, San Miguel de Tucumán.

Recibido: 2 octubre, 1980.

ENRIQUE DE ALBA

Servicio Geológico Nacional  
Av. Santa Fe 1548 - 2º piso  
1060 Buenos Aires

## NUEVOS CONCEPTOS TECTONICOS DEL CENTRO Y BORDE OCCIDENTAL DE LA CUENCA CUYANA

FERNANDO H. BETTINI

El presente resumen tiene por objeto dar a conocer la base de una nueva interpretación de la configuración estructural que presenta la cuenca triásica de Cuyo, en una faja meridiana que va desde la sierra de las Peñas y Las Higueras, al nornoroeste de la ciudad de Mendoza, hasta las cercanías de la villa Tupungato por el sur e involucrando también las áreas petroleras, con ejes positivos que desde esta comarca preandina se desarrollan hacia el naciente.

Como es ya conocido, el marco paleogeográfico donde se implantaran las cuencas

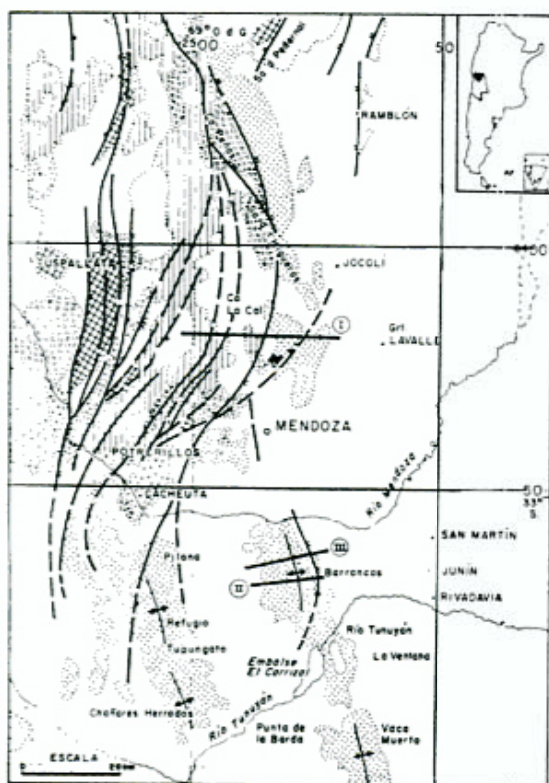
continentales argentinas al comienzo del Mesozoico responden a dislocaciones antiguas del basamento que dieron como resultado fenómenos de tipo tafrogénico.

A partir de una dilatada actividad petrolera en el ámbito de la cuenca triásica del norte mendocino; los principales rasgos estructurales que fueron descritos por numerosos autores se refieren, la mayoría de las veces, a aquellos pliegues anticlinales perfectamente definidos, que desde el curso medio del río Mendoza, se extienden hacia el sur, integrando tres ejes de plegamientos de rumbo aproximado nornoroeste (Rolleri y Criado, 1969; Rolleri y Garrasino, 1979) (véase figura 1).

En estas interpretaciones, el cuadro de deformación tectónica que caracteriza al sector occidental de la Cuenca Cuyana asociado a la línea de pliegues, que desde el cerro Cacheuta, se desarrollan hacia el sur, en las culminaciones locales conocidas como La Pilona, Refugio, Tupungato y Chañares Herrados era considerado como afectado por numerosas fallas, en general inversas y de alto ángulo (mayores de 65°) relacionadas en su origen con el plegamiento terciario (Rolleri y Garrasino, 1979).

Un poco más al norte de esta región, y en el pie de sierra precordillerano, desde Jocolí hasta las inmediaciones de Lavalle y el Borbollón, existen algunas estructuras que al ser atravesadas por varios sondeos manifestaron una potente sucesión terciaria (3.500-4.000 m, Rolleri y Garrasino, 1979).

Esta complejidad tectónica del borde oriental de la Precordillera, como así también el estudio de facies sedimentarias de unidades atravesadas en subsuelo, con aparentes acunamientos repentinos o cambios de espesores anómalos, sumados al comportamiento de bloques alargados meridionalmente (sierras de Las Peñas, y de Las Higueras y cerro La Cal) limitados por fallas con tendencia a curvamientos, permitió desarrollar este nuevo modelo estructural, con el fin de abrir nuevas áreas prospectivas

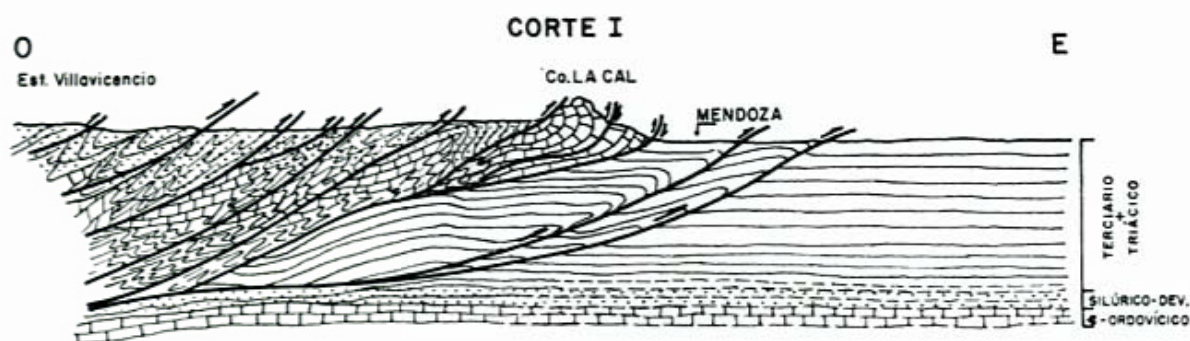


REFERENCIA


MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL

Sector Meridional Presordillera y Cuenca Triásica Mendoza Norte





Corte Estructural Esquemático. Frente Regional de Sobrecorrimientos

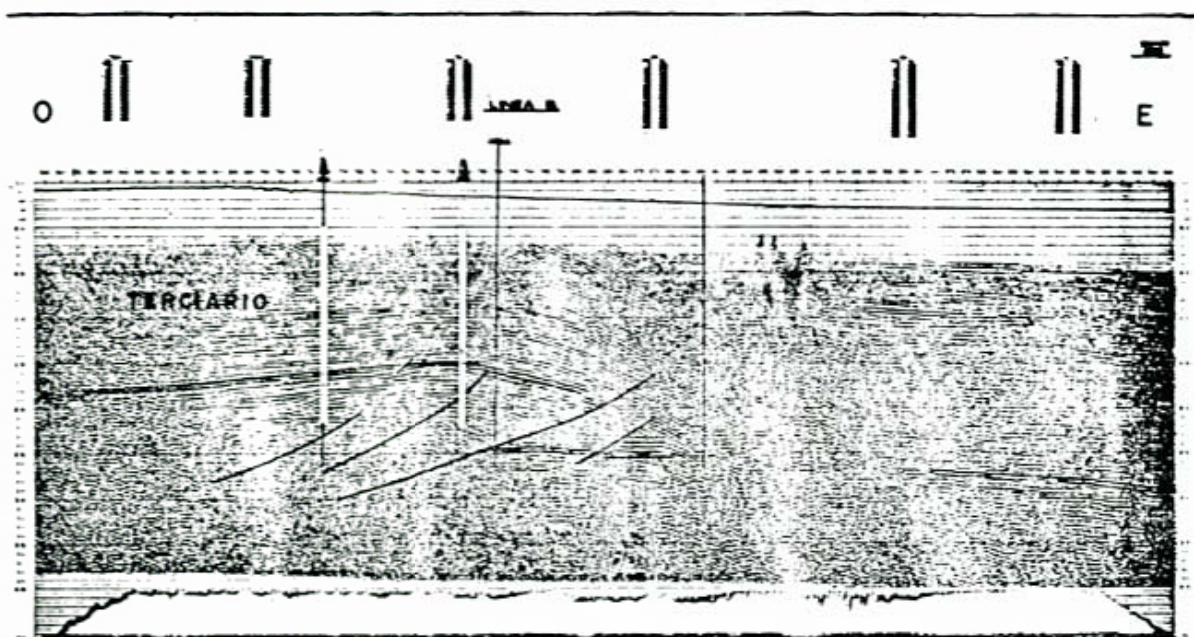
vinculadas a un esquema tectónico propio de este pie de sierra.

En correspondencia con estos criterios, en este trabajo se interpreta la faja adyacente al ambiente precordillerano en la Cuenca Cuyana, como perteneciente a un sistema de sobrecorrimientos de bajo ángulo en profundidad y alto ángulo en superficie, como resultado de los esfuerzos (de dirección oeste-este) aplicados a una pila sedimentaria con substratum de calizas paleozoicas (Formación San Juan), dando al conjunto un aspecto de bloques imbricados unidireccionalmente (fig. 1). Cabe mencionar que básicamente esta idea completa el esquema dominante de fallamiento que advirtieron Baldi y Chebli (1969) en la faja precordillerana expuesta en los alrededores de Villavicencio.

Estas observaciones estructurales se vieron posteriormente corroboradas al realizar-

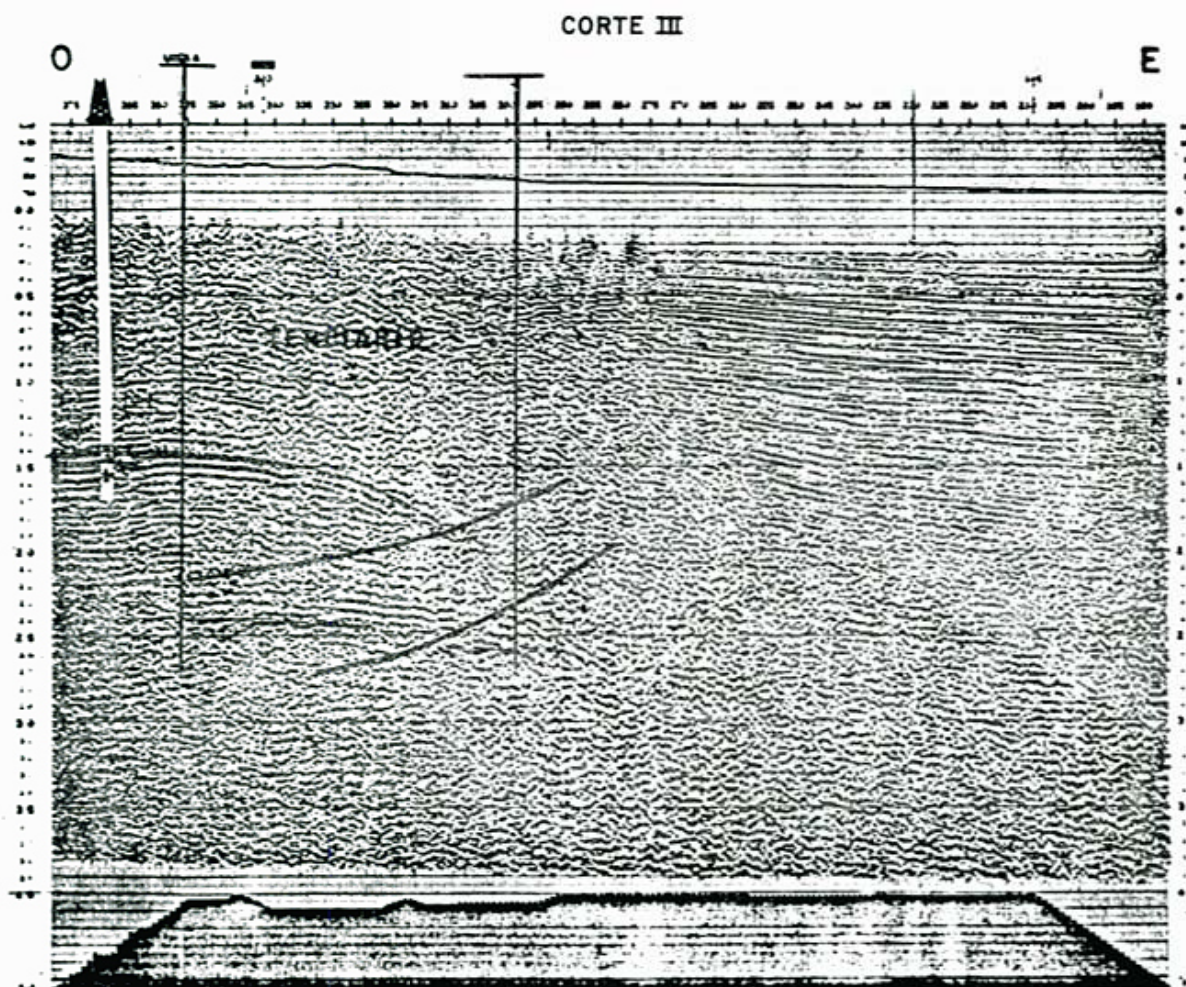
se trabajos geofísicos en las cercanías del cerro La Cal, en particular las secciones sísmicas orientadas en sentido este-oeste ilustran de modo evidente este sistema de fallamiento, característico de los ambientes compresivos de pie de sierra (*fold-thrust belt*, fig. 2).

De la misma manera, este tipo de información permitió precisar con mayor certeza las características de la falla oriental del Anticlinal Barrancas, la cual constituye un elemento estructural de magnitud subregional. Braccacini (1938) también advirtió su presencia, si bien no le concedió el carácter de falla de corrimiento, como se pone de manifiesto en las secciones sísmicas de las figuras 3 y 4. Tomando como base esta nueva interpretación, el bloque bajo de dicho rasgo estructural representa una localización que concita real interés para la actividad exploratoria petrolera.



CORTE II





### Agradecimiento

Se deja expreso reconocimiento a la Dirección de Exploración de Yacimientos Pe-

trolíferos Fiscales, Sociedad del Estado por haber autorizado la publicación de este trabajo.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Baldis, B. A. y G. A. Chebli, 1969. *Estructura profunda del área central de la precordillera sanjua-*  
*nina*. Actas IV Jorn. Geol. Arg., I.
- Bracaccini, I. O., 1938. *Las estructuras de Lunlunta-Carrizal*. Y.P.F., Bs. As., Inf. inéd.
- Rolleri, E. O. y P. Criado Roque, 1969. *La cuenca triásica del norte de Mendoza*. Terc. Jor. Geol.  
Arg., Bs. As., 1: 1-76.
- Rolleri, E. O. y C. A. Fernández Garrasino, 1979. *Comarca septentrional de Mendoza*. *Academia Nac.*  
*de Ciencias*. 2do. Simposio de Geología Regional Argentina (Turner, E. D.). Acad. Nac. Cien-  
cias, I, Córdoba.

Recibido: 15 de enero, 1981

FERNANDO H. BETTINI

Yacimientos Petrolíferos Fiscales  
Salta 672  
Godoy Cruz - 5501 Mendoza

## LIMITE DE LA FAJA PLEGADA EN LA REP. ARGENTINA

JORGE VASQUEZ y RAUL GORROÑO

### Introducción

Esta nota breve pretende plantear una hipótesis de trabajo resultante de la información existente hasta el presente en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, con su correspondiente zona de pie de Sierra (*foot-hill*) y otras estructuras relacionadas a la génesis de la misma.

### Descripción de las unidades tectónicas definidas en esta nota

Se destaca la existencia de una faja plegada imbricada, que penetrando en la República Argentina desde Bolivia, se continúa a través de todo el país hasta la posición del Banco Burdwood, siguiendo la Cordillera de los Andes (fig. 1).

Esta faja plegada e imbricada, como expresión de un esfuerzo compresivo, afecta una extensa franja fuera del mismo, con estructuras que responden al mismo origen.

La faja plegada ha sido dividida en tres zonas que se denominará C1, C2 y C3. Hacia el oriente y separando la faja plegada de la zona de estructuras compresivas (R), se extiende una zona de comportamiento indefinido (I).

Las características de cada una de las zonas son las siguientes:

**ZONA MONTAÑOSA PRINCIPAL C1:** (*Front Ranges*, Dahlstrom, 1969 - en parte *Root zone* o *rotation zone*, Roeder, 1973).

Zona conformada por estructuras complejas, con intrusiones y efectos de metamorfismo, de grado bajo a medio, con gran distorsión de la estratigrafía. Existencia de fallas plegadas y falladas (*faulted-folded-structures*) y estructuras sigmoideas.

**ZONA DE PIE DE SIERRA INTERNO C2:** (*Inner Foothills*, Dahlstrom, 1969 - en parte *Transport zone*, Roeder et al., 1977; Roeder, 1979).

Zona de corrimientos de bajo ángulo, de gran rechazo horizontal, con distorsión de las relaciones faciológicas. Corrimientos limitados por fallas con plano inclinado hacia el oeste, imbricadas.

**ZONA DE PIE DE SIERRA EXTERNO C3:** (*Outer Foothills*, Dahlstrom, 1969 - en parte *Frontal zone*; Roeder et al., 1977; Roeder, 1979).

Esta zona se encuentra asociada a un plegamiento intenso, limitados por fallas de mayor ángulo que la zona de transporte e imbricadas. Los corrimientos aquí existentes son más jóvenes que los de la zona C2. Hay un efecto abundante de transferencia de rechazos (Dahlstrom, 1969) entre imbricaciones; además posible emergencia de alguna falla de suela (*Basal "sole"*, de Royse et al., 1975; Suela, de Billings 1963; falla de suela, de Vásquez, 1979).

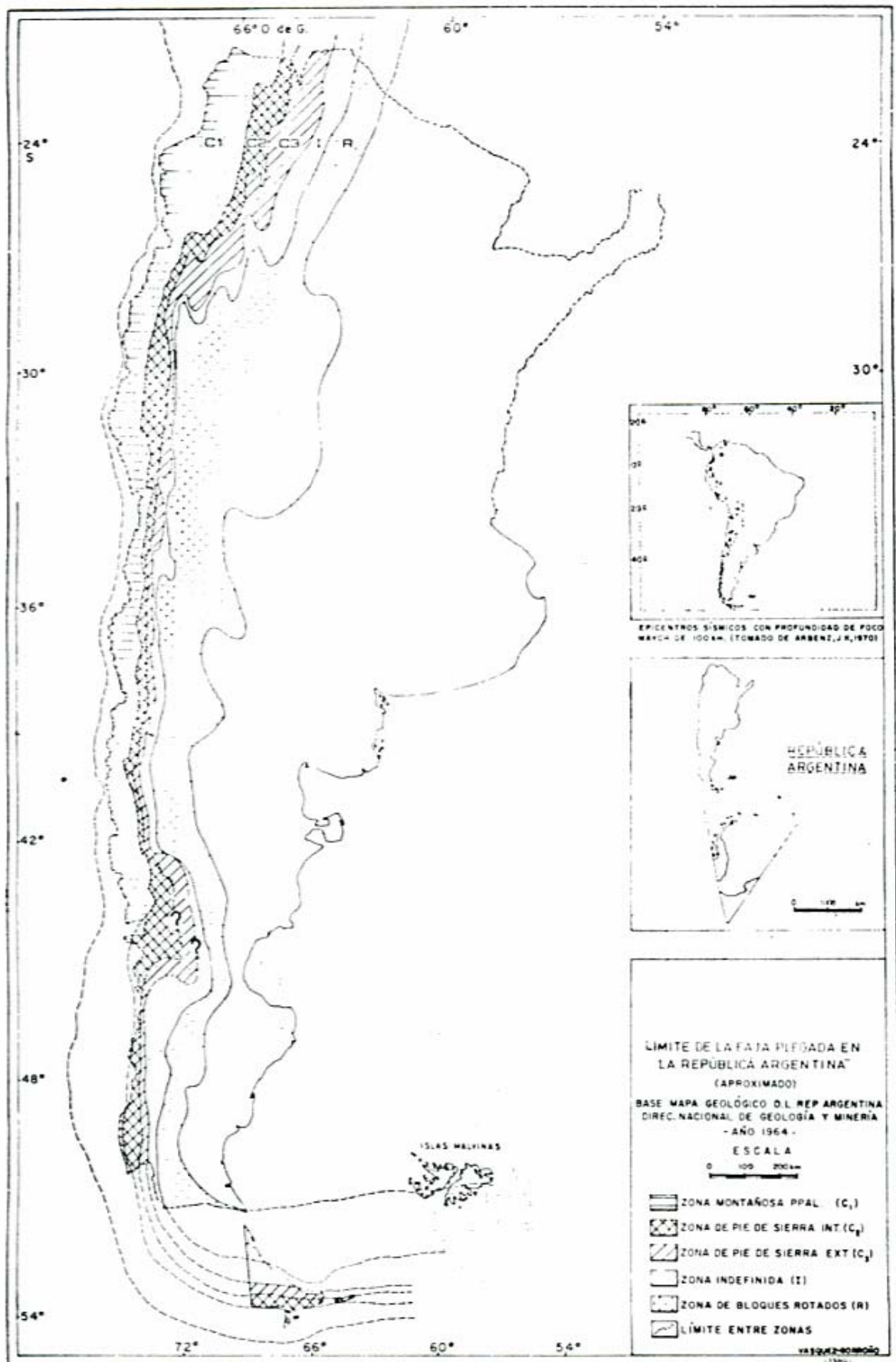
### ZONA INDEFINIDA (I)

En esta zona se produce el avance de los corrimientos incipientes hacia el este, o bien, el avance de las estructuras de la zona R, hacia el oeste. Superficialmente se caracteriza por grandes sinclinales rellenos principalmente con sedimentos y vulcanitas terciarios y cuaternarios.

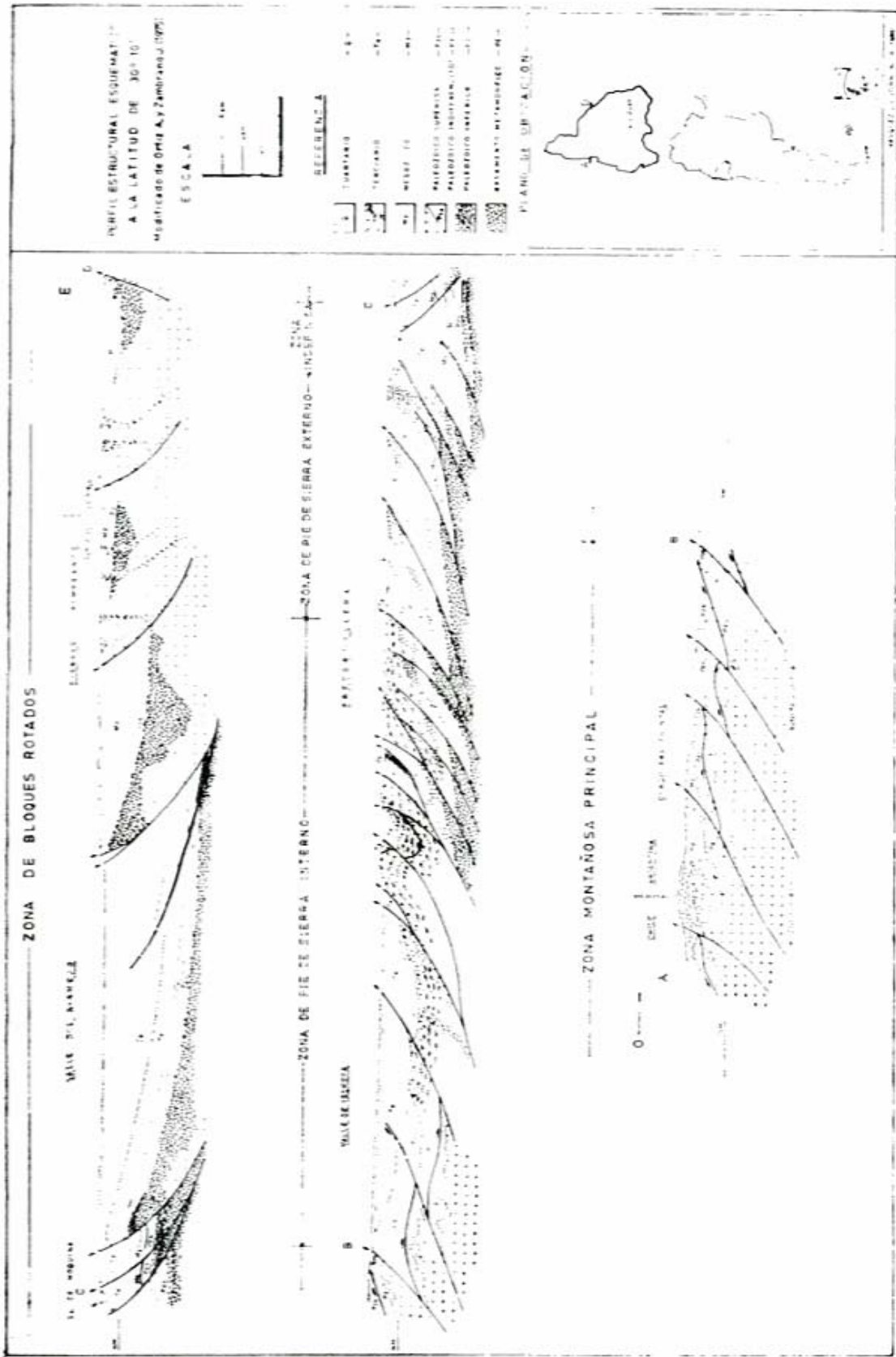
**ZONA DE BLOQUES ROTADOS (R)** - Vásquez, 1979; *Compressive blocks*, Harding y Lowell, 1979.

Zona caracterizada por estructuras formadas por fallas inversas de ángulo relativamente alto, con un flanco abrupto y otro









tendido. En muchos casos pueden ser reactivaciones de fallas anteriores, afectadas por el efecto compresivo ejercido por el basamento por la tectónica tangencial.

La información recopilada en los últimos años en el subsuelo del país, principalmente por sísmica de reflexión y perforaciones petroleras, permiten afirmar la hipótesis presentada para las provincias de Jujuy, Salta, San Juan, Mendoza, San Luis y Neuquén.

En el resto de las provincias involucradas, los contornos de la zona de afloramientos, las estructuras descritas en superficie y la extensión de la zona de Benioff bajo el continente, permiten extender regionalmente la hipótesis (fig. 2).

### Conclusiones

Los límites planteados son un tanto imprecisos en algunas provincias tales como Catamarca, Río Negro, Chubut y Santa Cruz.

Es intención de esta nota advertir sobre

ciertas interpretaciones tectónicas que se proponen, cruzando de una zona a otra sin tener en cuenta la faja plegada imbricada y sus efectos. Entre los principales se puede citar la posible edad de la faja plegada imbricada, cuyo primer corrimiento se iniciaría en el Terciario más temprano en territorio chileno (Mapa Geológico de Chile). Llegando a la República Argentina hacia el Mioceno medio y continuando su desarrollo hasta la actualidad.

Los acortamientos corticales que se estiman hasta el presente, arrojan un valor del 72 % al 50 % para esta faja plegada en el territorio argentino.

### Agradecimientos

Se agradece a la Dirección de Exploración de YPF por la autorización brindada para la publicación de la presente nota.

Asimismo se destacan los comentarios realizados por el licenciado E. Freytes, que realizó la lectura crítica del mismo.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Arbenz, K. J., 1970. *Structural Geology Note Book*. Exploration training Department. Shell Development Company, Houston, Texas.
- Billings, M. P., 1963. *Geología Estructural*. Eudeba, Ed., Buenos Aires
- Dahlstrom, C. D. A., 1969. *Balanced cross sections*. Canadian Journal of Earth Sciences. (6): 743-757.
- Harding, T. P. y Lowell, J. D., 1979. *Structural Styles, Their Plate Tectonic Habitats, and Hydrocarbon Traps in Petroleum Provinces*. A.A.P.G., Bull., 63 (7): 1016-1058.
- Instituto de Investigaciones Geológicas, 1968. *Mapa Geológico de Chile*. Escala 1: 1.000.000, Santiago.
- Ortiz, A., Zambrano, J., 1975. *Perfil Geológico Estructural Agua Negra - La Punta*. (Prov. de San Juan y La Rioja). Inst. de Cs. Geológicas, Univ. Nac. San Juan.
- Roeder, D. H., 1973. *Subduction and Orogeny*. Journal of Geophysical Research. 78 (23): 5005-5024.
- 1979. *Principles of Structural Geology Including Exploration of Orogenic Belts*. A.A.P.G. Structural Geol. Scholl, Handout Jackson, Wyoming.
- Roeder, D. H. y O. E. Gilbert, 1977. *Structure, Kinematic and Hydrocarbon Prospects of Thrust and Fold Belts*. A.A.P.G., Structural Geol. School, Handout, Vail, Colorado.
- Royse, F., Jr., M. A. Warner y D. C. Reese, 1975. *Thrust belt structural geometry and related stratigraphic problems, Wyoming-Idaho-northern Utah*, in *Symposium on deep drilling frontiers in the Central Rocky Mountains*. Rocky Mt. Assoc. Geologist., :41-54.
- Vásquez, J. R., 1979. *Informe preliminar sobre la Tectónica del Sur de la Provincia de Mendoza*, YPF, Informe Inédito, Buenos Aires.

Recibido: 15 de enero de 1981.

JORGE VASQUEZ

RAUL GORROÑO

Gerencia de Planificación Geológica  
Yacimientos Petrolíferos Fiscales  
Av. Roque Sáenz Peña 777 - 10º - 1008  
1364 Buenos Aires.

## COMENTARIO

### LA INTERPRETACION ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION ESQUEL

OSCAR R. LOPEZ GAMUNDI

En el volumen en homenaje al doctor Félix González Bonorino (Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV, 3) de reciente aparición, se han publicado dos trabajos sobre la Formación Esquel. Dado que en ellos se dan diferentes interpretaciones sobre la estratigrafía de los originalmente denominados "Esquistos de Esquel", creo oportuno destacar que los criterios utilizados en uno de ellos (Cucchi, 1980) para colocar una discordancia en la base de la Formación Valle Chico no están fundamentados con datos de campo que los confirmen. Dicho autor separa la Formación Esquel en dos unidades: la Formación Esquel y la Formación Valle Chico las que corresponderían con el miembro inferior (ritmitas), y el miembro medio y superior (López Gamundi, 1979, 1980), respectivamente.

Cucchi (*op. cit.*) señala que la Formación Valle Chico "en el cerro Excursión está, en discordancia, superpuesta a la Formación Esquel..." para luego agregar que la misma comienza con niveles diamictíticos citando el trabajo de López Gamundi (1979) "para mayor detalle".

La descripción anterior corresponde, de acuerdo con el autor de estas líneas y citado por Cucchi, al banco diamictítico que aflora tanto en el cerro Excursión como en el corte del ferrocarril, y que en este último lugar se observa claramente suprayaciendo concordantemente a limolitas del miembro medio (ver López Gamundi, 1979, 1980).

Posteriormente aquel autor señala características litológicas para diferenciar ambas unidades entre sí, a pesar de que reconoce que las rocas de ambas Formaciones son de "petrografía semejante", inclusive en la observación y clasificación microscópicas.

Con respecto al criterio de diferente estilo estructural, se cree que, como bien afirma Cucchi, las rocas alternan en algunos sectores de manera tal de encontrar condiciones

de competencia similar en ambas Formaciones. Al respecto se debe recordar que la longitud de onda de un plegamiento no es sólo función del contraste de ductilidades sino también, y en forma más directa del espesor de las capas involucradas (Biot, 1965; ver bibliografía incluida). Una relación de espesores en algunos sectores de 10 a 1 de los estratos de la llamada Formación Valle Chico con respecto a los de la Formación Esquel (ritmitas) invalida en parte este criterio.

Referente a la existencia de un hiato, se observa la imposibilidad de basar su presencia en criterios algo ambiguos como: a) la presencia de clastos de litología similar a los de rocas de la Formación Esquel en la unidad suprayacente y b) una prueba negativa (presencia, en la Formación Valle Chico, de clastos graníticos, de cuarzo de vena, de vulcanitas, que están ausentes en una de las Formaciones), inclusive invalidada en parte por afirmaciones anteriores del mismo autor, al mencionar la presencia de "algunos fragmentos líticos reconocibles como de naturaleza volcánica..." en vaques de la Formación Esquel. Inclusive este último criterio le sirve para justificar una variación de áreas de aporte e indicar además un evento magmático pre-Formación Valle Chico, que siguiendo el razonamiento de Cucchi, debería además ser post-Formación Esquel.

De todo lo anterior se desprende el carácter indirecto de los criterios utilizados para la separación propuesta por Cucchi, sobre todo si tenemos en cuenta que el principal argumento, el carácter discordante, aparece en el mapa como un lineamiento de interpretación dudosa.

Consecuentemente, si los criterios que fundamentan la existencia de la discordancia no aparecen los suficientemente fundamentados como para separar la Formación Esquel en dos nuevas unidades formacionales, es opi-



nión del que escribe evitar la atomización de la nomenclatura introduciendo nuevas denominaciones para cada variación ya sea litológica o de otra índole.

Por otra parte, se debe hacer notar que, a pesar de haber mapeado un área más re-

ducida y con escala mayor que en los trabajos anteriores, no aparecen marcados los afloramientos de la Formación Esquel y su contacto con el intrusivo ácido a lo largo de la ruta 258, cuya existencia ha sido citada por López Gamundi (1979, 1980).

### Lista de trabajos citados en el texto

- Biot, M. A., 1965. *Theory of viscous buckling and gravity instability of multilayers with large deformation*. Geol. Soc. Am., Bull., 76: 371-378.
- Cucchi, R., 1980. *La Formación Esquel: Nueva interpretación estratigráfica*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (3): 167-173.
- López Gamundi, O., 1979. *Los llamados "Esquistos de Esquel" al este de la ciudad homónima, provincia de Chubut*. Trab. Final Lic., Fac. Cs. Ex. y Nat., Univ. Bs. As., inédito.
- 1980. *La Formación Esquel, litología y estructura, provincia del Chubut*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (3): 187-194.

Recibido: 18 noviembre, 1980.

OSCAR LOPEZ GAMUNDI  
CONICET  
Fac. de Ciencias Exactas y Naturales,  
Universidad de Buenos Aires,

## REPLICA

### LA FORMACION ESQUEL Y LA FORMACION VALLE CHICO

RUBEN J. CUCCHI

El comentario de López Gamundi acerca de la interpretación estratigráfica de la Formación Esquel me sugiere las siguientes reflexiones:

- 1) Sobre las diferencias litológicas entre las Formaciones Esquel y Valle Chico, las pruebas negativas y los hiatos.

Las características litológicas (y de estructuras sedimentarias) que encuentro diferentes entre ambas unidades y que a mi juicio —junto con otros criterios— permiten considerar la existencia de dos Formaciones que ya fueron expuestas en mi anterior trabajo.

Con referencia a una de ellas, la de la presencia de litoclastos ácidos en la Formación Valle Chico que López Gamundi considera como una prueba negativa de la existencia de un hiato, estimo que existe una confusión de interpretación. En efecto, dichos litoclastos “implicarían un cambio en el área de aporte” y no un indicio de un hiato.

Respecto de lo que López Gamundi llama una prueba negativa (la ausencia de litoclastos en una de las Formaciones) considero que ella es una prueba valedera de acuerdo con una antigua costumbre de los geólogos de utilizar criterios composicionales para establecer semejanzas o diferencias entre unidades.

La particular situación de reconocer en una de las unidades clastos de vaques de la infrayacente —un criterio algo ambiguo según López Gamundi— “indicaría la existencia de una interrupción en la sedimentación y un período erosivo”, es decir de un hiato (si fuera corto sería una diastema). Sin embargo estos litoclastos también podrían proceder de cualquier otra unidad con igual petrografía (vaques), no necesariamente la infrayacente, implicando en este caso un área de aporte diferente con todas las infe-

rencias geológicas que tal cambio significa como por ejemplo: cambio en el régimen de la sedimentación (como el paso de ritmitas a la estratificación gruesa de la Formación Valle Chico), cambio en la pendiente regional, establecimiento de otra área positiva (la región que proveerá los clastos ácidos, vulcanitas, etc.), cambio de ambiente, etc.

- 2) Sobre la presencia de rocas graníticas en las diamictitas de la Formación Valle Chico y los eventos magmáticos.

Respecto de los aludidos clastos graníticos presentes en las diamictitas de la Formación Valle Chico junto con cuarzo de vena y vulcanitas, no necesariamente su existencia implica un evento magmático post-Formación Esquel como López Gamundi sugiere que yo debería haber seguido razonando (si bien la existencia de un magmatismo carbónico-pérmico en regiones cercanas apuntaría ese sentido y también la presencia de lamprófidos y microgabros que al parecer sólo intruyen a la Formación Esquel). Pero sin embargo aquellos litoclastos de las diamictitas de naturaleza ígnea pueden ser interpretados sin recurrir a un magmatismo post-Formación Esquel, por ejemplo reconociendo la existencia de un magmatismo pre-Esquel procedente de un área de aporte diferente.

- 3) Sobre el estilo estructural y la presencia de una discordancia.

La diferencia de estilo estructural ha sido reconocida en el campo y en el laboratorio. En el esquema geológico de mi trabajo está indicada la posición de la estratificación en los afloramientos de ambas unidades, así como de algunos ejes de pliegues en la Formación Esquel. Quedó para el lector interpretar el significado de esas diferencias lo que al parecer no intentó López Gamundi.

Además, del análisis de las ilustraciones

de mi trabajo y del bosquejo geológico del propio López Gamundi se infiere que la posición de los ejes de pliegues en ambas unidades difiere marcadamente. Precisamente esta diferencia se interpreta como un elemento importante para detectar la existencia de una discordancia (desde luego que angular) entre ambas unidades.

Agrego, que si mi interpretación de la existencia de un plegamiento posterior de ejes cruzados es correcta dicha discordancia debería a su vez estar plegada.

- 4) Sobre la influencia del espesor de las capas en relación con la longitud de onda de los pliegues.

Respecto de la influencia del espesor de las capas en relación con la longitud de onda del plegamiento, en efecto no lo tuve en cuenta por innecesario ya que los ejes de pliegues de la unidad infrayacente —repetido— se distribuyen en forma heterogénea (ver figura 3 de mi trabajo) y no parece pasar lo mismo con los ejes de pliegues de la unidad suprayacente, lo cual se debe según mi interpretación, a la existencia de la superposición de plegamientos cruzados de diferentes intensidad.

Tampoco intenté diferenciar ambas unidades sobre la base de la longitud de onda de los pliegues; describí en cambio las diferencias estructurales entre ellas señalando la posición y heterogeneidad de los ejes de pliegues y el tipo de pliegues presentes en la Formación Esquel, en contraste con la heterogeneidad en la posición de los ejes de pliegues y menor intensidad del plegamiento de la unidad superior, esto es de la Formación Valle Chico.

En cuanto al trabajo de Biot que cita López Gamundi no encuentro en él ninguna referencia al problema que se trata, pues se refiere a pliegues de tipo concéntrico y a estructuras de domos de sal. De cualquier manera Biot afirma en dicho trabajo que una estructura compuesta de capas alternantes competente e incompetentes cuando se pliegan tienen un comportamiento conjunto (colectivo), lo que no se comprueba entre las unidades en consideración.

Puede ser que López Gamundi haya querido citar otro trabajo de Biot aparecido en el mismo volumen o en el volumen anterior del *Bulletin de la Geological Society of America*, pero en cualquiera de ambos casos los ejes de los pliegues son paralelos y no cruzados como los de las Formaciones Esquel y Valle Chico. Queda la posibilidad

que la referencia hecha por López Gamundi sea indirecta como lo indica su "ver bibliografía incluida".

- 5) Sobre el carácter indirecto de los criterios utilizados en mi trabajo anterior y de la naturaleza directamente dudosa del origen glaci-marino de las diamictitas de Esquel.

En ningún momento pensé en utilizar criterios directos para establecer la separación entre ambas Formaciones. Los que utilicé están en mi trabajo anterior y no vale la pena repetirlos.

Tampoco pensé que López Gamundi utilizara un criterio directo para probar la naturaleza glaci-marina de las diamictitas de la Formación Valle Chico.

En tal sentido estimo que tal origen es dudoso y no está demostrado. En efecto, al ubicar en el gráfico de las figuras 3 y 4 del trabajo de Landim y Frakes citado por López Gamundi (con las prevenciones que dichos autores mencionan) el par de valores de la figura 2 de López Gamundi correspondiente a la diamictita de la Formación Valle Chico, el punto así determinado cae en el campo de los depósitos de "aluvial fan" y "fossil mudflow" (origen éste que estaría de acuerdo con los mencionados por otros autores en localidades próximas como El Molle y la sierra de Tepuel).

Ese mismo par de valores, pero esta vez ubicado en la figura 5 de Landim y Frakes, cae ahora en el campo de los sedimentos de "outwash". Es decir que todo depende de la población que estemos representando gráficamente. El método de estos dos autores permite separar "tills" de depósitos de cono aluvial así como "till" de "outwash" o al menos reconocer el tipo de agente o carácter del medio que realiza el depósito.

En el caso de diamictos y diamictitas, en el sentido que Landim y Frakes dan en sus definiciones, tanto el análisis gráfico como el multivariado indicarían que las segundas se originan de movimientos en masa subacuáticos y que pertenecen a la población que representa a los conos aluviales.

Al parecer Frakes y Crowell (citado por López Gamundi) en 1975 han representado gráficamente poblaciones de diamictitas de origen glacial y glaci-marino y determinado un par de campos como el que presenta López Gamundi en su figura 2.

En esta figura, como en todas las que presentan Landim y Frakes, en origen de las muestras analizadas era conocido previamente



te; es decir fueron construyendo gráficos con pares de parámetros estadísticos de depósitos de origen conocido, aún en el caso de depósitos antiguos como el "fossil mud-flow" de las figuras 3 y 4 de Landim y Frakes.

Además de las salvedades que establecen estos dos autores, debe señalarse que:

- a) El método debe ser usado en conjunción con otros argumentos geológicos.
- b) Se requieren ulteriores comprobaciones, en especial para aplicarlos a rocas del Precámbrico y del Paleozoico superior.

Además, como el método fue ensayado en sedimentos se puede hacer lo propio en rocas consolidadas del Precámbrico y Paleozoico superior "siempre que la recristalización de la matriz fina no sea acentuada".

En este caso considero que en la "matriz" de la diamictita de la Formación Valle Chico hay una diagénesis (casi lindando con el metamorfismo de muy bajo grado o con condiciones cuasi-metamórficas) por lo cual la aplicación adecuada del método se vería comprometida.

Pero aún admitiendo que el grado de diagénesis de la matriz permitiera la aplicación del método de Landim y Frakes, estos trabajaron con partículas de tamaño arcilla a gránulo mientras que López Gamundi lo hace con clastos de tamaño comprendido entre arena fina y gránulo por lo que tendría que justificar teóricamente la aplicación o extrapolación del método para un intervalo reducido.

- 6) Sobre la posibilidad de una interpretación no tectónica para explicar la diferencia de posición de los ejes de los pliegues entre ambas unidades.

En mi anterior trabajo descarté, aunque sin mencionarla explícitamente, la posibilidad de considerar una explicación no tectónica para interpretar las diferencias estructurales entre las Formaciones Esquel y Valle Chico, por ejemplo recurriendo a procesos de deslizamiento subácueo inducidos por gravedad por cuanto este tipo de estructuras por lo común: 1) están confinadas entre capas; 2) poseen "convolute folding"; 3) están truncadas o niveladas por el estrato superior; 4) son de pequeña escala; 5) los ejes de las estructuras difieren en una misma localidad; 6) cuando el deslizamiento afecta una más grande de capas se producen brechas o pseudoconglomerados; 7) en ellos no se originan planos "S" secundarios ni incipientes ni penetrativos y ) en una misma localidad existe consistencia en la posición de los ejes de pliegues, la que se pierde en diagramas de fábrica combinados para más de una localidad.

- 7) Sobre el valor de la discusión como medio para mejorar el conocimiento geológico.

En los últimos años la Revista de la Asociación Geológica Argentina ha recibido comentarios sobre trabajos aparecidos en sus páginas. La aceptación de los mismos se trata, quien puede dudarlo, de una encomiable actitud de la sucesivas direcciones de la Revista y de la Asociación, pues así queda abierta a la más amplia y fecunda discusión la actividad científica de quienes publican en la Revista.

Por ello, es de esperar que esta tendencia continúe en lo sucesivo, pues servirá de excelente camino para arribar a un conocimiento geológico más perfeccionado en beneficio del país.

Recibido: 20 marzo, 1981.

RUBEN CUCCHI  
Servicio Geológico Nacional

## CRONICA DE LA ASOCIACION

### Acto académico

El 14 de noviembre de 1980 se entregó al Dr. Umberto Cordani el diploma de Miembro Correspondiente de la A.G.A., en cumplimiento de lo resuelto oportunamente por la Comisión Directiva. El acto de entrega, que contó con la presencia de gran número de colegas, se llevó a cabo en el Salón de Actos del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires. La presentación del doctor Cordani fue realizada por el Presidente de la A.G.A., doctor Víctor Ramos quien destacó su trayectoria y su acción trascendente en el desarrollo de la geocronología de nuestro país. El nuevo Miembro Correspondiente luego de la recepción del Diploma disertó sobre la "Geocronología en la Evolución Geológica de América del Sur". La conferencia, que fue seguida con gran interés, suscitó un prolongado intercambio de opiniones entre los presentes y el destacado disertante.

### Cuarto centenario de la fundación de Buenos Aires

En adhesión al cuarto centenario de la fundación de nuestra ciudad, la A.G.A., organizó en el Salón Florentino Ameghino de la Sociedad Científica Argentina, una conferencia que sobre "Las dos fundaciones de Buenos Aires: su geografía y su historia", dictó el Dr. Marcelo R. Yrigoyen. La misma, que tuvo lugar el 25 de noviembre de 1980, contó con la presencia de numeroso público y representantes del Sr. Comandante en Jefe de la Fuerza Aérea y del Sr. Intendente de Buenos Aires.

El doctor Yrigoyen, profundo conocedor de la historia de la ciudad, se refirió a los hechos más sobresalientes de la fundación por don Pedro de Mendoza y don Juan de Garay. La conferencia profusamente ilustrada con originales diapositivas, contó con el beneplácito de los asistentes que pudieron recrear los antecedentes y las consecuencias de aquellas historias de 400 años atrás.

### Coloquio "Ricardo Wichmann"

En el 50 aniversario del fallecimiento del doctor Ricardo Wichmann se realizó en los

salones de la Casa del Geólogo, un acto de reconocimiento y homenaje a su obra. El coloquio, realizado el 28 de noviembre de 1980, tuvo como tema central la geología del Macizo Nordpatagónico y contó con la presencia de numerosos asociados y los descendientes del científico recordado.

Las presentaciones realizadas fueron las siguientes:

César R. Cortelezzi: *Presentación del Coloquio.*

Enrique Núñez: *Ricardo Wichmann y su obra.*

Roberto Caminos: *El basamento granítico y las magmatitas mesozoicas del macizo nordpatagónico.*

Edgardo Rolleri, Daniel Dellapé y Miguel Manceñido: *Relaciones estratigráficas y correlación de las Formaciones Pichi, Picunleufú y Naupa Huen, aflorantes en el curso inferior del cañadón Michihuau, Prov. de Río Negro.*

Francisco Fidalgo: *Las sedimentitas cenozoicas marinas de las adyacencias de San Antonio Oeste.*

José Mendía y Miguel Haller: *El ciclo Patagoniano en la costa atlántica nordpatagónica.*

Mario Franchi y Eliseo Sepúlveda: *El Patagoniano (Ecceno sup. - Oligoceno inf.?) al este de Cona Niyeu, provincia de Río Negro.*

Edgardo Rolleri, Daniel Dellapé y Miguel Manceñido: *Relaciones estratigráficas y correlación de la Formación Ortiz en el sur de la Cuenca Neuquina.*

### Serie didáctica

Acaba de aparecer el N° 8 de esta serie con el título *Paleoambientes Sedimentarios en Secuencias Silicoclásticas*, por el doctor Luis A. Spalletti. El volumen, de 175 páginas consta de un elaborado texto y gran número de ilustraciones que condensan una amplia bibliografía sobre el tema, complementada con ejemplos argentinos. La obra, presentada por el doctor Mario E. Teruggi, despertará indudablemente el interés de los asociados y de los colegas de habla hispana. Esta puede ser adquirida en nuestra Secretaría o a través de los delegados.

# ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Maipú 645 - Piso 1º - 1006 Buenos Aires - Argentina

## COMISION DIRECTIVA

(1979-1981)

<i>Presidente</i> .....	DR. VÍCTOR A. RAMOS
<i>Vicepresidente</i> .....	DR. VICENTE MÉNDEZ
<i>Secretario</i> .....	LIC. JULIO LAGE
<i>Tesorero</i> .....	LIC. GUILLERMO TURAZZINI
<i>Vocales</i> .....	LIC. ALFONSO GIUDICE DR. MARIO HERNÁNDEZ LIC. JUAN PLOSZKIEWICZ
<i>Vocales suplentes</i> .....	DRA. MILKA K. DE BRODTKORB DR. JORGE CODIGNOTTO LIC. ABEL PESCE

## REVISTA Y PUBLICACIONES

*Director:* DR. FRANCISCO NULLO

*Coordinador:* LIC. JUAN V. PLOSZKIEWICZ

## COMITE EDITORIAL

ING. VICTORIO ANGELELLI	DR. ENRIQUE LINARES
DR. HORACIO CAMACHO	DR. NORBERTO MALUMIÁN
DR. ROBERTO CAMINOS	DR. VÍCTOR A. RAMOS
DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO	DR. MARIO TERUGGI
DR. EMILIO GONZÁLEZ DÍAZ	DR. MARCELO YRIGOYEN
DR. CARLOS GORDILLO	

### *Miembros Honorarios*

DR. PABLO GROEBER †	DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
DR. JUAN KEIDEL †	ING. VICTORIO ANGELELLI
DR. JOAQUÍN FRENGUELLI †	DR. HORACIO CAMACHO
DR. FRANCO PASTORE †	DRA. PIERINA PASOTTI
DR. ANGEL V. BORRELLO †	DR. EMILIANO APARICIO
DRA. EDELMIRA MÓRTOLA †	DR. ENRIQUE DE ALBA
DR. ARMANDO F. LEANZA †	DR. RAÚL N. DESSANTI
DR. HORACIO J. HARRINGTON †	DR. CARLOS GORDILLO
DR. JORGE POLANSKI †	DR. ALBERTO MINGRAMM
DR. CARLOS STORNI †	DR. BERNABÉ J. QUARTINO
DR. RICHARD FOSTER FLINT †	DR. EDGARDO ROLLERI
DR. OSVALDO BRACACCINI †	DR. PEDRO STIPANICIC
DR. PERCY QUENSEL †	DR. MARCELO YRIGOYEN
DR. JUAN C. M. TURNER †	

### *Miembros Correspondientes*

DR. ARNOLDO HEIM †	DR. GUILLERMO ZULOAGA
DR. LUCIANO JACQUES DE MORAES †	ING. HÉCTOR FLORES WILLIAMS
DR. ABEL HERRERO DUCLOUX †	ING. CARLOS RUIZ FULLER
ING. JORGE MUÑOZ CRISTI †	DR. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA
DR. ENRIQUE GERTH †	DR. UMBERTO CORDANI

### *Miembros Benefactores*

COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA  
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE FABRICACIONES MILITARES  
QUITRAL-Co S.A.I.C.  
SECRETARÍA DE ESTADO DE MINERÍA  
YACIMIENTOS PETROLÍFEROS FISCALES

### *Miembros Protectores*

ARGENTINA CITIES SERVICE EXPLORATION, INC.	ESSO S. A. PETROLERA ARGENTINA
BOROQUÍMICA S.A.M.I.C.A.F.	HIERRO PATAGÓNICO DE SIERRA GRANDE S. A. MIN.
COMPAÑÍA DE INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS (PROC. SCHLUMBERGER)	OCCIDENTAL DE ARGENTINA, INC.
COMPAÑÍA NAVIERA PÉREZ COMPANC S.A.C.F.I.	PLUSPETROL S. A.
MINERA FORESTAL AGROPECUARIA	SOC. MINERA PIQUITAS PICCETTI & Cía. S. A.
DRESSER ATLAS ARGENTINA S.A.M.P.I.C.	TECHINT S.A.C.I.
	TIPSA TÉCNICA IND. Y COM. PETROLERA S.C.A.



## INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXXV

ACEÑOLAZA, F. G., Presencia de <i>Tetragraptus</i> (Graptolithina) en el Ordovícico de Jujuy	539
ALBERO, M. C., F. ANGIOLINI, J. L. BALBUENA, J. O. CODIGNOTTO, E. LINARES y N. E. WEILER, Primeras edades Carbono 14 de afloramientos de conchillas de la República Argentina	363
ARIAS, J., E. CHALABÉ, C. MORENO ESPELTA y A. CHÁVEZ, Geología del área termal de Cachipunco, Provincia de Jujuy	557
BERESI, M., El Paleozoico inferior en el tramo medio del río San Juan (Pachaco), provincia de San Juan	18
BERTOLDI DE PÓMAR, H., Análisis comparativo de silicobiolitos de diversos sedimentos continentales argentinos	547
BLASCO, G., F. E. NULLO y J. V. PLOSZKIEWICZ, El género <i>Colchidites</i> Djanelidze, 1926 y la posición estratigráfica del género <i>Hatchericeras</i> Stanton, 1901 en la estancia Tucu-Tucu, provincia de Santa Cruz	41
BLASCO DE NULLO, G., F. NULLO y C. PROSERPIO, Santoniano-Campaniano: Estratigrafía y contenido ammonitifero, Cuenca Austral	467
BONHOMME, M. y C. CINGOLANI, Mineralogía y geocronología Rb-Sr y Ar-K de las fracciones finas de la Formación La Tinta, Provincia de Buenos Aires	519
BORDONARO, O., El Cámbrico en la Quebrada de Zonda, provincia de San Juan	26
BRODTKORB, M. K. DE y D. D. KLEMM, Estudio mineralógico de Enargitas y Luzonitas de la Sierra de Famatina, provincia de La Rioja y la supresión del término Famatinita	348
CUCCHI, R., La Formación Esquel: Nueva interpretación estratigráfica	167
FERNÁNDEZ GARRASINO, C., La Formación Ramos, Ordovícico(?) del norte Argentino	500
FRANCHI, M. y R. F. N. PAGE, Los Basaltos Cretácicos y la evolución magmática del Chubut occidental	208
GONZÁLEZ, C. R., Sobre la presencia de "Glendonita" en el Paleozoico superior de Patagonia	417
GONZÁLEZ DÍAZ, E. F. y M. ZUBIA, La "Serie del Piltriquitrón" de la sierra Chata: Su edad y la de sus plutonitas asociadas	183
GONZÁLEZ DÍAZ, E. F. y M. ZUBIA, Un nuevo afloramiento del Terciario inferior continental (= Formación Ñorquinco) en el cerro Piltriquitrón, suroeste de Río Negro	203
HALLER, M. y O. R. LAPIDO, El Mesozoico de la cordillera Patagónica Central	230
HERBST, R., Consideraciones estratigráficas y litológicas sobre la Formación Fray Bentos (Oligoceno inferior-medio) de Argentina y Uruguay	308
LINARES, E., E. J. LLAMBÍAS y C. O. LATORRE, Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y Geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas	87
LIZUAÍN FUENTES, A., Las Formaciones Suprapaleozoicas y Jurásicas de la Cordillera Patagónica, provincias de Río Negro y Chubut	174
LÓPEZ GAMUNDI, O., La Formación Esquel, litología y estructura, provincia del Chubut	187
MALVICINI, L., "Virgen de Valvanera" una transición entre depósitos hipogénicos y supergénicos de manganeso del sudeste de los Menucos, provincia de Río Negro	4
MAZZONI, M. H. y L. A. SPALLETI, Características sedimentológicas de playa en erosión y en agradación	355
MAREA LLANOS, A., Geología y prospección hidrogeológica de la zona sur del Campo del Arenal. Provincia de Catamarca	453
PANARELLO, H. O., C. M. GARCÍA, S. A. VALENCIO y E. LINARES, Determinación de la composición isotópica del Carbono en carbonatos, su utilización en hidrogeología y geología	460
PERALTA, E. H., Correlaciones geoquímicas. Posible utilidad en prospección regional	505
PAGE, R. F. N., Los Conglomerados de Cañadón Pelado, Departamento Languineo, provincia del Chubut	80
ROSSI DE GARCÍA, E., R. LEVY; Geología: M. R. FRANCHI, <i>Neovenericor</i> N. Gen. (Bivalvia) su presencia en el Miembro Monte León (Formación Patagonia)	59
SEGAL DE SVETLIZA, S., Estudio mineralógico y consideraciones genéticas del Distrito Minero "Pan de Azúcar" Departamento Rinconada, Provincia de Jujuy	375
SEPÚLVEDA, E., Estudio palinológico de sedimentitas intercaladas en la "Serie Andesítica Andina", cordón occidental del Futalaufquén, Chubut, Parte I.: Restos de Hongos	248
SEPÚLVEDA, E. y R. VIERA, Geología y áreas de alteración en el cerro Colorados y alrededores. Chubut noroccidental	195
SINITO, A. M., Edades geológicas, radimétricas y magnéticas de algunas vulcanitas cenozoicas de las provincias de Santa Cruz y Chubut	332
VALENCIO, D. A., J. E. MENDÍA, J. F. VILAS y J. SELLES MARTÍNEZ, Península Antártica: ¿Orógeno u Oroclino?	72
VALENCIO, D. A., M. G. LÓPEZ, P. SOLÁ, G. VILLANI, El significado geológico de los resultados del estudio paleomagnético de vulcanitas alcalinas de las provincias de San Luis y Córdoba	340
VALENCIO, D. A., J. F. VILAS y A. M. SINITO, Paleomagnetismo y edades radimétricas de algunas Formaciones Neo-precámbricas y Eopaleozoicas de la Argentina	421

VOLKHEIMER, W., D. L. MELENDI Y F. G. ACEÑOLAZA, Una microflora ordovícica de la Formación Mojotoro, Provincia de Salta .....	401
ZANETTINI, J. C. M., Sedimentitas Triásicas al sur de Sierra Grande, Provincias de Río Negro y Chubut .....	301

#### Notas breves

BETTINI, F. H., Nuevos conceptos tectónicos del centro y borde occidental de la cuenca Cuyana .....	579
CORTÉS, J. M., Senoniano marino en el flanco oriental del Macizo Norpatagónico .....	438
CUCCHI, R. J. Y A. M. BALDONI, Hallazgo de Plantas Mesozoicas en la Formación Epuyén-Cholila, Epuyén, provincia del Chubut .....	155
DE ALBA, E., Reflexiones sobre el Paleozoico inferior del llamado Sistema del Famatina .....	573
LEMA, H., Geología de los afloramientos del arroyo Pajas Blancas, Sierra de Yulto, provincia de San Luis .....	147
PAGE, R. F. N., La edad del Cautivalitense en su área tipo, provincia del Chubut .....	151
PESCE, A. H., Posible existencia de depósitos de sulfuros volcánicos en la Cordillera Patagónica Septentrional, Argentina. Reinterpretación .....	273
ROSELLÓ, E. A., Nuevo Complejo Volcánico Vicuña Pampa, Departamento Belén, provincia de Catamarca .....	436
SANTA CRUZ, J. N., Edades K-Ar de rocas del área de las cuencas de los ríos Quinto y Conlara, prov. de San Luis .....	434
VÁZQUEZ, J. Y R. GORROÑO, Límite de la faja Pleyada en la República Argentina .....	582
VIRAMONTE, J. G. Y R. H. OMARINI, Estructuras rapakiwi en la "Faja eruptiva de la Puna" .....	443
VENTURINI, R., Estratigrafía y estructura de la Formación El Planchón (Devónico) en la quebrada del km 114, San Juan .....	570
WEILER, N. E., Evolución costanera en el área del delta del río Colorado .....	440

#### Comentarios y Réplicas

BRODTKORB, M. K. DE, J. LAFRANCO Y R. SUREDA, Asociaciones minerales y litología del Yacimiento Aguilar, provincia de Jujuy, República Argentina .....	160
CAMACHO, H. H., La Formación Patagonia, su nuevo esquema estratigráfico y otros temas polémicos .....	276
CUCCHI, R., La Formación Esquel y la Formación Valle Chico .....	588
LÓPEZ GAMUNDI, O., La interpretación estratigráfica de la Formación Esquel ...	586
LYONS, W. A., Asociaciones minerales y litología del Yacimiento Aguilar, provincia de Jujuy, República Argentina .....	157
RIGGI, J. C., Aclaración y ampliación de conceptos sobre el nuevo esquema estratigráfico de la Formación Patagonia .....	282

#### Homenajes

DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO .....	165
-----------------------------------	-----

#### Necrológicas

DR. EDUARDO HOLMBERG .....	162
DR. JUAN CARLOS M. TURNER .....	290
FE DE ERRATAS .....	293-451
CRÓNICA DE LA ASOCIACIÓN .....	296-449-591
RESÚMENES .....	164-293-451
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS .....	297-445

## NORMAS Y SUGERENCIAS PARA LOS AUTORES

1. EXTENSION. Se recomienda que la extensión de los originales no sea mayor de treinta páginas tamaño carta dactilografiadas a doble espacio (alrededor de 10.000 palabras). Cada trabajo podrá contener hasta tres páginas impresas de ilustraciones, las que podrán consistir indistintamente en mapas, perfiles, cuadros, diagramas, fotografías, etc. Cuando se acepten trabajos más extensos en texto y/o ilustraciones los autores deberán abonar la impresión del exceso, la que se les facturará a precio de costo. Los originales, tanto del texto como de las ilustraciones, se enviarán a la Asociación Geológica en duplicado.

2. TITULO. Debe ser sucinto e informativo sobre el tema y la localidad a que se refiere el trabajo. Es conveniente evitar iniciaciones o agregados tales como: *Sobre la importancia de...*, o *Consideraciones sobre la importancia del hallazgo de... y sus implicancias con respecto a...* etc. Los títulos deben redactarse teniendo presente la importancia de palabras claves que ayuden al fichaje en bibliotecas y servicios de documentación.

3. RESUMENES. Cada trabajo se iniciará con un resumen en español con su traducción al inglés, francés o alemán, sugiriéndose el primer idioma. Debe ser comprensible en sí mismo, sin referencia al trabajo y su extensión no deberá ser mayor de 150 palabras.

4. CONCLUSIONES. Las conclusiones consistirán en nuevos descubrimientos, conceptos, hipótesis, hallazgos significativos, etc. Deben constituir la apropiada finalización de una obra mayor y no un simple sumario o la extensión del resumen.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. Conviene controlar dos veces las referencias y citas, una para comprobar que la cita tenga su correspondiente referencia, y la otra para verificar si la referencia está citada en el texto. La lista bibliográfica llevará como título: *Lista de trabajos citados en el texto*, y se confeccionará siguiendo el ejemplo del presente número, abreviando de igual manera las indicaciones de tomo (o volumen), número y página de las publicaciones citadas.

6. ILUSTRACIONES. Deberán ser las estrictamente necesarias para completar el texto. Los mapas, perfiles, diagramas, etc., serán dibujados sobre papel blanco cartográfico o transparente, de buen cuerpo, con tinta china. Se aconseja el dibujo en tamaño doble con respecto al de su publicación, cuidando que la dimensión de las letras y la abertura de las rastras permitan su reducción en forma legible. Los mapas y perfiles llevarán escala gráfica y, en una esquina inferior, el nombre del autor y el año de confección. Las letras deberán ser dibujadas con letrógrafo. Los mapas de ubicación que comprendan la totalidad del territorio argentino deberán incluir además el Sector Antártico, dibujado a otra escala en cualquier espacio libre. Todas las localidades mencionadas en el texto figurarán en las ilustraciones. Se recomienda el mejor aprovechamiento posible del espacio, evitando dejar superficies en blanco que puedan ser ocupadas por referencias o títulos. Es importante que el marco de las ilustraciones se adecúe a la relación de medidas de la caja: 14 × 21,5 cm. Los perfiles de largo excesivo podrán ser fraccionados y ordenados de manera que las partes resultantes no sobrepasen las dimensiones de una página. Las ilustraciones en colores, así como el exceso ocasionado por figuras de tamaño mayor que una página, que deban ser plegadas, correrán por cuenta de los autores. Las fotografías serán claras y con buen contraste, limitándose sólo al objeto que se desee ilustrar; los fósiles, muestras de mano, etc. deberán iluminarse desde el ángulo superior izquierdo.

7. SEPARADOS. Los autores recibirán, sin cargo, 25 separados de cada trabajo. Aquellos que deseen un número mayor deberán indicarlo claramente al enviar los originales y los mismos correrán por su cuenta a precio de costo.



EL NUMERO 4 DE ESTE TOMO  
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 25 DE  
ABRIL DE 1981 EN LOS TALLERES  
GRAFICOS ZLOTOPIORO S.A.C.I.F.,  
SARMIENTO 3149, BUENOS AIRES,  
REPUBLICA ARGENTINA

---

**El presente Tomo se ha financiado con un subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y del Consejo de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires, que no se hacen responsables del contenido del mismo.**

---

*Notas breves*

Estratigrafía y estructura de la Formación El Planchón (Devónico) en la quebrada del km 114. San Juan	
<u>RUTH E. VENTURINI</u>	<u>570</u>
Reflexiones sobre el Paleozoico inferior del llamado Sistema del Famatina	
ENRIQUE DE ALBA	573
Nuevos conceptos tectónicos del centro y borde occidental de la cuenca cuyana	
<u>FERNANDO H. BETTINI</u>	<u>579</u>
Límite de la Faja Plegada en la República Argentina	
<u>JORGE VÁZQUEZ Y RAÚL A. GORROÑO</u>	<u>582</u>
<u>Comentario</u>	<u>586</u>
<u>Réplica</u>	<u>588</u>
<u>Crónica de la Asociación</u>	<u>591</u>
<u>Índice Alfabético del Tomo XXXV</u>	<u>594</u>
<u>Normas y sugerencias para los Autores</u>	<u>595</u>

---

**Toda correspondencia para la Asociación Geológica Argentina, deberá ser dirigida a:**

**MAIPU 645, piso 1º, 1006 Buenos Aires, República Argentina**

La correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos de esta Revista deberá dirigirse a **LIBRART S.R.L.**, Corrientes 127, Buenos Aires, República Argentina, representantes y distribuidores para toda la República Argentina y el exterior.



# Asoc. Geol. Arg. Rev.

TOMO XXXV - N° 4

CORREO ARGENTINO Central B	TARIFA REDUCIDA Concesión N° 9157
	FRANQUEO PAGADO Concesión N° 3667

## CONTENIDO

Geología y prospección hidrogeológica de la zona sur del Campo del Arenal, provincia de Catamarca	
ALFONSO C. MEREZ LLANOS	453
Determinación de la composición isotópica del Carbono en Carbonatos, su utilización en hidrogeología y geología	
H. O. PANABELLO, C. M. GARCÍA, S. A. VALENCIO Y E. LINARES	460
Santoniano-Campaniano: Estratigrafía y contenido amonitífero, Cuenca Austral	
GRACIELA BLASCO DE NULLO, FRANCISCO NULLO Y CÉSAR PROSERPIO	467
La Formación Ramos, Ordovícico (?) del norte argentino	
CÉSAR A. FERNÁNDEZ GARRASINO	500
Correlaciones geoquímicas. Posible utilidad en prospección regional	
EDUARDO H. PERALTA	505
Mineralogía y geocronología Rb/Sr y K-Ar de fracciones finas de la Formación La Tinta, provincia de Buenos Aires	
MICHEL G. BONHOMME Y CARLOS A. CINGOLANI	519
Presencia de <i>Tetragraptus</i> ( <i>Graptolithina</i> ) en el ordovícico de Jujuy	
FLORENCIO G. ACEÑOLAZA	539
Análisis comparativo de silicobiolitos de diversos sedimentos continentales argentinos	
HETTY BERTOLDI DE POMAR	547
Geología del área termal de Cachipunco, Departamento de Santa Bárbara, provincia de Jujuy	
JULIO E. ARIAS, ENRIQUE CHALABE, CARLOS MORENO ESPELTA Y ÁNGEL CHÁVEZ	557

*(Continúa en el interior de la contratapa)*

La Asociación Geológica Argentina no se hace responsable de las opiniones y/o conclusiones vertidas por los autores de los trabajos