

ISSN 0004-4822

Asociación Geológica Argentina

REVISTA



Tomo XXXII - N° 4
Octubre-Diciembre
Buenos Aires 1977

ESTRUCTURA DEL CERRO BOLA AL NE DE QUEBRADA DE LA FLECHA. SAN JUAN

A. J. AMOS* y J. FERNANDEZ

* Depto. Ciencias Geológicas. Fac. de Ciencias Exactas y Nat., Univ. de Buenos Aires.

Resumen

La estructura anticlinal del Cerro Bola aporta evidencias significativas en favor de los "deslizamientos de gravedad" como mecanismo para explicar el origen de la estructura interna en la Formación Rinconada, en contra de la "mezcla o brecha tectónica" de autores anteriores.

Abstract

New structural evidence from the Cerro Bola anticline supports "gravity gliding" as the most favorable mechanism for the origin of the complex Rinconada Formation structure in opposition to a "tectonic mixture or breccia" of previous authors.

1. Introducción

Una de las estructuras precordilleranas que ha motivado mayor atención en los últimos cuarenta años es aquella presente en el borde oriental de la Precordillera desde el límite con Mendoza hasta la sierra del Villicum en la provincia de San Juan, y en especial la que afecta a las capas del Paleozoico inferior.

Las distintas interpretaciones sobre el origen de esta compleja estructura, particularmente la que se presenta en la Formación Rinconada, no han tenido una base paleontológica precisa, lo cual ha llevado a muchos autores a postular mecanismos cuya validez no siempre ha sido posible corroborar. Por ello es que el hallazgo de fósiles diagnósticos en las sedimentitas verde botella de la Formación Rinconada poco al norte de la quebrada de la Flecha, durante las tareas de relevamiento geológico en la Hoja 21c, Sierra de Tontal, por uno de nosotros (J.F.) y la descripción de los mismos (Amos y Boucot, 1963) ha permitido replantear el mecanismo de origen de esta estructura en función de los nuevos elementos de juicio, tanto paleontológicos como estructurales. Sin duda que los afloramientos de la región del cerro Bola, que aquí se describirán, son en parte idénticos a los afloramientos en la zona al O de la Estación La Rinconada, ya clásicos en la literatura geológica de la Precordillera desde la época de Du Toit (1927).

La descripción de la estructura en la zona

Publicación autorizada por la Subsecretaría de Minería.

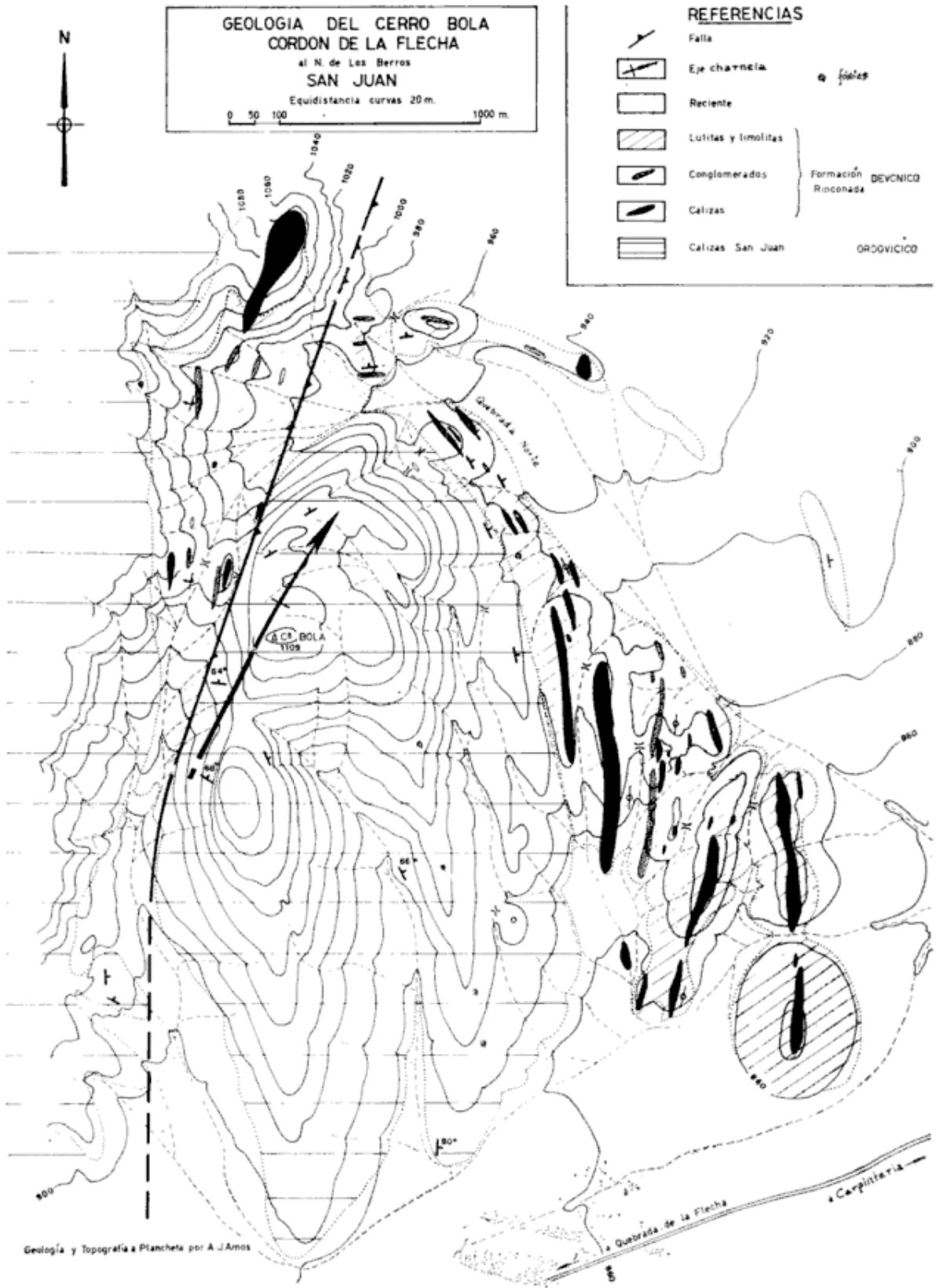
se documenta en este trabajo con un mapa levantado a plancheta en escala 1:5.000. Este permite ampliar y precisar los acontecimientos geológicos del borde oriental de la sierra Chica de Zonda, aportando evidencias que se oponen a la idea de "mezcla tectónica" o "brecha tectónica" postulada por autores anteriores, como causante de la estructura tan particular de las formaciones eopaleozoicas. Una reseña de las investigaciones anteriores puede consultarse en Amos (1954).

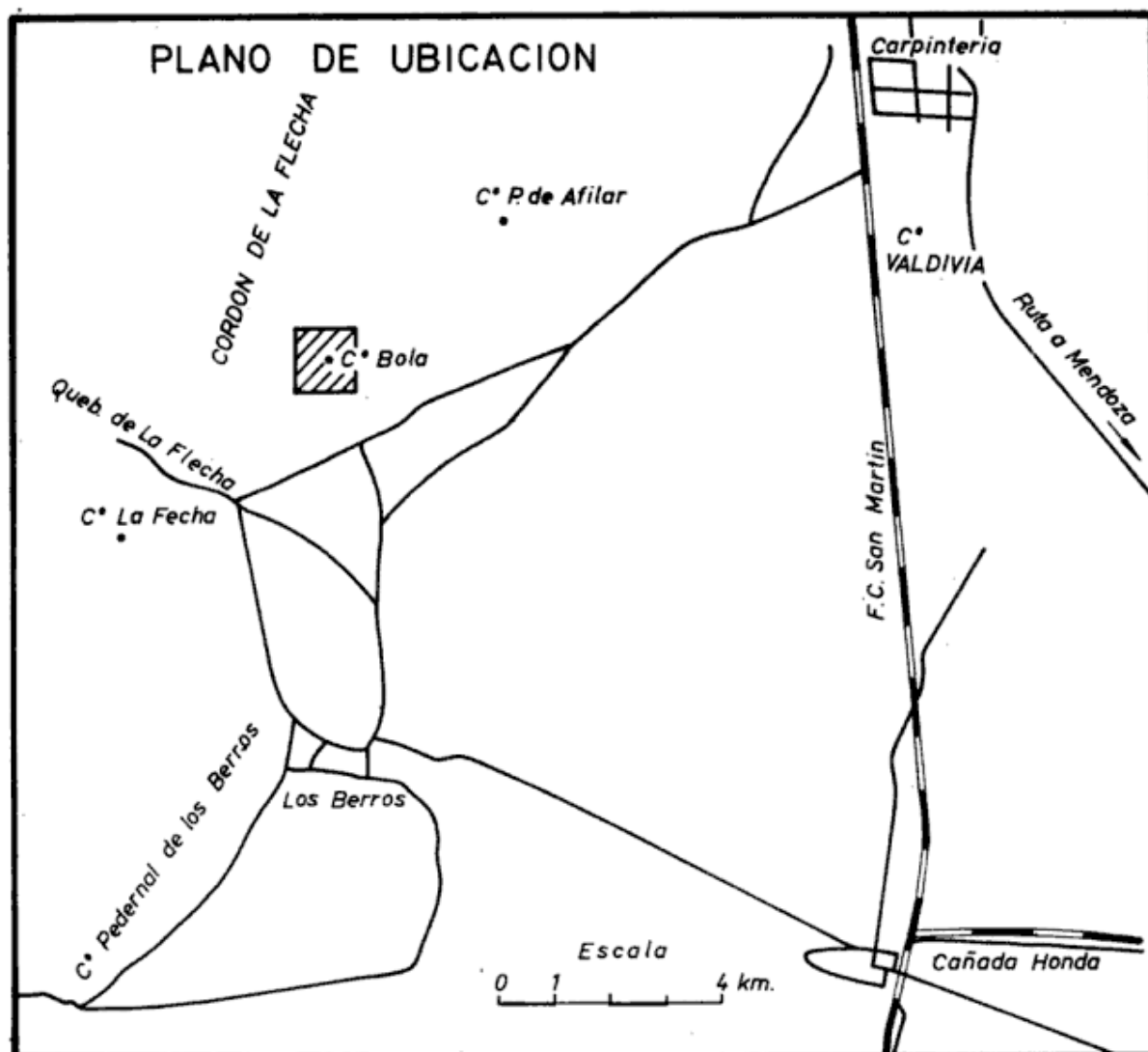
En resumen, en este trabajo nos proponemos:

- a) Demostrar la estructura particular del cerro Bola(*) directamente al NE de la quebrada de la Flecha;
- b) Ampliar los argumentos en contra de la "mezcla" y aportar nuevos elementos en favor de la hipótesis del deslizamiento por gravedad como causa primordial del origen de la estructura interna de la Formación Rinconada.

Agradecemos muy especialmente a los señores Luciano Dienger, Luis Doliner y Enrique Núñez por la ayuda recibida durante las tareas de campo.

(*) Con este nombre figura en los mapas del Instituto Geográfico Militar; Braccacini (1946, (261): 23) designa cerro Bola al denominado por el IGM Cº Piedras de Afilar. Latitud y longitud aproximadas del cerro Bola: 31º54'S; 68º39'W.





2. Estratigrafía

Con el objeto de comprender el problema que nos proponemos demostrar daremos una idea rápida de la estratigrafía de la región que nos ocupa, a pesar de haber sido largamente expuesta en trabajos anteriores (Braccini, 1946; Heim, 1948; Amos, 1954; y Harrington y Leanza, 1957). Las unidades aflorantes son las siguientes:

a) Calizas San Juan (Amos, 1954).

Esta unidad forma el alto cordón montañoso de la sierra Chica de Zonda, y el núcleo del cerro Bola. Se compone casi exclusivamente de calizas de color gris oscuro, en bancos gruesos (hasta 1 m de espesor) con nódulos de ftanitas de forma irregular desde lentes de 10-50 cm hasta masas irregulares o

esféricas de color negro a pardo negruzco, y dolomitas. Externamente las calizas se alteran adquiriendo un color amarillento o gris, con superficies ásperas. Intercaladas entre los bancos de calizas se encuentran delgadas capas de material arcilloso. Para más detalle véase Harrington y Leanza (1957).

La base de las calizas no aflora aquí, pero en la quebrada de Zonda están en contacto con la Caliza La Laja, de edad cámbrica (Harrington y Leanza 1943, y Borello, 1962 y 1971). El contacto con la unidad suprayacente, Formación Rinconada, no es muy claro. Parecería sin embargo, que existe una falla directamente en el borde del alto cordón montañoso, de naturaleza inversa, ya que tanto las calizas como parte de la Formación Rinconada están en posición invertida. Conviene advertir que el contacto superior en la zona tipo es discordancia regional.

b) Formación Rinconada (Amos, 1954).

Se compone principalmente de limolitas y lutitas color verde botella, verde oscuro a azuladas en bancos delgados, y areniscas de grano fino en bancos de 0,25 m de color pardo oscuro a pardo verdoso, a veces con cemento calcáreo.

Las unidades arriba descritas constituyen la masa principal de la formación, pero además se suelen encontrar lentes de conglomerados gruesos con rodados bien redondeados de metagrauvas, cuarzo, pocas veces calizas, y bloques angulosos de caliza hasta de 1 m³. La matriz es una arenisca calcárea gruesa color verde oscuro. Estas lentes pueden tener hasta 200 m de largo y 15 m de ancho, aunque son frecuentes las de menor tamaño.

Un tercer tipo litológico que aparece en esta formación está constituido por masas de calizas, o bloques, idénticas a las Calizas San Juan (inclusive con fósiles de esa unidad) con dimensiones mayores que los conglomerados. Llegan a tener, al menos aquí, hasta 400 m de largo y 50 m de ancho, aunque cuerpos menores del orden de los 5 m por 1 m son bastante frecuentes. Estos cuerpos se encuentran distribuidos irregularmente en todo el espesor de la formación, aunque siempre con su mayor dimensión en posición paralela a la estructura general de la misma. Idéntica posición observan los conglomerados(*).

La estratificación de las sedimentitas verde botella es muy irregular, salvo en las areniscas, y suelen presentar un plegamiento mesoscópico intenso que impide seguir, por lo general, el curso de un estrato. Este plegamiento es totalmente independiente del plegamiento primario que constituye el cerro Bola (véase estructura). Por otra parte en las lutitas y limolitas es frecuente un clivaje que oblitera las estructuras sedimentarias. Las masas de caliza, por otra parte, mantienen sus características primarias.

La suprayacente Formación Jejenos cubre en discordancia a esta unidad, no aquí en el cerro Bola, pero sí más al norte, en la región de La Rinconada (Amos, 1954).

* La edad de esta formación es Devónica inferior por la presencia de *Leptocoelia nuñezi* Amos y Boucot (1963). Además, se ha encontrado un trilobite, no descrito aún, en las cabeceras de la quebrada norte (ver pla-

no). Ambos elementos fueron hallados por el geólogo E. Núñez.

c) Formación Jejenos. (Keidel, 1922).

Como se ha visto, los estratos del Paleozoico superior cubren en discordancia a la Formación Rinconada. Los estratos denominados F. Jejenos afloran a lo largo del pie oriental de la Sierra Chica de Zonda desde la quebrada Grande, frente a La Rinconada, hasta Los Berros, y más al Sur (Rolleri y Baldi, 1969) bajo la denominación "Paganzo I".

La litología se compone de areniscas de grano fino a mediano de color verde amarillento con intercalaciones de areniscas a veces calcáreas de color pardo. Los bancos, de espesor de 10 cm a 50 cm, están bien estratificados, verificándose la presencia de calcos de flujo y carga, laminación diagonal y ondulitas. El carácter traslapante de esta formación es muy notorio cuando se siguen los bancos de norte a sur, con una clara discordancia que muestra el fuerte relieve precarbónico.

La edad de esta formación, de acuerdo con los resultados de estudios recientes realizados por Archangelsky y Arrondo (1971), es carbónica superior.

d) Estructura interna de la Formación Rinconada

Como se ha visto en páginas anteriores, la Formación Rinconada está fundamentalmente constituida por limolitas y lutitas verde botella que contienen distribuidos irregularmente en su masa "lentes" de calizas (indiscutiblemente provenientes de Calizas San Juan) y lentes de conglomerados con clastos de rocas metamórficas y leptometamórficas, y calizas. Las limolitas y lutitas contienen fósiles de edad devónica, y las lentes de calizas fósiles ordovícicos. Esta paradoja ha sido explicada recurriendo a mecanismos tecto-sedimentarios (Harrington y Leanza, 1957, y Amos, 1954). Sólo cabe aquí una modificación a la hipótesis que responde al momento geológico de su formación, tal cual lo han establecido Amos y Boucot (1963). La explicación dada anteriormente y que responde a mecanismos tecto-sedimentarios, cobra ahora una nueva dimensión ya que se agregan, con el conocimiento detallado de la estructura del cerro Bola, nuevos elementos que favorecen una explicación no diastrófica. Esta hipótesis debe explicar simultáneamente:

(*) En el mapa puede observarse la proporción de estos cuerpos de calizas y conglomerados en relación a la masa principal de lutitas y limolitas.

la estructura mesoscópica de la Formación Rinconada, la presencia de las calizas Ordovícicas en la misma, la naturaleza de los conglomerados y la estructura del cerro Bola.

Sintéticamente, y para no ahondar en repeticiones, el mecanismo propuesto es simplemente de deslizamientos de masas calcáreas de variables dimensiones en una cuenca (devónica) simultáneamente con la deposición de arenas y limos.

Por otra parte, la naturaleza de los conglomerados apunta hacia conglomerados de origen fluvial, con la particularidad de contener, además, pequeños bloques y rodados angulosos de calizas. Estos últimos han de provenir de zonas cercanas a la cuenca, mientras que los rodados de metarocas, bien redondeadas, provienen de zonas distales a la cuenca.

3. Estructura del cerro Bola

En la conformación de este cerro participan sólo las unidades pertenecientes al Paleozoico inferior: Calizas San Juan y Formación Rinconada. Aunque las relaciones estratigráficas con la Formación Jejenes son muy claras algo más al norte, esta última no participa de la elevación.

La estructura principal puede definirse como un branquianticlinial asimétrico, con plano axial algo inclinado al E y eje con fuerte buzamiento al NNE, recortado oblicuamente al O por una falla inversa de rumbo NNE e inclinada al este.

El núcleo está formado por Calizas San Juan, mientras que la Formación Rinconada forma el cierre norte y flanco oriental. La inclinación de las capas aumenta paulatinamente desde la cumbre del cerro hacia el E hasta llegar a la verticalidad en el contacto con las sedimentitas de la Formación Rinconada. El eje buza en la porción central unos 20° N, aumentando hasta en el cierre Norte. El flanco occidental en cambio, ha sido eliminado, en parte, por la falla inversa de rumbo NE e inclinada al este.

Al O de esta falla la Caliza San Juan y la Formación Rinconada se encuentran invertidas e inclinadas 75° O. No se descarta la posibilidad de que aquí el contacto Calizas-Formación Rinconada sea por falla.

La Formación Rinconada acompaña, como se ve en el mapa, en el cierre norte y flanco oriental, el rumbo e inclinación de las calizas del núcleo.

El anticlinal del cerro Bola es pues la primera evidencia documentada del plegamiento primario en la Formación Rinconada pues hasta la fecha nunca se había podido determinar una charnela antio sinclinal. Naturalmente que en varios sectores es posible, en especial en la región de La Rinconada, observar antio sinformas mesoscópicas pero con relaciones problemáticas.

Es pues fácil deducir que el diastrofismo responsable de la estructura, es decir, el que afectó al conjunto de Calizas San Juan-Formación Rinconada debe ser anterior a la Formación Jejenes, o sea en el tiempo, entre el Devónico superior y el Carbónico superior (F. Jejenes).

4. Algunas objeciones a la llamada "mezcla tectónica o brecha tectónica"

La explicación dada, por autores anteriores a 1954, a la estructura del pie oriental de la Sierra Chica de Zonda, involucrando las Calizas San Juan y Formación Rinconada, se ha basado en argumentos tectónicos. Denominaciones como "brecha o mezcla" son frecuentes en la literatura cuando se refieren a esta estructura. La "mezcla" tal como se desprende de los escritos de Keidel, es un proceso cuya mecánica y dinámica de formación nunca fue explicada con detalle. Este autor también denominó "brecha" a la Formación Rinconada, quizás como producto de una gigantesca falla provocada por una tectogénesis de enorme intensidad en la que se incluían en su "brecha" a formaciones eopaleozoicas.

Si el fenómeno de "mezcla o brecha" ha sido efectivamente la causa productora de la estructura mesoscópica de la Formación Rinconada, es necesario determinar la época en que dicho proceso ha ocurrido y las unidades estratigráficas que han afectado. De acuerdo con las relaciones estratigráficas anotadas en este trabajo respecto de la zona del cerro Bola y, además, las descriptas en la región al occidente de La Rinconada por Amos (1954), el fenómeno, de acuerdo con esta hipótesis, ha debido ocurrir entre el Devónico, quizás superior y anterior al Carbónico superior. La Formación Jejenes de edad carbónica superior (Archangelsky y Arrondo, 1971) yace en discordancia angular sobre la Formación Rinconada (Devónico inferior). Por ello en ese intervalo (por lo menos en esta zona) han ocurrido dos diastrofismos de

regular intensidad, uno formador de la "mezcla" y otro que produjo el plegamiento de primer orden, siguiendo el razonamiento expuesto. En el ambiente geológico precordillerano sólo está registrado un diastrofismo cuya edad se ha fijado entre el Devónico medio, o superior, y el Carbónico inferior (Antelo, 1969), atribuido por algunos autores a los denominados "Mid Devonian". La Formación Malimán (Scalabrini, 1972) de edad viseana (Antelo, 1969), se asienta en discordancia sobre la Formación Chigua (Devónico) Baldis y Saudiansky (1975). De esta manera el intervalo máximo para que haya ocurrido el diastrofismo citado debe ser entre el Devónico superior y el Carbónico inferior, lapso en el cual deben haber ocurrido dos diastrofismos distintos para el caso de la "mezcla tectónica o brecha tectónica".

Se necesita un solo diastrofismo para el plegamiento de la Formación Rinconada en el caso de la hipótesis tectosedimentaria que explica la estructura interna de dicha Formación.

Pensamos que el aporte del conocimiento de la estructura del cerro Bola a la explicación del origen de la Formación Rinconada es pues significativa. Por otra parte, si se registrara un diastrofismo adicional en el ambiente de la Precordillera en el intervalo mencionado más arriba, entonces la "brecha o mezcla" puede adquirir cierta verosimilitud.

5. Extensión de la Formación Rinconada

Tanto Harrington (1957) como Amos (1954) establecieron que la Formación Rin-

conada afloraba, además de en su zona tipo, a 70 km al norte de ésta, en la sierra de Villicum (Cabeza Quiroga, 1942), y a 50 km al sur en el cerro Salinas (Mauri, 1943). En base a la pormenorizada descripción de este último y a observaciones propias en el cerro Salinas se estableció la verdadera identidad de estos afloramientos con los de La Rinconada, aunque Borello (1969, p. 86) y luego Scanavino y Guichón (1973) lo consideran improbable. Comparando la descripción de estos últimos con las de Mauri (1943) del cerro mencionado y de Amos (1954) de La Rinconada vemos que salvo el metamorfismo dinámico, la litología (excepto la ausencia de conglomerados) y la estructura es idéntica. Con respecto a esta última Borello (1969, fig. 26 p. 110) y Borello y Scanavino (1969) indican una "vergencia" al O, mientras que Scanavino y Guichón (1973) la resuelven al E (20°-30° en el O a 50°-55° en el E.) en correspondencia con lo indicado por Mauri (op. cit.). Este último describe varios sectores del cerro Salinas. El sector NE es muy semejante a la estructura del cerro Bola aquí descripta. Los otros argumentos sustentados por Scanavino y Guichón (1973) tales como posición geográfica o disposición tectónica no son concluyentes. Esta última siguiendo a Mauri (op. cit.) es producto quizás de la falla regional que pasa justamente al O del cerro Salinas (Mauri, 1943; Rolleri, 1969).

De tal manera que si giramos verticalmente entre 35° y 70° la estructura actual del cerro Salinas, en el sentido de las agujas del reloj, obtenemos una disposición análoga a la del cerro Bola con una estructura mesoscópica también similar.

Lista de trabajos citados en el texto

- Amos, A. J. 1954. *Estructura de las Formaciones Paleozoicas en La Rinconada*. (Sierra Chica de Zonda, San Juan) *Asoc. Geol. Arg. Rev.*, IX (1): 38, Bs. As.
- y Boucot, A. J. 1933. *A Revision of the brachiopod family Leptoecoliidae*. *Palaeontology*, 6 (3): 440-457. Londres.
- Antelo, B. 1969. *Hallazgo del género Protocanites (Ammomeidea) en el Carbonífero inferior de la Provincia de San Juan*. *Ameghiniana*, VI (1): 69-71. Bs. As.
- Archangelsky, S. y Arrondo, O. O. 1971. *Paleophytología Kurtziana III. Estudio sobre el Género Botrychiopsis Kurtz. (Gondwanidium Gothan) del Carbónico y Pérmico Gondwanico*. *Ameghiniana*, VIII (3 y 4): 189-227. Bs. As.
- Baldis, A. J. 1970. *Estratigrafía del Devónico de la precordillera Sanjuanina entre los paralelos 30° y 32°*. *Tesis doctoral*. Universidad de Buenos Aires. (inérita).
- y Sarudiansky, R. M. 1975. *El Devónico del noroeste de la precordillera argentina*. *Asoc. Geol. Arg. Rev.* XXX, (4): 301-330. Bs. As.
- Bondenbender, G. 1902. *Contribución al conocimiento de la precordillera de San Juan, Mendoza y de las Sierras Centrales; de la República Argentina*. *Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba*, XVII: 203-261. Córdoba.

- Borrello, A. V. 1962. *Caliza La Laja (Cámbrico medio, San Juan)*. Notas. Com. Inv. Cient. Prov. Buenos Aires, (2). La Plata.
- 1969. *Los geosinclinales de la Argentina*. Dir. Nac. Geol. y Min. Anales XIV. Buenos Aires.
- 1971. *The Cambrian of South América*, en "The Cambrian", Holand Editor.
- Borrello, A. V. y Scanavino, R. A. 1969. *Algunos procesos tectónicos marginales en la cadena andina del territorio argentino*. IV. Jor. Geol. Arg., I. Bs. As.
- Bracaccini, O. I. 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la precordillera Sanjuanino-mendocina*. Bol. Inf. Petroleras, Nros. 258 y 260-265. Bs. As.
- Cabeza Quiroga, J. R. 1942. *Contribución al conocimiento geológico de la Sierra de Villicum*. Tesis inédita. Univ. La Plata.
- Du Toit, A. L. 1927. *A Geological comparison of South Africa with South America*. Carnegie. Inst. Pub. N° 381. Washington.
- y Leanza, A. F. 1957. *Ordovician Trilobites of Argentina*. Special Publication. Univ. Kansas. Dept. Geol. I. 257 págs. Lawrence.
- 1943. *Paleontología del Paleozoico inferior de la Argentina. I. Las faunas del Cámbrico medio de San Juan*. Rev. Mus. La Plata. (N.S.), II, Paleont.: 207-233. La Plata.
- Heim, A. 1948. *Observaciones tectónicas en La Rinconada. Precordillera de San Juan*. Dir. Minas y Geol. Bol. N° 64. Bs. As.
- Keidel, J. 1922. *Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocida en la Argentina*. Bol. Acad. Nac. de Cs. Córdoba XXV. Córdoba.
- Mauri, E. 1943. *Observaciones geológicas en los alrededores de Retamito, San Juan*. Tesis inédita. Univ. La Plata.
- Rolleri, E. O. 1969. *Rasgos tectónicos generales del Valle de Matagusanos y de la zona entre San Juan y Jocolí. Prov. de San Juan*. Asoc. Geol. Arg. Rev. XXIV (4): 408-412. Bs. As.
- y Baldis, B. A. 1969. *Paleogeography and distribution of Carboniferous deposits in the Argentine Precordillera*. Gondwana Stratigraphy. I.U.G.S.Symp. UNESCO, Earth Sciences, II: 1005-1024, Paris.
- Scalabrini Ortiz, J. J. 1972. *El Carbónico en el sector septentrional de la Precordillera Sanjuanina*. Asoc. Geol. Arg. Rev. XXVII (3). Bs. As.
- Scanavino, R. A. y Guichon M. E. 1973. *Extensión de la Estructura Protoidica del área del Cerro Salinas. Departamento Las Heras, Mendoza*. V Congr. Geol. Argentino. IV: 235-247. Buenos Aires.
- Stappenbeck, R. 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Min. Agr. IV (3), Bs. As.
- Recibido: junio 9, 1976.

COMENTARIO BIBLIOGRAFICO

COX, A. (Ed.). *Plate tectonics and geomagnetic reversals*. Freeman and Co., vii + 702 p. San Francisco, 1973.

Volumen en el que se han reunido, en 9 secciones, las más importantes publicaciones dadas a conocer hasta 1972 sobre la tectónica de las placas. Cada una de las partes comienza con una nota introductoria del editor, que resume la historia de las investigaciones y descubrimientos pertinentes, y finaliza con una bibliografía detallada y analítica.

Se trata de una obra que reviste gran

importancia por haber logrado presentar, en forma conjunta, la casi totalidad de las publicaciones más notables que han jalando el desarrollo reciente, y particularmente provechoso, de la hipótesis de la tectónica de las placas. Resultará de mucha utilidad para quienes deseen disponer de un manual básico que sintetice las investigaciones sobre el tema del epígrafe producidas hasta la fecha indicada.

Prof. Dr. AUGUSTO CALMELS

Lic. OLGA C. CARBALLO

SUCESION DE AMMONITES Y EDAD DE LA FORMACION VACA MUERTA Y SINCRONICAS ENTRE LOS PARALELOS 35° Y 40° l.s., CUENCA NEUQUINA-MENDOCINA

HECTOR A. LEANZA¹ y CARLOS A. HUGO¹

¹ Servicio Minero Nacional. Plan Fosforita.

Resumen

Este trabajo trata acerca de la sucesión de ammonites y edad de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos de la Cuenca Neuquina-Mendocina entre los paralelos 35° y 40° de latitud sur, en el oeste central de la República Argentina.

Se estudiaron 27 secciones estratigráficas abarcando a la Formación Vaca Muerta y sincrónicas (Formaciones Carrín Curá, Picún Leufú y Mulichinco y Formación Mendoza con sus miembros Vaca Muerta, Chachao y Cieneguitas), estableciéndose la edad de cada una de ellas en lugares puntuales de la cuenca, en correspondencia con las secciones analizadas.

Se emplea una zonación de ammonites basada en trabajos anteriores, la cual está complementada por una llave de edades que permite transportarla directamente a las secciones estratigráficas presentadas. Se precisa, de ese modo, la evolución de cada una de las unidades formacionales reconocidas, demostrándose que ellas responden básicamente a litofacies acordes con su ubicación relativa dentro de la cuenca y cuyos límites frecuentemente cortan oblicuamente a las líneas de tiempo.

En el límite Jurásico-Cretácico no ha sido constatado un cambio litológico que ponga de manifiesto el pasaje de un Sistema al otro.

Introducción

La presente contribución está basada en el análisis bioestratigráfico de perfiles confeccionados por el Plan Fosforita del Servicio Minero Nacional como parte del programa de prospección de rocas fosfáticas. Los perfiles presentados fueron levantados en su gran mayoría por los autores durante campañas intermitentes efectuadas durante los años 1970 y 1975, aunque también han participado en alguna de ellas los colegas Otto Mastandrea, Emore Borelli y Abel Faroux a quienes se agradece su colaboración.

Este estudio resulta complementario del que se ha presentado en esta misma revista (*cf.* Leanza, Marchese y Riggi, 1977), en el que se analizan las Formaciones involucradas en este trabajo, tanto desde el punto de vista estratigráfico como nomenclatu-

Abstract

This paper deals about the ammonites succession and age of the Jurassic-Cretaceous boundary beds of the Neuquén and Mendoza basin, between southern parallels 35° and 40°, in west central Argentina.

Twenty seven stratigraphic sections were investigated, comprising the Vaca Muerta formation and synchronics (Carrín Curá, Picún Leufú and Mulichinco formations, and Mendoza formation with its members Vaca Muerta, Chachao and Cieneguitas). The age of this formations in certain places of the basin in correspondence with the analysed sections is established.

An ammonites zonation based on former works complemented by an ages key that lets direct transport to the stratigraphic sections is employed. In this way, the evolution of each one of the formational units recognised is fixed, showing that these units basically respond to lithofacies according with its relative position within the basin and in which its limits usually cuts obliquely the time lines.

In the Jurassic-Cretaceous boundary it has not been observed a lithologic change that makes evident the passage from one System to another.

En tal sentido, las litologías de cada uno de los perfiles presentados en las figuras 1 y 2 son el resultado de estudios sedimentológicos de los doctores Juan Carlos Riggi y Humberto G. Marchese a quienes expresamos nuestra profunda gratitud.

La ubicación de los perfiles estudiados así como puntos de interés bioestratigráfico intermedios entre ellos pueden visualizarse en la figura 1.

1. Estratigrafía

De acuerdo con los conceptos de Leanza *et al.* (1977) se han distinguido en el Grupo Mendoza, según el lugar de la cuenca que se considere, las siguientes unidades

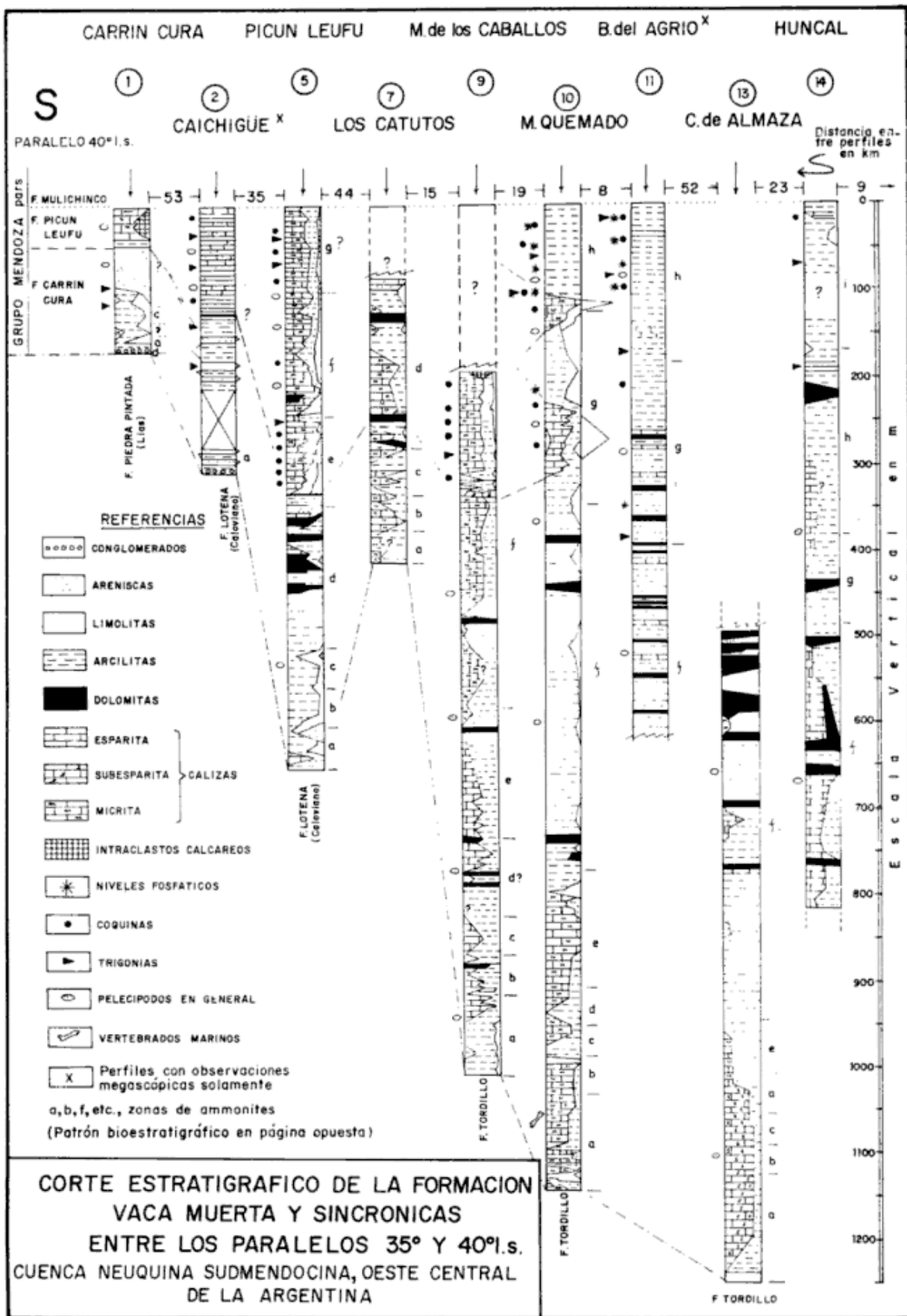


Figura 1

formacionales, en orden ascendente: *Neuquén sur*: Formaciones Carrín Curá, Picún Leufú, Mulichinco y Agrio; *centro y norte de Neuquén*: Formaciones Vaca Muerta, Mulichinco y Agrio; *Mendoza sur*: Formación Mendoza con sus miembros Vaca Muerta, Chachao y Cieneguitas.

Tal nomenclatura estratigráfica es la que se emplea en este trabajo.

Patrón bioestratigráfico

En la figura 2 puede observarse la zonación de ammonites empleada, la cual está complementada con una llave de edades que permite transportarla directamente a los perfiles estratigráficos presentados.

Para el Tithoniano superior, Berriasiano y Valanginiano, la misma está basada en la zonación dada a conocer por Leanza (1945, 1947), la cual difiere sustancialmente de las brindadas previamente por Gerth (1925 a), Krantz (1928) y Weaver (1931), especialmente por la ubicación de la Zona de *Substeuoceras koeneni* en el Tithoniano superior, criterio que también había sido sustentado anteriormente por Burckhardt (1930). En lo que respecta al Tithoniano inferior y medio, se sigue por su practicidad la zonación ofrecida por Groeber (1946, 1952), basada fundamentalmente en la concepción de Burckhardt (1903) para las Zonas de *Virgatosphinctes mendozanus* y de *Pseudolissoceras zitteli*.

El Tithoniano *sensu lato* resulta, pues, dividido en forma tripartita en tres subpisos, ya que casi siempre se encuentra en los perfiles estudiados ammonites característicos de cada uno de ellos.

Las equivalencias europeas de estos subpisos, según criterios recientes (*cf.* Stipanovic, 1969; Enay, 1972, 1973) son las siguientes:

Tithoniano superior = Ardesciano.

Tithoniano medio = Portlandiano superior.

Tithoniano inferior = Kimmeridgiano medio y superior (*sensu lato*) = Portlandiano inferior = Danubiano.

La zonación empleada en este trabajo dista, sin embargo, de ser definitiva. La Zona de *Windhausenoceras internispinosum* de la parte baja del Tithoniano superior bien podría ocupar la parte alta del Tithoniano medio, como lo postulara Arkell (1956, p. 582) y, siguiendo a ese autor, Stipanovic (1969,

cuadro). Asimismo la Zona de *P. zitteli* que se concibe en el Tithoniano medio bajo, podría ubicarse en la parte alta del Tithoniano inferior como lo expresan Verma y Westermann (1973) y Enay (1972, 1973). A su vez, la Zona de *V. mendozanus*, en la cual uno de sus súbditos, el *V. choicensis*, es mucho más conspicuo y abundante que el propio *V. mendozanus*, podría ser revisada. Por otra parte, no todas las zonas tienen la misma significación estratigráfica en el tiempo y en el espacio. Así, la zona más ampliamente difundida en el sentido vertical es la de *S. koeneni*, con más de 260 metros de espesor en algunos perfiles, en contraste con los a veces escasos 10 metros de las Zonas de *V. mendozanus* o de *P. zitteli*.

A nivel genérico, merece destacarse la necesidad de revisar la verdadera identidad de ciertos taxones como los *Virgatosphinctes* en comparación con las especies índicas, o bien las Pavlovias aceptadas por Stipanovic (1969) y uno de los autores (Leanza, 1973), pero imposibles de distinguir de los *Subdichotomoceras*. Concretamente, la presencia de estos perisphinctidos con costulación biplicada, sin interrupción en el vientre y sección redondeada de las vueltas, ocurre en el tramo estratigráfico comprendido entre *P. zitteli* y *W. internispinosum* (Leanza, *op. cit.*, p. 127).

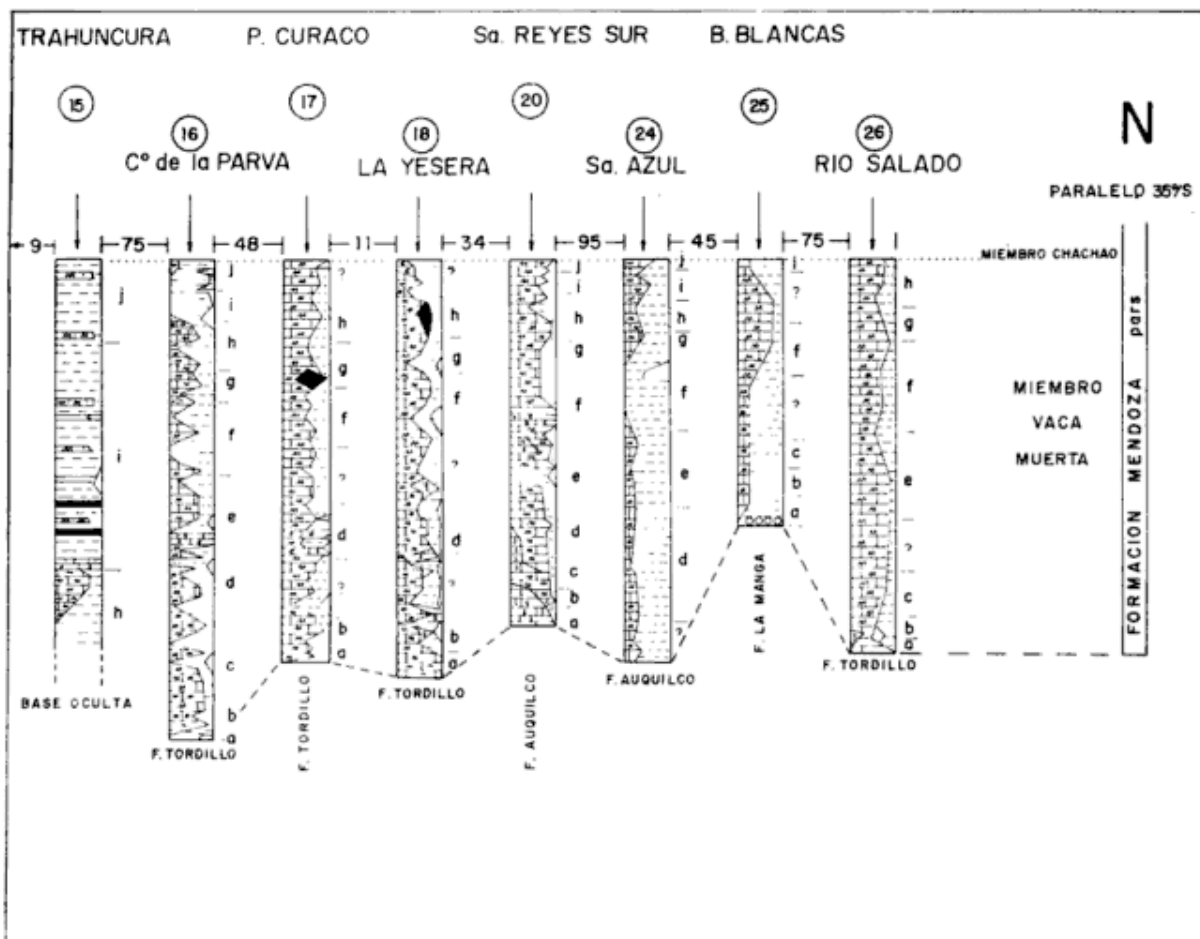
Como dato ammonitológico de interés, se destaca el hallazgo de *Virgatosphinctes aff. V. transitorius* Öppel *sp.* en las Zonas de *Corongoceras alternans* y *S. koeneni*, lo que afirma la entidad de estas últimas con el Ardesciano europeo, como lo señalara Enay (1964). Por otra parte, la presencia de *Titanites* del grupo de *T. giganteus*, referido por Groeber (1946, 1952) y Stipanovic (1969) en la Zona de *P. zitteli* haría a esta última equivalente del Portlandiano superior inglés (*cf.* perfiles sierra de Reyes).

Sucesión de ammonites y edad de la formación Vaca Muerta y sincrónicas en los perfiles estudiados

Sección Carrín Curá (Área Piedra del Aguila)

La comarca de Carrín Curá está situada 20 km al noroeste de Piedra del Aguila. La sección del epígrafe se halla en la margen derecha del arroyo Carrín Curá, 2000 m al oeste de la Escuela Provincial n° 84.

El hallazgo de sedimentitas tithono-neoco-



PATRON BIOESTRATIGRAFICO				ZONAS DE AMMONITES	GENEROS Y ESPECIES DE AMMONITES CARACTERISTICOS, SIN SIGNIFICACION ZONAL	
SISTEMAS	PISOS	SUBPISOS	LLAVE DE EDADES	GERTH, 1925; KRANTZ, 1928; WEAVER, 1931; LEANZA, 1945; GROEBER, 1946; (cf. ARKELL, 1956; ENAY, 1972; VERMA WESTERMANN, 1973)		
CRETACICO	VALANGINIANO	SUPERIOR	j	OLCOSTEPHANUS CURACOENSIS	Olcostephanus gr. O atherstoni Lissonia riveroi	
		INFERIOR	i	NEOCOMITES WICHMANNI	Thurmanniceras pertransiens Acantholissonia gerthi Lissonia riveroi	
	BERRIASIANO	SUPERIOR	h	SPITICERAS DAMESI	Cuyaniceras transgrediens Pseudoblonfordia australis Thurmanniceras neogaeus	
		INFERIOR	g	ARGENTINICERAS NODULIFERUM	A noduliferum Hemisphinctes steinmanni, Groebericeras bifrons Frengueliceras magister, Th. discoidale	
JURASICO	TITHONIANO	SUPERIOR	SUP.	f	SUBSTEUEROCERAS KOENENI	S. exstans H. andinus P. calistoides, Substeueroceras permulticostatum, S. striatissimum
			MED.	e	CORONGOCERAS ALTERNANS	Berriasella bardensis, Corongoceras mendozanus, C. Rigali, C. lotenoense, V. aff. V. transitorius
			INF.	d	WINDHAUSENICERAS INTERNISPINOSUM	Wichmanniceras mirum
		MEDIO	SUP.	c	AULACOSPHINCTES PROXIMUS	Subdichotomoceras sp.
			INF.	b	PSEUDOLISSOCERAS ZITTELI	P. pseudoalithicum
			INFERIOR	a	VIRGATOSPHINCTES MENDOZANUS	V. choicensis V. pseudolictor Torquatisphinctes sp.

Figura 2

mianas en la región se debe a Leanza (1941), quien describió por vez primera sus afloramientos. Con posterioridad, la misma fue referida por Herrero Ducloux (1946) y Galli (1969), y reelaborado por Borelli y Castaño (1970) para los fines del Plan Fosforita.

En las barrancas del mencionado arroyo, coronadas por depósitos tobáceos (Formación Collón Curá) y basaltos (Formación Coyochó), se observa el siguiente perfil: Formación Carrín Curá (122 m), Formación Picún Leufú (45 m) y Formación Mulichinco (parcial 72 m).

Sucesión de ammonites. Se han hallado sólo dos géneros:

2. *Aulacosphinctes colubrinus* (Rein., 1818).
1. *Virgatosphinctes andesensis* (Douv., 1910).

Edad. Los 11 m inferiores de la sección, así como también el conglomerado de base, que presentan una facies semejante a la Formación Vaca Muerta, pueden ser datados como del Tithoniano inferior por contener *V. andesensis* que pertenece a la Zona de *V. mendozanus*. La existencia de *A. colubrinus* señala la parte alta del Tithoniano medio, edad que tentativamente puede extenderse a los 77 m de areniscas verdes suprayacentes atribuidas a la Formación Carrín Curá. En la Formación Picún Leufú no se hallaron ammonites, pero por correlación con la sección tipo de la misma, situada 88 km al norte (cf. Leanza, 1973), se le asigna edad tithoniana superior, mientras que, con el mismo criterio, los 72 m de areniscas de la Formación Mulichinco asignan al Berriano.

Sección Caichigüe (área sur sierra de Chacaico)

El cerro Caichigüe se encuentra situado al sudeste de la Estancia Charahuilla, unos 4 km al este del nacimiento del arroyo China Muerta, resultante de la unión de los arroyos Charahuilla y Huecú.

Si bien la excelencia de los afloramientos del Jurásico superior y del Cretácico inferior fue referida por Fernández (1943), la ilustración del perfil se debe a Volkheimer y Quattrocchio (1975 a y b).

A más de haber brindado las primeras microfloras del Tithoniano argentino, la importancia estratigráfica del perfil de Caichigüe reside en que en el desarrollo vertical

de la Formación Vaca Muerta se encuentran importantes digitaciones distales de areniscas atribuidas a la Formación Carrín Curá.

Según las observaciones de Volkheimer *et al.* (1975 b) y el control de uno de los autores, las Formaciones Picún Leufú y Vaca Muerta arrojan espesores de 125 y 185 m, respectivamente. La mencionada en primer término cubre transicionalmente a la segunda y es cubierta a su vez concordantemente por la Formación Mulichinco. Por su parte, la Formación Vaca Muerta muestra un conspicuo conglomerado basal apoyado en discordancia sobre la Formación Lotena (Caloviano) cuyo espesor varía entre 0,80 y 2,50 m. Asimismo, interestratificados con las arcilitas de color gris oscuro de la Formación Vaca Muerta, se encuentran tramos de areniscas finas, lajosas y de coloración gris claro, gris, gris verdoso y verde grisáceo de 5,70, 10,00, 3,50 y 15,00 m de espesor, en orden ascendente.

Sucesión de ammonites y edad. En esta comarca no han sido hallados más que ammonites del grupo de *V. andesensis* en la parte basal del perfil (cf. Volkheimer *et al.*, 1975 b, Fernández, 1943). En consecuencia, por el momento, salvo su parte inferior, la edad debe ser deducida mediante la correlación con la sección Picún Leufú, distante 35 km al noroeste. Así, esta entidad abarcaría al Tithoniano inferior y parte baja del medio, mientras que la Formación Picún Leufú al Tithoniano medio alto y superior.

Sección Picún Leufú (Ruta 40)

La comarca de la aludida sección, considerada clave para el discernimiento de las sedimentitas suprajurásicas-infracretácicas en el sector meridional de la cuenca, se halla ubicada en la intersección del curso medio del arroyo Picún Leufú con la ruta nacional n° 40.

Ilustrada por primera vez por Weaver (1931, p. 58), esta sección fue esclarecida por Herrero Ducloux y Leanza (1943) al establecer el último autor la edad caloviana de la Formación Lotena en base a la reinterpretación de "*Virgatosphinctes*" *leufuensis* Weav. y "*V.*" *patagoniensis* Weav., como pertenecientes al género *Reineckeia* Bayle. Nuevos aportes descriptivos del área fueron posteriormente brindados por Herrero Ducloux (1946, p. 19-21), Groeber (1952, p. 388) y Digregorio (1972, p. 476). Recientemente, Leanza (1973, p. 118) estable-

ció la localidad tipo de la Formación Picún Leufú, oportunidad en que se publicó el perfil en análisis.

Sobre el flanco austral del anticlinal de Picún Leufú, se midieron 326 m de espesor para la Formación Vaca Muerta y 322 m para la Formación Picún Leufú. El contacto superior de esta última unidad se establece siguiendo el mismo criterio que en Carrín Curá y Caichigüe, con la aparición del miembro verde inferior de la Formación Mulichinco (cf. Digregorio, 1972, p. 478).

Sucesión de ammonites:

7. *Substeueroceras* sp.
6. *Corongoceras* sp.
5. *Pavlovia* sp. *indet.* vel *Subdichotomoceras* sp. *indet.*
4. *Aulacosphinctes* sp.
3. *Pseudolissoceras pseudoolithicum* (Haupt, 1907).
2. *Virgatosphinctes andesensis* (Douv., 1910).
1. *Virgatosphinctes* cf. *choicensis* Burckh., 1903 y *Torquatisphinctes* sp.

Edad. Los ammonites 1 y 2 pertenecen al Tithoniano inferior (Zona de *V. mendozanus*). El 3 representa la Zona de *P. zitteli* y el 4 la de *A. proximus*. El ejemplar 5 indica también el Tithoniano medio. Los ammonites 6 y 7 pueden ser referidos a las Zonas de *C. alternans* y *S. koeneni* del Tithoniano superior. Los ejemplares 1 a 4 están contenidos en la Formación Vaca Muerta y los 5 a 7 en la Formación Picún Leufú.

En consecuencia, en Picún Leufú la Formación Vaca Muerta resulta confinada al Tithoniano inferior y parte baja del medio, mientras que la Formación Picún Leufú comprende al Tithoniano medio alto, al superior y quizás la parte baja del Berriasiano (vide Leanza, 1973, p. 127).

Sección cerro Lotena

Se encuentra ubicada en el área oriental de la meseta de la Barda Negra, 70 km al sudoeste de Zapala, dentro de los límites de la Hoja 36 c, cerro Lotena (Suero, 1951).

Las primeras referencias estratigráficas se deben a Windhausen (1914). Posteriores investigaciones fueron realizadas por Keidel (1925, p. 15 y 16), Weaver (1931, p. 39) y Suero (*op. cit.*, p. 19 y sig.), existiendo, además, numerosos estudios inéditos de YPF. Recientemente, Leanza (1973, p. 122 y sig.) describió en detalle los rasgos estructurales y estratigráficos de esta sección.

La Formación Vaca Muerta se apoya en

discordancia angular sobre la Formación Lotena (Caloviano) mediante un conglomerado basal de 1 metro de espesor. Los espesores registrados son los siguientes: Formación Vaca Muerta —129 m—, Formación Picún Leufú —57 m— y Formación Mulichinco —101 m parc.—.

Sucesión de ammonites. Según hallazgos anteriores y aquellos realizados por uno de los autores, se recompone la siguiente sucesión.

13. *Substeueroceras* sp.
12. *Corongoceras lotenoense* Spath, 1925.
11. *Berriasella krantzi* Leanza, 1945.
10. *Windhauseniceras internispinosum* (Krantz, 1928).
9. *Aspidoceras steinmanni* Haupt, 1907.
8. *Aspidoceras neuquensis* Weaver, 1931.
7. *Aulacosphinctes proximus* (Steuer, 1897).
6. *Aulacosphinctes colubrinus* (Reinecke, 1818).
5. *Pseudolissoceras pseudoolithicum* (Haupt, 1907).
4. *Pseudolissoceras zitteli* (Burckh., 1903).
3. *Virgatosphinctes andesensis* (Douv., 1910).
2. *Virgatosphinctes pseudolictor* (Choffat, 1893).
1. *Virgatosphinctes choicensis* Burckh., 1903.

Edad. Los ammonites numerados de 1 a 7 están contenidos en la Formación Vaca Muerta, mientras que los comprendidos entre 8 y 13 corresponden a la Formación Picún Leufú. La primera unidad abarca el Tithoniano inferior y medio (Zonas de *V. mendozanus*, *P. zitteli* y *A. proximus*), en cambio la segunda al Tithoniano superior (Zonas de *W. internispinosum*, *C. alternans* y *S. koeneni*).

Sección Los Catutos-Pichi Moncol

Se encuentra 13 km al noroeste de Zapala, por la ruta n° 22, en las inmediaciones de la cantera Los Catutos. Como único antecedente existe una sumaria cita de Lambert (1956, p. 39). Por razones estructurales se levantó una primera parte en el borde noroeste del sinclinal del cerrito Pichi Moncol, 500 m al este de la cantera Los Catutos, comprendiendo a la Formación Vaca Muerta y casi toda la Formación Picún Leufú. La segunda parte fue completada en el cerrito mencionado que ocupa el centro de la cubeta sinclinal del mismo nombre. La Formación Vaca Muerta alcanza a 164 m de espesor y la Formación Picún Leufú a 174 m, sin que se haya podido establecer su techo. La primera entidad se dispone sobre areniscas y conglomerados atribuidos por Lam-

bert (*op. cit.*) al Lusitano-Kimmeridgiano (= Formación Tordillo) aunque no debe descartarse que estas sedimentitas puedan corresponder a la Formación Lotena, de edad caloviana.

Sucesión de ammonites y edad. En la base de la Formación Vaca Muerta se encontraron *Virgatosphinctes* sp. y *Pseudolissoceras zitteli*, lo que permite asignarla al Tithoniano inferior y medio. En la Formación Picún Leufú se hallaron restos de *Windhausenicerias internispinosum* que indican al Tithoniano superior.

Secciones del área de la sierra de Vaca Muerta

Esta región se halla limitada al norte por el río Agrio, al sur por el arroyo Covunco y al oeste de la ruta nacional n° 40. Caracterizada por una típica estructura anticlinal correspondiente a uno de los frentes de arco de los movimientos intercretácicos, la sierra de Vaca Muerta constituye una de las regiones clave para el estudio del límite jurásico-cretácico.

A Burckhardt (1900, 1903) se deben los primeros aportes descriptivos, a los que se sumaron las observaciones de Weaver (1931, p. 49), Baldwin (1942), Herrero Ducloux (1946, p. 19), Lambert (1956, p. 37), Digregorio (1972, p. 476) y Leanza (1973, p. 111; 1975, p. 583). Dada la importancia estratigráfica fueron levantadas tres secciones denominadas Mallín de los Caballos, Mallín Quemado y Bajada del Agrio. En las dos últimas se hallaron interesantes manifestaciones fosfáticas (*cf.* Mastandrea *et al.*, 1975 a y b).

Sección Mallín de los Caballos

Está ubicada a 35 km al noroeste de Zapala. Se arriba por la huella que conduce a la escuela n° 85 del área homónima, la cual se aparta al norte del camino que conduce de Zapala a Las Lajas (ruta n° 22), a la altura de Los Alazanes.

Si bien de relativamente fácil acceso, los detalles de esta sección se ofrecen por primera vez en la literatura geológica.

La Formación Vaca Muerta llega a un espesor de 644 m, estando claramente expuestas sus relaciones de base con la Formación Tordillo y de techo con la Formación Picún Leufú, ambas en perfecta concordancia. Cir-

cunstancias similares no acontecen con esta última entidad ya que su espesor de 144 m es sólo parcial, debido a que ha sido imposible establecer su relación cuspidal con la Formación Mulichinco.

Sucesión de ammonites. Los ejemplares más significativos hallados en orden decreciente de edad son los siguientes.

7. *Substeueroceras* sp.
6. *Substeueroceras permulticostatum* (Steuer, 1897).
5. *Corongoceras alternans* (Gerth, 1925a).
4. *Berriasella australis* Leanza, 1945.
3. *Subdichotomoceras* sp. indet.
2. *Pseudolissoceras zitteli* (Buckhardt, 1903).
1. *Virgatosphinctes choicensis* (Burckh., 1903).

Edad. *V. choicensis* corresponde a la Zona de *V. mendozanus*, que señala el Tithoniano inferior. *P. zitteli* encuentra ubicación en la zona homónima, correspondiendo al Tithoniano medio bajo, mientras que *Subdichotomoceras* corresponde a la Zona de *A. proximus*, es decir, al Tithoniano medio superior. *B. australis* y *C. alternans* indican la presencia de la Zona de *C. alternans* (para media del Tithoniano superior). Los ejemplares 6 y 7 señalan la Zona de *S. koeneni*, o sea, el Tithoniano superior. El último ammonite está a 19 metros estratigráficos por debajo de la culminación de la sección, de modo que la Formación Picún Leufú, que no ha podido ser medida en forma completa hasta su contacto superior con la Formación Mulichinco, se desarrolla totalmente en el Tithoniano superior, mientras que la Formación Vaca Muerta abarca el Tithoniano inferior, medio y parte baja del superior.

Sección Mallín Quemado

La comarca de Mallín Quemado está situada a 50 km al noroeste de la localidad de Zapala. Esta sección fue levantada entre el faldeo oriental del cerro homónimo y la primera cordonada que lo enfrenta por el este, conocida hacia el norte como cerro Bajada del Agrio.

Fue ilustrada inicialmente por Weaver (1931, perfil 11). Es en esta región donde se verifica el engranaje distal de la Formación Picún Leufú con la parte superior de la Formación Vaca Muerta.

La Formación Vaca Muerta alcanza a un espesor de 1.150 m, ocupando el intervalo estratigráfico entre las Formaciones Tordillo y Mulichinco.

Sucesión de ammonites. Los ejemplares más importantes hallados en orden decreciente de edad son los siguientes.

8. *Spiticeras (Kilianiceras) fraternum* (Steuer, 1897).
7. *Hemispiticeras cf. H. steinmanni* (Steuer, 1897).
6. *Himalayites andinus* H. Leanza, 1975.
5. *Substeueroceras extans* Leanza, 1945.
4. *Corongoceras lotenoense* Spath, 1925.
3. *Subdichotomoceras* sp. indet.
2. *Pseudolissoceras zitteli* (Burckh., 1903).
1. *Virgatosphinctes choicensis* (Burckh., 1903).

Asociadas con los ejemplares 1 y 2 aparecen grandes concreciones calcáreas de hasta 0,60 m de diámetro, que contienen abundantes restos de *Ichthyosaurus bodenbenderi* Dames.

Edad. La edad ha sido analizada anteriormente por Leanza (1973, p. 127; 1975, p. 583). Debe señalarse que 75 m por encima del ejemplar identificado con el número 8, aparece la Formación Mulichinco. A su vez, entre los ammonites 6 y 7 se encuentran lenguas distales de la Formación Picún Leufú, las que se sitúan en el límite Tithoniano-Berriasiano y en el Berriasiano. En síntesis, la Formación Vaca Muerta comprende en Mallín Quemado los siguientes pisos: Tithoniano inferior, medio y superior; Berriasiano inferior y parte baja del superior.

Sección Bajada del Agrio

Esta región está situada 17 km al oeste del pueblo homónimo, por el camino que conduce a Las Lajas. La localidad de la sección se conoce como Bajada Vieja y constituye la prolongación septentrional del mismo cordón estudiado en el área de Mallín Quemado (cerro Bajada del Agrio).

Conforme a las interesantes manifestaciones fosfáticas halladas en esta zona por el Plan Fosforita, la misma fue objeto de una minuciosa exploración por medio de labores a cielo abierto. De ese modo, la sección presentada en el presente trabajo resulta una reducción de una labor a cielo abierto relevada originalmente a escala 1: 200.

Por cuanto se verifica un progresivo hundimiento en dirección septentrional del anticlinal de la sierra de Vaca Muerta, no es posible observar en superficie la parte inferior de la Formación Vaca Muerta. En consecuencia, se ha medido un espesor parcial de 604 m que abarca desde el Tithonia-

no superior medio hasta la base de la Formación Mulichinco. Las lenguas distales de la Formación Picún Leufú están muy pobremente representadas y además subordinadas a las pelitas de la Formación Vaca Muerta.

Sucesión de ammonites. En orden decreciente de edad se ha constatado la siguiente sucesión de ammonites.

7. *Spiticeras damesi* (Steuer, 1897).
6. *Spiticeras fraternum* (Steuer, 1897).
5. *Cuyaniceras extremum* Leanza, 1945.
4. *Argentiniceras noduliferum* (Steuer, 1897).
3. *Hemispiticeras cf. H. steinmanni* (Steuer, 1897).
2. *Himalayites andinus* H. Leanza, 1975.
1. *Substeueroceras extans* Leanza, 1945.

Edad. Los ammonites 1 y 2 corresponden a la Zona de *S. koeneni*, o sea al Tithoniano superior. Los ejemplares 3 y 4 encuentran ubicación en la Zona de *A. noduliferum*, indicando la presencia del Berriasiano inferior. Los 5, 6 y 7 pertenecen a la Zona de *S. damesi*, es decir, al Berriasiano superior. Cabe acotar que el ejemplar identificado con el número 7 se ubica 80 m estratigráficos por debajo de la base de la Formación Mulichinco.

En síntesis, esta sección comprende a términos del Tithoniano superior y del Berriasiano inferior y superior, todos ellos desarrollados en el espesor de la Formación Vaca Muerta.

Secciones de la comarca de los cerros Mocho y Mulichinco

Situada al norte del río Agrio y comprendida entre Loncopué y la ruta nacional n° 40, esta extensa comarca, en la que se destacan los cerros Mocho y Mulichinco como los elementos morfológicos dominantes, muestra una profusa distribución de sedimentos marinos en facies mayormente pelíticas del Jurásico superior y Cretácico inferior.

Los antecedentes más concretos se vinculan a Weaver (1931), autor que publicó los perfiles de Trincajuera y arroyo Coihuico. Reconocimientos geológicos posteriores se deben a Herrero Ducloux (1942, 1946) y Holmberg (inf. en prep.), debiéndose destacar también numerosas contribuciones inéditas de geólogos de YPF.

Esta comarca adquiere particular importancia ya que en ella se encuentra la localidad tipo de la ex "Formación" Quintuco,

considerada por Leanza (1973) como una unidad bioestratigráfica.

Como se verá en las secciones analizadas más adelante y en un todo de acuerdo con Weaver (1931) "... the black shales of the Quintuco formations pass downward into similar shales of the upper Tithonian beds and usually upon a lithologic basis it is impossible to determine the line of demarcation..." (op. cit., p. 55). "For areal mapping purposes —agrega Weaver— it is impossible to determine just where the contact between the Cretaceous and Jurassic should be drawn" (op. cit., p. 69). Basado en parte en estos elementos de juicio y otros de índole regional, surgió la necesidad de la eliminación de la "Formación" Quintuco como unidad formacional y asimismo el carácter enmendado de la Formación Vaca Muerta (vide Leanza, 1972, 1973), la cual se concibe abarcando también a las arcilitas negras de la ex Formación Quintuco, hasta la base de la Formación Mulichinco.

Las suaves estructuras imperantes en la región impiden la exposición de una sección completa comprendida entre el techo de la Formación Tordillo y la base de la Formación Mulichinco. Por esta razón, se levantaron perfiles parciales, posteriormente correlacionados entre sí, dando como resultado el espesor total del intervalo aludido. Estas secciones fueron publicadas por Leanza (1973) pero como revisten sumo interés para su integración con los restantes perfiles comprendidos entre los paralelos 35° y 40° l.s., es conveniente hacer una referencia sumaria de ellas.

Sección Cajón de Almaza (Area Loncopué)

Está situada a 10 km hacia el sudeste de Loncopué y a 4 km al este del río Agrío. Existen antecedentes geológicos en Holmberg (inf. en prep.) y Leanza (1973, p. 106).

El tramo correspondiente a la Formación Vaca Muerta, desde su contacto con la Formación Tordillo hasta los niveles que contienen *Himalayites*, alcanza a un espesor parcial de 761 m. Su techo (v. gr. Formación Mulichinco) no aflora por haber sido eliminado por erosión, apareciendo algunos kilómetros al este en los cerros Mulichinco y Mocho, como asimismo en las bardas circundantes.

Sucesión de ammonites. Numerados en

orden decreciente de edad fueron hallados los siguientes ejemplares.

7. *Himalayites* cf. *H. grandis* (Steuer, 1897).
6. *Substeueroceras extans* Leanza, 1945.
5. *Substeueroceras striolatissimum* (Steuer, 1897).
4. *Substeueroceras permulticostatum* (Steuer, 1897).
3. *Virgatosphinctes* aff. *V. transitorius* Oppel sp. (Zittel, 1868).
2. *Berriasella* sp. indet.
1. *Virgatosphinctes* cf. *C. choicensis* (Burckh., 1903).

Edad. El ejemplar identificado con el número 1 pertenece a la Zona de *V. mendocanus* del Tithoniano inferior. No se hallaron ammonites del Tithoniano medio aunque *Berriasella* sp. indet. podría corresponder a ese subpiso. El ammonite identificado con el número 3¹ correspondería a las Zonas de *C. alternans* y *S. koeneni*, mientras que aquellos 4, 5, 6 y 7, pertenecen a la Zona del *koeneni* del más alto Tithoniano.

En consecuencia, esta sección comprende a la Formación Vaca Muerta en sus términos Tithoniano inferior, medio y superior.

Sección Camino a Pichaihue (Area Huncal)

El paraje de Huncal está situado a unos 60 km al noroeste de bajada del Agrío y 45 km al noreste de Loncopué. Desde allí se desvía un camino provincial hacia el puesto Pichaihue que atraviesa transversalmente a las sedimentitas de la Formación Vaca Muerta.

La estructura de la región, resuelta por Holmberg durante el relevamiento de la Hoja 33 b, El Huecú, se caracteriza por un gran valle "anticlinal" que une los parajes de Trahuncurá, Huncal y Nonial. En su flanco nororiental, que presenta una notable continuidad física por más de 20 km en virtud de la resistencia de las areniscas de la Formación Mulichinco que la coronan, fue levantada la sección de referencia publicada anteriormente por Leanza (1973, p. 101).

Los estratos de la Formación Vaca Muerta acusan un espesor parcial de 826 m, desde

¹ El hallazgo de *Virgatosphinctes* aff. *V. transitorius* Op. es de gran valor como elemento de correlación ya que por estar contenido en las Zonas de *C. alternans* y *S. koeneni* del Tithoniano superior andino, estas últimas equivaldrían a la Zona de *V. transitorius* de los Alpes (cf. Arkell, 1956; Donzé y Enay, 1861) y, por ende, al Ardesciano europeo.

el nivel del valle hasta el contacto superior con la Formación Mulichinco, siendo imposible establecer su relación de base con la Formación Tordillo. El contacto con aquella unidad es neto y concordante.

Sucesión de ammonites. Considerando la potencia de la entidad resultan escasos los ammonites hallados. La lista es la siguiente.

6. *Thurmanniceras* sp. indet.
5. *Thurmanniceras* aff. *keideli* Gerth, 1925a.
4. *Thurmanniceras* cf. *discoideale* Gerth, 1925a.
3. *Substeuerocheras permulticostatum* (Steuer, 1897).
2. *Berriasella* sp. indet.
1. *Himalayites* cf. *H. andinus* Leanza, 1975.

Edad. Los ejemplares 1, 2 y 3 corresponden a la Zona de *S. koeneni* o sea al Tithoniano superior. El 4 a la Zona de *A. noduliferum* del Berriasiano inferior. Por su parte, los ammonites 5 y 6 se ubican en la Zona de *S. damesi* del Berriasiano superior. Desde el ejemplar 6 hasta la base de la Formación Mulichinco se desarrolla un tramo de 180 m y de ellos 80 m se encuentran cubiertos. En consecuencia se presume que la Zona de *N. wichmanni* se halla oculta, puesto que la misma aflora en la sección de cerrito de la Ventana, situado 12 km al sudeste. En resumen, la Formación Vaca Muerta abarca al Tithoniano superior, al Berriasiano y parte del Valanginiano inferior.

Sección cerrito de la Ventana (Area Trahuncurá)

Sobre el sector del camino que conduce de Coihueco a Loncopué, a la altura del paraje Trahuncurá, se erige el cerrito de la Ventana que da el nombre a la sección, levantada en la continuación sudoriental del flanco anticlinal aludido en la sección Camino a Pichaihue, unos 12 km al sureste de esta última.

La importancia estratigráfica de esta comarca, citada por primera vez por Weaver (1931, p. 73) bajo el nombre de Trincajura Canyon, reside en el hecho de verificarse la Zona de *Neocomites wichmanni* en la parte superior de la Formación Vaca Muerta. De ese modo, se constituye en una de las pocas localidades en la provincia de Neuquén en que la citada unidad abarca términos del Valanginiano inferior. Con posterioridad, la región fue reconocida por Holmberg (Hoja 34 b, Loncopué) y Leanza (1972, 1973), habiéndose descubierto re-

cientemente la presencia de nuevos ostrácos berriasianos (Rossi de García y Leanza, 1975).

Sólo afloran 367 m de la Formación Vaca Muerta, desde el nivel del valle hasta la base de la Formación Mulichinco.

Sucesión de ammonites:

5. *Lissonia riveroi* (Lisson, 1907).
4. *Acantholissonia gerthi* (Weaver, 1931).
3. *Thurmanniceras* aff. *keideli* Gerth, 1925a.
2. *Thurmanniceras neogaeus* Leanza, 1945.
1. *Thurmanniceras* cf. *discoideale* Gerth, 1925a.

Edad. El ammonite 1 corresponde a la Zona de *A. noduliferum* del Berriasiano inferior. El 2 y 3 pertenecen a la Zona de *S. damesi* del Berriasiano superior, mientras que los ejemplares 4 y 5 encuentran ubicación en la Zona de *N. wichmanni* señalando el Valanginiano inferior. El 5 está situado 10.8 m estratigráficos por debajo de la base del Mulichinco.

De lo expuesto, la unidad en esta localidad comprende términos del Berriasiano y Valanginiano inferior inclusive.

Correlación de las secciones. Considerando que en la sección Cajón de Alamaza no pudo determinarse el techo de la Formación Vaca Muerta, en contrapartida con la sección de Camino a Pichaihue en la que no se logró establecer su base, la correlación entre ambas se realizó teniendo en cuenta su contenido de ammonites.

Fueron valorados como niveles de correlación los que contienen *Himalayites* y *Substeuerocheras*, los cuales pertenecen a la Zona de *S. koeneni* del Tithoniano superior. El intervalo estratigráfico comprendido entre las Formaciones Tordillo y Mulichinco alcanza a 1250 m de espesor, el máximo registro para la Formación Vaca Muerta.

Por otra parte, la sección cerrito de la Ventana aportó la presencia del Valanginiano inferior documentado paleontológicamente, el cual es acoplable a dicho intervalo.

En resumen, la Formación Vaca Muerta en la región de los cerros Mocho y Mulichinco comprende al Tithoniano inferior, medio y superior, al Berriasiano inferior y superior y al Valanginiano inferior.

Sección del cerro de la Parva (Area Chacay Melehué)

El Cerro de la Parva (1.345 m) se encuentra 25 km al noroeste de Chos Malal,

por el camino que conduce a Andacollo, erigiéndose sobre la margen derecha del arroyo Chacay Melehué.

La primera información geológica se debe a Keidel (1907), quien publicó un plano geológico poco difundido que abarca el área de la confluencia de los ríos Neuquén y Currileuvú. La calidad de los afloramientos, aunada a la abundancia de material paleontológico, impulsó a varios investigadores, mayormente dirigidos por Frenguelli (1944), a desarrollar sus tesis doctorales. Asimismo, resultan de interés las observaciones geológicas y bioestratigráficas efectuadas por Loomis (1940), Leanza (1944), Herrero Ducloux (1946, p. 21), Groeber (1946), Leanza, H. (1969) y Zollner-Amos (1973)

Estructuralmente, las capas forman parte del cierre sudoriental del braquianticlinal de la Cordillera del Viento la cual, con su núcleo de "Serie Porfírica" (Grupo Choiyoi, Triásico) soporta terrenos desde el Liásico superior al Neocomiano, con muy leves interrupciones.

La Formación Vaca Muerta, comprendida en concordancia entre las Formaciones Tordillo y Mulichinco, alcanza a una potencia de 422 m.

Sucesión de ammonites:

14. *Lyticoceras pseudoregale* (Burckh., 1903).
13. *Pseudofavrella angulatiformis* (Behr., 1891).
12. *Olcostephanus* gr. *O. atherstoni* (Sharpe, 1856); *O. midas* Leanza, 1944; *O. aurtus* Leanza, 1944.
11. *Olcostephanus curacoensis* (Weaver, 1931).
10. *Lissonia riveroi* (Lisson, 1907).
9. *Cuyanicerias* sp. indet.
8. *Berriasella* aff. *B. oppeli* (Killan, 1889).
7. *Substeueroceras koeneni* (Steuer, 1897).
6. *Berriasella bardensis* Krantz, 1928.
5. *Corongoceras lotenoense* Spath, 1925.
4. *Parodontoceras calistoides* (Behr., 1891).
3. *Substeueroceras* sp. indet.
2. *Pseudolissoceras zitteli* (Burckh., 1903).
1. *Virgatosphinctes* sp.

Edad. Los ammonites 1 y 2 indican al Tithoniano inferior y parte baja del medio por pertenecer a las Zonas de *V. mendozanus* y *P. zitteli*. Hasta el presente no se hallaron registros de las Zonas de *A. proximus* y *W. internispinosum*. Los ejemplares 3, 4, 5 y 6 encuentran ubicación en la Zona de *C. alternans* (Tithoniano superior medio). Llama la atención la presencia de *Parodontoceras calistoides* en esta Zona, dado que generalmente se lo ubica asociado con la Zona siguiente de *S. koeneni*. El ammonite identificado con el número 7 corresponde a

la Zona de *S. koeneni* propiamente dicha, señalando el Tithoniano superior. El 8 se lo incluye tentativamente en la Zona de *A. noduliferum*, mientras que el 9 está ubicado en la Zona de *S. damesi*. Estos dos últimos señalan la presencia del Berriasiano inferior y superior, respectivamente. Por su parte, los ammonites 10, 11 y 12 indican edad valanginiana. Finalmente, los correspondientes al 13 y 14 apuntan al Hauteriviano inferior.

Teniendo en cuenta a las unidades litoestratigráficas, los ammonites 1 a 9 están ubicados en la Formación Vaca Muerta, los correspondientes entre 10 y 12 en la Formación Mulichinco y los dos restantes, 13 y 14, en la parte inferior de la Formación Agrio. De lo expuesto surge que en el área del Cerro de la Parva, la Formación Vaca Muerta abarca el Tithoniano inferior, medio y superior, y el Berriasiano; la Formación Mulichinco se desarrolla en el Valanginiano y la parte de la Formación Agrio comprendida entre esta última unidad y el Miembro Avilé, en el Hauteriviano inferior.

Secciones de la comarca de Pampa Tril

En esta comarca, situada aproximadamente a mitad de camino entre las localidades de Buta Ranquil y Chos Malal, se levantaron las secciones Puerta Curaco y La Yesera. La estructura tectónica consiste en un anticlinal cuyo flanco oriental permite una excelente exposición de las Formaciones Auquinco, Tordillo, Vaca Muerta, Mulichinco y Agrio. Este flanco posee un rumbo dominante norte-sur, con valores de inclinación de 30° hacia el este en la base de la Formación Vaca Muerta crecientes a medida que se asciende en la columna estratigráfica, determinando, en algunos casos, el vuelco de las capas especialmente en el contacto entre las Formaciones Mulichinco y Agrio. Justamente en la base de la última entidad se encuentra una apreciable cantidad de fangolitas fosfáticas.

Secciones Puerta Curaco y La Yesera

La sección Puerta Curaco se encuentra situada a 41 km al este de Chos Malal, a la altura del km 637 de la variante de la ruta nacional n° 40 que pasa al sur de la Laguna Auquinco. Por su parte, la sección La Yesera se halla en la continuación septentrio-

nal del anticlinal ya mencionado, a 9 km al NO, accediéndose por la variante de la ruta norte de la sección citada en primer término n° 40 que pasa al oeste de la Laguna Auquileo.

Weaver (1931, pp. 52 y 76) dio a conocer el perfil de "Curacó Canyon" ubicado en el mismo lugar de la sección en estudio. Otras ilustraciones de la misma se encuentran en Herrero Ducloux (1946, p. 21) y Baldwin (1942), como así también en numerosos trabajos recientes. En esta sección, han sido reconocidas las siguientes unidades: Formación Tordillo, 52 m; Formación Vaca Muerta, 352.5 m; Formación Mulichinco, 370 m; y Formación Agrio, 737 m. En cambio, en la sección La Yesera se identificaron a la Formación Tordillo, 75 m y Formación Vaca Muerta, 393 m.

Sucesión de ammonites. La sucesión combinada en ambas secciones es la siguiente.

8. *Lissonia riveroi* (Lisson, 1907).
7. *Cuyaniceras transgrediens* (Steuer, 1897).
6. *Thurmanniceras discoidale* (Gerth, 1925a).
5. *Substeuerocheras* sp.
4. *Aspidoceras omphalum* (Steuer, 1897).
3. *Windhauseniceras internispinosum* (Krantz, 1928).
2. *Pseudolissoceras zitteli* (Burckh., 1903).
1. *Virgatosphinctes mendozanus* (Burckh., 1903).

Edad. Los ammonites 1 y 2 señalan las Zonas de *V. mendozanus*, *P. zitteli* y *W. internispinosum* que indican el Tithoniano inferior, medio y parte baja del superior, respectivamente. El ejemplar 5 indica el Tithoniano superior, mientras que aquéllos 6 y 7 corresponden a las Zonas de *A. noduliferum* y *S. damesi* del Berriasiano inferior y superior, respectivamente. Finalmente, el ammonite 8 está contenido en los estratos arenosos de la Formación Mulichinco. En consecuencia, la Formación Vaca Muerta en las secciones en cuestión posee edades que comprenden al Tithoniano y Berriasiano.

Secciones de la Sierra de Reyes

Esta sierra, situada en el sur de la provincia de Mendoza, se levanta sobre la margen izquierda del río Colorado, siendo atravesada imaginariamente en su sector meridional por el paralelo 37° l.s. La localidad más próxima es Buta Ranquil, ubicada sobre la margen derecha del mismo río, en la vecina provincia de Neuquén.

Debido a que en la zona limítrofe entre

el Jurásico y el Cretácico se hallaron indicios fosfáticos, se levantaron 5 secciones, una de ellas situada en el faldeo occidental de la sierra a la altura de la desembocadura del arroyo Butaco en el río Colorado y los cuatro restantes separados por algo más de 2 km entre sí, en la zona del Rincón de las Mentiras, ubicada en la parte sur de la misma, comprendida en el dominio de la Hoja 32 c, Buta Ranquil (Holmberg, 1976).

La Formación Vaca Muerta yace en discordancia sobre la Formación Auquileo con espesores que varían entre 290 y 330 m en la zona del Rincón de las Mentiras.

Sucesión de ammonites. En la localidad mencionada en último término se constataron los siguientes ejemplares.

14. *Olcostephanus curacoensis* (Weaver, 1931).
13. *Lissonia riveroi* (Lisson, 1907).
12. *Thurmanniceras pertransiens* (Sayn, 1901).
11. *Cuyaniceras transgrediens* (Steuer, 1897).
10. *Spiticeras damesi* (Steuer, 1897).
9. *Cuyaniceras extremum* Leanza, 1945.
8. *Berriasella inaequicostata* Gerth, 1925a.
7. *Substeuerocheras koeneni* (Steuer, 1897).
6. *Substeuerocheras permulticostatum* (Steuer, 1897).
5. *Corongoceras alternans* (Gerth., 1925a).
4. *Windhauseniceras internispinosum* Krantz, 1928).
3. *Aulacosphinctes proximus* (Steuer, 1897).
2. *Titanites* aff. *T. giganteus* Sowerby sp. cf. Arkell, 1956.
1. *Virgatosphinctes pseudolictor* (Choffat, 1893).

Edad. En la base de la sección se hallan concreciones de hasta 1 m de diámetro que contienen ejemplares de *V. pseudolictor* de la Zona de *V. mendozanus*. El ammonite identificado con el número 2 es una forma actualmente en estudio, de aspecto perisphinctoideo con 0,25 m de diámetro en la última vuelta, ombligo ancho y costillas simples y bifurcadas del mismo grosor que atraviesan el vientre sin interrumpirse, identificada provisoriamente como *Titanites* aff. *T. giganteus*. Los ejemplares 3 y 4 corresponden a las Zonas de *A. proximus* y *W. internispinosum*, respectivamente. El 5 indica la Zona de *C. alternans* y el 6, 7 y 8 la de *S. koeneni*. No hay registros de la Zona de *A. noduliferum*, pero sí de la de *S. damesi*, identificada con los ammonites 9, 10 y 11. Los ejemplares 13 y 14 pertenecen a la Zona de *N. wichmanni* del Valanginiano inferior; el 14 está situado en la Formación Mulichinco, 22 m por encima de la base indicando Valanginiano alto. Los ammoni-

tes 1 a 13 se encuentran comprendidos en la Formación Vaca Muerta. *Titanites aff. T. giganteus* está situado entre las Zonas del *mendozanus* y *proximus*, es decir, dentro de la Zona de *P. zitteli*, la cual se correlacionaría con la Zona de *Titanites giganteus* del Portlandiano inglés (cf. Arkell, 1956, p. 19).

Del contenido fosilífero surge que la Formación Vaca Muerta abarca el Tithoniano inferior, medio y superior, el Berriasiano y el Valanginiano inferior.

Secciones de la sierra Azul

Esta sierra se encuentra dentro del área abarcada por la Hoja 30 c, Puntilla de Huincán, en la parte meridional de la provincia de Mendoza.

Las secciones levantadas en esta sierra han adquirido gran notoriedad mundial debido a que de ellas procede una de las faunas ammonitológicas más completas y mejor conservadas del Jurásico superior y Cretácico inferior del continente sudamericano. La misma fue coleccionada por Groeber en los años 1912, 1913 y 1922 durante el levantamiento de la hoja geológica anteriormente mencionada (Groeber, 1937). Posteriormente, Armando F. Leanza se ocupó del estudio de los ejemplares en una monografía considerada clásica, por ser esencial en el examen de cefalópodos correspondientes a esa edad (Leanza, 1945).

La sierra Azul consiste en un braquianticlinal alargado en sentido norte-sur, con caracteres geológicos y tectónicos bastante similares a aquéllos de las sierras de Reyes y Cara Curá, en las que los estratos mendocianos la circundan periclinalmente.

Groeber levantó originalmente dos secciones denominadas arroyo del Yeso y Mallín Redondo, este último controlado por Leanza y Hugo.

Sección arroyo del Yeso

Se encuentra ubicada en el faldeo occidental de la sierra Azul, en el arroyo del Yeso afluente del arroyo Rahue, a su vez confluente del río Potí Malal (Groeber, in Leanza, 1945, p. 87; 1952, p. 367). El Miembro Vaca Muerta yace en discordancia angular sobre la Formación Auquilco, registrándose entre esta unidad y la base del Miembro Chachao una potencia de 352 m. Este último Miembro sólo alcanza a 4,5 m de espesor.

Sucesión de ammonites. De acuerdo con Leanza (1945, p. 89) se presenta en orden decreciente la siguiente sucesión.

16. (capa n) *Neocomites wichmanni* Leanza, *Thurmanniceras pertransiens* (Sayn).
15. (capa m-n) *Thurmanniceras sp. indet.*, *pseudoblanfordia australis* (Burckh.), *Neocomites cf. occitanus* Pictet.
14. (capa m) *Spiticeras (Kilianiceras) damesi* (Steuer), *Spiticeras (Negreliceras) singulare* Leanza.
13. (capa l-m) *Neocomites regularis* Leanza, *Spiticeras bodenbenderi* Leanza.
12. (capa l) *Cuyaniceras transgrediens* (Steuer), *C. mendozanum* Leanza, *C. rari-partitum* (Steuer), *C. groeberi* Leanza, *C. extremum* Leanza, *C. argentinum* Leanza, *C. acanthicum* Leanza, *C. inflatum* (Gerth), *Neocomites (?) inaequicostatus* Leanza.
11. (capas k, j, i) fósiles indeterminables.
10. (capa h) *Argentiniceras noduliferum* (Steuer), *A. bituberculatum* Leanza.
9. (capa g) *Parodontoceras calistoides* (Behr.), *Micracanthoceras vetustum* (Steuer), *Aspidoceras longaecum* Leanza, *Substeueroceras exstans* Leanza, *S. koeneni* (Steuer).
8. (capa f) *Substeueroceras (?) atrilatis-simum* (Steuer), *Parodontoceras calistoides* (Behr.).
7. (capa e) *Berriasella fraudans* (Steuer) var. *inflata* Leanza.
6. (capa d) *Aulacosphinctes azulensis* Leanza, *Pectinatites (?) striolatus* (Steuer), *Substeueroceras striolatissimum* Steuer.
5. (capa c) *Berriasella australis* Leanza
4. (capa b) *Himalayites concurrens* Leanza.
3. (capa a) *Micracanthoceras tapiai* Leanza, *M. lamberti* Leanza.
2. (capa a₁) *Wichmanniceras mirum* Leanza.
1. (capa a₂) *Windhausenicerias internispinosum* (Krantz).

Edad. En esta sección se encuentran representadas las siguientes Zonas. *W. internispinosum* (1 y 2), *C. alternans* (3 a 5), *S. koeneni* (6 a 9), *A. noduliferum* (10), *S. damesi* (11 a 15) y *N. wichmanni* (16). Por debajo del ejemplar 1 existen 40 m de estratos estériles hasta el contacto con el Yeso Principal. De tal modo, la Formación Vaca Muerta debuta con facies de bochones calcáreos en el Tithoniano superior bajo o en el más alto Tithoniano medio, abarcando luego todo el Tithoniano superior, el Berriasiano y casi todo el Valanginiano. La aparición de esta entidad en términos tan altos se explicaría suponiendo a la sierra Azul como un alto fondo submarino en el que no pudieron depositarse terrenos del Tithoniano inferior y medio (Zonas de *V. mendozanus* y *P. zitteli*), como así ampoco la Formación Tordillo.

Sección Mallín Redondo

Se encuentra en la parte meridional de la sierra Azul, conocida como sierra de la

Media Luna, en el paraje de Mallín Redondo situado en la margen derecha del arroyo del Yeso, afluente del río Mechanquil (Groeber, *in* Leanza, 1945, p. 88; 1952, p. 370). El Miembro Vaca Muerta, que muestra los efectos de sobrecorrimientos sobre el Yeso Principal, tiene un espesor de sólo 8 m registrados entre esta última unidad y la base del Miembro Chachao.

Sucesión de ammonites (*vide* Leanza, 1945, p. 89).

Sección de Las Brujas (Área Bardas Blancas)

Está ubicada en las inmediaciones de la cueva Las Brujas, situada unos 12 km al norte de la localidad de Bardas Blancas, emplazada en la intersección de la ruta nacional n° 40 con el río Grande, 60 km al sudoeste de Malargüe.

En la comarca de Bardas Blancas, Gerth (1925 b, p. 30, perfil IV) dio a conocer en forma sumaria un perfil levantado sobre las márgenes septentrional y meridional del río Grande, abarcando terrenos infra andícos los que han sido objeto de numerosos estudios. El perfil analizado en este trabajo comprende a la Formación Mendoza entre las calizas de la Formación La Manga y la base del Grupo Huitrín, reuniendo los Miembros Vaca Muerta, Chachao y Cieneguitas, con espesores de 233, 50 y 282, respectivamente.

El Miembro Vaca Muerta se apoya en discordancia angular sobre la Formación La Manga mediante un conglomerado basal de 3 m de espesor.

Sucesión de ammonites. Para completar la siguiente lista basada en hallazgos de los autores, se remite al lector al trabajo de Krantz (1928).

7. *Lissonia riveroi* (Lisson, 1907).
6. *Acantholissonia gerthi* (Weaver, 1931).
5. *Himalayites cf. H. andinus* Leanza, 1975.
4. *Aulacosphinctes proximus* (Steuer, 1897).
3. *Pseudolissoceras zitteli* (Burckh., 1903).
2. *Simoceras aff. S. volanense* Krantz, 1928 non Oppel.
1. *Virgatosphinctes mendozanus*, *V. andensis* (Douv., 1910), *V. choicensis* (Burckh., 1903) y *Torquatisphinctes*.

Edad. Están representadas las Zonas de *V. mendozanus* (1), *P. zitteli* (2 y 3), *A. proximus* (4), *S. koeneni* (5) y *N. wichmanni* (6 y 7). No se hallaron registros de las Zonas de *W. internispinosum*, *C. alternans*, *A. noduliferum* y *S. damesi*. Los ammonites 1 a 6 están contenidos en el Miem-

bro Vaca Muerta y el 7 en el Miembro Chachao. Ello indica que el Miembro Vaca Muerta abarca al Tithoniano inferior, medio y superior, al Berriasiano y al Valanginiano inferior.

Sección del arroyo Cieneguitas (Área río Salado)

Ubicada a la vera del camino que une la ruta nacional n° 40 con la localidad de Los Molles, a la altura de la desembocadura del arroyo Cieneguitas sobre la margen derecha del río Salado, resulta la sección más antigua descrita en terrenos del Jurásico superior y Cretácico inferior correspondientes a la República Argentina. Fue levantada por Bodenbender (1892), autor que la dividió en tramos numerados de I a V de donde provienen los fósiles posteriormente estudiados por Steuer (1897; 1921 traduc.). Otras investigaciones se deben a Gerth (1925 a, 1925 b), Krantz (1928), Leanza (1945) y más recientemente a Volkheimer (1976), destacándose además varios informes de YPF y tesis de licenciatura no publicadas.

Esta sección comprende a la Formación Mendoza con sus Miembros Vaca Muerta, Chachao y Cieneguitas, acusando espesores de 348, 108 y 446 m, respectivamente, apoyándose la primera unidad mencionada en perfecta concordancia sobre la Formación Tordillo.

Sucesión de ammonites. Aquí se mencionarán los ammonites hallados por los autores, remitiendo al lector a las contribuciones de Steuer (1897) y Krantz (1928) para completar la siguiente lista.

17. *Olcostephanus curacoensis* (Weaver 1931).
16. *Lissonia riveroi* (Lisson, 1907).
15. *Pseudoblanfordia australis* (Burckh., 1903).
14. *Cuyanicerias mendozanum* Leanza, 1945.
13. *Frenguellicerias simplex* Leanza, 1945.
12. *Cuyanicerias* sp. indet.
11. *Himalayites* sp. indet.
10. *Berriasella fraudans* Geth, 1925a.
9. *Corongoceras alternans* (Gerth, 1925a).
8. *Corongoceras rigali* Leanza, 1945.
7. *Berriasella australis* Leanza, 1945.
6. *Berriasella krantzi* Leanza, 1945.
5. *Aspidoceras cieneguitense* (Steuer, 1897).
4. *Aulacosphinctes proximus* (Steuer, 1897).
3. *Subdichotomoceras* sp. indet.
2. *Pseudolissoceras zitteli* (Burckh., 1903).
1. *Virgatosphinctes choicensis* (Burckh., 1903).

Edad. De acuerdo con la lista precedente, están representadas las Zonas de *V. mendozanus* (1), *P. zitteli* (2), *A. proximus* (3),

4 y 5), *S. koeneni* (10 y 11), *A. noduliferum* (12 y 13), *S. damesi* (14 y 15) y *O. curacoensis* (16 y 17). Faltan representantes de las Zonas de *W. internispinosum* y *N. wichmanni*. Los ammonites 1 a 15 se encuentran en el Miembro Vaca Muerta y aquéllos 16 y 17 en el Miembro Chachao. Desde el último ammonite (15) del Miembro Vaca Muerta hasta la base del Miembro Chachao hay 18 m de espesor.

En síntesis, el Miembro Vaca Muerta comprende al Tithoniano inferior, medio y superior, al Berriasiano y parte del Valanginiano inferior.

Conclusiones

De acuerdo con la sucesión de ammonites dada a conocer en cada uno de los perfiles precedentes, se establecen las siguientes edades para cada una de las formaciones involucradas:

Formación Vaca Muerta

En Picún Leufú abarca al Tithoniano inferior y parte baja del medio. En Mallín Quemado al Tithoniano y al Berriasiano inferior. En el área de los cerros Mocho y Mulichinco al Tithoniano, Berriasiano y parte baja del Valanginiano inferior. En sierra de Reyes llega hasta el Valanginiano superior.

Formación Carrín Curá

Tithoniano inferior y medio.

Formación Picún Leufú

En Carrín Curá, Charahuilla, Picún Leufú y Los Catutos abarca desde el Tithonia-

no medio alto hasta el Berriasiano inferior. En Mallín de los Caballos comprende al Tithoniano superior y Berriasiano inferior. En Mallín Quemado engrana lateralmente con la Formación Vaca Muerta en el límite Tithoniano-Berriasiano.

Formación Mulichinco

En Picún Leufú abarca desde el Berriasiano inferior hasta el Valanginiano inclusive; en Mallín Quemado el Berriasiano superior y el Valanginiano; y en cerro Mulichinco la parte alta del Valanginiano inferior y el superior.

Formación Agrio

En la zona de Ñorquinco comienza en el Valanginiano superior, pero normalmente se desarrolla a partir del Hauteriviano inferior hasta el Barremiano inferior inclusive.

Formación Mendoza

Abarca complexivamente desde el Tithoniano hasta el Barremiano inferior.

Miembro Cieneguitas: Parte alta del Valanginiano superior, el Hauteriviano y la base del Barremiano.

Miembro Chachao: Valanginiano superior e inferior.

Miembro Vaca Muerta: En sierra Azul comprende al Tithoniano, Berriasiano y Valanginiano inferior y superior; en Bardas Blancas al Tithoniano, Berriasiano y parte del Valanginiano inferior; en arroyo Cieneguitas al Tithoniano y Berriasiano.

Lista de trabajos citados en el texto

- Arkell, W. J., 1956. *Jurassic Geology of the World*. Oliver & Boyd Ed., pp. 1-806, 102 figs., 27 tab., 46 láms., London.
- Baldwin, H. L., 1942. *Nuevas observaciones sobre discordancias en Neuquén*. Bol. Inf. Petroleras, XIX-214, Bs. As.
- Behrendsen, O., 1891-1892. *Zur Geologies des Ostabhanges der Argentinischen Kordillere*. Z. Deuts. Geol. Ges., Bd. 43, 1891, pp. 369-420, láms. 22-25; Bd. 44, 1892, pp. 1-42, 4 láms. (= 1922, Tradc., *Contribución a la geología de la pendiente oriental de la Cordillera argentina*. Actas Acad. Nac. Cienc. 7: 157-227, 4 láms., Córdoba.
- Bodenbender, G., 1892. *Sobre el terreno jurásico y cretácico en los Andes Argentinos entre el río Diamante y el río Limay*. Bol. Acad. Nac. Cienc., 13: 1-44, 2 perf., 1 mapa, Córdoba.
- Borelli, E. y Castaño, H., 1970. *Sección Carrín Curá*, in: *Prospección orientativa de rocas fosfáticas en la Cuenca Mesozoica de Neuquén y Mendoza*. Ser. Nac. Min. Geol. Plan Fosforita. Inf. inéd.
- Burckhardt, C., 1900. *Coupe géologiques de la Cordillere entre Las Lajas et Curacautín*. An. Mus. La Plata, Sec. Min. y Geol., III: 1-102, 20 láms., La Plata.

- 1903. *Beiträge zur Kenntniss der Jura und Kreide formation der Cordillere*. Palaeont., L: 1-145, 21 láms., 4 figs., Stuttgart.
- 1930w. *Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain*. Soc. Pal. Suisse, Mém., 49-50: 1-280, 1-32 figs., 11 láms.
- Choffat, P., 1893. *Description de la faune Jurassique du Portugal. Ammonites du Lusitanienn de la Contrée de Torres Vedras*. Dir. Trav. Geol. Portugal. Lisboa (*vide* Argell, 1956).
- Digregorio, J. H., 1972. Neuquén, in: *Geología Regional Argentina*. A. F. Leanza Director y Editor. Cent. Acad. Nac. Cien. Córdoba: 439-506, 13 figs., Córdoba.
- Donzé, P. y Enay, R., 1961. *Les Cephalopodes du Tithonique inferieur de la Croix de St. Concors prés Chambery (Savoie)*. Trab. Lab. Geol. Lyon N. S., 7: 236 pp, 59 fig., 22 láms., Lyon.
- Douville, R., 1910. *Céphalopodes Argentins*. Mem. Soc. Geol. France, Pal., Mem. n° 43: 1; 24, 3 láms., 5 figs., París.
- Enay, R., 1964. *L'Etage Tithonique*. Coll. Jurass., Luxembourg, 1962. C. R. Mém. Inst. Gd. Due. Sc. Nat., Phys., Maths., Luxembourg, pp. 355-379, 4 láms., 6 figs.
- 1972. *Paleobiogeographie des ammonites du Jurassique terminal (Tithonique/Volgien/Portlandien s.l.) et mobilité continentale*. Extrait de Geobios 5-(4): 355-407, 13 figs., Lyon.
- 1973. *Upper Jurassic (Tithonian) Ammonites*, in: *Atlas of Palaeobiogeography*. Ed. A. Hallam. Els. Scien. Publ. Co, pp. 297-307, 3 figs., 1 cuadr., New York.
- Fernández, A., 1943. *La serie Jurásica de la parte central y meridional de la Sierra de Chacaico y sus relaciones con los terrenos que la soportan*. Tesis. Mus. La Plata, 6: 1-103, 44 figs., 5 perf., 1 mapa, La Plata.
- Frenguelli, J., 1944. *Excursiones al Territorio del Neuquén y a las provincias de Mendoza y La Rioja*. Rev. Mus. La Plata (n.s.) Sec. Of.: 87-102, 14 figs., La Plata.
- Galli, C. A., 1969. *Descripción geológica de la Hoja 38 c, Piedra del Aguila, Provincia de Neuquén y Río Negro*. Ser. Nac. Min. Geol., Bol. n° 111: 1-67, 7 láms., 1 perf., 1 mapa, Bs. As.
- Gerth, E., 1925a. *La fauna Neocomiana de la Cordillera argentina, en la parte meridional de la provincia de Mendoza*. Actas Acad. Nac. Cienc., IX-2: 57-132, 6 láms., 16 text. figs., Córdoba.
- 1925b. *Estratigrafía y distribución de los sedimentos Mesozoicos en los Andes argentinos*. Act. Acad. Nac. Cienc., IX: 1-56, 18 láms., 1 text. fig., Córdoba.
- Groeber, P., 1937. *Hoja 30 c, Puntilla de Huicán*. Escala 1: 200.000 (mapa sin texto). Direc. Min. y Geol., Bs. As.
- 1946. *Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°*. Hoja Chos Malal. Asoc. Geol. Arg., Rev. I-3: 177-208, 4 figs., 1 mapa, Bs. As.
- 1952. *Andico*, in: *Mesozoico: Geografía de la República Argentina*, II, 1ª parte, pp. 349-541, 45 figs., 33 láms., Bs. As.
- Haupt, O., 1907. *Beiträge au Fauna des oberen Malm und der unteren Kreide formation in der argentinische Kordillere*. N. Jahrb. Min. Geol. u. Pal. B. Bd. 23: 187-236, 4 láms., Stuttgart.
- Herrero Ducloux, A., 1942. *Observaciones al plano estructural de cerro Mocho*. Inf. inter. YPF.
- 1946. *Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extraandino*. Bol. Inf. Petrol., 23 (226): 1-39, 8 text. figs., Bs. As.
- Herrero Ducloux, A., y Leanza, A. F., 1943. *Sobre los ammonites de la "Lotena Formation" y su significación geológica*. Not. Mus. La Plata, 8 (54): 281-304, 4 figs., 3 láms., La Plata.
- Holmberg, E., 1976. *Descripción geológica de la Hoja 32 c, Buta Ranquil. Provincia de Neuquén*. Ser. Geol. Nac. Bol. n° 152: 1-90, 9 láms., 1 mapa, Bs. As.
- *Descripción geológica de la Hoja 34 b, Loncopue, Neuquén*. Dir. Nac. Geol. y Min. (Inf. en preparación).
- Keidel, J., 1907. *Material para el Mapa Geológico de la República Argentina. Confluencia de los ríos Neuquén y Currileuvú*. Dir. Nac. Min. y Geol. Mapa impreso escala 1: 25.000, Bs. As.
- 1925. *Sobre la estructura tectónica de las capas petrolíferas en el oriente del Territorio del Neuquén*. Dir. Gral. Min., Geol. e Hidr., (Sec. Geol.), Public. ná 8: 1-67, 7 láms., 4 figs., Bs. As.
- Kilian, W., 1889. *Etudes paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie*. Mém. Acad. Scien. de l'Inst. France, 30.
- Krantz, F., 1928. *La fauna del Titono superior y medio en la parte meridional de la provincia de Mendoza*. Actas Acad. Nac. Cienc., X-4: 1- 57, 12 figs., 4 láms., Córdoba.
- Lambert, L. R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 35 b, Zapala. Territorio Nacional del Neuquén*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. 83: 1-93, 10 láms., 26 tex. figs., 2 mapas, Bs. As.
- Leanza, A. F., 1941. *Apuntes estratigráficos sobre la región cruzada por el curso inferior del arroyo Carrín Curá en el Neuquén (Patagonia)*. Notas Mus. La Plata, 6 (13): 203-213, 5 figs., La Plata.
- 1944. *Las apófisis yugales de Holcostephanus*. Notas Mus. La Plata, 9 (62): 13-19, 1 lám., La Plata.
- 1945. *Ammonites del Jurásico superior y del Cretácico inferior de la Sierra Azul, en la parte meridional de la provincia de Mendoza*. An. Mus. La Plata, n.s.: 1-99, 23 láms., 13 text. figs., 1 cuad., La Plata.
- 1947. *Upper limit of the Jurassic System*. Bull. Geol. Soc. América, 58: 833-842. Washington D.C.
- Leanza, H. A., 1969. *Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Tithono-Neocomiano en el*

- Cerro de la Parva*. Provincia de Neuquén. Sem. Fac. Cienc. Exac. Fís. y Nat. Univ. Nac. Córdoba (inédito).
- 1972. *Acantholissonia*, nuevo género de Ammonites del Calanginiano de Neuquén, Rep. Argentina y su posición estratigráfica. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 27 (1): 63-70, 2 figs., Bs. As.
- 1973. *Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos entre Loncopué y Picún Leufú, provincia de Neuquén*. *Rep. Argentina. Rev. Asoc. Geol. Arg.,* 28 (2): 97-132, 13 figs.
- 1975. *Himalayites andinus n. sp. (Ammonitina) del Tithoniano superior de Neuquén, Argentina*. I Congreso Arg. Pal. y Bioestrat., I: 581-588, 3 figs., Tucumán.
- Leanza, H. A., Marchese, H. G. y Riggi, J. C., 1977. *Estratigrafía del Grupo Mendoza (Límite Jurásico-Cretácico) entre los paralelos 35° y 40° Ls. Cuenca Neuquina-Mendocina, República Argentina*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 32 (3).
- Lisson, C., 1907. *Contribución a la geología de Lima y sus alrededores*. Lima.
- Loomis, H. P., 1940. *Reconocimiento geológico en la región de Chos Malal*. D. G. YPF, inf. inéd.
- Mastandrea, O., Leanza, H. A. y Hugo, C. A., 1975a. *Estado actual de la prospección de rocas fosfáticas en la República Argentina (Resumen preliminar)*. Ser. Min. Nac. Plan Fosforita. Inf. Int. inédito.
- Mastandrea, O., Leanza, H. A., Hugo, C. A. y Spiegelman, A. T., 1975b. *Manifestaciones fosfáticas en la sierra de Vaca Muerta y adyacencias, prov. del Neuquén, Rep. Argentina*. II Congr. Iberoam. Geol. Econ., II: 461-486, 4 figs., 1 lám., Bs. As.
- Reinecke, M., 1818. *Maris protagaei Nautilus et Argonautas vulga cornua Ammonis in agro Coburgico et vicino repeiuntos*. Colbery (*vide* Krantz, 1928).
- Rossi de García, E. y Leanza, H. A., 1975. *Leanzacythere Gen. nov. (Ostracoda) del Berriasiano de Neuquén, República Argentina*. *Ameghiniana*, 1^o (4): 315-321, 1 fig., 1 lám., Bs. As.
- Sayn, G., 1901. *Les ammonites pyriteuses de Marnes Valanginiens du Sud-Est de la France*. *Mem. Soc. Geol. France. Paléontologie. Mem.* 23, París.
- Sharpe, P., 1856. *Description of the fossils from the Secondary rocks of Sunday and Zwaxtkop River*. *Trans. Geol. Soc.* 7 (2), London.
- Spath, L. F., 1925. *Ammonites and Aptychi (From Somaliland)*. *Mon. Hunterian Museum. Mus. Univ. Glasgow*, vol. 1: 111-164, láms. 15-16 (*vide* Arekell, 1956).
- Steuer, A., 1897. *Argentiniische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrage zur Kenntniss der Geologie and Palaeontologie der Argentinischen Anden*. *Pal., Abh., N. F.,* 7 (3): 127-222, 24 láms., 7 figs., 1 mapa. Jena (= 1921, Traduc., *Estratos Jurásicos Argentinos*. *Actas Acad. Nac. Cienc.,* 7 (2): 25-128, 24 láms., 7 text. figs., 1 mapa. Córdoba).
- Stipanovic, P. N., 1969. *El avance en los conocimientos del Jurásico Argentino a partir del esquema de Groeber*. *Rev. Asoc. Geol. Arg.,* 24 (4): 367-388, 2 cuadr. (1 hors. de text.), Bs. As.
- Suero, T., 1951. *Descripción geológica de la Hoja 36 c, Cerro Lotena (Neuquén)*. *Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. n° 76:* 1-67, 12 láms., 4 figs., 2 mapas, Bs. As.
- Verma, H. M. y Westermann, 1973. *The Tithonian (Jurassic) Ammonite Fauna and stratigraphy of Sierra Catorce, San Luis, Potosí, México*. *Bull. Am. Paleontology,* 63 (277): 107-320, 56 láms., 32 text. figs., New York.
- Volkheimer, W., 1976. *Descripción geológica de la Hoja 27 b, El Sosneado, Provincia de Mendoza*. *Dir. Nac. Geol. y Min.* Inf. inéd.
- Volkheimer, W. y Quattrocchio, M., 1975a. *Sobre el hallazgo de microfioras en el Jurásico superior del borde austral de la Cuenca Neuquina (República Argentina)*. *Actas I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía,* I: 589-615, 5 figs., 7 cuadr., Tucumán.
- 1975b. *Palinología Estratigráfica del Tithoniano (Formación Vaca Muerta) en el área de Caichigüe (Cuenca Neuquina) Parte A: Especies terrestres*, *Ameghiniana*, 12 (3): 193-241, 3 figs., 1 cuadr., 12 láminas.
- Weaver, Ch., 1931. *Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina*. *Mem. Univ. Washington,* I: 1-496, 62 láms., 1 cuadr. Seattle.
- Windhausen, A., 1914. *Einige Ergebnisse zweier Reisen in den Territorien Rio Negro und Neuquén*. *N. Jb.* 38: 325-362, 9 láms., 5 text. figs. Stuttgart.
- Zittel, K., 1868. *Die Cephalopoden der Stramberg Schichten*. *Pal. Mittheil aus dem Museum. K. Bayer Staat.,* vol. 2, pp. 33-118, 14 láms.
- Zollner, W. y Amos, A. J., 1973. *Descripción geológica de la Hoja 32 b, Chos Malal, provincia del Neuquén*. *Ser. Nac. Min. Geol., Bol. n° 143:* 1-91, 16 text. figs., 6 láms., 1 perf., 1 mapa, Bs. As.

Recibido: octubre 15, 1976.

GEOLOGIA DE LOS ALREDEDORES DE LA ESTANCIA ARROYO PESCADO, CHUBUT

JUAN PEDRO SPIKERMANN

Comisión Nacional de Energía Atómica y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

Resumen

En este trabajo se amplían los conocimientos geológicos de las inmediaciones de la Estancia Arroyo Pescado. Las rocas más antiguas aflorantes son esquistos (Formación Río Pescado) de bajo grado de metamorfismo y de probable edad eopaleozoica-devónica. Estos esquistos presentan intercalaciones de tobas areniscosas. Por encima se apoya en discordancia angular un ortoconglomerado polimíctico con intercalaciones psamíticas al que se lo interpreta como perteneciente a la parte basal del "Sistema de Tepuel".

Siguen en la secuencia areniscas y pelitas intercaladas con brechas volcánicas andesíticas y sedimentitas tobáceas de supuesta edad jurásica. Finalmente, rocas doleríticas que representarían al vulcanismo basáltico olivínico del terciario-cuaternario de la Patagonia extraandina.

I. Introducción

El presente trabajo corresponde al resumen del primer capítulo de la Tesis que el autor ha presentado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

El estudio geológico de los alrededores de la estancia arroyo Pescado fue sugerido al autor por el doctor Bernabé J. Quartino, por considerar la zona de interés para el mejor conocimiento de las rocas leptometamórficas allí aflorantes y su relación con afloramientos conglomerádicos pertenecientes, quizás, al Paleozoico superior; prestando, además, atención a elementos indicadores de actividad eruptiva. La labor de campaña se realizó durante 15 días del mes de abril de 1968.

Los afloramientos, en general, son de reducido tamaño y los contactos comúnmente están cubiertos por una delgada capa detrítica. El mapa original fue realizado en escala 1:5000 con un telémetro marca Wild de 50 cm de base con cabezal tipo teodolítico. Se aclara que en el momento de ser realizado el mapeo no se contaba con fotografías aéreas de la zona.

Abstract

The geology of the neighbourhood of Estancia arroyo Pescado is described. The oldest outcropping rocks are schists (Formación Arroyo Pescado) of low grade metamorphism and probable Early Paleozoic (Devonian) age. These schists include intercalations of arenaceous tuffs.

Above them and in angular unconformity lies a polymictic orthoconglomerate with psamitic intercalations interpreted as belonging to the basal section of the Tepuel Group.

Sandstones and pelites intercalated with andesitic volcanic breccias and tuffitic sedimentites, supposedly Jurassic, form the next unit. Finally, doleritic rocks, considered as representatives of the olivinic basaltic vulcanism of the Tertiary-Quaternary in extrandinean Patagonia.

II. Agradecimientos

Se quiere dejar constancia de agradecimiento al doctor Bernabé J. Quartino no sólo por las ideas aportadas sino también por las observaciones y lectura de originales. A M. L. Spadoni y J. Loréface sin cuyas ayudas hubiese sido imposible realizar los trabajos de mapeo; al señor C. Azcuay por los estudios palinológicos realizados; a los señores E. Amato y M. A. Bertolini por las preparaciones delgadas realizadas, y finalmente a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, a la Comisión Nacional de Energía Atómica y al Centro de Investigaciones en Recursos Geológicos por sus aportes económicos y logísticos.

III. Ubicación

La zona estudiada está ubicada en el noroeste de la provincia del Chubut (departamento Futaleufú), entre los kilómetros 2070 y 2073 del antiguo recorrido de la Ruta Nacional N° 25, al este inmediato de la inter-

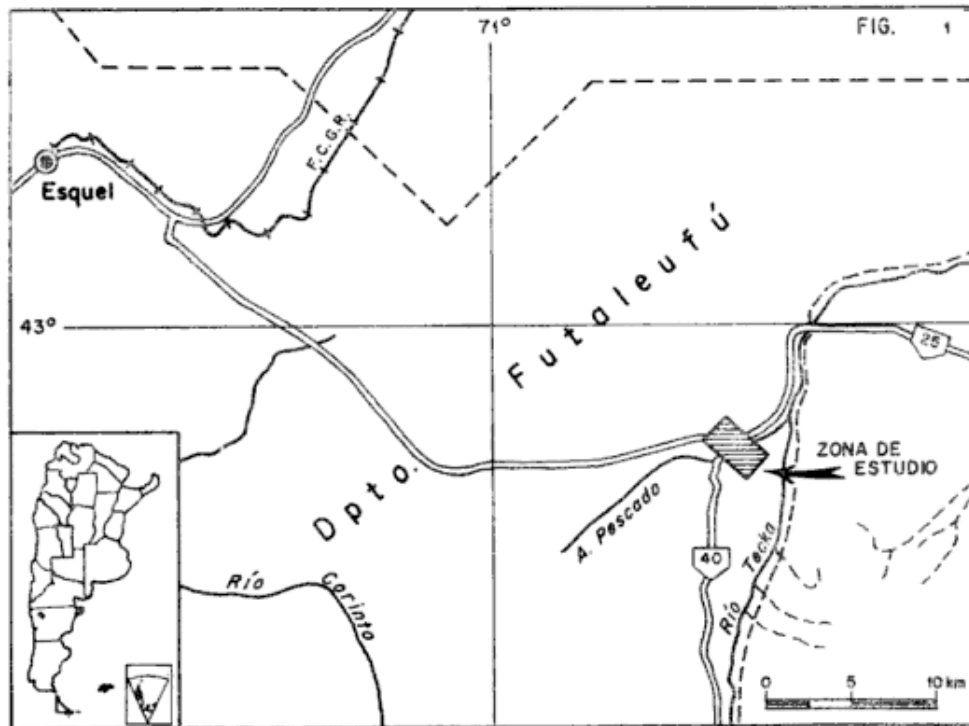


Figura 1. — Mapa de ubicación.

sección de la misma con la Ruta Nacional N° 40; fisiográficamente se encuentra en el faldeo sud-occidental de la continuación septentrional de la Sierra de Tecka, sobre la margen izquierda del arroyo Pescado, cerca de la desembocadura del mencionado arroyo en el río Tecka (figura 1).

Los afloramientos se hallan diseminados en un área de aproximadamente 6 kilómetros cuadrados en las inmediaciones de la Estancia Arroyo Pescado (Ap Iwan), a ambos lados de la ruta y en las márgenes de los cañadones, sin nombre, que desembocan en el arroyo Pescado, ubicados en el sector norte de la Ruta Nacional N° 25 y a unos 2,5 km de la intersección de las rutas 40 y 25.

IV. Formación Arroyo Pescado (Rolleri, 1970)

Los Esquistos de arroyo Pescado fueron citados por Suero (1948) sospechando para ellos una edad Precámbrica. Posteriormente, el mismo autor (1953), vuelve a hacer referencia a estos esquistos, manifestando que son las únicas rocas metamórficas de la comarca y las refiere nuevamente en forma provisoria al Precámbrico, sospechando que son más antiguas que los llamados "Esquistos de Esquel", a los que le atribuye una edad eo-mesopaleozoica. Suero describe a los

esquistos de arroyo Pescado como "esquistos pizarreños" y "filitas oscuras", atravesadas por filones de cuarzo lechoso que siguen las líneas de esquistosidad de fuerte pendiente al oeste, en parte bruscamente retorcidos; y los refiere como basamento del "Sistema de Tepuel", a pesar de no observar relación visible con el Suprapaleozoico, dando la posibilidad de encontrar dicha relación en la prolongación septentrional de la Sierra de Tecka.

Posteriormente Ugarte (1966) ubica a estos esquistos en un "ambiente de cuenca pericratónica" de edad eo-mesopaleozoica juntamente con los Esquistos de Esquel, Esquistos del Lago Buenos Aires (Chile), Río Baker (Chile), Lago Pueyrredón, Lago Belgrano, Lago San Martín, La Modesta—La Enriqueta— El Tranquilo, Islas Malvinas y margen norte del Canal de Beagle, amén de rocas esquistosas halladas en diversas perforaciones.

Borrello (1969, p. 133) correlaciona a los Esquistos de Esquel con los de arroyo Pescado y dice "...los Esquistos de Esquel están afectados por una tectónica geosinclinal que los llevó, en el arroyo Pescado, a integrar un piso tectónico que las molasas neopaleozoicas del Grupo Tepuel cubren en discordancia y en discontinuidad palmaria"... En el Cuadro VI de la misma obra, este autor confiere a los Esquistos de Esquel una edad ordovícica superior-devónica.

Rolleri (1970, p. 277) otorga una edad

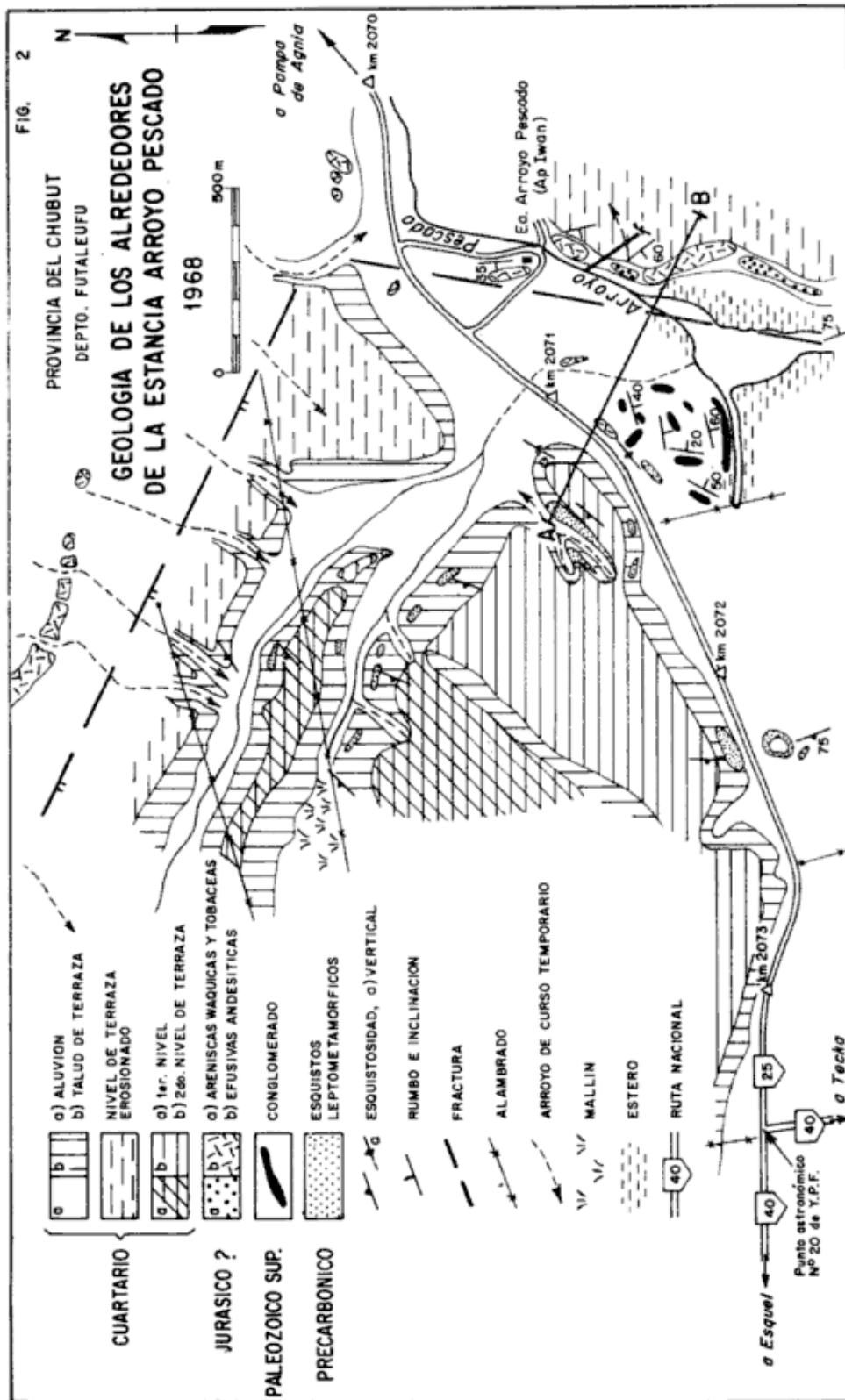


Figura 2

eo-mesopaleozoica a estos esquistos y propone el nombre de Formación Arroyo Pescado (p. 276) para los mismos. En la página 275 de la misma obra, menciona a las sedimentitas de edad carbónica, que en lo esencial se trata de lutitas negras azuladas y limolitas del mismo color, en intercalaciones finas con una masa conglomerádica gruesa, que lateralmente pasan aparentemente a areniscas grises claras de grano mediano a grueso. Siempre en la misma obra, en la página 276, Rolleri dice que la base de este supuesto carbónico está dada por los llamados Esquistos de Arroyo Pescado.

González (1972, p. 98) hace reeferencia a una comunicación personal de Borrello donde sospecha este último autor una edad silúrica-devónica, con mayor posibilidad la segunda, para los "Esquistos de Arroyo Pescado".

IV.1. CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA.

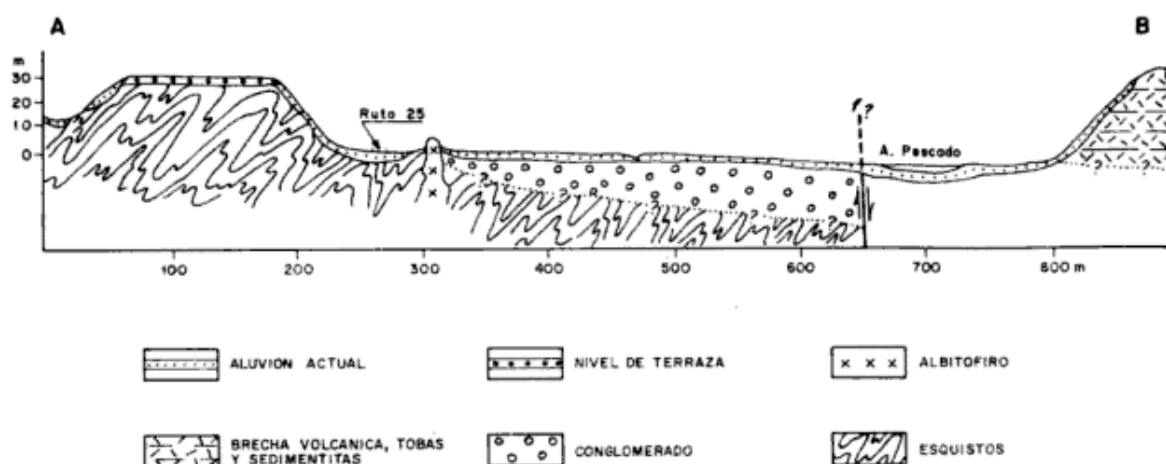
Los afloramientos estudiados están ubicados a ambos lados de la Ruta Nacional N° 25 entre los kilómetros 2071 y 2073 y en las márgenes de los cañadones de rumbo noroeste-sudeste que desembocan a la altura del kilómetro 2071 de la mencionada ruta.

Los esquistos plegados intensamente han sido afectados por metamorfismo regional de bajo grado y aparecen en pequeños afloramientos diseminados, cubiertos por la agradación en terrazas y el aluvio reciente. Muy probablemente estos esquistos continúan por debajo de la cubierta de los depósitos terrazados que se encuentran al norte de la Ruta N° 25 (véase figuras 2 y 3).

Estas rocas configuran una secuencia monótona de estratos y bancos de meta-areniscas finas grises oscuras a verdosas (en superficie expuesta a la intemperie presentan una pátina de coloración castaño rojiza de óxidos de hierro), con características de waques, cuya potencia oscila entre 5 y 70 cm, intercalados con metapelitas, a veces lustrosas, de coloración semejante, y bancos de rocas pizarreñas de color negro de espesores que varían entre 5 y 20 cm en promedio; en ciertas partes son mayores los espesores de meta-pelitas que los de meta-areniscas, pero siempre manteniéndose dentro de los valores mencionados.

En las meta-areniscas finas la estratificación relictica es perfectamente reconocible, aunque algo distorsionada, y en ciertos casos se observa una laminación fina interestratal quebrantada, en la cual finas bandas de 2 a 5 mm de espesor aparecen dislocadas y deformadas plásticamente por los efectos de flujo como respuesta a la deformación sufrida. Ciertas muestras exhiben finas laminillas micáceas dispuestas según la estratificación, reflejando, quizás, el esbozo de una incipiente esquistosidad.

Las meta-areniscas en general son compactas, de fracturas astillosa a lajosa. Microscópicamente poseen una textura palinséstica debido a que el metamorfismo ha sido de bajo grado, conservándose, aún, gran parte de la primitiva textura clástica microbrechosa. Granométricamente corresponden a psamitas finas. El componente más abundante siempre es el cuarzo, luego le sigue la plagioclasa sódica. La matriz está compuesta por pequeñas placas y laminillas distorsiona-



NOTA: LAS ALTURAS ESTAN REFERIDAS AL PUNTO ASTRONÓMICO N° 20 DE YPF (ver FIG. N°2) TOMADO COMO 0m.-

Figura 3

das de sericita, clorita y granos menores de cuarzo y plagioclasa. Escasas laminillas de biotita aparecen entre los componentes de la matriz sugiriendo un planteo respecto al grado de metamorfismo de estas rocas. Como componentes accesorios se observó circón y turmalina. Los minerales opacos se distribuyen irregularmente. Finas venillas de cuarzo, con reemplazo de calcita y albita en menor cantidad aparecen cortando a estas rocas. La abundancia de matriz y la acentuada angulosidad de los clastos le dan un carácter grauváquico a estas sedimentitas con leve metamorfismo.

Las *meta-pelitas* presentan una coloración negra a gris oscura, son compactas, las hay con fracturas irregular, lajosa y pizarreña. Microscópicamente presentan una granometría principalmente limolítica compuestas fundamentalmente por microgranos de cuarzo y plagioclasa. La matriz está compuesta por material sericítico y clorítico recristalizados, sílice microcristalina y material arcilloso. Respecto a su caracterización petrográfica son *esquistos pizarreños* y *metapelitas masivas* con efectos de un kinetometamorfismo de bajo grado (clorita-sericita).

IV.2. TOBAS INTERCALADAS

Intercalados dentro de las metasedimentitas descriptas se hallan bancos clásticos vulcanógenos difíciles de distinguir, normalmente, del conjunto de los esquistos, hallándose su ubicación en los afloramientos que se encuentran a ambos lados de la Ruta Nacional N° 25 entre los kilómetros 2071 y 2072. Son bancos de hasta 70 cm de espesor y se extienden discontinuamente debido a su condición de roca competente respecto a los esquistos, habiendo sido escindidas a modo de boudinage. Estas rocas atestiguan la existencia de un vulcanismo contemporáneo con la depositación de los sedimentos que dieron lugar a los Esquistos de Arroyo Pescado.

Son rocas de color pardo grisáceo con tonalidades verdosas, compactas, de fractura irregular y de aspecto masivo. El tamaño del grano es de grado psamítico y presenta numerosas venillas carbonáticas y silíceas con recorrido irregular. Microscópicamente poseen una textura clástica con predominio total de elementos vulcanógenos andesíticos. Su caracterización petrográfica indica una *arenisca tobácea lítico-cristalina andesítica*. La designación de estas rocas como tobáceas andesíticas es acertada si se da un sentido *lato* al término, por cuanto es evidente que

el material componente de la roca ha sufrido un retrabajamiento de tipo erosivo. Hay tanto litoclastos angulosos como redondeados, pero cristales aislados de plagioclasas aún conservan contornos cristalinos. Todo ello sugiere poco transporte y poca destrucción del material original, que desde el punto de vista de su composición puramente vulcanógena muestra que pudo haber habido una actividad volcánica de tipo andesítico o espilitico-keratofirico contemporánea con la sedimentación marina. Este es uno de los aspectos de mayor interés de estas rocas vulcanógenas con respecto a los Esquistos de Arroyo Pescado.

Un mayor detalle de la petrografía de estas rocas se puede ver en Spikermann (1976, págs. 13 a 17).

IV.3. RASGOS ESTRUCTURALES Y EDAD

Los esquistos están disectados por venillas de cuarzo, principalmente, y calcita de hasta 5 cm de espesor, que se disponen a veces según los planos de "esquistosidad" y otras oblicuos a ellos. Venillas finas de material limonítico se disponen, también, según estos planos.

Estas rocas están fuertemente plegadas, con rumbo general de sus planos axiles N-S a NNE e inclinación variable hacia el ONO. O sea, que los esfuerzos responsables de este plegamiento han actuado aproximadamente con una dirección E-O, provocando estructuras volcadas hacia el este, creando, debido a la baja competencia de las rocas, pliegues de diversos órdenes (se han observado replegamientos de una longitud de onda de hasta 20 cm). En general las meta-sedimentitas finas están muy fracturadas por los múltiples clivajes de fractura y diaclasamiento.

El plegamiento es de tipo similar asimétrico y sobre ellas han actuado fenómenos mecánicos flexurales y de flujo interestratal. Los efectos de flujo se pueden apreciar, con mayor claridad, en las charnelas de los pliegues de las meta-pelitas.

Es interesante hacer notar la similitud tanto litológica (exceptuando los sedimentos vulcanógenos intercalados) como de estilo estructural con el Paleozoico inferior de la Precordillera occidental y Cordillera Frontal de San Juan, este último de edad dudosa, sin con esto querer intentar hacer una correlación regional directa, pero sí indicar una similitud litológica y de procesos ambientales en épocas probablemente coetáneas.

Respecto a la edad de estas sedimentitas

leptometamórficas sólo se puede decir que serían pre-paleozoico superior, apuntando hacia una edad eopaleozoica extendible hasta el Devónico, si se supone que los conglomerados que suprayacen en forma discordante corresponden a la parte inferior de la "Serie de Tepuel".

V. Conglomerado suprapaleozoico

Se encuentra ubicado en un área reducida de unos 350 m por 200 m, en afloramientos aislados en forma de "montes durones" muy desgastados, entre los depósitos fluviales de la margen izquierda del arroyo Pescado y sobre la mano derecha de la Ruta Nacional N° 25 que va hacia Pampa de Agnía entre los kilómetros 2071 y 2072.

Rolleri (op. cit., p. 275-276) atribuye a estas sedimentitas al carbónico, asimilándolas al "Sistema de Tepuel" de Suero y las caracteriza como lutitas negro azuladas y limolitas intercaladas en un conglomerado grueso constituido por clastos provenientes de la Formación Río Pescado y otros de rocas ígneas verde oliva provenientes de diques que cortan a los esquistos del arroyo Pescado. Areniscas medianas a gruesas de color gris claro aparentemente reemplazan lateralmente al conglomerado.

Los afloramientos, como muestra la figura 2, representan formas más o menos alargadas, según el rumbo de la estratificación, con longitudes que varían entre 15 y 30 m y anchos aproximados entre 10 y 15 m los más desarrollados. El rumbo de los estratos varía entre N 25°-50° E con inclinaciones oscilantes entre 20° y 60° al SE aproximadamente, lo que podría estar indicando un fracturamiento menor, a lo cual contribuye la existencia de pequeñas fracturas con desplazamientos de pocos centímetros.

El conglomerado se halla bien estratificado, con intercalaciones de bancos de areniscas de 10 a 50 cm de espesor. Individualmente algunas de las secciones aflorantes presentan un espesor mínimo observable de 10 metros.

Petrográficamente es un *ortoconglomerado polimítico mediano*, de color gris oscuro con tonalidades verdosas, compacto, de fractura irregular. En superficie expuesta a la intemperie la coloración es pardo rojiza.

Los clastos predominantes son fragmentos líticos subredondeados; los tamaños varían en promedio entre 3 y 0,5 cm, aunque se encuentran clastos del orden de los 15 cm.

Los fragmentos líticos dominantes son esquistos subangulosos provenientes de los Esquistos de Arroyo Pescado. El cuarzo, las vulcanitas y granitos escasos y la ftanita presentan mayor esfericidad y redondeamiento.

La matriz es psamítica mediana a gruesa, compuesta principalmente por clastos de cuarzo, feldespato y gran cantidad de fragmentos líticos; material arcilloso, silíceo y carbonático actúan como ligantes entre los mismos. En cuanto a su madurez ésta no es muy avanzada ya que existe una alta proporción de elementos lábiles.

Los niveles de areniscas intercalados son rocas de color gris verdoso, compactas, de fractura irregular a astillosa, disectadas por venillas pequeñas de calcita. Poseen marcada estratificación y engloban esporádicamente clastos correspondientes a fragmentos líticos, de 2 a 5 mm, angulosos, distribuidos heterogéneamente y laminillas de micas de 1 mm. Microscópicamente poseen una textura clástica arenosa normal con caracteres microbrechosos, cuya granometría corresponde a arenisca fina, con buena selección. Los componentes clásticos en orden de abundancia son cuarzo, feldespato (oligoclasa y feldespato alcalino) y *fragmentos líticos* (esquistos y ftanita o cuarzo de veta). La matriz está compuesta fundamentalmente, además de los componentes recién mencionados, por laminillas de biotita y muscovita; material sericítico y clorítico junto con escaso material carbonático actúan como ligante. Como componentes accesorios se encontró circón y apatita. Los minerales opacos (óxido de hierro) son relativamente abundantes y aparecen en granos distribuidos heterogéneamente o a veces rellenando pequeñas fisuras. Estas psamitas pueden ser definidas como *areniscas líticas* con caracteres grauváquicos.

Hacia el sur, sobre la margen izquierda del arroyo Pescado, la facies conglomerádica parece hacerse más areniscosa. Estas areniscas poseen una composición y angulosidad, en cuanto a la composición clástica, muy semejante a la de las psamitas intercaladas en el conglomerado, diferenciándose principalmente por su mayor granometría y por la composición carbonática del material cementante. Debido a la exigüidad de estos afloramientos, se hace difícil distinguirlas como unidad aparte del conglomerado; por lo tanto se las homologó tentativamente como variación facial, no excluyéndose la posibilidad de que pertenezcan a una formación distinta. Esta advertencia es necesaria por

cuanto los elementos de observación son muy parciales; sobre todo ante la importancia geológica que adquiere la presencia del conglomerado ya que como indicador de un paleoambiente marca características que le son propias.

Un mayor detalle de las petrografía de estas rocas se puede ver en Spikerman (1976, págs. 22 a 24).

V.1. SIGNIFICADO DE LA LITOLOGÍA DEL CONGLOMERADO

Cuatro características litológicas del conglomerado y sus niveles psamíticos intercalados merecen un comentario que puede dar a afloramientos tan reducidos un sentido mayor que el que en primera aproximación podría evidenciarse por el sólo significado geológico de una discordancia capaz de vincularse con una transgresión marina.

Esos cuatro caracteres son: 1) El tipo litológico de la fracción psamítica en su distinción de detalle con las psamitas de la formación más antigua (F. Río Pescado); 2) La presencia de clastos de esquistos y su abundancia; 3) El contenido de rodados de plutonitas; y 4) La existencia de clastos de vulcanitas.

Ese significado, según sus cuatro aspectos, se resume en lo siguiente:

1) *Características de las psamitas.* Existe una diferencia bastante clara entre las psamitas del conglomerado y las metaareniscas de la Formación Río Pescado, como se deduce de las descripciones precedentes. Estas últimas son constantemente wákicas muy propias de un ambiente de sedimentación inestable y siempre carentes de cemento carbonático. Las que suprayacen a la discordancia son de textura clástica normal con o sin cemento calcáreo. El interés de esto está en la posibilidad de la distinción de cualquier afloramiento aislado que deje dudas sobre su ubicación estratigráfica debido a la cubierta de depósitos cuartarios y de vegetación que son en la zona un constante factor de indefiniciones.

2) *La presencia dominante de esquistos.* Esta característica comprobable a simple vista y confirmada microscópicamente era de esperar debido a las relaciones de discordancia que media entre el conglomerado y los esquistos muy replegados. El predominio neto de clastos de esquistos (meta-areniscas y meta-pelitas) indican una relación muy directa de proveniencia, demostrando que el área

sujeta a erosión estaba constituida esencialmente por la Formación Río Pescado, sin que pueda suponerse por lo menos con probabilidad, que hayan existido episodios de sedimentación importantes posteriores a los esquistos y previo a los conglomerados. Esto tiene significación para la edad. En ese sentido es coherente la idea de una atribución al carbónico y no a una edad mucho más reciente.

3) *Presencia de plutonitas.* La presencia de plutonitas graníticas es de relevante interés. Por lo menos asegura la existencia de un plutonismo y un período de erosión muy importante con anterioridad a la depositación del conglomerado; es conveniente mencionar aquí al Granito de Catreleo, que según Robbiano (1971), es de edad pre-Carbónica. Teniendo en cuenta el concepto regional de Suero (1948, 1953), quien se refiere a la factibilidad de que en la prolongación septentrional de la Sierra de Tecka pueda hallarse el basamento de la "Serie de Tepuel", estos conglomerados bien podrían pertenecer a la parte inferior de la mencionada serie. Si esto último fuera correcto, quedaría en evidencia la existencia de un plutonismo granítico previo a la depositación de la "Serie de Tepuel", observación ésta que se puede obtener de las descripciones litológicas realizadas por el mismo Suero (1953), donde menciona la existencia de rodados de granito en conglomerados en la parte inferior de los perfiles de la mencionada serie (Tepuel, Tecka, Las Salinas, parte septentrional de la Sierra de Languiño, o lo que correspondería a la parte superior de la "Serie de Tepuel" en el área de Nueva Lubecka, todas estas localidades en la provincia del Chubut y Estancia La Leona en la provincia de Santa Cruz). Como se puede apreciar, esta gran distribución areal para este posible plutonismo pre-Paleozoico superior indicaría características regionales.

4) *Presencia de vulcanitas.* Los clastos de vulcanitas indican la existencia de un vulcanismo previo o a lo sumo sincrónico con la época de formación del conglomerado. La interpretación de la edad de este vulcanismo cuenta con pocos elementos adicionales de juicio. El antecedente más directo lo ofrecen las rocas tobáceas contemporáneas con la depositación de los sedimentos que dieron lugar a la formación posterior de los esquistos de arroyo Pescado. Las diferencias litológicas entre dichas rocas piroclásticas y los clastos del conglomerado estriban principalmente en que estos últimos son de ca-

rácter más ácido y podrían indicar que la proveniencia es de rocas volcánicas posteriores a la de los esquistos de arroyo Pescado. Esto sería lógico porque es perfectamente admisible la existencia de un vulcanismo orogénico posterior al plegamiento de aquéllos. Esto podría ser corroborado, quizás, con mayor conocimiento de otros afloramientos esquistosos similares.

Pero la cuestión queda pendiente por cuanto esa diferencia litológica debe ser tomada con precaución, debido a que el conglomerado sin duda alguna se ha formado por erosión de un área mucho más extensa que la de los afloramientos de la zona de arroyo Pescado donde han sido detectadas dichas areniscas tobáceas. El vulcanismo contemporáneo con los esquistos de arroyo Pescado pudo haber sido de composición más heterogénea. Sobre la posible contemporaneidad de ese vulcanismo manifiesto en los clastos del conglomerado mismo, el único antecedente al respecto estaría dado por las pudingas con clastos de vulcanitas de la Formación Chupadero, de posible edad Carbónica, en la quebrada de La Alumbraera, en la Precordillera de San Juan (según Quartino y Zardini, 1970). Con todo se estima que un vulcanismo posterior a las tobas de los esquistos de arroyo Pescado y anterior al conglomerado sea más factible.

Otro aspecto que merece comentario es que la posibilidad de un origen glaciario del conglomerado no cuenta con rasgos que apoyen tal criterio. Incluso se debe añadir a la nota publicada por Roller (op. cit.) que la estratificación ordenada es un rasgo distintivo del paquete de conglomerados y areniscas.

VI. Areniscas, pelitas, tobas y brechas volcánicas de supuesta edad jurásica

Areniscas, lutitas y tobas con intercalaciones significativas de brechas volcánicas afloran en la escarpa de terreno sobre la margen derecha del arroyo Pescado. Todo el conjunto es una sucesión homoclinal de rumbo NO con inclinación al SO, con algunas formas de plegamiento menor en las sedimentitas, y con un espesor total aflorante del orden de los 400 metros.

Esta escarpa, cuya existencia corresponde muy probablemente al efecto de una falla (que ha controlado el curso del arroyo Pescado), se extiende desde la altura de las

casas de Ap Iwan hacia el sur por una corrida de unos 700 m (ver figura 2).

Recorriendo de norte a sur esta escarpa los primeros afloramientos de areniscas aparecen apoyados sobre brechas volcánicas a unos 100 m aguas arriba del puente de la Estancia Arroyo Pescado. Unos 40 m más adelante aparecen tabiques de lutitas completamente astillosas, en posición como si estuvieran apretadas entre los espesores de brechas volcánicas. Estos tabiques poseen potencias variables entre 0,5 y 4 m, dentro de los cuales hay clastos de andesitas de 3 a 10 cm de diámetro muy dispersos y también nódulos de areniscas de 1 a 3 cm de diámetro tipo concrecional. Estos tabiques están afectados por fracturas muy probablemente de acomodamiento debido a que el material lutítico actuó como zona de patinaje entre los mantos de brechas volcánicas.

Hacia el sur la facies pelítica se va haciendo más areniscosa, y ya a unos 50 m de las lutitas son areniscas finas con un espesor aproximado de 35 metros. Estas sedimentitas poseen muy buena estratificación dada por bancos de areniscas finas 1 a 10 cm de espesor con estratificación entrecruzada no muy bien definida e intercalaciones aisladas de bancos pelíticos con espesores variables entre 10 cm y 1,5 metros. Son psamitas con marcado contenido orgánico, pudiéndose apreciar en ciertos bancos restos de tallos vegetales mal conservados; muestras de estas psamitas fueron entregadas para la realización de estudios palinológicos al doctor Azcuy, siendo el resultado lamentablemente negativo. Continuando hacia el sur, luego de un intervalo de 200 m de brechas volcánicas, estas sedimentitas pasan a areniscas tobáceas de color gris, con intercalaciones de tobas grises claras y rojizas, siendo las primeras las más abundantes y las responsables de la coloración general de los afloramientos. Estas areniscas tobáceas y tobas se desarrollan a lo largo de unos 250 m del talud. En cuanto a su disposición estructural, contrastan con las sedimentitas antes mencionadas ya que están plegadas. El rumbo general de estas estructuras es variable entre N 45°-60° O, o sea un arrumbamiento general similar al de las brechas volcánicas. En estos sedimentos tobáceos también se encontraron restos de vegetales mal conservados. Una descripción petrográfica más detallada de estas rocas puede verse en Spikermann (1976, págs. 32 a 34).

Las brechas volcánicas afloran en la parte trasera de las casas de la Estancia Arroyo Pescado y a lo largo de la escarpa del terreno sobre la margen derecha del arroyo Pescado, como ya se mencionó. Estas brechas están estratificadas, fenómeno este que se puede apreciar con mayor claridad en los afloramientos que se encuentran detrás de las casas. Esta estratificación está dada por la alternancia de bancos delgados de areniscas tobáceas de 5 a 20 cm de espesor y estratos de brechas volcánicas de más de 50 cm de espesor, con clastos de composición andesítica de hasta 40 cm de diámetro. Hacia el sur estas brechas se hacen más masivas.

VI.1. SIGNIFICADO DE LOS AFLORAMIENTOS DE LA ESCARPA DEL ARROYO PESCADO

La litología de las sedimentitas muestra una clara diferencia con la observada en las areniscas intercaladas en el conglomerado. Si una similitud debiera buscarse sería con los esquistos, pero esa similitud sería accidental por el carácter wáxico y la incipiente recristalización. Pero hay una diferencia que estriba en que las rocas de la escarpa contienen materia orgánica en forma de tallos vegetales que no han sido observados en los esquistos. En cuanto a la estructura, si bien hay un plegamiento que en el sector sur es algo acentuado, no alcanza de ningún modo al estilo de los esquistos. Lo cual abre la posibilidad, como hipótesis alternativa, de comparar estas sedimentitas con los difundidos afloramientos de rocas jurásicas en la región. Esta hipótesis parece más probable al autor, sobre todo teniendo en cuenta que la recristalización sufrida por estas sedimentitas ha sido provocada por el calor de la actividad volcánica y aún los fenómenos de amasamiento provocados por los espesores rígidos de la brecha volcánica. Precisamente por lo menos parte del plegamiento es típicamente interstratal, por acomodamiento al producirse el desplazamiento de los bloques de brecha y la compresión como mordaza de los mismos. *El estilo estructural de las sedimentitas es pues eminentemente local.*

Cabe agregar que Roller (op. cit., pág. 274) refiere a la Serie Andesítica Cautiva-liense los mantos de andesitas con intercalaciones de areniscas sabulíticas conglomerados finos y tobas del área.

En cuanto al significado geológico de estas sedimentitas dado su carácter wáxico

y unido conceptualmente a la presencia de materia orgánica y restos de tallos vegetales, y que se pueden apreciar estructuras de entrecruzamientos, y que estas sedimentación presenta intercalaciones de brechas volcánicas y tobas, induce a suponer el paleoambiente que reinó durante el tiempo de su formación como subácueo de poca profundidad, relativamente inestable, con relación vecinal a un área continental y participación simultánea de vulcanismo. Esto en primera instancia es lo que se puede decir, sin con ello querer dar a esta interpretación un carácter definitivo.

VII. Manifestaciones volcánicas de la zona de arroyo Pescado

Las manifestaciones volcánicas aquí tratadas son aquellas que afloran en el alto faldeo del extremo norte del área mapeada y las que se encuentran alojadas intrusivamente en los esquistos cerca de la ruta nacional N° 25.

a) *Sector norte de la zona mapeada:* La unidad aflorante de mayor desarrollo en el área de estudio es la que se encuentra en el sector norte (figura 2). Este afloramiento se extiende a modo de faja continua casi coronando el alto faldeo. Por su aspecto da la impresión de ser un filón capa, lo cual no se puede verificar debido a que tanto el "techo" como la base de los afloramientos se encuentran cubiertos por material de derrubio, a tal punto que se desconoce la caja. Petrográficamente corresponde a un *pórfiro andesítico piroxénico*. Son rocas de color gris oscuro verdoso, a veces con tonalidades moradas, compactas, de fractura irregular y con textura porfírica. Dentro de la pasta afanítica se hallan fenocristales de plagioclasas en tablillas de 2 a 3 mm y minerales máficos subhedrales de 2 a 5 mm de tamaño.

Al norte de la zona mapeada, siguiendo los afloramientos andesíticos se comprobó la existencia de una *dolerita* muy probablemente intruida en el pórfiro. La distinción entre ambas rocas no es fácil en el campo ya que la coloración y aspecto general son bastante parecidos. Esta *dolerita olivinica* probablemente esté indicando raíces de efusiones basálticas más modernas merecedoras de ser comparadas con el magmatismo olivinico del Terciario o Cuartario.

b) *Sector aflorante dentro de los esquistos.* Estos afloramientos de andesitas se en-

cuentran en forma diseminada en la zona aluvial del arroyo Pescado a la altura del kilómetro 2071. Se destacan por las características de su relieve y tipo de afloramiento según resaltos más o menos abruptos similares a los de los conglomerados. Son peñascos aislados sin relaciones geológicas visibles o bien intrusiones en los esquistos.

En general el grado de alteración es marcado. Son *andesitas piroxénicas* y en un solo caso fue determinado un pequeño afloramiento de *albitófiro*. Una más completa caracterización petrográfica se puede ver en Spikermann (1976, págs. 41 a 43).

VII.1. ACERCA DE LA EDAD DE LAS VULCANITAS

Se observa que las diferencias más notables halladas en el conjunto de vulcanitas corresponden a la *dolerita* y al *albitófiro* respectivamente en relación al conjunto de *andesitas piroxénicas*. Estas últimas no ofrecen elementos diagnóstico para una ubicación en el cuadro de la estratigrafía local. Sólo por comparación petrográfica se puede intentar una homologación con las brechas volcánicas de la escarpa de la margen derecha del arroyo Pescado. Su edad quedará incorporada al problema de la edad de las sedimentitas de la escarpa, lo cual fue considerado anteriormente.

Como se mencionó respecto de las rocas *doleríticas*, éstas con mucha probabilidad pueden ser raíces de efusiones basálticas más modernas comparable con el magmatismo olivínico del Cuartario y Terciario Patagónico. La presencia de olivina en esta roca hace de factor muy crítico de contraste neto con la mineralogía de las andesitas, aun considerando una posible ampliación del grado de basicidad de las mismas. Además de ello, en las andesitas se halla anfíbol relicto de alteración, lo cual acentúa las diferencias. Con respecto a los *albitófiros* se abre un interrogante en cuanto a su ubicación, ya que tanto cabe la probabilidad de que sea una variación local del vulcanismo andesítico como que signifique una intrusión independiente, no correlacionable.

Resumiendo, en el área de la Estancia Arroyo Pescado se puede identificar por lo menos tres manifestaciones volcánicas distintas. Ellas son:

- 1) Las tobas areniscosas intercaladas dentro de los esquistos, de probable edad precarbónica.

- 2) Los pórfiros andesíticos piroxénicos, andesitas piroxénicas, brechas volcánicas y *albitófiro*, de probable edad jurásica.
- 3) La *dolerita* de probable edad terciaria o cuartaria (esta última roca no aparece en la figura 2 por hallarse fuera del área cubierta).

Cabe agregar, con dudas, un cuarto ciclo ubicado en el lapso post-esquistos-pre-conglomerado o a lo sumo simultáneo con la formación del conglomerado.

VIII. Rasgos geomorfológicos y estructurales

La presencia de bloques erráticos de rocas graníticas de hasta 1,5 m de diámetro en la actual llanura aluvial del arroyo Pescado, sugiere la destrucción de depósitos glaciarios o fluvio-glaciarios en acuerdo con el criterio de Flint y Fidalgo (1968), quienes hacen llegar la zona de influencia glaciaria pleistocénica hasta el área que nos ocupa.

Los niveles labrados de terrazas, de los cuales se puede asegurar la existencia de dos como se indica en la figura 2, están trabajados directamente sobre los esquistos y las rocas sedimentarias e ígneas que se hallan sobre la margen derecha del arroyo Pescado. Soportan una cubierta de rodados de los cuales son significativos los de plutonitas, que indican una proveniencia muy probable del área cordillerana. El origen fluvio-glacial de estos depósitos está de acuerdo con lo dicho más arriba.

Los rasgos más evidentemente fluviales se hallan en el valle del río Tecka, incluyendo el sector donde el arroyo Pescado desemboca en él; mientras que en el curso superior del arroyo Pescado, fuera de la zona mapeada, el relieve es el de una zona "deprimida" amplia, no elongada, que aparentemente no muestra rasgos de un origen fluvial, pudiéndose deber posiblemente a razones estructurales, como luego se verá, o a la herencia de un relieve negativo suave de origen glaciario posteriormente remodelado.

El resalto morfológico de rumbo NO que se halla en el sector norte del mapa, en su interpretación como de origen estructural significaría una falla en ángulo con la que tiene rumbo NNE y es paralela en ese sector al curso del arroyo Pescado, configu-

rando ambas una estructura tipo bloque. La primera de estas fallas cuenta, además de la sugerencia morfológica, con el cambio litológico evidenciado por el gran afloramiento de pórfiro andesítico. El resalto tiene origen estructural según esta interpretación, sugiriéndose que el bloque elevado lo ha sido por reactivación de una estructura antigua que probablemente determinó la elevación del bloque SO con la consiguiente elevación de los esquistos. La falla del arroyo Pescado se apoya en un neto cambio estructural a ambos lados de donde la misma ha sido ubicada. La ubicación es tentativa pero suficiente para separar la estructura homoclinal situada al S de la Estancia arroyo Pescado de la zona donde aflora el conglomerado con rumbos cambiantes pero en fuerte ángulo con la anterior.

El resalto morfológico que se observa sobre la margen derecha del arroyo Pescado indicaría la elevación del bloque oriental, con lo cual estructuralmente la zona de afloramiento del conglomerado suprapaleozoico y el de los esquistos se ubicaría en un área deprimida, como un graben muy moderno. La ubicación precisamente allí de los esquistos (indicadores de un alto estructural) marca muy probablemente la existencia de un antiguo bloque elevado que luego de nivelado fue reactivado inversamente.

Como evidencias de un fracturamiento menor se hallan los cambios de rumbo observados en los conglomerados, como también en las masas de brecha volcánica que fueron movidas respecto de las sedimentitas, dentro de las cuales se hallan intercaladas, por efecto de "patinaje" aprovechando el contraste de comportamiento mecánico entre las sedimentitas y las brechas volcánicas.

IX. Historia geológica local

A lo largo del texto fueron descriptas las distintas características de las unidades mapeadas. Recopilando esta información se bosqueja una breve historia geológica del área, que permite suponer para épocas del paleozoico inferior o medio una cuenca

sedimentaria marina con participación de manifestaciones efusivas. Posteriormente esta unidad es intensamente plegada, quizás durante el Devónico, produciéndose una intensa deformación y un metamorfismo incipiente, bajo esfuerzos deformantes principalmente de dirección E-O con volcamiento de la estructura de plegamiento hacia el Este.

Posteriormente a un período erosivo se depositó el conglomerado de supuesta edad carbónica, que se apoya en discordancia angular directamente sobre los esquistos, formado fundamentalmente a expensas de éstos, en un ambiente tectónicamente inestable. La presencia de clastos graníticos y de vulcanitas dentro del conglomerado permiten inferir la existencia de un plutonismo y de un vulcanismo previo a la formación del conglomerado o a lo sumo, en el caso del vulcanismo, ocurrido simultáneamente con la formación del mismo.

La secuencia de brechas volcánicas andesíticas, pelitas, areniscas y areniscas tobáceas, de supuesta edad jurásica, se hallaría por encima del conglomerado. Una aparente discordancia de tipo angular, evidenciada por los distintos arrumbamientos no puede ser excluida, aunque dicho fenómeno bien podría deberse a efectos de un fallamiento más moderno. Las brechas volcánicas, por razones de consanguinidad pueden ser homologadas con las otras manifestaciones andesítico-piroxénicas. Las sedimentitas caracterizan un paleoambiente subácueo de escasa profundidad, relativamente inestable, con participación simultánea de vulcanismo.

Lo dolerita (no está representada en la figura 2) indica localmente la probable existencia de raíces de la actividad basáltica olivínica del Terciario-Cuartario tan característica de la Patagonia extraandina.

El carácter estructural de las rocas en las inmediaciones de la Estancia Arroyo Pescado es el de bloques sobreimpuestos a una estructura precedente de plegamiento.

Finalmente los bloques erráticos graníticos y los niveles de terrazas indicarían una actividad fluvio-glacial y fluvial pleistocénica y reciente respectivamente.

Lista de trabajos citados en el texto

- Borrello, A. V., 1969. *Los Geosinclinales de la Argentina*. Direc. Nac. de Geol. y Min. Anales XIV.
Flint, R. F. y F. Fidalgo, 1968. *Drift glacial al Este de los Andes entre Bariloche y Esquel*. Inst. Nac. de Geol. y Min., Bol. 119.

- González, C. R., 1972. *La Formación Las Salinas, Paleozoico superior del Chubut. Parte I. Estratigrafía, facies y ambientes de sedimentación*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVII (1): 95-115.
- Quartino, B. J. y A. R. Zardini, 1970. *Estudio y exploración geológica de la región Barreal-Calingasta y quebrada de La Alumbreira*. Gobierno de la Provincia de San Juan, Departamento Minería, Tomo III.
- Robbiano, J. A., 1971. *Contribución al conocimiento estratigráfico de la Sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnía*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVI (1): 41-56.
- Rolleri, E., 1970. *Discordancia en la base del Neopaleozoico al Este de Esquel*. An. IVa. Jorn. Geol. Arg., II.
- Spikermann, J. P., 1976. *Contribución al conocimiento de la intrusividad en el Paleozoico de la región extraandina del Chubut*. Tesis, Fac. de Cs. Ex. y Nat. de la Univ. de Buenos Aires, (inérito).
- Suero, T., 1948. *Descubrimiento del Paleozoico superior en la zona extraandina del Chubut*. Bol. Inf. Petrol., 287.
- 1953. *Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extraandina del Chubut*. Asoc. Geol. Arg., Rev. VIII (1): 37-53.
- 1958. *Datos geológicos sobre el paleozoico superior en la zona de Nueva Lubecka y alrededores*. Rev. Mus. de La Plata, V (30): 1-28.
- Ugarte, F. R. E., 1966. *Algunas consideraciones sobre la Formación del Río Corintos, Esquel, Chubut*. An. Univ. Patagonia "San Juan Bosco". Com. Rivadavia. Cs. Geol., I, (1): 69-75.

Recibido: noviembre 18, 1976.

2º CONGRESO GEOLOGICO CHILENO

En la ciudad de Arica durante el mes de agosto de 1979 se realizará el Segundo Congreso Geológico Chileno organizado por el Instituto de Investigaciones Geológicas del país hermano. Este estará dedicado a la memoria del profesor Jorge Muñoz Cristi, quien fuera uno de los impulsores de la geología chilena.

Para mayor información remitirse a:

2º Congreso Geológico Chileno
Casilla 10465 - Santiago
CHILE

EROSION Y SEDIMENTACION EN UN TRAMO DE CAUCE DEL RIO PARANA MEDIO (REPUBLICA ARGENTINA)

EDMUNDO C. DRAGO

Instituto Nacional de Limnología

Resumen

Se ha realizado una evaluación cuantitativa de los procesos de erosión y sedimentación en un tramo del cauce principal del río Paraná medio ($31^{\circ} 42' S$ y $60^{\circ} 35' O$) durante un período de 66 años. La superficie de la cuenca imbrífera del río de la Plata hasta el área de estudio es de $2,04 \times 10^6 \text{ km}^2$; el caudal medio anual es de $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ y la carga sólida media transportada es de $93,3 \times 10^6 \text{ tm/año}$, con una erosión para dicha cuenca de $46 \text{ tm/km}^2/\text{año}$. El máximo avance de la línea de ribera alcanzó a 222 m/año y el retroceso máximo a 90 m/año . La llanura aluvial avanzó hacia el este con un promedio de 45 m/año . Las migraciones del talweg suelen ser importantes, llegando a valores de 350 m/año . Las migraciones de los bancos e islas de cauce aguas abajo y lateralmente pueden alcanzar en promedio los 60 y 36 m/año , respectivamente. La sedimentación media anual para todo el período se calculó en $2 \times 10^6 \text{ tm/año}$ y la máxima anual $9 \times 10^6 \text{ tm/año}$. La carga atribuible al transporte del lecho no superaría las $10 \times 10^6 \text{ tm/año}$. Finalmente se presenta un modelo conceptual de las interrelaciones entre los diversos elementos geomorfológicos considerados. El trabajo fue realizado en base de cartas hidrográficas escala 1:50.000, relevadas por la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Distrito Paraná Medio, que abarcan desde 1901 a 1966, con un intervalo medio de relevamiento de 5 años.

Introducción

El objetivo del presente trabajo es evaluar cuantitativamente los procesos de erosión y sedimentación en el río Paraná medio, con la finalidad de lograr un modelo conceptual de las interrelaciones existentes entre los diversos elementos geomorfológicos considerados. Por otra parte, el apoyo de la geomorfología fluvial es indispensable para la planificación de obras hidráulicas, como la que en este momento se proyecta para el río Paraná medio.

Para tal fin, se seleccionó un tramo del cauce principal a la altura de los $31^{\circ} 42' S$ y los $60^{\circ} 35' O$ este que, con una longitud de $13,5 \text{ km}$, se extiende desde la Toma de Aguas Corrientes de Paraná hasta la

Abstract

A quantitative evaluation of the erosion and sedimentation processes over a period of 66 years has been made in the middle Paraná river ($31^{\circ} 42' S - 60^{\circ} 35' W$). The Río de la Plata drainage basin, upstream from the studied area, comprises $2,04 \times 10^6 \text{ km}^2$; the annual average discharge is $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{sec}$ and the mean solid load transported is $93,3 \times 10^6 \text{ tm/yr}$. There is also an erosion of $46 \text{ tm/km}^2/\text{yr}$. The maximum rate of bank-line buildout was 222 m/yr and the maximum retreat was found to be 90 m/yr . The alluvial flood plain moved eastward with an average rate of 45 m/yr . The thalweg shiftings are sometimes important reaching 350 m/yr . Bar and island migration in the downstream direction and laterally could reach as a mean 60 and 36 m/yr , respectively. The annual average sedimentation was found to be $2 \times 10^6 \text{ tm}$ and the annual maximum was $9 \times 10^6 \text{ tm}$. It was estimated that the bed load would not be more than $10 \times 10^6 \text{ tm/yr}$. Finally, a conceptual model of the interrelations among the different geomorphological elements is provided. The hydrographic charts (1:50.000) were made by the Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables of Argentina, Distrito Paraná Medio, during the period 1901-1966, with a mean interval between consecutive surveys of 5 years.

isla Carabajal. Su ancho medio es de $1,8 \text{ km}$ con un máximo de $2,7 \text{ km}$ y un mínimo de $0,7 \text{ km}$; las profundidades máximas oscilan entre 25 y 30 m (fig. 1).

El río Paraná aguas arriba de la confluencia con el río Paraguay presenta un cauce angosto, con rápidos y afloramientos de roca basáltica; aguas abajo de aquella comienza la llanura aluvial, que se continúa a través de 900 km hasta el río de la Plata. Por sus características geográficas e hidrológicas se denomina Paraná medio al tramo comprendido entre la confluencia con el Paraguay y la ciudad de Diamante (prov. de E. Ríos), donde comienza el Paraná inferior o delta (Sol-

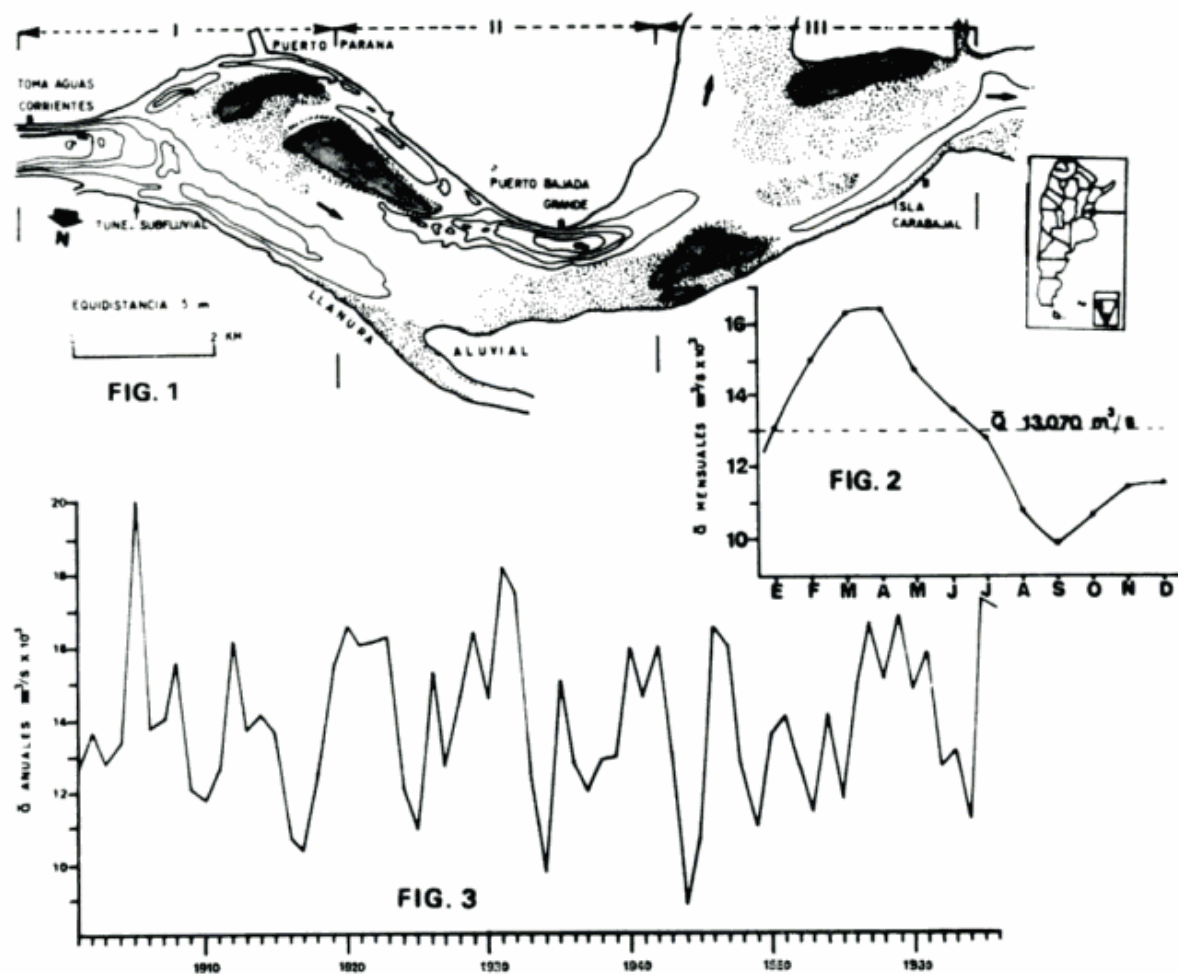


Fig. 1. — Tramo de cauce investigado; fig. 2. — Curva de caudales medios mensuales para el período 1901-1975; Fig. 3. — Curva de caudales medios anuales para el período 1901-1966.

dano, 1947). La superficie de la cuenca imbrífera del río de la Plata hasta la ciudad de Paraná (prov. de E. Ríos) es de $2,04 \times 10^6 \text{ km}^2$ (Mazza, 1962). El caudal medio anual en la sección Toma de Aguas Corrientes del Paraná es de $13 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$, con un máximo anual registrado en el año 1905 de $35 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$, y un mínimo de $4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ observado en 1944 (Dirección Nac. de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Distrito Paraná Medio). Las figuras 2 y 3 representan el comportamiento hidrológico del río en el área investigada. La carga sólida media transportada en suspensión en la sección, estimada en base a registros efectuados por el mencionado Distrito, es de aproximadamente $3 \times 10^3 \text{ kg/s}$, significando un aporte medio de $93,3 \times 10^6 \text{ tm/año}$, con una intensidad de erosión para la superficie de la cuenca mencionada de $46 \text{ tm/km}^2/\text{año}$. Otros cálculos llevan el aporte total anual en la desembocadura a aproximadamente

$112 \times 10^6 \text{ tm/año}$ y una erosión de $40 \text{ tm/km}^2/\text{año}$ (Depetris y Griffin, 1968).

La llanura aluvial del Paraná medio posee una longitud de 600 km y una superficie aproximada de 7.200 km^2 (Iriando y Drago, 1972); constituye una típica llanura de inundación compuesta, formada por depósitos de cauce y de inundación (Drago, 1973), quedando prácticamente cubierta por las aguas durante las grandes crecientes. Su ancho es menor de 10 km aguas arriba de la ciudad de Corrientes (prov. de Corrientes), alcanzando a la latitud de la ciudad de Diamante (prov. de Entre Ríos) 25 km de ancho; por su parte, el cauce presenta en la primera localidad un ancho de unos 4,2 km y en la última 1,5 km. El paisaje presenta un gran desarrollo de las líneas de avenamiento, como así también gran número de cauces abandonados, lagunas, pantanos, etc., siendo también importantes como elementos geomorfológicos los albardones, que constituyen

el asiento de la vegetación de mayor porte dentro de la llanura aluvial.

Metodología

El trabajo fue realizado en base de 13 cartas hidrográficas en escala 1:50.000 relevadas por la Dirección Nac. de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Distrito Paraná Medio. Estas cartas abarcan un período de 66 años (1901-1966), con un intervalo medio de relevamiento de 5 años. Para el análisis de los cambios operados por las líneas de ribera se realizaron 400 mediciones comparativas en 14 secciones transversales, basadas en puntos fijos de referencia y separadas por una distancia de 1 kilómetro. El período total fue dividido en tres intervalos: 1901-1918, 1918-1938 y 1938-1966, con el objeto de lograr una mayor precisión y cuantificación de este proceso.

La relación existente entre las migraciones del cauce y la erosión, sedimentación y morfología general del cauce, fue determinada realizando aproximadamente 200 me-

diciones de los desplazamientos del talweg y del borde de la llanura aluvial adyacente en tres puntos fijos de referencia: Toma de Aguas Corrientes de Paraná, Bajada Grande e isla Carabajal. Los valores de la variación angular de los bancos e islas de cauce y del talweg fueron obtenidos tomando como base la dirección general del flujo de la corriente en el tramo de cauce investigado.

Para el cálculo y análisis de la erosión y deposición vertical en el cauce, se compararon sucesivamente los perfiles transversales correspondientes a una misma sección en diversos puntos a lo largo del tramo estudiado. Por superposición de aquéllos, se obtuvieron los valores de arrastres o acumulación vertical entre cada relevamiento. Se estudiaron más de 100 perfiles que indicaron valores similares de erosión y deposición vertical, por lo cual se presenta solamente el análisis de este proceso en dos puntos, Toma de Aguas Corrientes y ciudad de Paraná. La sedimentación en el cauce se calculó obteniendo el volumen del tramo considerado como si éste fuese una

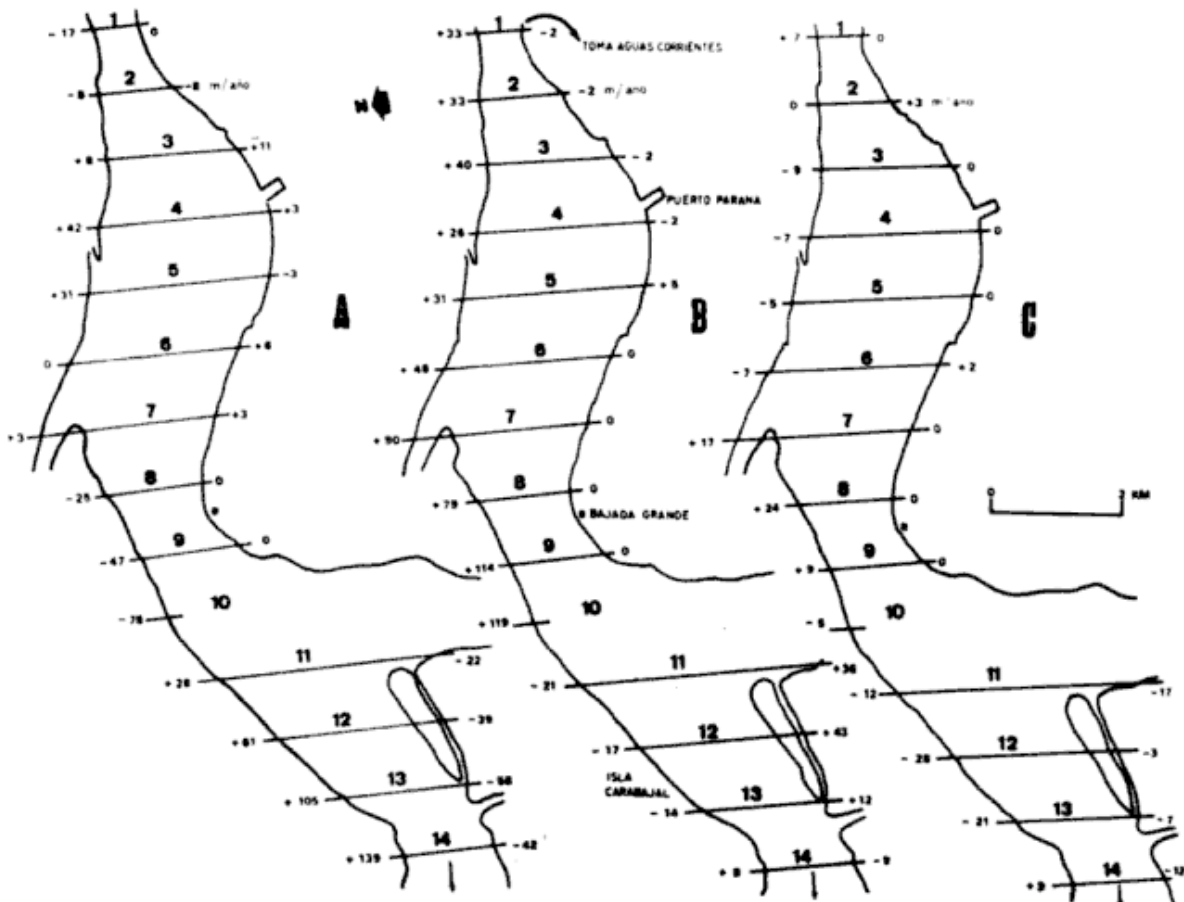


Fig. 4. — Promedio de migración de líneas de ribera en m/año. A: 1901-1918; B: 1918-1938; C: 1938-1966. El signo positivo indica avance o sedimentación; el signo negativo retroceso o erosión.

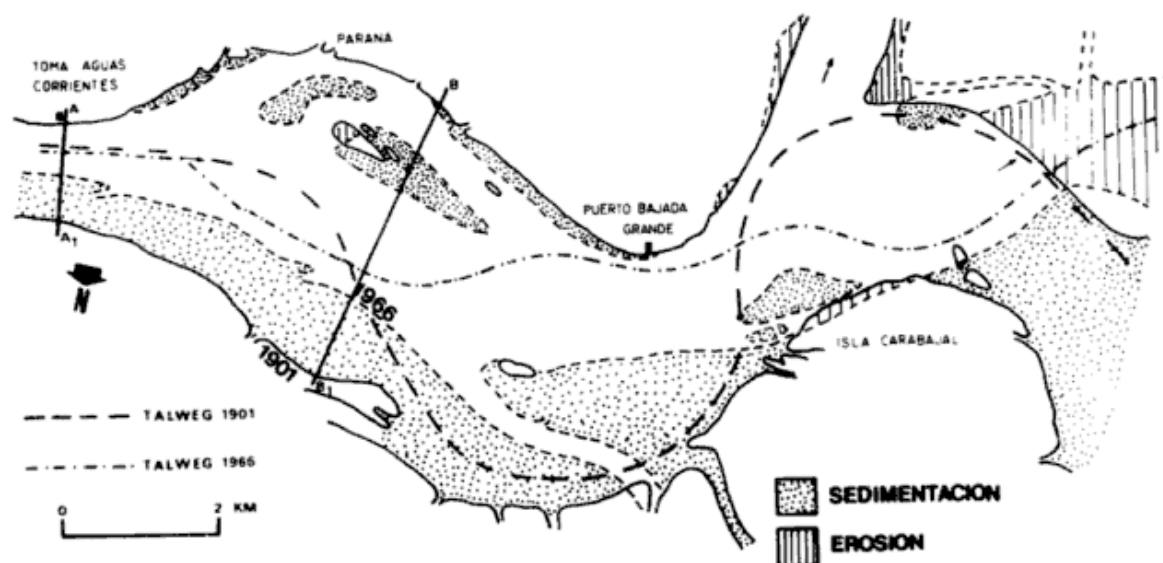


Fig. 5. — Variación de las líneas de ribera y del talweg entre los años 1901 y 1966. A-A₁ y B-B₁: perfiles transversales analizados.

cubeta cerrada o un lago. El volumen total para cada año fue determinado calculando los volúmenes parciales contenidos en cada estrato limitado por dos isobatas consecutivas. Debido a la pendiente de las riberas, es necesario considerar las superficies superiores e inferiores de cada estrato. Los volúmenes parciales se calcularon según la fórmula $V = 1/3 (A_1 A_2 A_1 A_2) h$, donde A_1 es la superficie superior del estrato y A_2 la inferior. La equidistancia o espesor del estrato está dada por h (Hutchinson, 1957). Efectuando la sumatoria de estos volúmenes parciales, se obtuvo el volumen total para cada año considerado.

Migración de las líneas de ribera

La figura 4 muestra el promedio de migración de las riberas en m/año para los tres períodos seleccionados, donde un retroceso (erosión) de la ribera está indicado por la cifra precedida por un signo negativo, mientras que un avance (sedimentación) por un signo positivo. En el siguiente cuadro se consignan para cada período, los avances y retrocesos máximos (m/año), sus respectivos promedios máximos (m/año), y las secciones (S) y riberas (RD o RI) donde fueron observados:

El estudio de las cartas comparativas, además de aportar datos sobre la magnitud de los movimientos de las riberas durante períodos relativamente breves, permite obtener algunas conclusiones de interés. Se puede observar que los mínimos avances y retrocesos se producen en la ribera izquierda, especialmente en el tramo comprendido entre las secciones 1 y 9, determinada por la barranca entrerriana. Aguas abajo de Bajada Grande, el cauce se bifurca, desplazándose el brazo secundario sobre la ribera entrerriana y el cauce principal a su derecha, a través de sedimentos aluviales recientes; en esta zona los avances y retrocesos en ambas riberas son similares.

Los valores obtenidos demuestran que la ribera entrerriana no ha variado significativamente a través de los 66 años; los máximos avances y retrocesos son del orden de 11 y 8 m/año respectivamente. En cambio, las mayores variaciones se observan sobre la ribera derecha o borde oriental de la llanura aluvial, donde las migraciones en ambos sentidos son mucho más significativas. Resulta notable el hecho de que la amplitud promedio de los avances y retrocesos en ambas riberas ha disminuido a través del tiempo, a la vez que, durante el período analizado, la llanura aluvial ha avanzado hacia el este con un promedio de 45 m/año.

Período	Avance máx.	Retroceso máx.	P.om. máx. avance	Prom. máx. retroceso
1901-1918	158 (S4RD)	83 (S12RI)	139 (S14RD)	78 (S10RD)
1918-1938	222 (S14RD)	83 (S10RD)	119 (S10RD)	21 (S11RI)
1938-1966	50 (S1RD)	90 (S12RD)	24 (S8RD)	28 (S12RD)

Esto determinó la disminución del ancho del cauce principal, ya que el borde elevado de la provincia de Entre Ríos actuó como "dique de contención" a su desplazamiento. No obstante, cabe destacar que en el último período (1938-1966) se observa sobre la ribera derecha un promedio de la erosión (retroceso). La figura 5 ilustra lo antedicho mostrando los desplazamientos de las líneas de ribera y del talweg entre los años 1901 y 1966. Es de notar que aguas abajo de Bajada Grande, el proceso es más complicado, si bien responde al esquema citado. El ancho de la llanura aluvial en el área es de aproximadamente 12,5 km, de lo cual se puede deducir que el talweg habría necesitado aproximadamente unos 280 años para alcanzar su actual posición, suponiendo que el mismo se haya desplazado continuamente hacia la ribera entrerriana.

Migración del talweg

En un río cargado de sedimentos como el Paraná medio la morfología de su lecho y de sus riberas cambia continuamente. La acumulación de sedimentos en un punto causa erosión en otro, obligando de esta manera al talweg a desplazarse hacia uno y

otro lado. Estos desplazamientos laterales se efectúan algunas veces en forma progresiva y otras en forma brusca, aún en un mismo punto. En la figura 6 se representa este proceso, registrado en tres estaciones fijas seleccionadas dentro del tramo de cauce investigado: Toma de Aguas Corrientes, Bajada Grande e isla Carabajal. La curva correspondiente al primer punto fijo (AC) muestra que el talweg presenta escasos desplazamientos, siempre inferiores a los 35 m/año; esto indica que esta sección es bastante estable, respondiendo a su carácter de punto de control primario (Chein, 1961), determinado por la baja erodabilidad de la ribera entrerriana, y por el escaso rango de erosión y sedimentación que presenta en este punto la llanura aluvial.

Debe señalarse que en el tramo investigado se observan dos puntos de control primario, donde siempre se presentan las mayores profundidades; el mencionado anteriormente, y otro situado a la altura del puerto de Bajada Grande. Observando la curva correspondiente a este último punto fijo (fig. 6, BG), conjuntamente con los datos de migración de riberas, es posible explicar el origen de este punto de control primario. Así, por un lado tenemos la punta de Bajada Grande, estable por la baja erodabilidad del material de la ribera, la

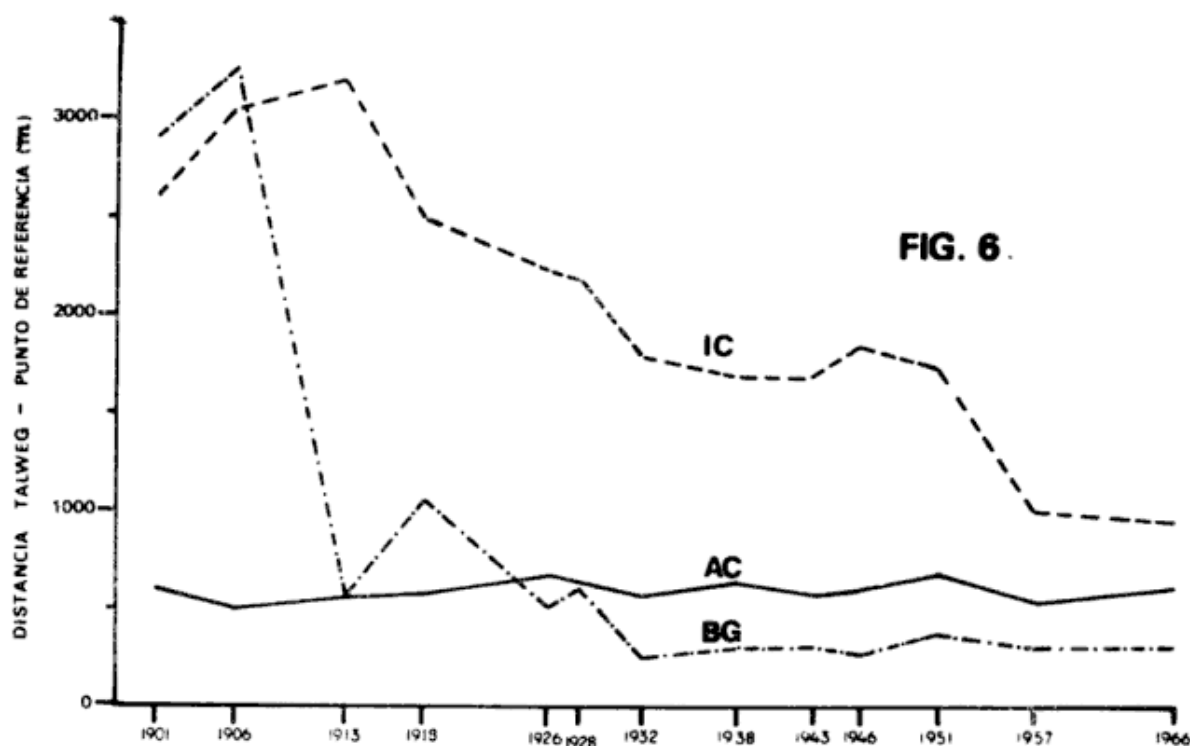


FIG. 6.

Fig. 6. — Desplazamientos del talweg con relación a puntos fijos de referencia: AC: Toma de Aguas Corrientes; BG: Bajada Grande; IC: isla Carabajal.

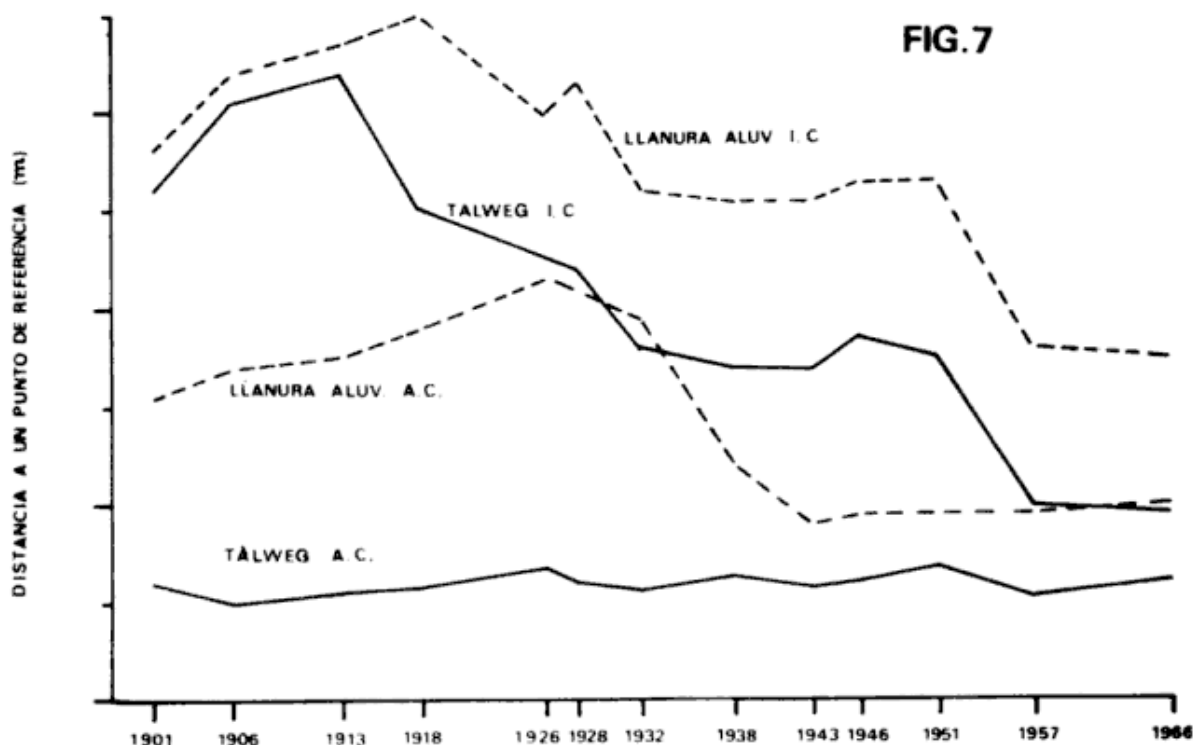


Fig. 7. — Relación entre los desplazamientos del talweg y los avances o retrocesos de la llanura aluvial. AC Aguas Corrientes; IC: isla Carabajal.

que se mantiene prácticamente constante a través de todo el período analizado; y por otro lado, la presencia de bancos e islas de cauce que posteriormente se unen al borde de la llanura aluvial. Este último proceso origina un avance de aquélla hacia la punta de Bajada Grande, a veces bastante brusco, obligando al talweg a realizar desplazamientos de aproximadamente 350 m/año (1906-1913). Una vez establecido este punto de control primario, se observa a partir de 1926, que los cambios de posición del talweg disminuyen en intensidad, situación similar a la observada en el punto de control situado aguas arriba (Toma de Aguas Corrientes). Se puede decir entonces que, una vez logrado este ajuste de la sección, la misma se convierte, al menos durante un lapso de tiempo bastante prolongado, en una sección estable, característica ésta observada donde se originan estos controles morfológicos del cauce (Chen, 1961; Coleman, 1969).

La curva registrada para el tercer punto fijo situado en la isla Carabajal (fig. 6, IC), se comporta en forma distinta a las anteriores: como el cauce corre exclusivamente entre riberas de sedimentos aluviales y la erosión en una de ellas provoca sedimentación en la opuesta, el talweg se desplaza en una u otra dirección. Debido pro-

blemente a esta situación particular, el talweg presenta desplazamientos progresivos (ni muy bruscos ni muy lentos), ya que se produce una adaptación conjunta de las dos riberas frente a los movimientos de aquél. El mayor desplazamiento se observó entre los años 1951 y 1957 con 107 m/año.

Es posible observar además que, en general, los mayores desplazamientos del talweg se produjeron hacia la ribera izquierda, manteniéndose con escasas variaciones de posición muy próximo a ella. En la figura 7 pueden ser analizadas las relaciones entre los desplazamientos del talweg y del borde de la llanura aluvial en los puntos de control primario y fuera de ellos. En el caso del punto de control primario de la Toma de Aguas Corrientes, se observa que los desplazamientos del talweg no son correlativos con los del borde de la llanura aluvial, mucho más amplios. En cambio, en la sección de la isla Carabajal, los avances y retrocesos de la llanura aluvial determinan un desplazamiento similar en el talweg. Lo expuesto señala que los desplazamientos del talweg están directamente relacionados con los avances y retrocesos de la llanura aluvial, tanto como con los movimientos de bancos e islas de cauce, en especial cuando éstos resultan adosados al borde de la llanura aluvial. Se puede decir,

además, que durante el período considerado (1901-1966), en este tramo ha predominado la sedimentación sobre la erosión (fig. 5). Así, de un diseño meandriforme el talweg ha pasado a presentar uno sinuoso, con una disminución en su longitud de 4,1 kilómetros dentro del tramo investigado de 13,5 kilómetros. Es posible observar además, que los mayores desplazamientos se han producido donde los promedios de sedimentación han sido mayores, es decir, en las zonas de Bajada Grande e isla Carabajal. La velocidad promedio del desplazamiento del talweg para ambas áreas ha sido de 42 y 26 m/año, respectivamente.

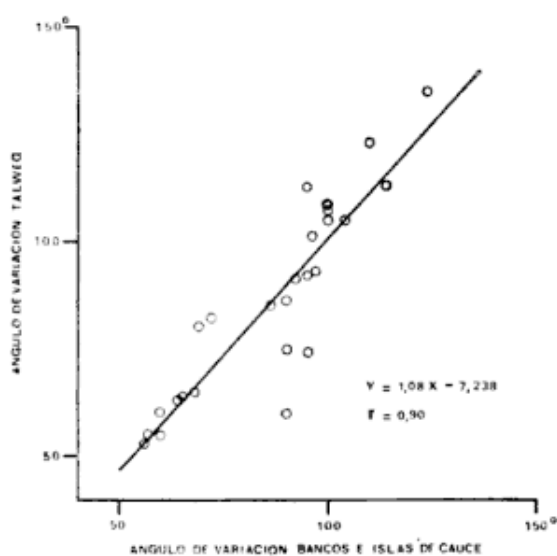


Fig. 8. — Relación entre el ángulo de variación de bancos e islas de cauce y el ángulo de variación del talweg.

Durante el análisis de las cartas comparativas se ha observado la relación existente entre el ángulo de variación aguas arriba de bancos e islas de cauce y el ángulo de variación del talweg (fig. 8). Es posible deducir que la dirección de flujo de la corriente es controlada principalmente por la sedimentación que origina los bancos e islas de cauce, fenómeno ya observado en otros ríos de comportamiento similar (Coleman, 1969). Así, estos elementos morfológicos se convierten en buenos indicadores de las posibles variaciones que puedan producirse en la erosión y sedimentación del cauce y en los desplazamientos del talweg.

Migración de bancos e islas de cauce

El cauce del río Paraná medio presenta innumerables bancos e islas que dividen la

corriente en varios canales. Los de menor superficie poseen una forma elipsoidal que a veces se mantiene hasta muy avanzada su evolución, pero que por efectos de la dinámica propia del río puede variar considerablemente. El origen y desarrollo de estos elementos morfológicos del cauce ha sido explicado en un trabajo anterior (Drago, 1973).

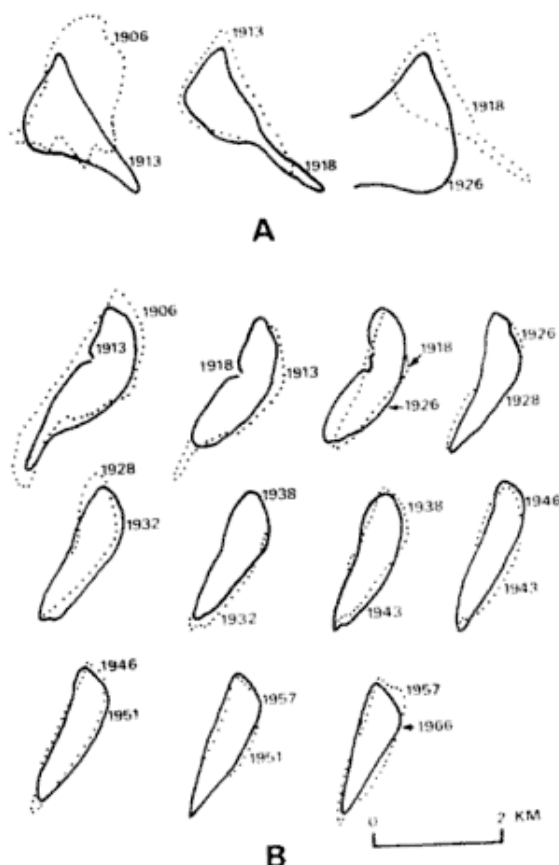


Fig. 9. — Relación entre el ancho de bancos e islas de cauce y el ancho del cauce.

El extremo aguas arriba de los bancos e islas es determinado y modelado por la variación en la dirección de las corrientes provocada por la proximidad de otros elementos similares que, generalmente, provocan erosión en este punto. Ya ha sido demostrada además, la relación existente entre los ángulos de las direcciones de las corrientes y de los extremos aguas arriba de dichos elementos. Resulta de interés señalar que a menudo estas islas no solamente presentan puntos de depositación en sus extremos aguas abajo, sino también aguas arriba, por lo que comúnmente, ofrecen un extremo muy agudo también en esta dirección. La combinación de estos dos procesos más la migración lateral puede provocar

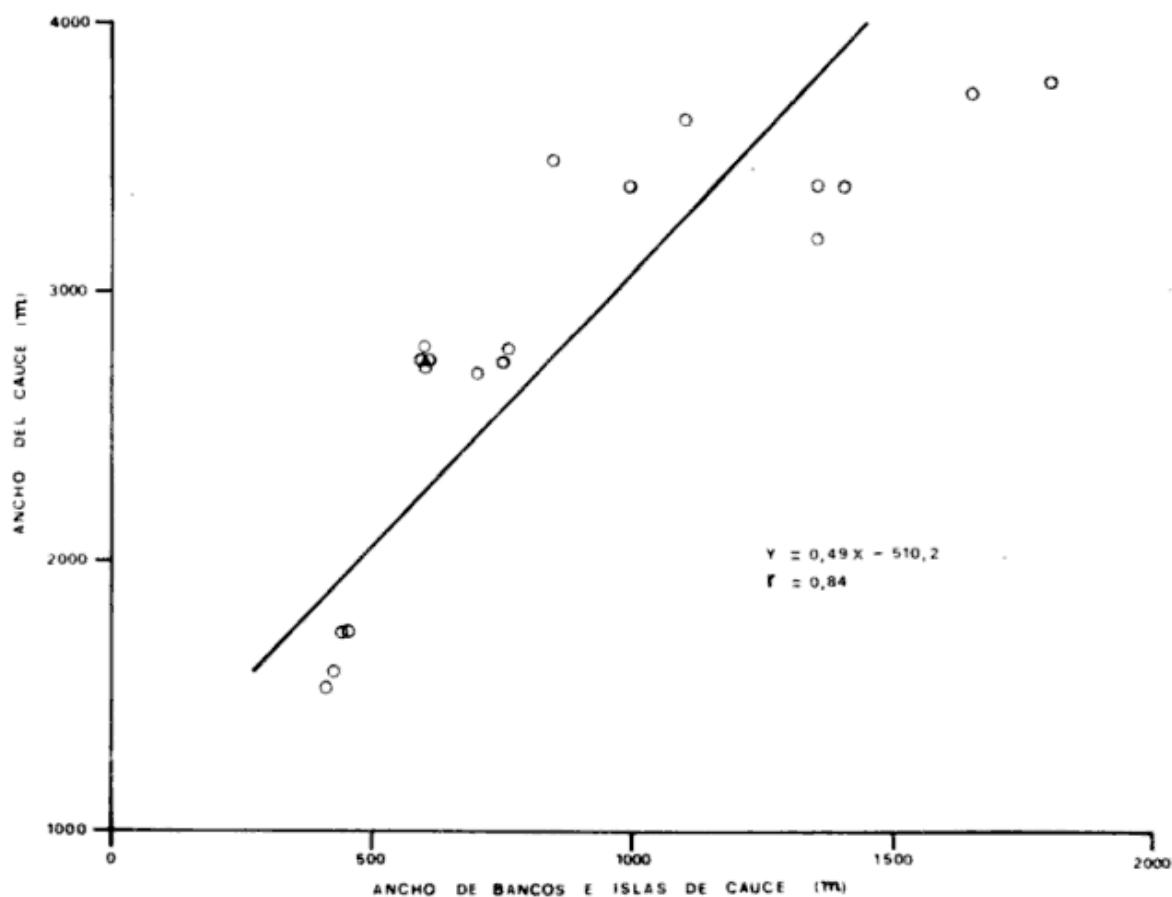


Fig. 10. — A: evolución de un banco de cauce y su transformación en isla de cauce. B: variación de superficie, forma y posición de la isla Puente.

y/o acelerar la unión de las islas de cauce; es común también que los bancos de arena que se originan en el extremo aguas arriba se desarrollen tanto en ese sentido como lateralmente, provocando un aumento en el ancho de estas islas o su migración, tanto lateral como aguas arriba o aguas abajo. Otros autores han señalado que los bancos e islas de cauce migran aguas abajo, a veces en forma notable (Sundborg, 1956; Coleman, 1969). Para nuestro caso, la figura 9 A muestra la evolución de un banco de cauce y su transformación en isla, con una migración promedio aguas abajo y lateralmente de 60 y 36 m/año respectivamente. Debe señalarse no obstante, que en todos los casos analizados se observó un mayor desplazamiento hacia aguas abajo. Resulta interesante señalar la relación entre el ancho del cauce y el ancho del banco o isla ubicado en la misma sección (fig. 10). Es común en este tipo de ríos que, una vez originado el banco, éste evolucione hasta convertirse en isla (fig. 9 A), creando así una condición de inestabilidad del cauce al disminuir la superficie de la sección trans-

versal. Para poder acomodar su caudal, desde este momento el río erosiona las riberas, provocando un ensanchamiento de la sección. Este tipo de proceso, responsable en gran medida de la formación de un cauce anastomosado, ha sido analizado y explicado por Leopold y Wolman (1957) y Leopold *et al.* (1964).

En la mayoría de los casos, la superficie total de estas islas de cauce permanece aproximadamente constante a través de un período prolongado, variando solamente su forma y posición. Un ejemplo lo constituye la isla Puente, situada frente a la ciudad de Paraná (Entre Ríos) que, según los registros desde el año 1906 hasta 1966, muestra las modificaciones ilustradas en la figura 9 B. No obstante, en el caso de islas de dimensiones reducidas, puede ocurrir que estos procesos las hagan desaparecer de un año a otro.

Erosión y depositación vertical en el cauce

Se entiende por erosión y depositación vertical del cauce a las variaciones de pro-

fundidad provocadas por arrastre o por acumulación de los sedimentos del lecho. En razón de que la mayoría de los perfiles transversales arrojaron resultados similares, para determinar la magnitud de estos fenómenos se seleccionaron dos perfiles típicos: uno situado en el punto de control primario de la Toma de Aguas Corrientes (fig. 5 A-A₁), y otro situado 4,5 km aguas abajo, donde se produce en ensanchamiento del cauce, frente a la ciudad de Paraná (fig. 5, B-B₁).

La figura 11 presenta los perfiles transversales de la configuración del lecho en la Toma de Aguas Corrientes. La máxima profundidad de excavación del lecho fue de 15 metros, con un promedio máximo de 3 m/año. La sección presentó un ancho medio de 1,25 kilómetros, con un máximo de 1,95 kilómetros y un mínimo de 0,55 kilómetros. La máxima depositación vertical alcanzó 13 metros con una media máxima de 2,6 m/año. Se puede observar que los valores de erosión y sedimentación son muy similares, lo que indicaría un equilibrio entre ambos procesos, reflejado en una mayor estabilidad de la sección. Analizando los perfiles comparativos puede observarse que esta sección hasta el año 1938, pese a presentar en planta las características de un punto de control primario, su perfil transversal se comporta como típico de río anastomosado. La existencia de un banco en el centro del cauce provoca una ampliación y profundización de la sección, originando a la vez dos canales, uno principal y más estable sobre la ribera izquierda, y el otro sobre la ribera opuesta, sujeto a mayores variaciones en ambos planos.

La evolución del banco de cauce hace que la sección se amplíe, pero a la vez se nota una progresiva colmatación del canal derecho a la vez que se desplaza hacia el oeste, hasta que finalmente el banco se une al borde de la llanura aluvial. El cambio más drástico fue la gran superficie de acumulación que se originó en la parte central del cauce, que alcanzó en un determinado momento a 13 metros sobre una distancia horizontal de 300 metros. Es probable que la posición de esta superficie de sedimentación gobierne la situación de los bancos de arena que se observan durante los periodos de aguas bajas. Debido a que el canal originado sobre la ribera derecha tiende a colmatarse rápidamente, el caudal se concentra sobre el cauce de la ribera izquierda manteniéndose, con variables ajus-

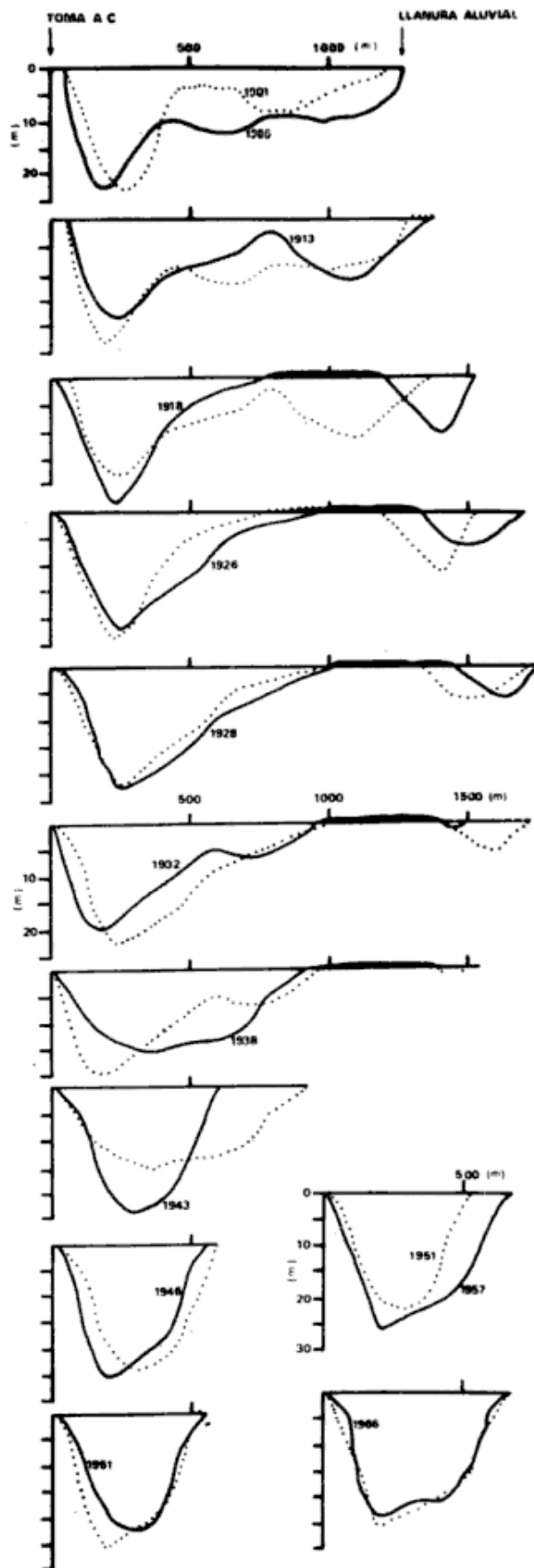


Fig. 11. — Evolución del perfil transversal en la Toma de Aguas Corrientes de Paraná (1901-1966).

tes anuales, más profundo. A partir del año 1938, la sección presenta las características de un punto de control primario y, de acuerdo a las fluctuaciones de caudal, se profundiza o colmata alternativamente. Este tipo de fenómeno sucede aparentemente con más frecuencia en los canales que se

sitúan sobre las riberas que en aquellos que se establecen en el centro del cauce (Coleman, 1969). En el tramo de cauce investigado las profundidades mayores se encuentran en los puntos de control primario, y siempre sobre la ribera izquierda. Esto se debe, probablemente, a que según se dijo,

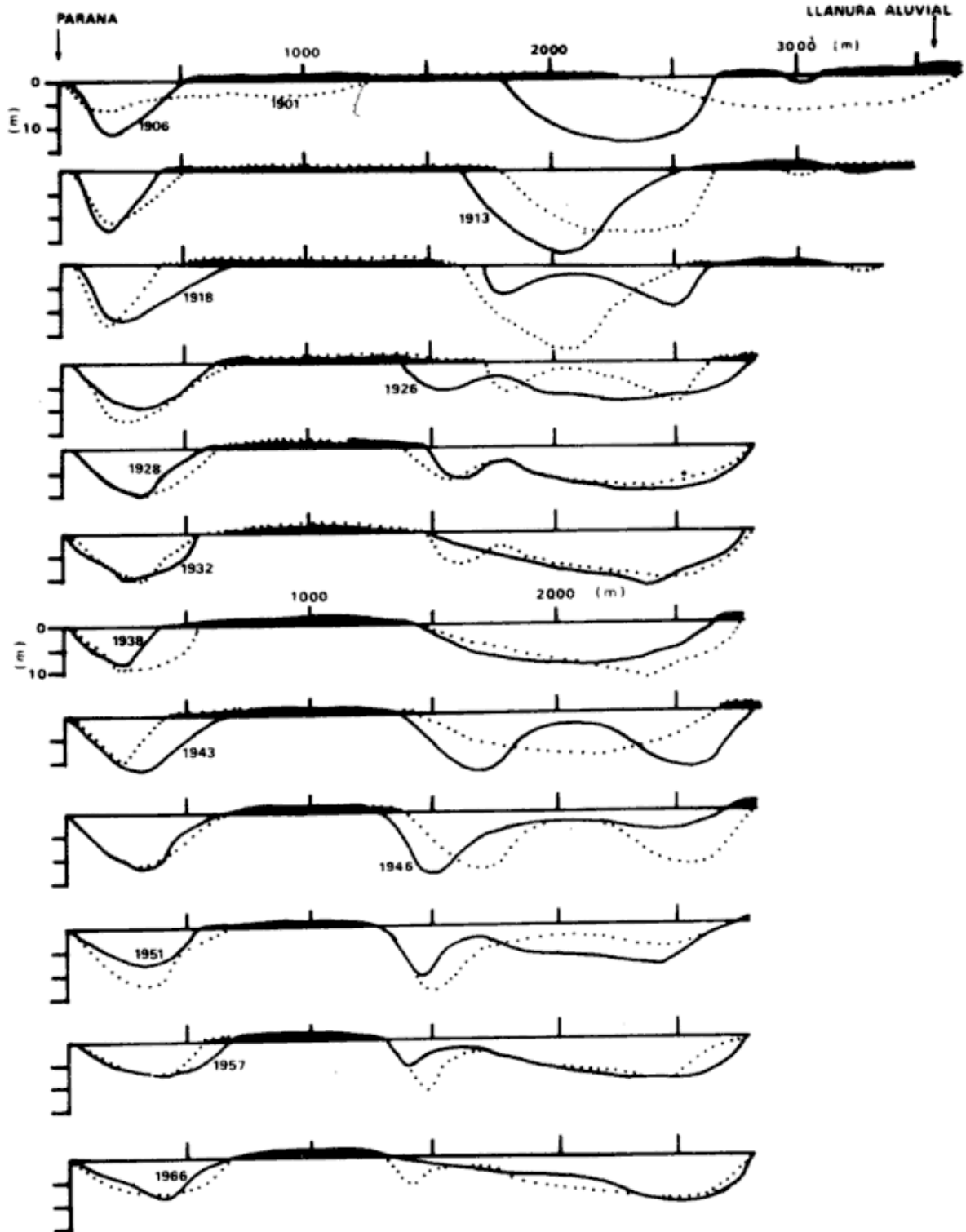


Fig. 12. — Evolución del perfil transversal a la altura de la ciudad de Paraná (1901-1966).

la migración lateral del talweg se ve restringida hacia el este por la estabilidad de la ribera izquierda y hacia el oeste por el avance de la llanura aluvial, provocando por lo tanto una profundización del lecho.

Aguas abajo de esta sección se produce un aumento en el ancho del cauce, con la existencia de bancos e islas originados por pérdida de velocidad de las aguas y depositación de su carga sólida. La figura 12 representa las variaciones en la configuración del lecho frente a la ciudad de Paraná durante el mismo período (1901-1966). El ancho medio de la sección fue de 3,1 kilómetros con un máximo de 3,6 kilómetros y un mínimo de 2,6 kilómetros. La máxima profundidad de excavación del lecho fue de 13 metros con un promedio máximo de 2,17 m/año. La máxima depositación vertical llegó a 15,5 metros, con un promedio máximo de 2,58 m/año.

El análisis comparativo de estos perfiles transversales permite advertir la existencia de un extenso banco de cauce, con un ancho de 1 kilómetro, situado aproximadamente en el centro de la sección, flanqueado por dos canales de profundidades similares. Un avance de la ribera derecha o borde oriental de la llanura aluvial, origina un desplazamiento del canal hacia el este por erosión del flanco derecho del banco; la potencia de esta erosión produjo una excavación de unos 600 metros de ancho y de unos 11 metros de profundidad. A su vez, el avance de la llanura aluvial por unión de bancos e islas de cauce, produjo un área de acumulación de 900 metros de longitud y un espesor de 7 metros. El canal izquierdo se ve también reducido en superficie de sección debido al avance del banco de cauce hacia la ribera izquierda con 1,7 kilómetros de longitud y un espesor de 4 metros. Al reducir ambos canales su ancho se produce un aumento en sus profundidades. También aquí los reducidos valores de erosión y depositación en la ribera izquierda tienden a mantenerla en la misma posición a lo largo de todo el período analizado. La posterior evolución del banco de cauce lo convierte en isla, cuya estabilidad se debe principalmente a la vegetación, que actúa fijando los materiales depositados y provocando sedimentación en períodos de aguas altas. Cambios significativos se producen en el canal que corre entre la isla y la ribera derecha, observándose que la formación de bancos de arena provoca inmediatamente la existencia de dos canales, los

que a la vez de profundizarse originan la erosión del borde de la llanura aluvial o ribera derecha y del flanco correspondiente del banco y/o isla de cauce.

Del análisis de las dos secciones transversales, puede deducirse que el comportamiento de las mismas suele ser semejante, pero el diseño final de la configuración del lecho presenta diferencias significativas.

Sedimentación en el cauce

Diversos son los factores que inciden sobre la sedimentación en un río: cantidad de carga sólida y su granometría, forma y superficie de la cuenca tributaria, morfología del cauce en el área de depositación, relación entre el caudal y la capacidad de carga del río, fluctuaciones del caudal, efecto de retención de la vegetación, floculación de los coloides en suspensión, etc. Un excelente y simplificado análisis de estos factores ha sido realizado por Sundborg (1956).

Con el fin de cuantificar el proceso de agradación operado en el tramo estudiado, se calculó el volumen del cauce para cada año de relevamiento. Estos valores representados en la figura 13, señalan para el período comprendido entre 1901-1913 un leve aumento del volumen, lo que indica un predominio de la erosión, pero a partir de 1913, se produce una progresiva disminución de este parámetro hasta el año 1966, lo que demuestra la tendencia a colmatarse del tramo investigado. Así, un total de 71 hm³ de sedimentos han sido depositados en dicho tramo durante 66 años. El máximo valor promedio de acumulación se observó para el período 1913-1918, con 5 km³/año. Las cifras anteriores permiten calcular la sedimentación media anual para todo el período en aproximadamente 2×10^6 tm/año, y la depositación máxima anual en 9×10^6 tm/año. Los trabajos de algunos autores (Spronck, 1941; Gibbs, 1967) permiten suponer que el transporte de lecho en los grandes ríos no superaría el 10 % de la carga sólida total.

Adoptando el valor anteriormente citado ($93,3 \times 10^6$ tm/año) como representativo del 90 % de la carga sólida total del río, la carga atribuible al transporte de lecho no superaría los 10×10^6 tm/año. Este valor permite estimar que el tramo de cauce estudiado habría retenido como promedio, aproximadamente un 2-5 % anual de su carga sólida total.

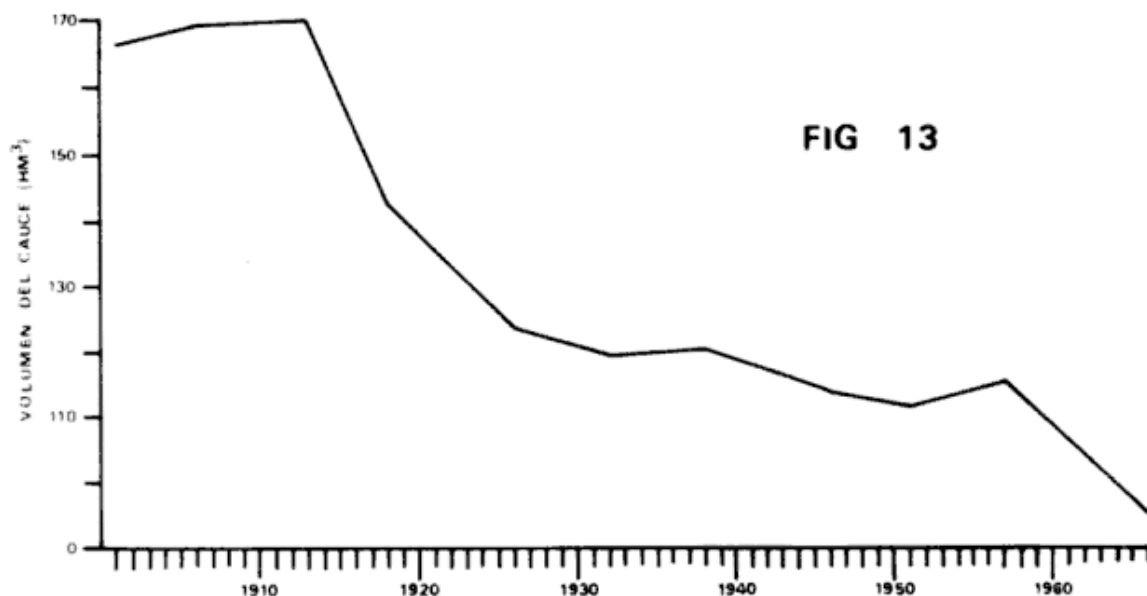


FIG 13

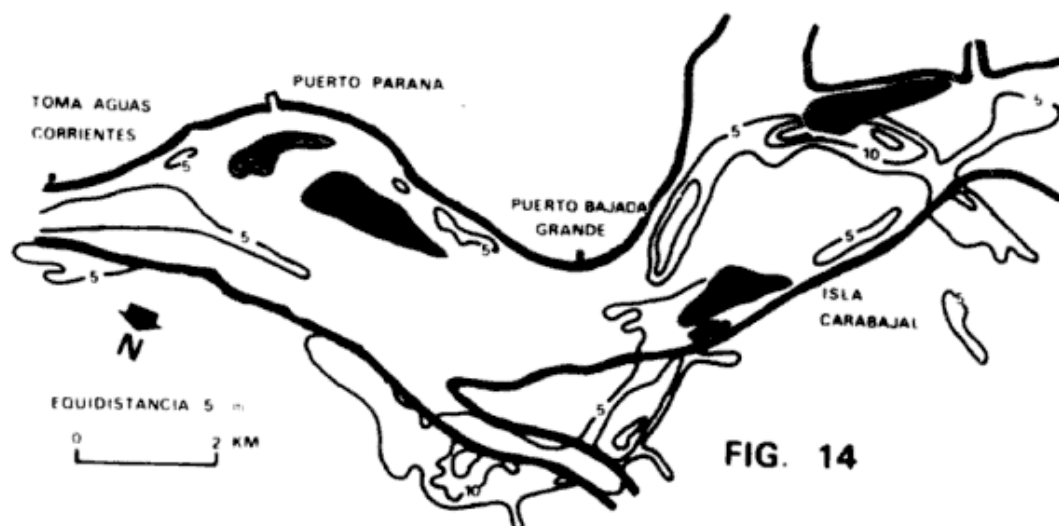


FIG. 14

Fig. 13.—Variación del volumen del cauce durante el período 1901-1966; Fig. 14.—Sedimentación en metros producida en el cauce entre los años 1901- y 1966.

Con el objeto de analizar el proceso de sedimentación en el área investigada, se dividió el tramo de cauce en tres secciones de 4,5 kilómetros de longitud cada una (fig. 1). Comparando entre sí estas secciones se comprobó que las variaciones del volumen en la sección I presentan una buena correlación con las de la sección II ($r = 0,68$) y que esta última con las de la sección III da un valor de $r = 0,88$. En general se dice que un río anastomasado se halla principalmente asociado con procesos de agradación. En el caso analizado, como ha podido observarse, existe una relación directa entre las secciones, es decir, que si en una de ellas se produce sedimentación, en la siguiente aguas abajo, se repite el proceso. También se encontró una buena correlación entre las secciones I y III ($r = 0,72$).

Se puede señalar que las altas correlaciones surgen cuando se confrontan las secciones I y II con la III, lo que podría explicarse debido a que esta última se encuentra libre de la influencia que ejerce la ribera enterrriana, en su papel moderado de un libre comportamiento del cauce. En la sección III, como se ha mencionado anteriormente, las riberas del cauce son exclusivamente de origen aluvial.

Resulta evidente que los cambios operados en el volumen del cauce son un reflejo de las variaciones del movimiento del material transportado y depositado por el río. Las fluctuaciones en las superficies de bancos e islas de cauce y de la llanura aluvial actúan como indicadores de los procesos de erosión y sedimentación en el cauce. Así, se ha podido llegar a la conclusión que los

puntos predominantes de erosión y deposición se encuentran en el talweg y sobre la ribera derecha o borde de la llanura aluvial, siendo por lo tanto, las zonas en donde se producen las mayores modificaciones morfológicas (fig. 14).

Modelo conceptual de evolución fluviomorfológica

El río Paraná medio se caracteriza por presentar un cauce ancho, poco profundo y de diseño anastomosado. La naturaleza compleja del régimen de transporte de sedimentos causa constantes modificaciones en la morfología de los cauces y en los bancos e islas presentes en los mismos. Así, en períodos relativamente cortos, el talweg puede desplazarse lateralmente hasta 350 m/año, según la mecánica y magnitud señalados en otra sección de este trabajo.

La primera manifestación de focos de acumulación de sedimentos son los bancos de cauce, los que pueden evolucionar hacia islas de cauce, ser desplazados aguas abajo o desaparecer por erosión. La vegetación es el agente estabilizador de estos bancos, aumentando además las posibilidades de sedimentación. La disminución de la velocidad que aquella impone a las aguas de inundación y la inmediata depositación de los materiales transportados por las mismas, produce la elevación progresiva de estos elementos morfológicos y la formación de islas de cauce. Estas modifican su forma, superficie y posición de acuerdo a la magnitud de la erosión o acumulación a que se ven sometidas. Muchas de ellas aumentan su superficie, lo que llega a producir la unión con otras islas, y el cegamiento de los cauces intermedios, de modo que este proceso puede provocar cambios importantes en el cauce.

Mediante el mismo proceso, grandes superficies isleñas pueden resultar adosadas a

la llanura aluvial, siendo importantes elementos en su construcción.

El borde de ésta que se encuentra sobre el cauce principal, se halla sometido a retrocesos o avances según predomine la erosión o la unión de las islas (sedimentación). Se ha comprobado que los mayores cambios en este sentido se observan en las secciones de cauce de mayor ancho. Esto se debe probablemente, a que las aguas disminuyen su velocidad, lo que provoca áreas de sedimentación que pueden evolucionar hacia islas, y éstas a su vez hacia llanura aluvial.

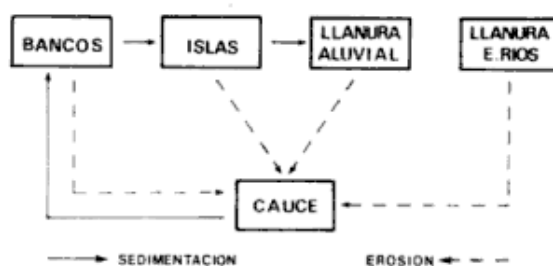


Fig. 15. — Modelo conceptual de evolución fluviomorfológica en el área estudiada.

La figura 15 representa un modelo conceptual de la mecánica fluvial del río Paraná medio, en el tramo seleccionado para este estudio, por interrelación de los elementos geomorfológicos participantes.

Agradecimientos

Al señor Felipe N. Rivera, 2º Jefe del Distrito Paraná Medio (Dirección Nac. de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, M.O.S.P.), quien facilitara el acceso al valioso material cartográfico y brindara, a través de sugerencias y consejos, su experiencia sobre el río Paraná. A los doctores H. B. de Pomar y P. J. Depetris por la revisión crítica del manuscrito.

Lista de trabajos citados en el texto

- Coleman, J., 1969. *Brahmaputra river: channel processes and sedimentation*. Sediment. Geol. 3: 129-239.
- Chein, Ning., 1961. *The braided stream of the Lower Yellow River*. Scientia 19: 734-754.
- Depetris, P. y J. Griffin, 1968. *Suspended load in the Río de la Plata drainage basin*. Sedimentology 11: 53-60.
- Drago, E., 1973. *Caracterización de la llanura aluvial del Paraná medio y de sus cuerpos de agua*. Boletim Paranaense de Geociencias, 31: 31-44. Paraná, Brasil.
- Gibbs, R., 1967. *The geochemistry of the Amazon River System, 1. The factors that control the salinity and the composition and concentration of the suspended solids*. Geol. Soc. Am., Bull. 78: 1203-1232.

- Hutchinson, E., 1957. *A treatise on Limnology. Vol. I: Geography, Physics and Chemistry*. J. Wiley and Sons, 1015 pág.
- Iriondo, M. y E. Drago, 1972. *Descripción cuantitativa de dos unidades geomorfológicas de la llanura aluvial del Paraná medio, Rep. Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 27 (2): 143-160.
- Leopold, L. y M. Wolman, 1957. *River channel patterns, braided, meandering and straight*. U.S. Geol. Survey, Prof. Papers, 282-B: 39-85.
- Leopold, L., M. Wolman y J. Miller, 1964. *Fluvial processes in Geomorphology*. Freeman, S. Francisco, California, 522 pág.
- Mazza, G., 1962. *Recursos hidráulico superficiales*. Cons. Federal de Inversiones, 1 (4): 459 pág.
- Soldano, F., 1947. *Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina. I. El río Paraná y sus tributarios*. Cimera, 277 pág.
- Spronck, R., 1941. *Measures hydrographiques effectuées dans la region divagante du Bief Maritime du Fleuve Congo*. Brussels. Inst. Royale Colonial Belge Memoire, 156 pág.

Recibido: diciembre 22, 1976.

CURSOS DE PALEOMAGNETISMO Y GEOLOGIA ISOTOPICA

Del 1 al 11 de agosto próximos se realizarán en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires los *Primeros Cursos Latinoamericanos de Post Grado de Paleomagnetismo y Geología Isotópica*. Podrán asistir a los mismos graduados en Geología, Geofísica, Física, Ingeniería en Minas o Petróleo o algunas de las ramas afines, de países americanos de habla latina. Para información dirigirse al Coordinador de los Cursos, Ing. Daniel A. Valencio, Departamento de Ciencias Geológicas, Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Buenos Aires.

LAS TRANSGRESIONES DEL CRETACICO MEDIO EN EL ATLANTICO SUR

RICHARD REYMENT

Paleontologiska Institutionen, Uppsala, Suecia.

Resumen

Se analiza críticamente la información paleobiogeográfica conjuntamente con un estudio estadístico de los cambios de polaridad del campo magnético de la tierra. Se considera el crecimiento de la cordillera medio atlántica y la propagación de los fondos del océano (cambios en el volumen de las cuencas) y el eustatismo clásico, incluyendo la influencia del geoide (eustatismo del geoide). Los episodios de transgresiones temporales han tenido lugar durante los periodos de propagación acelerada, antes de la ruptura final de la última comunicación entre ambos continentes. En lo que concierne a las transgresiones, hubo cuatro de tipo epicontinental, que se identifican en todo el mundo, es decir: la del Albiano medio-tardío, la del límite cenomaniano-turoniano, la del Coniaciano, y la del Campaniano-Maastrichtiano. Solamente la quinta, la de la transición maastrichtiano-paleoceno tiene un carácter anómalo, porque se encuentra sólo en la región del Atlántico Sur. La explicación de esta anomalía debe buscarse en el dibujo del geoide en esa época. Se indican relaciones remarcables entre los periodos de transgresiones importantes y los periodos de cambios de polaridad con tendencia estadística.

Introducción

La noción de que el crecimiento de las crestas de las cordilleras oceánicas centrales y la evolución de la topografía del fondo de los océanos deben reflejarse en la historia de las transgresiones epicontinentales, ha sido propuesta muchas veces, interpretándose que los cambios en la configuración del fondo del mar deben producir fluctuaciones en la capacidad de los océanos y, consecuentemente, en las oscilaciones del nivel de los mares.

Los puntos siguientes están estrechamente ligados al problema del análisis de los acontecimientos ocurridos en el Atlántico Sur:

- 1) El crecimiento de las dorsales medio-oceánicas.
- 2) La propagación de los fondos de los océanos.

Abstract

The palaeobiogeographical information together with a statistical study of the changes of the polarity of the earth's magnetic field is critically analysed. The growth of the middle Atlantic Ridge and the propagation of the ocean bottoms (changes in the volumen of the basin) and the classical eustatism, including the influence of the geoide (eustatism of the geoide) is considered. The episodes of temporal transgressions have taken place during the periods of accelerated propagation, before the final rupture of the last communication between both continents. With respect to the transgressions, there have been four of epicontinental type, which are identified all over the world: middle late Albian, Cenomanian-Turonian limit, Coniacian and Campanian-Maastrichtian. Only the fifth Maastrichtian-Paleocene transition has an anomalous character, because it is found only in the South Atlantic region. The explanation of this anomaly must be searched in the drawing of the geoide in that time.

Remarkable relations between the periods of important transgressions and the periods of change of polarity with statistical tendency are indicated.

- 3) Las trasgresiones sobre el escudo cristalino.
- 4) Las inversiones en la polaridad magnética.

Una región muy importante para el estudio de estos problemas es el noroeste de Africa, es decir, "el Sahara". Esta región, que es muy llana, constituyó una llanura desde el Cretácico inferior y ha sido invadida tres veces por el mar. La evidencia paleontológica muestra que estas transgresiones marinas tuvieron lugar durante: 1) el límite cenomaniano-turoniano; 2) la transición del Campaniano al Maastrichtiano; 3) el Paleoceno inferior.

Además, en el Coniaciano, tuvo lugar una transgresión proveniente del golfo de

Guinea, que llegó hasta la parte meridional de la República de Niger.

El tema discutido en este ensayo es un proyecto del Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG) denominado Acontecimientos del Cretácico Medio ("Mid-Cretaceous Events"). El proyecto fue propuesto por el autor del presente trabajo con el apoyo del profesor Tatsuro Matsumoto, de Japón.

Este proyecto es una continuación de varios estudios iniciados entre los años 1950 y 1972. Particularmente, el propósito de esta investigación ha sido analizar las transgresiones del Albiano, Cenomaniano-Turoniano, Coniaciano y Campaniano-Maastrichtiano. Aunque de importancia histórica, la expedición al río Benue (Nigeria Central) de J. D. Falconer, geólogo británico, llevada a cabo en 1909, no fue muy provechosa dado sus escasos hallazgos paleontológicos. La colección de Falconer fue estudiada por Woods en Londres, quien describió algunos moluscos del Turoniano Inferior (Woods, 1911).

La bioestratigrafía del Cretácico de Nigeria ha sido realizada especialmente sobre la base de ammonites. Otros grupos de fósiles como los ostrácodos, foraminíferos, pelecípodos y gastrópodos han tenido un papel de menor importancia.

Hace diez años me ocupé (Reyment, 1965a) de un análisis de las faunas cretácicas del Atlántico Sur; para ese entonces conocía solamente algunas especies, pero me sorprendió encontrar que muchas formas del Africa Occidental están distribuidas en América del Sur. Dos años más tarde (Reyment, 1967), presenté un trabajo en la reunión del grupo internacional "Gondwana" en Montevideo, en el cual traté varias cuestiones de la paleogeografía del Atlántico en el Cretácico medio y superior. Estos trabajos marcaron el comienzo del proyecto sobre los acontecimientos del Cretácico medio.

Con posterioridad a estos trabajos, y partiendo de los resultados obtenidos de un estudio de la literatura sobre la geología del Atlántico Sur, publiqué un análisis de los problemas paleobiogeográficos que incluye algunas reconstrucciones de los continentes de esta región (Reyment, 1969). Discutí también la historia de las transgresiones y regresiones de tipo epicontinental. Para lograr una reconstrucción definitiva de las posiciones de los continentes durante el Cretácico, es necesario un gran programa de trabajo geológico de campo.

Sobre las transgresiones

Como he expresado anteriormente, las transgresiones epicontinentales dependen de grandes cambios del volumen del receptáculo formado por el fondo oceánico. Durante las épocas en las que las dorsales medio-oceánicas crecían rápidamente, tuvo lugar una elevación del nivel mundial del mar. Este hecho nos da la posibilidad de analizar periodos de actividad en la evolución del fondo del mar para estudiar la historia de dichas transgresiones y regresiones. Nos ofrece también un medio para determinar la velocidad de una determinada transgresión y, por inferencia, tiempos de actividad acelerada en la evolución y propagación del fondo oceánico. Debemos puntualizar los siguientes requisitos:

- 1) Identificar el tipo de transgresión (eustatismo o movimientos tectónicos).
- 2) Una bioestratigrafía detallada.
- 3) Establecer una correlación muy exacta para las transgresiones en una escala mundial.

Es del consenso general que es más fácil estudiar las características de una transgresión que las de una regresión. Por consiguiente, he tratado de estimar la velocidad del avance del mar pero no la de su retirada. En este trabajo, tengo que considerar las transgresiones siguientes: La transgresión del Valanginiano en América del Sur y Africa del Sur; una transgresión que tuvo lugar durante el Albiano medio y superior; la transgresión del Cenomaniano superior pasando al Turoniano; la transgresión del Campaniano superior pasando al Maastrichtiano; la transgresión del Maastrichtiano superior pasando al Paleoceno. Discutiré ahora cada una de estas transgresiones separadamente.

VALANGINIANO

La Formación Agrio se encuentra en la cuenca Neuquina de la República Argentina y Chile. Algunos autores (incluyendo Windhausen, 1931; Reyment y Tait, 1972; Cooper, 1976) han correlacionado esta Formación con la Formación Uitenhage del Africa del Sur. No se sabe a ciencia cierta si esta transgresión estuvo ligada a un episodio de actividad en la evolución del fondo del mar, pero creo que es posible. No estamos en condiciones de analizar este rasgo porque no tenemos datos suficientes para

tratarlo, y no podemos afirmar que esta transgresión cubrió la parte más austral del continente concurrentemente con la fase inicial de la evolución de la gran ruptura entre África y América del Sur.

ALBIANO MEDIO Y SUPERIOR

Se produjo en muchas partes del Atlántico, incluso del mundo, una transgresión que empezó en el Albiano inferior y finalizó en el Albiano cuspidal. Sin embargo, no estuvo relacionada con la formación de grandes mares epicontinentales (salvo en Australia). Este episodio fue el resultado de la propagación del fondo atlántico y, parcialmente, de movimientos verticales de las zonas marginales de los continentes. Durante el Albiano superior, la separación de los continentes se encontró en una fase avanzada, pero me parece cierto que existió una comunicación terrestre, sin tierras elevadas, entre los dos continentes. Esta comunicación estuvo situada entre Nigeria-Costa de Marfil y Amazonas-Pernambuco (Brasil).

CENOMANIANO SUPERIOR Y TURONIANO INFERIOR

Esta transgresión fue más amplia que la del Albiano. Debemos notar que grandes transgresiones epicontinentales tuvieron lugar durante este tiempo en las siguientes regiones:

- 1) El Sahara (Argelia, Mali, Niger), Nigeria.
- 2) América del Norte (los Estados Unidos y una parte de Canadá).
- 3) El Oriente Medio.
- 4) Muchas partes de la Unión Soviética, especialmente Ucrania y Turkmenistán.
- 5) La región costera de África del Norte (Túnez a Egipto) y la Península Ibérica.

Parece que esta transgresión resultó del gran crecimiento de las dorsales mediooceánicas y, principalmente, la cordillera mediooceánica del Atlántico Sur.

La comunicación terrestre entre África occidental y el nordeste de Brasil existía todavía, pero fue menos extensa que en el Albiano superior, resultando de la deriva de ambos continentes. El máximo de la transgresión tuvo lugar en el límite cenomaniano-turoniano, cuando fue iniciada temporalmente la comunicación terrestre

entre los dos continentes. Durante este corto episodio (menos de 500.000 años), ammonites y foraminíferos podían distribuirse entre los dos brazos del mar Atlántico. En el Cenomaniano medio e inferior, no hubo una comunicación directa entre esos brazos. Esta observación se basa sobre la distribución de los fósiles marinos. La transgresión epicontinental a través del Sahara tuvo lugar al mismo tiempo. La ingresión septentrional, proveniente del Tetis, avanzó a razón de 80 cm/año, y la que provino del Atlántico Sur, a razón de 30 cm/año (Reyment, 1973).

CAMPANIANO SUPERIOR AL MAASTRICHTIANO INFERIOR

Se repite otra gran transgresión mundial en el Campaniano-Maastrichtiano, siendo un poco más extensa que la anterior del Cenomaniano-Turoniano. Además, una gran parte de Europa del Norte fue cubierta por el mar. Esta transgresión fue breve y la comunicación a través del Sahara duró solamente unos 500.000 años.

MAASTRICHTIANO SUPERIOR AL PALEOCENO

Finalmente, debemos mencionar brevemente la última transgresión epicontinental en la historia del Cretácico-Terciario. Conocemos esta transgresión principalmente en África del Norte y del Oeste, donde se produce una ingresión en el Maastrichtiano superior que termina en el Paleoceno. Este acontecimiento duró menos de 100.000 años.

Por el momento, no se posee el conocimiento suficiente, a nivel mundial, que permita establecer la distribución de esta transgresión en otras regiones. En el Atlántico Sur, en la República Argentina, se conoce una extensa ingresión del mar iniciada en el Maastrichtiano que se continúa hasta el Paleoceno inferior (Bertels, 1969; Charrier y Malumián, 1975).

Edad de la separación definitiva de África y América del Sur

Según nuestro análisis, el establecimiento de un sistema casi moderno de circulación del agua superficial de los brazos atlánticos se realizó en el Turoniano inferior. Esta afirmación está apoyada por las distribuciones de los ammonites, lamelibranquios, gasterópodos, ostrácodos, plantas terrestres y vertebrados del Cretácico superior.

DISTRIBUCIÓN DE LOS AMMONITES

En este punto debemos recordar la función de la concha de los ammonites. Fueron estructuras originadas para ajustar el peso de la totalidad del organismo de tal manera que éste quede a media agua. Luego de la muerte del animal, la concha vacía flotaba a la deriva, a merced de las corrientes de la superficie del mar. Es decir, que las conchas necroplánticas eran transportadas según las corrientes marinas superficiales. En consecuencia, tan pronto como se estableció un contacto entre dos brazos del océano, las conchas vacías de ammonites muertos pudieron dispersarse en otras regiones (Reyment, 1973b).

En el Atlántico Sur (Angola, Gabón, Brasil (Sergipe), Nigeria), la primera asociación de importancia general en la paleobiogeografía es la del Albiano medio con el género *Oxytropidoceras*. El brazo del norte contiene, por otro lado, otros subgéneros de *Oxytropidoceras*, *Venezolicer* y *Tarfayites*, que caracterizan la región septentrional (Marruecos (Tarfaya), Venezuela, Estados Unidos de América) (Reyment y Tait, 1972; Kennedy y Cooper, 1975).

En el Albiano inferior, conocemos de Angola, Gabón y Sergipe (Brasil) una asociación con especies de *Douvilleiceras*, pero en este período el mar no había alcanzado Nigeria, a pesar de la existencia de una zona o línea de fragmentación entre Nigeria y Pernambuco en Brasil (Reyment y Tait, 1972).

El Albiano medio marca la iniciación de una transgresión bastante importante con una fase de regresión en el Albiano superior. ¿Por qué el mar no avanzó más allá de la parte central de la región de Benue? La respuesta podría ser que para ese tiempo aún no había concluido la fragmentación del cratón hacia el nordeste, y la formación de la fosa de Benue.

En los Estados Unidos, donde se encuentra una serie cretácica (Western Interior) muy importante para la reconstrucción de la historia de los mares cretácicos, existe exactamente el mismo máximo que en el Atlántico Sur para las transgresiones del Albiano, del Cenomaniano-Turoniano, del Coniaciano y del Campaniano-Maastrichtiano, pero sólo coincide aproximadamente con las regresiones. La razón probable para esta situación será discutida más adelante.

Por ejemplo, la transgresión que fue iniciada en el límite cenomaniano-turoniano, está señalado por *Kanabicer* *septemseria-*

tum (Cragin) en Nigeria, Brasil y en los Estados Unidos. El máximo de esta ingresión se caracteriza en muchas partes del Atlántico por medio de una asociación con frecuentes vascocerátidos. Se conocen elementos de esta asociación en Portugal, España, Africa del noroeste, Africa occidental, los Estados Unidos, México, Brasil, Gabón y, hasta cierto punto, en Madagascar e India.

La gran transgresión del Campaniano-Maastrichtiano se caracteriza principalmente por el género *Libycoceras*, el cual se conoce en Africa del Norte y Africa Occidental y también en la parte austral de Africa. Quisiera puntualizar que este género no ha sido hallado en América del Sur, aunque tuvo lugar una ingresión en ese tiempo.

DISTRIBUCIÓN DE LOS LAMELIBRANQUIOS Y GASTERÓPODOS

Hasta el Albiano superior, no se conocen mucho las faunas de lamelibranquios y gasterópodos del Atlántico Sur. Si consideramos las faunas de estos grupos, observamos que casi las mismas especies se encuentran desde Portugal y Marruecos hasta Angola (Nicklès, 1950). Mientras que para las faunas del Cretácico tardío se presenta otra situación: hasta el Coniaciano existen diferencias importantes (Freneix, 1969, 1972), pero después, en el Campaniano-Maastrichtiano, se evidencia una distribución más extensa que las anteriores. Por ejemplo, las asociaciones neocretácicas (Coniaciano) de Marruecos son completamente diferentes de aquéllas del Africa occidental. Una distribución moderna comienza en el Maastrichtiano.

DISTRIBUCIÓN DE LOS OSTRÁCODOS

Los ostrácodos del Cretácico superior en el Atlántico Sur no son bien conocidos. Sin embargo, en los inicios del Turoniano existió una forma muy importante: *Brachycythere sapucariensis* Krömmelbein. Esta especie se encuentra en Brasil, Gabón y Nigeria, pero no ha sido hallada en otras partes del mundo. En el Maastrichtiano y Daniano existieron todavía algunas formas idénticas en ambos lados del Atlántico Sur (Bertels, 1969; Neufville, 1973). Por ejemplo, formas semejantes de los géneros *Soudanella* y *Veenia* (Nigeria). Después del Daniano, no se encuentran relaciones importantes entre los ostrácodos de estas regiones. El Paleogeno de América del Sur muestra

relaciones faunísticas con la costa oriental de los Estados Unidos de América y, principalmente, con el golfo de México.

DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS TERRESTRES Y VERTEBRADOS

Las investigaciones hechas por Jardiné *et al.* (1974) sobre las microfloras del África del Oeste son muy importantes para la interpretación de la evolución del Atlántico Sur. En este trabajo (Jardiné *et al.*, 1974), los autores demuestran que aún en el "Senoniano" los dos continentes estuvieron muy cerca, dado que existe muchos elementos florísticos semejantes. Hasta el Cenomaniano, la armonía florística es muy pronunciada, por ejemplo, especies de *Classopollis* y *Ephedripites*. Con posterioridad al Cenomaniano, esta semejanza se atenúa y se producen varias subprovincias geográficas.

Jardiné *et al.* (1974) determinaron que este período debió marcar la desintegración de la comunicación entre África y América del Sur. Buffetaut y Taquet (1975) han estudiado algunos dinosaurios herbívoros y carnívoros del Cretácico de la República de Níger y Brasil. Según estos autores, existen relaciones profundas entre las faunas y han concluido que existió una vía de migración hasta el Turoniano-Coniaciano.

Conclusiones paleobiológicas

Las distribuciones de los organismos vertebrados, invertebrados y vegetales, indican que:

- 1) El Atlántico Sur estuvo cerrado hasta el Aptiano.

- 2) La distribución de los vertebrados terrestres y de los lamelibranquios marinos sugiere que la separación de los continentes tuvo lugar en el Turoniano-Coniaciano, mientras que los ammonites indican una edad más temprana. Parece que las ingresiones en la zona de contacto entre los continentes, regionalmente muy limitadas, se deben a eustatismo, unido a variaciones del volumen de las cuencas oceánicas. Debemos mencionar que las cordilleras de Río Grande y de Walvis ofrecían otra posibilidad de comunicación terrestre entre los continentes durante el Cretácico tardío (Bolli y Ryan, 1975; Burke, 1975), principalmente, tal vez, la cordillera de Walvis (Goslin *et al.*, 1974). Recordando el transporte pasivo de los ammonites muertos, se entiende que la dispersión de las conchas vacías se efectuó con gran rapidez. Estas transgresiones acontecieron en el Albiano, Turoniano y Coniaciano.

- 3) Aparentemente, en el Turoniano temprano se estableció una comunicación permanente entre los dos brazos del Atlántico.

Relaciones entre los acontecimientos tectónicos y biológicos

Me parece factible establecer una relación entre las posibles posiciones relativas de los continentes para el Albiano-Coniaciano y la distribución de los organismos terrestres y marinos. Se realiza de la forma siguiente:

CUADRO 1

Edad	Acontecimientos biológicos	Acontecimientos tectónicos
Coniaciano	Los organismos terrestres no pueden emigrar a través del Atlántico	Episodio rápido de propagación del fondo; transgresión eustática
Turoniano Temprano al medio	Algunos organismos terrestres todavía pueden pasar de un continente al otro; se abre el mar Atlántico	Episodio estático
Cenomaniano tardío al Turoniano temprano	Se pueden dispersar organismos móviles a través de la zona de contacto sumergida y a través del mar epicontinental del Sahara	Episodio activo de crecimiento de la dorsal medio atlántica; propagación del fondo y gran transgresión eustática
Cenomaniano temprano	Aislamiento de los brazos del Atlántico	Episodio estático; regresión y afloramiento de la zona de contacto
Albiano tardío	Ingresión breve en la zona de contacto; intercambio de algunos elementos faunísticos.	Período activo de propagación de los océanos.

Como ilustra el resumen del Cuadro 1, parece muy probable que la evolución de los mares del Cretácico medio tuvo lugar a través de una serie de movimientos discretos. Vamos a considerar ahora otros acontecimientos relacionados.

Las transgresiones y las inversiones de polaridad

El análisis estadístico de las inversiones de la polaridad magnética de la Tierra ha dado los siguientes resultados (Reyment, 1976).

- 1) Hasta el Eoceno medio, desde el Cretácico temprano, la serie de inversiones forma una secuencia estadística no estacionaria, es decir, tiene una tendencia matemática.
- 2) Con posterioridad al Eoceno medio, hasta el Cuartario, la tendencia se detiene y la serie se convierte en una secuencia estacionaria.
- 3) El período marcado para la secuencia de cambios de polaridad con una tendencia matemática se caracteriza por una disminución sucesiva en la frecuencia de los cambios de polaridad hasta el pasado.
- 4) La serie de cambios desde el Eoceno medio hasta el Holoceno ha tenido lugar conforme a un proceso recurrente, tal vez un proceso de tipo Poisson cíclico, (nótese la diferencia matemática entre este proceso estadístico y la distribución clásica de Poisson) con un medio de 0,23 millones de años.

Los estudios paleomagnéticos han puesto en evidencia que la propagación de los fondos de los océanos a partir de las fosas centrales de las cordilleras mediooceánicas ha continuado durante el Cenozoico. El análisis estadístico sugiere que esta propagación ha tenido lugar como una serie de oscilaciones con un período de cerca de cuatro millones de años.

Las transgresiones anómalas

Después de considerar principalmente las grandes transgresiones del Cretácico medio, debemos analizar las últimas grandes transgresiones mundiales. Comparativamente, la transgresión de la transición campaniano-

maastrichtiana puede reconocerse en diversas partes del mundo, mientras que la de la transición maastrichtiano-paleocena aparentemente se halla restringida.

Una explicación interesante del comportamiento anómalo de la parte austral de América del Sur se encuentra en un trabajo de Charrier y Malumián (1975). Estos autores han señalado la contemporaneidad entre las fluctuaciones de las líneas de costa en el borde oriental de la República Argentina con las fases tecto-orogénicas de los Andes, interpretando a éstas como el resultado de reajustes isostáticos o debidas a una compresión transmitida de oeste a este.

No obstante, tenemos que considerar algunos resultados obtenidos de la "revolución geodética" (Mörner, 1976), y principalmente, el significado de los cambios del geoide. El geoide es la superficie equipotencial del campo de gravitación de la tierra. El geoide del océano, o el nivel geodético del mar, no es constante, pero depende de la fuerza de gravitación (y de algunos factores más, aunque menos importantes). En consecuencia, la superficie del mar no es llana sino muy irregular. La conformación actual del geoide tiene en Nueva Guinea una loma con una elevación de 76 m, mientras que en las Islas Maldivas, existe una depresión de 112 metros. La interpretación de la anomalía se fundamenta en que una regresión puede tener lugar en una región y simultáneamente puede producirse una transgresión en otra. Notamos que la diferencia es de más de 180 metros. En las regiones donde el cratón tiene una escasa elevación, un pequeño cambio del geoide debió producir una transgresión de tipo eustático sólo en una parte de la tierra, mientras que en otras existió una regresión, como en el Atlántico Sur durante la transición maastrichtiano-paleocena, que de otra forma, por ejemplo en Europa, es un período de regresión.

Conclusiones

Al parecer, las conclusiones de este trabajo, deducidas según la totalidad de los diferentes métodos empleados, son coherentes entre sí y se complementan para definir una probable historia en el Cretácico del Atlántico Sur. La notable coincidencia temporal de todo tipo de fenómenos sugiere una causa común.

En las figuras 1-3 se ha tratado de representar esquemáticamente la evolución del Atlántico Sur de acuerdo con el análisis de los datos paleobiológicos discutidos en el presente trabajo, con el análisis estadístico de los cambios de polaridad del campo magnético terrestre y con las transgresiones epicontinentales, empleándose la significación de variaciones en la fuerza de gravitación.

TURONIANO MEDIO



Fig. 1. — Reconstrucción para el Turoniano medio, mostrando posibles lugares por donde pudieron pasar reptiles terrestres durante episodios de bajo nivel del mar.

La figura 1 es una reconstrucción para el Turoniano medio, mostrando los posibles lugares por donde pudieron pasar reptiles terrestres durante épocas de bajo nivel del mar. Es muy posible, según los resultados de Buffetaut y Taquet (1975) y Buffetaut (1976), que los grandes reptiles hayan encontrado un puente temporal después de que la comunicación entre los continentes hubo desaparecido definitivamente en el golfo de Guinea, en el Turoniano temprano —tal vez un puente formado por la cordillera de Walvis (Goslin *et al.*, 1974).

La figura 2 es una reconstrucción para el Coniaciano que intenta dar una representación de las transgresiones en los dos continentes durante un período de propagación muy acelerada del fondo del Atlántico Sur. Vemos también que la distribución del mar epicontinental se extendió hasta la parte central de África, pero sin comunicación con el Tetis. La transgresión precedente, es decir, aquella de la transición cenomaniano-turoniana, cubrió una zona estrecha a través del Sahara. Esta zona parece tener

CONIACIANO



Fig. 2. — Reconstrucción para el Coniaciano. Representación de las transgresiones epicontinentales durante un período de propagación acelerada del fondo del Atlántico Sur.

un origen geotectónico y Burke *et al.* (1972) la interpretan como el límite entre dos placas.



Fig. 3. — Reconstrucción de las posiciones tentativas de América del Sur y África para la transición cretácico-cenozoica. Se han postulado dos áreas con una gravitación disminuida para explicar la transgresión anómala por medio de eustatismo del geoide (Mörner, 1976).

La figura 3 muestra una reconstrucción tentativa de las posiciones de América del Sur y África para la transición cretácico-cenozoica. Se han postulado dos áreas de gravitación reducida con objeto de explicar la transgresión anómala por medio de eustatismo del geoide. Es notable que existan elementos nordafricanos en la fauna de ostrácodos del Daniano de la República Argentina. Esta transgresión es la última gran

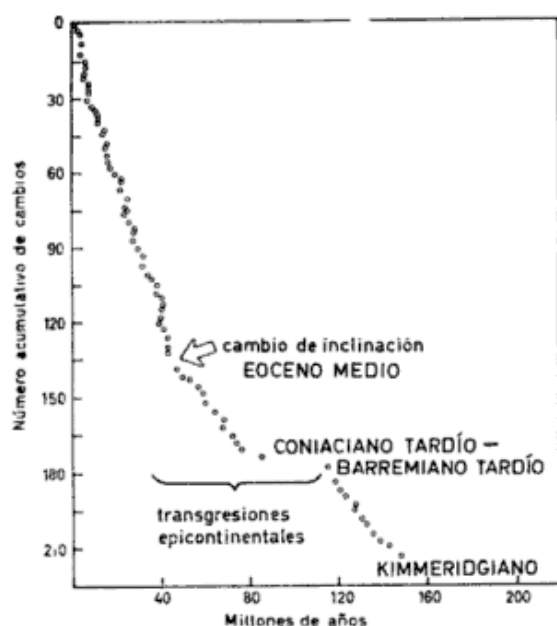


Fig. 4. — Relaciones entre las propiedades estadísticas de los cambios de polaridad del campo magnético terrestre y la ocurrencia de transgresiones epicontinentales.

transgresión de tipo epicontinental en la historia mundial del Cretácico-Cenozoico, excluyendo las grandes transgresiones del Pleistoceno.

La figura 4 presenta las relaciones entre las propiedades estadísticas de los cambios de polaridad del campo magnético y las transgresiones epicontinentales o cuasi-epicontinentales. El análisis de Reyment (1976) fue realizado sobre la base de los datos obtenidos hasta 1975. Cuando se analiza con los mismos métodos la información de Tarling y Mitchell (1976) se obtiene un resultado semejante.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento al Profesor J. C. M. Turner y al Doctor N. Malumián, de Buenos Aires, por sus consejos y conocimientos especializados. También a L. Malagrida, de Barcelona, por su ayuda.

Lista de trabajos citados en el texto

- Bertels, A., 1969. *Estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en Patagonia septentrional*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 24: 41-54.
- Bolli, H. M. y W. B. F. Ryan, 1975. *Basins and margins of the eastern South Atlantic*. Geotimes, 25: 22-24.
- Buffetaut, E., 1976. *Der Land-Krokodilier Libycosuchus Stromer und die Familie Libycosuchidae (Crocodylia, Mesosuchia) aus der Kreide Afrikas*. Mitt. Bayr. Staatsamml. Paläont. Hist. Geol. 16: 17-28.
- Buffetaut, E. y P. Taquet, 1975. *Les vertébrés du Crétacé et la dérive des continents*. La Recherche, 55: 379-381.
- Burke, K., 1975. *Atlantic evaporites formed by evaporation of water spilled from the Pacific, Tethyan and Southern oceans*. Geology, 3: 613-616.
- Burke, K., T. F. J. Dessauvage y A. J. Whiteman, 1972. *Geological history of the Benue valley and adjacent areas*. In African Geology (T. F. J. Dessauvage and A. J. Whiteman Eds.), Univ. Ibadan Press, Nigeria.
- Charrier, R. y N. Malumián, 1975. *Orogenesis y epeirogenesis en la región austral de América del Sur durante el Mesozoico y el Cenozoico*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 30: 193-207.
- Cooper, M. R. in press. *Mid-Cretaceous stratigraphy of Angola*. Ann. Mus. Hist. Nat. Nice.
- Freneix, S., 1959. *Mollusques fossiles du Crétacé de la Côte occidentale d'Afrique du Cameroun à l'Angola. III. Conclusions stratigraphiques et paléontologiques*. Ann. Mus. Roy. Congo Belge, 24: 126 pp.
- Freneix, S., 1972. *Le bassin côtier de Tarfaya (Maroc méridional). III. Paléontologie. Les mollusques bivalves crétacés du bassin côtier de Tarfaya (Maroc méridional)*. Notes Mém. Serv. Géol. Maroc, 228: 49-255.
- Goslin, J., J. Mascle, J. C. Sibuet y H. Hoskins, 1974. *Geophysical study of the easternmost Walvis Ridge, South Atlantic: morphology and shallow structure*. Bull. Geol. Soc. Amer., 85: 619-632.
- Jardiné, S., A. Doerenkamp y P. Biens, 1974. *Dicheiropollis etruscus, un pollen caractéristique du Crétacé inférieur afro-sudaméricain: conséquences pour l'évaluation des unités climatiques et implications dans la dérive des continents*. Bull. Sci. Géol. Strasbourg, 27: 87-100.
- Kennedy, W. J. y M. R. Cooper, 1975. *Cretaceous ammonite distributions and the opening of the South Atlantic*. J. Geol. Soc. London, 131: 283-288.
- Mörner, N. A., 1976. *Eustasy and geoid changes*. J. Geol., 84: 123-151.
- Neufville, H. M. E., 1973. *Upper Cretaceous-Palaeogene ostracods from the South Atlantic*. Dissertation, Univ. Upsala, 205 pp.

- Nicklès, M. 1950. *Mollusques testacés marins de la côte occidentale d'Afrique*. Manuels Ouest-Africains, 2: 269 pp. Lechevalier, Paris.
- Reyment, R. A., 1955a. *Occurrence of Upper Cretaceous fossil molluscs in South America and West Africa*. Nature, 207: 1384.
- 1965b. *Aspects of the Geology of Nigeria*. Ibadan Univ. Press, 144 pp.
- 1967. *Review of non-paleomagnetic evidence for the continental drift of West Africa and Brazil*. Symp. Cont. Drift (Montevideo), 2 pp.
- 1969. *Ammonite biostratigraphy, continental drift and oscillatory transgressions*. Nature, 224: 137-140.
- 1973a. *L'histoire de la mer transcontinentale saharienne pendant le Cénomanién-Turonien*. Bull. Géol. Soc. France, 7: 528-531.
- 1973b. *Factors in the distribution of fossil cephalopods. III. Experiments with exact models of certain shell types*. Bull. Geol. Instn. Univ. Upsala. NS 4, 7-41.
- 1976. *Geomagnetic reversals statistically appraised*. Tectonophysics, 31: 73-91.
- Reyment, R. A. y E. A. Tait, 1972. *Faunal evidence for the origin of the South Atlantic*. Proc. 24th Int. Geol. Congr. (Montréal): 7, Palaeontology :316-323.
- Reyment, R. A., P. K. Bengtson y E. A. Tait, 1976. *Cretaceous transgressions in Nigeria and Sergipe-Alagoas (Brazil)*. Anais. Acad. Bras. Cienc. (Supl.), 48: 253-264.
- Tarling, D. H. y J. G. Mitchell, 1976. *Revised Cenozoic polarity time scale*. Geology, 4: 133-136.
- Windhausen, A., 1931. *Geología Argentina*. Buenos Aires.
- Woods, H., 1911. *The palaeontology of the Upper Cretaceous deposits of Northern Nigeria*. Appendix 2 to Falconer, J. D. The Geology and Geography of Northern Nigeria, MacMillan, London, 273-286.

Recibido: enero 15, 1977.

LA FORMACION LOS PATOS (NOV. FORM.), JURASICO INFERIOR DE LA ALTA CORDILLERA DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN (REPUBLICA ARGENTINA), EN SU LOCALIDAD TIPO (RIO DE LOS PATOS SUR)

WOLFGANG VOLKHEIMER¹, MIGUEL MANCEÑIDO² y SUSANA DAMBORENEA²

¹ Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia", Av. Angel Gallardo 470, Buenos Aires. Investigador del CONICET.

² Departamento Paleozoología Invertebrados, Museo de Ciencias Naturales, La Plata; actualmente Department of Geology, University College of Swansea, Singleton Park, Swansea, SA2 - 8PP, Gran Bretaña.

Resumen

Se describe la sección tipo de la Formación Los Patos (nov. form.) ofreciéndose una caracterización litológica de la columna aflorante en el extremo sur, flanco occidental, del cordón del Espinacito, Cordillera Principal de la Provincia de San Juan. Se consideran además las relaciones con las entidades estratigráficas colindantes. La Formación Los Patos consta de dos miembros claramente diferenciables: el Inferior está constituido por una alternancia de lutitas carbonosas plantíferas, areniscas y conglomerados; respondería a una génesis continental tanto por la sucesión de paleosuelos identificados, como por la macro y microflora asociada. El Superior está integrado, en cambio, por un conglomerado basal al que se sobrepone una sucesión espesa de areniscas fuertemente calcáreas de variada granulometría, que alojan frecuentes intercalaciones de coquinas con moluscos y braquiópodos indicativas de un origen marino.

1. Introducción

Son pocos los trabajos dedicados al Lías de la Alta Cordillera de San Juan: Rigal (1930, págs. 5-6), Lambert (1943-1944), v. Hillebrandt (1972, págs. 18-19) y Vicente (1975).

En marzo de 1975, los autores del presente trabajo estudiaron la zona del Río de Los Patos Sur, ubicada al sur del Paso del Espinacito, donde levantaron perfiles estratigráficos detallados del Lías y coleccionaron las asociaciones presentes de invertebrados fósiles y asimismo de mega y microfósiles vegetales.

La mayor parte de los depósitos liásicos de la zona del Río de Los Patos Sur se reúnen, en esta contribución, en la Formación Los Patos (Cuadro 1). Se trata de

Abstract

The present paper describes the type section of the Los Patos Formation (nov. form.). A lithological characterization of the sequence which outcrops in the western slope at the southern end of the Espinacito Range, Main Cordillera of San Juan, Argentina, is given, and the mutual relationships with the adjacent stratigraphic units are considered as well. The Los Patos Formation is made up of two clearly recognizable members. The Lower one consists of an alternating succession of plant-bearing carbonaceous shales, sandstones and conglomerates, and a continental origin is suggested by its macro and microflora as well as by the associated autochthonous rootlet beds. On the other hand, the Upper Member is composed of a basal conglomerate followed up by a series of highly calcareous sandstones of various grain sizes; it includes frequent mollusc-brachiopod coquinas interbedded, which in turn point out to a marine deposition.

uno de los afloramientos liásicos más septentrionales de la Cuenca Neuquina.

Aspectos bioestratigráficos y paleoecológicos de la Formación Los Patos han sido expuestos en otro trabajo (Volkheimer, Manceñido y Damborenea, 1978).

Debemos a Lambert (1943, pág. 4) la primera y hasta el momento única mención de fósiles liásicos de la localidad tipo de la Formación Los Patos. El observó, en la confluencia del Río de Los Patos Sur y el Arroyo de la Laguna un "espolón de areniscas calcáreas, regularmente estratificadas, de color gris o gris amarillento, fosilíferas, separadas por sólo unos pocos metros de escombros de los últimos meláfiros, los que afloran en el mismo lecho del arroyo,

al pie del pequeño escarpado". Luego menciona Lambert, de la cresta del espolón, los primeros bancos fosilíferos con *Trigonia* cf. *araucana* Leanza y, del faldeo occidental del espolón, de un nivel estratigráficamente algo más alto, un yacimiento fosilífero, del cual cita: "*Deroceras subarmatum* Y y B., *Harpoceras subplanatum* (Oppel), *H. aff. coecilia* (Reinecke), *Phylloceras* aff. *taticum* (Pusch), *Lytoceras* sp., *Pecten*

(*Variamussium*) *personatus* Zieten (= *P. pumilus* Lmk.), *Astarte* sp., *Ctenostreon* sp., *Arca* sp., *Modiola* sp., *Ostrea* sp., *Trigonia* sp. ind. I (nov. sp.?), *Trigonia* sp. ind. II (nov. sp.?), *Terebratula punctata* Sow., *Rhynchonella* sp. así como algunos corales y restos vegetales". Este yacimiento lo homologa con el que menciona Rigal (1930) de la Quebrada Honda, ubicada algo más al norte (ver mapa de ubicación, fig. 1).

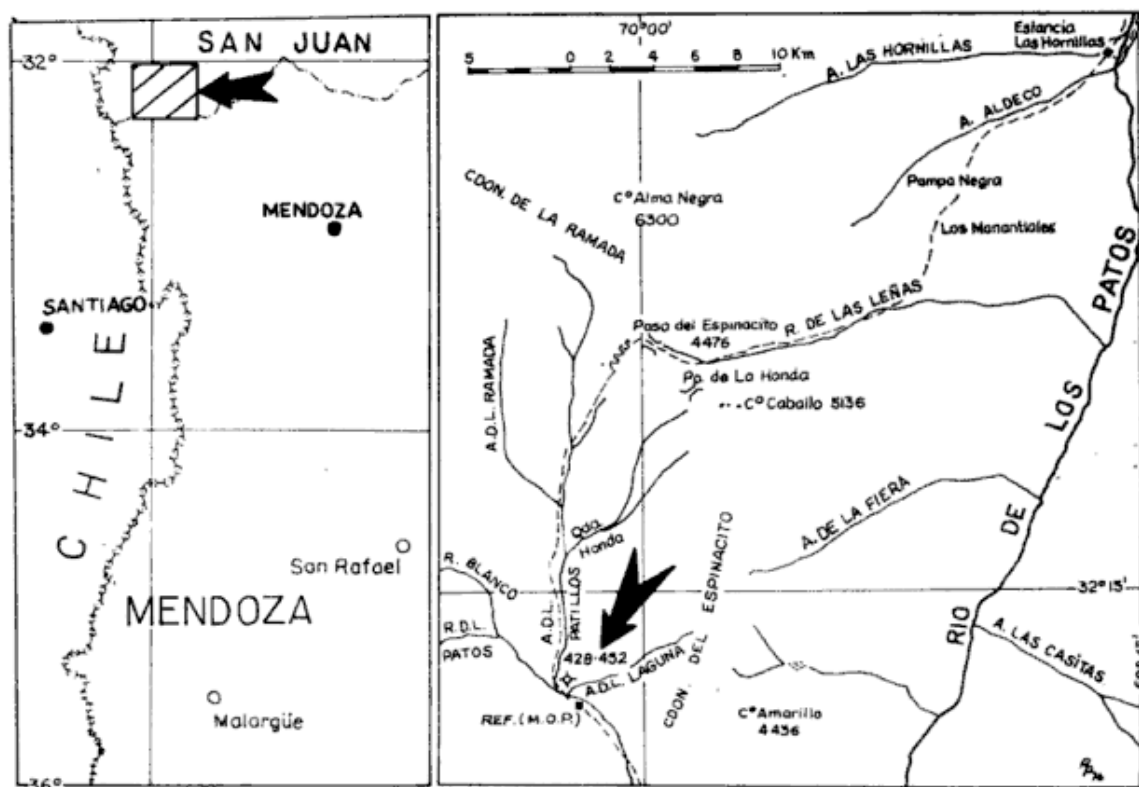


Fig. 1. — Mapa de ubicación.

De la cita de Lambert mencionada en primer término se desprende que este autor ha observado el miembro superior, marino, de la Formación Los Patos, pero no el inferior, continental, de casi 60 m de espesor, el cual no aflora en la desembocadura del Arroyo de La Laguna, debido a la cobertura de depósitos cuaternarios y, en cambio, está bien expuesto a 1-1,5 km al noreste de la desembocadura, donde constituye la mitad inferior del faldeo noroccidental del valle, se apoya sobre los "Meláfiros y tobas reto-

liásicos" y está cubierto por el Miembro Superior (Pliensbaquiano y Toarciano marinos).

El presente trabajo da una descripción litoestratigráfica de la Formación Los Patos en su localidad tipo, establece las relaciones estratigráficas con otras formaciones y da criterios para la determinación de la edad de la Formación Los Patos. En base al contenido fosilífero, se asigna esta formación a varios pisos del Jurásico inferior.

CUADRO 1. — Posición estratigráfica de la Formación Los Patos (nov. form.) en su localidad tipo. Río de Los Patos Sur (Alta Cordillera de la provincia de San Juan)

Lambert 1943	Este trabajo	Cronoestratigrafía
"Yeso principal oxfordiano"	Formación Auquinco	Oxfordiano
Dogger-Caloviano	Jurásico medio marino	Caloviano
		Bayociano
		Aaleniano
Liásico	Form. Los Patos	Miembro Superior
		Miembro Inferior
		_____ ? _____ ? _____ ? _____ ? _____ ? _____
Meláfiro y tobas intercaladas	Basaltos y Tobas	Hettangiano
		hasta Retiano (?)
Pórfiros cuarcíferos y sus tobas	Riolitas y Tobas ácidas	Triásico (hasta Pérmico ?)

II. La sección tipo de la Formación Los Patos en el río de Los Patos Sur

En su localidad tipo, la Formación Los Patos puede subdividirse en dos miembros litológicamente y paleontológicamente bien diferenciables:

1. MIEMBRO INFERIOR

Alternancia de lutitas carbonosas, ricas en detrito vegetal, con areniscas y frecuentes intercalaciones de conglomerados. Las rocas que componen este miembro son más o menos friables y forman faldeos. Todos los restos de fósiles hallados son de origen continental. El espesor total es de 59,57 metros.

2. MIEMBRO SUPERIOR

El Miembro Superior transgrede con pronunciada discordancia erosiva sobre el Miembro Inferior. Sobre el conglomerado basal se apoya una alternancia de areniscas muy calcáreas de grano variado y estratificación casi siempre paralela. Debido al contenido en carbonato de calcio, las areniscas son muy compactas. Casi siempre son ferruginosas. Se intercalan frecuentes niveles lumachélicos. La mayoría de los restos fósiles hallados es marina. Las rocas de este miembro son casi siempre compactas y forman cornisas. El espesor total es mayor de 88 metros.

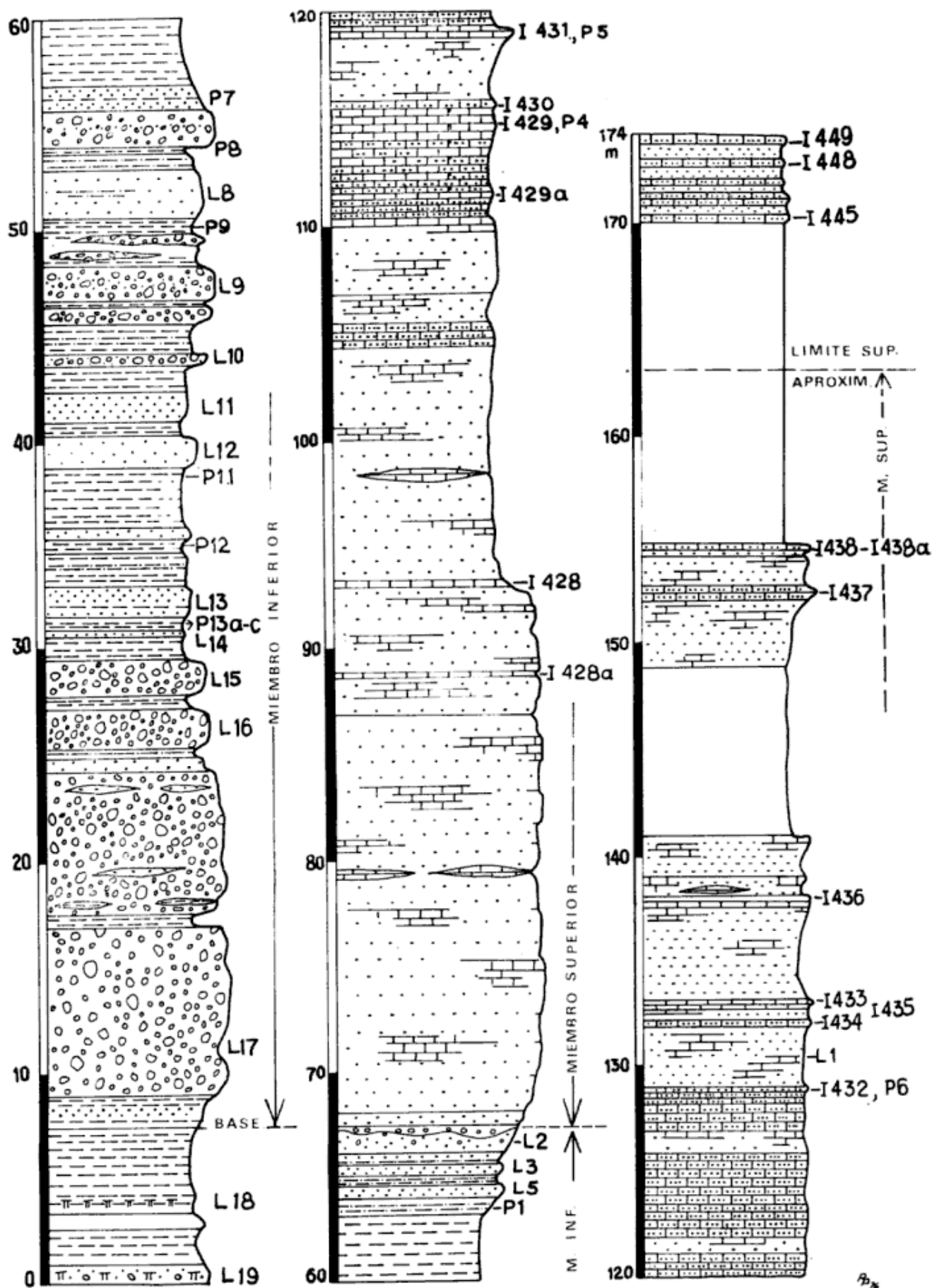


Fig. 2.—Sección tipo de la Formación Los Patos (nov. form.). Río de los Patos Sur, Alta Cordillera de San Juan. P: muestras paleobotánicas y palinológicas; I: muestras de invertebrados fósiles; L: muestras litológicas.

El perfil que a continuación se describe desde el techo hacia la base (véase también fig. 2), aflora en las inmediaciones del curso inferior del Arroyo de La Laguna (occidental), sobre el flanco occidental, extremo sur, del Cordón del Espinacito (Fig. 1), con un rumbo promedio de 180° y una inclinación media de 37° O. Dado que en el área donde se midió el perfil el techo se halla cubierto, en la figura 2 se han incluido también como complemento los estratos aflorantes más bajos de la entidad suprayacente, que están expuestos unos 3 km más al norte, y se componen de una alternancia de calizas biomicriticas, calcarenitas, con frecuentes intercalaciones de biosparitas lumachélicas y también calcipelitas. Alternan bancos más compactos y más friables, cuyo espesor individual es del orden de los decímetros. Color de conjunto gris parduzco. El banco basal corresponde a una lumachella con *Trigonia (Frenguelliella)* sp. (I 445), y entre 2,5 y 3,5 m más arriba aparecen un par de capas con amonites. La inferior de ellas (I 448) con *Harpoceras* aff. *subexaratum* (Y. y B.) y *Harpoceratoides* sp.; la superior (I 449) con *Brodieia* cf. *alticarinata* (Merla). La unidad se continúa todavía hacia arriba alcanzando una potencia total mayor que la dibujada, y es portadora de una fauna muy bien preservada de amonites y bivalvos, destacándose entre los primeros: *?Phymatoceras fabale* (Simpson), *Calliphylloceras* sp., *Phlyseogrammoceras? tenuicostatum* (Jaw.), *Phymatoceras* sp., *Pseudogrammoceras* o. *Fontannesia* sp., *Zurcheria* aff. *groeberi* West. y Ricc., y entre los segundos: *Entolium* spp., *Pleuromya* sp., *Grammatodon?* sp., *Ceratomya* sp., *Cucullaea* sp., *Goniomya* sp., *Pholadomya* sp., y otros.

MIEMBRO SUPERIOR

Arriba: Cubierto.

- 0,45 m banco compacto de calcarenita gris de grano fino, oligomíctica color gris oscuro, meteorizado color gris parduzco. Pátina color herrumbre. Donde está expuesta la superficie del banco, ésta se presenta muy irregular por disolución del carbonato. Se observan huellas de vermes arqueadas, de hasta 12 mm de diámetro y 20 cm de largo. Restos carbonosos y un tronco vegetal de 1 m de largo. *Nodicoeloceras* sp., *Harpoceratinae* indet., *Dactylioceratidae* indet., *Lytoceratidae* indet. Entre los pelecípodos predomina *Pleuromya* sp. Además *Propeamussium* sp., *Astarte* sp. y *Pholadomya* spp. (I 438).
- 0,14 m arenisca muy friable de grano fino, oligomíctica. Predominan los granos de cuarzo subangulosos. Abundante pigmento de limonita.
- 1,45 m arenisca de grano fino, más o menos compacta, dispuesta en bancos de 15 a 50 cm de espesor. Predominan los granos angulosos de cuarzo. Escasos fémicos. Cemento calcáreo. Los bancos más calcáreos son de color gris claro, los restantes de color gris oscuro. Meteorización gris hasta pardo.
- 0,50-0,60 m calcarenita lumachélica. La roca es de grano fino, con abundante pigmento limonítico. Predominan los granos de cuarzo. Escasos fémicos. Cemento calcáreo. Color gris a gris blanquecino. Meteorización gris a gris parduzco. *Pleuromya* sp., *Myophorella* cf. *araucana* (Leanza) y un harpocerátido (I 437).
- 3,20 m arenisca de grano fino, algo calcárea, gris, con abundante pigmento limonítico; dispuesta en bancos de hasta 30 cm de espesor. En la mitad inferior se intercalan niveles lajosos.
- Alrededor de 8,00 m cubiertos (un vallecito longitudinal).
- 2,00 m arenisca algo calcárea, de grano fino, oligomíctica, con escasos fémicos; color gris a gris claro. Dispuesta en bancos compactos cuyo espesor varía entre 1 y 30 cm. El conjunto forma una pequeña cornisa. Superficies de estratificación en parte muy planas. A 35 cm de la base un nivel con nódulos calcáreos de hasta 10 cm de diámetro. Algunos niveles con huellas de vermes arqueadas, de hasta 2 cm de diámetro y hasta 20 cm de largo.
- 0,90 m calcarenita de grano fino a muy fino, en parte con escaso pigmento ferruginoso. Color gris a gris claro (este último en los bancos más calcáreos). En los 10 cm superiores *Harpoceras* sp., *Dactylioceratidae* indet. y abundantes ejemplares de *Myophorella* cf. *araucana* Leanza (I 436).
- Hasta 0,08 m coquina de pelecípodos. Arenisca muy calcárea, de grano fino, muy recristalizada, color gris claro.
- Unos 5,00 m calcarenita de grano fino a muy fino, en parte con pigmento de li-

- monita. Color gris a gris muy claro. Meteorización gris parduzca. Dispuesta en bancos de hasta 35 cm de espesor más o menos compactos. Se intercalan varios niveles de areniscas lajas, menos calcáreas y más ferruginosas. En el banco superior abundantes ejemplares de *Myophorella*.
- 1,00 m arenisca más o menos calcárea de grano fino, con pigmento ferruginoso. Color gris. Pátina pardo-grisácea. En el banco superior una coquina más o menos diluida con una asociación de *Myophorella* cf. *araucana* (Leanza), *Weyla bodenbenderi* (Behr.) y otros pelecípodos (I 433).
- 0,15-0,20 m coquina con braquiópodos y pelecípodos. Calcarenita gris de grano fino (I 434).
- 3,00 m areniscas de grano fino, más o menos calcáreas, de color gris claro. Granos de cuarzo, feldespato y material tobáceo silicificado (L 1). Esta unidad está dispuesta en lajas de 0,3 hasta varios centímetros de espesor.
- Hasta 0,10 m coquina con *Myophorella* cf. *araucana* y otros pelecípodos y gasterópodos (I 432, P 6). Arenisca calcárea de grano fino, color gris claro, pátina ferruginosa; roca muy compacta, recristalizada.
- 9,70 m calcarenita de grano fino. Granos predominantemente de material tobáceo lítico de color blanco grisáceo. Bancos más o menos compactos de hasta 50 cm de espesor alternan con bancos lajosos, algo menos calcáreos y más ferruginosos.
- Alrededor de 0,40 m coquina. Calcarenita de grano fino, color gris, con pátina ferruginosa (I 431). Asociación de *Spiriferina* aff. *tumida* von Buch, otros braquiópodos y algunos gasterópodos y ammonites: *Whitbyiceras?* sp. y *Matoniceras?* sp. (I 431, P. 5). Microflora casi pura de *Classopollis*, con microplancton marino.
- 3,00 m calcarenita de grano fino. Granos predominantemente de material tobáceo lítico, blanco grisáceo. Cemento calcáreo. Escaso pigmento ferruginoso. Pátina color pardo-herrumbre. Se intercalan varios bancos lumachélicos, en parte lenticulares. Los bancos son compactos, de hasta 50 cm de espesor. Abajo un banco con *Myophorella* cf. *araucana* (Leanza) y *Weyla bodenbenderi* (Behr.) (I 430) de 30 cm de espesor.
- 4,00 m calcarenita como la de arriba. A 0,35 m por debajo del techo *Protogrammoceras* ex gr. *normanianum* (d'Orb.) (I 429, P 4), asociado con una microflora casi pura de *Classopollis* y microplancton (*Pleurozonaria*) en menor cantidad.
- Hasta 0,20 m arenisca muy calcárea, recristalizada. Es una coquina de *Myophorella*, otros pelecípodos y cnidarios (I 429 a).
- 1,00 m calcarenita de grano fino, color gris claro, oligomíctica, con pigmento ferruginoso y pátina gris parduzca clara, dispuesta en bancos de 15 a 20 cm de espesor que alternan con lajas más o menos delgadas. Restos vegetales y pelecípodos mal conservados.
- 3,50 m arenisca calcárea similar a la anterior. En el techo un banco muy fosilífero con *Weyla* sp. y otros bivalvos.
- 1,40 m arenisca calcárea de grano fino, oligomíctica, color gris claro, muy compacta, pigmento limonítico, lajas, con láminas de alrededor de 0,5-1 cm de espesor.
- 1,00 m arenisca calcárea como la de arriba, dispuesta en bancos de alrededor de 30 cm.
- 6,00 m arenisca lajosa similar a la anterior.
- 0,10 m coquina lenticular, con terebratúlidos, *Weyla* sp. y pectínidos mal conservados.
- 5,00 m calcarenita de grano fino y pigmento ferruginoso. Color gris claro. Pátina pardo-ferruginosa. Bancos muy compactos. (P 3). Asociación microflorística con *Classopollis* cf. *classoides*, *Cycadopites*, *Deltoidospora* y bisacados.
- 0,30 m calcarenita similar a la anterior. Coquina (I 428). Asociación de *Weyla bodenbenderi* (Behr.) con *Chlamys* aff. *prisca* (Schl.), *Entolium* sp., *Myophorella?* sp. y otras formas.
- 6,00 m arenisca calcárea oligomíctica de grano mediano a fino. Color gris claro, pigmento limonítico, pátina ferruginosa. Dispuesta en bancos muy compactos de hasta 50 cm de espesor. Esta sucesión forma el techo de la cornisa ubicada al oeste del arroyo La Laguna. A 2 y 4,20 m por debajo del techo se intercalan bancos con *Weyla bodenbenderi* (Behr.). El inferior de estos bancos con gasterópodos grandes y Ammonitina (indet.). Esta unidad forma, al oeste del arroyo La Laguna, el borde superior de una cornisa observable a larga distancia.

19,00 m arenisca calcárea de grano mediano, oligomictica, tobácea, con escasos férmicos y gran cantidad de pigmento ferruginoso. Dispuesta en bancos gruesos de hasta 1,00 m de espesor, muy compactos, con pátina gris parduzca clara. A veces, el óxido de Fe se presenta en manchas concéntricas e irregulares. Hacia la base se intercalan delgadas capas, de alrededor de 2 cm de espesor, de areniscas de grano grueso. A 7,50 m por debajo del techo se observan dos bancos lenticulares de coquina, de 5 cm de espesor cada uno, separados por 15 cm de arenisca calcárea.

0,30 m arenisca de grano mediano a grueso, con bandas de grano más grueso, polimictica, color gris claro, meteorizando color herrumbre.

0,25 m arenisca de grano grueso, polimictica, lajosa, muy friable, color gris.

0,15-0,25 m arenisca de grano mediano a grueso, compacta, polimictica, gris clara, meteorizando color herrumbre.

0,10-0,50 m conglomerado basal del Miembro Superior: Conglomerado mediano a grueso, clastos bien redondeados, en su mayoría de porfiritas y tobas. La escasa matriz es una arenisca de grano mediano a fino, con cemento calcáreo. El espesor variable se debe a la depositación de este conglomerado basal en paleocanales elaborados en las areniscas que se hallan en la parte más alta del Miembro Inferior de la Formación Los Patos.

Discordancia erosiva *

MIEMBRO INFERIOR

0,90-1,00 m sabulita con delgadas intercalaciones de conglomerados finos. Color de conjunto gris blanquecino. Los gránulos de la sabulita y la matriz de los conglomerados se componen principalmente de cuarzo; en menor cantidad de feldespato, férmicos y minerales opacos (magnetita y hematita). Se presentan pequeños frag-

mentos carbonosos cementados por calcita. (L 2).

0,45 m arenisca de grano fino, lajosa, algo friable, de color gris, transitando hacia abajo a limolita arcillosa color gris claro.

0,17 m arenisca limolítica de grano muy fino, lajosa (lajas de 1 a 6 mm de espesor), color gris verdoso claro; transita hacia abajo en:

0,40 m arenisca muy limolítica de grano fino, color gris, dispuesta en 3 bancos. Los granos son de cuarzo, feldespato, fragmentos líticos y carbonosos y gránulos opacos de magnetita y hematita. Escasos granos compuestos de material tobáceo silicificado. La matriz es de similar composición. Escaso cemento calcáreo. (L 3). Pigmento limonítico algo abundante. En algunos niveles restos vegetales carbonizados.

0,65 m limolitas algo arenisoscas, alternando con areniscas de grano muy fino, ricas en materia vegetal. Predominan los granos de cuarzo y, en segundo lugar, de material piroclástico. Color general gris mediano. Parcialmente cubiertas. (L 4).

0,50 m arenisca de grano fino, similar a la de L 3. Color gris claro, pátina pardo grisácea (L 5). Algunos niveles con abundante materia vegetal.

0,60 m limolitas plantíferas de color gris, alternando con delgadas capas de lutita gris oscura. Las limolitas incluyen una rica megaflórua con *Otozamites* sp. cf. *O. simonatoi*, *Sphenopteris* sp. y *Pagiophyllum* sp. (P 1), y una microflora de *Deltoidospora minor* con *Classopollis* spp. e *Inaperturopollenites*.

6,60 m alternancia de lutitas carbonosas de color negro, lutitas verde-grisáceas y escasas intercalaciones de lutitas color marrón-rojizo. Parcialmente cubierto.

1,10 m alternancia repetida de areniscas de grano fino a mediano, muy carbonosas y finamente estratificadas, muy ricas en restos vegetales mal conservados, con delgadas capas de lutita carbonosa negra y varios horizontes de paleosuelos (underclays), cruzados perpendicularmente por raíces fósiles. (P 7). Los centímetros inmediatamente por encima de cada paleosuelo son especialmente ricos en restos vegetales.

1,60 m banco conspicuo de conglomerado mediano de color gris blanquecino, for-

* En la opinión de los autores, esta discordancia erosiva (sin ninguna angularidad) no registra un evento cuya importancia justifique trazar un límite entre dos unidades estratigráficas de la categoría de Formación. Debe considerarse entonces una *discordancia intraformacional*, de acuerdo con lo admitido por el Código de Nomenclatura Estratigráfica (Art. 6, c) al expresar que las formaciones "pueden incluir interrupciones en la sucesión cronoestratigráfica".

- mando cornisa. En los centímetros superiores transición a arenisca mediana a gruesa.
- 0,30 m lutita carbonosa negra (P 8), transitando a:
- 0,90 m alternancia de limolitas y lutitas grises hasta negras.
- 2,25 m sucesión de areniscas medianas a finas, con escasas intercalaciones de areniscas gruesas bandeadas. Textural y mineralógicamente similares a L 3. Abundante pigmento ferruginoso, color gris claro, con detrito vegetal (L 8). Se intercalan varios niveles de limolitas grises, en parte areniscosas.
- 0,75 m alternancia de lutitas carbonosas, limolitas y areniscas limolíticas grises algo lajosas, con abundantes restos vegetales (megaflórida P 9). Microflora bien conservada de *Classopollis-Deltoidospora*.
- Hasta 0,50 m banco lenticular de conglomerado fino.
- 0,10 m lutita carbonosa.
- 0,30 m arenisca de grano fino a mediano, color gris claro, pigmento ferruginoso, abundante materia vegetal (restos carbonosos).
- Hasta 0,12 m banco lenticular de conglomerado fino.
- Hasta 0,08 m capa lenticular de lignito.
- 0,38 m lutita carbonosa.
- 1,70 m banco conspicuo de conglomerado fino a mediano, con delgados niveles lenticulares de arenisca gruesa a sabulítica. Predominan los guijarros de cuarzo; los de material lítico y feldespato se presentan más escasamente. La matriz es una arenisca cuyos granos son de cuarzo (que predomina), fragmentos líticos y feldespatos en mucho menor cantidad. El cemento calcáreo es muy escaso. (L 9).
- 0,27 m lutita carbonosa.
- 0,75 m conglomerado fino con varias intercalaciones de limolita gris, portadora de abundante detrito vegetal.
- Hasta 0,55 m arenisca mediana a gruesa de color gris claro, con una intercalación lenticular de conglomerado fino a mediano de hasta 20 cm. (L 10).
- 1,30 m lutitas carbonosas.
- 1,35 m areniscas de grano fino a mediano (L 11). Similares a L 3.
- 0,65 m alternancia de lutitas carbonosas y limolitas grises.
- 1,55 m alternancia de sabulitas y areniscas de grano variado (L 12). Color de conjunto gris claro.
- 2,90 m lutita carbonosa. Hacia abajo aumentan las intercalaciones de siltita gris (P 11 de la parte más alta).
- 0,40 m arenisca, grano fino a mediano. Arriba 0,02 m de sabulita. Cemento algo ferruginoso. Color gris claro.
- 0,70 m lutita carbonosa, alternando con siltitas grises, en parte carbonosas (P 12).
- 1,60 m alternancia repetida de areniscas de grano fino, limolíticas, algo ferruginosas, de color gris, lutitas carbonosas y siltitas grises.
- 1,45 m alternancia de areniscas de grano variable (L 13), en parte friables, con limolitas grises ricas en detrito vegetal. Los 30 cm inferiores ricos en restos carbonosos.
- 0,70 m lutita carbonosa. Arriba intercalaciones delgadas de arenisca friable. Abajo una microflora (P 13 a) con *Deltoidospora* spp. y *Classopollis* spp. Arriba una microflora similar (P 13 b).
- 0,16 m arenisca de grano fino, oligomictica. Predominan los granos de cuarzo, Feldespatos y fémicos en menor cantidad. Escaso cemento calcáreo (L 14).
- 1,15 m lutita carbonosa, hacia arriba transitando en arenisca de grano fino, limolítica, gris, friable.
- 1,80 m alternancia de conglomerados medianos a finos de color gris claro (L 15), areniscas de grano grueso y, a veces mediano a fino. Las areniscas tienen casi siempre clastos subredondeados de cuarzo y material tobáceo en cantidades iguales. Los fémicos son más escasos y más redondeados. Escasa cantidad de cemento ferruginoso. Escasa matriz fuertemente meteorizada que originalmente consistió probablemente en material tobáceo. Algunos niveles ricos en restos carbonosos. Alrededor de 2/3 del espesor total de esta unidad corresponden a los conglomerados, los cuales engranan íntimamente con las areniscas. Los 15 cm superiores corresponden a una arenisca de grano fino y color gris, en cuya base se hallan 2 cm de limolita gris.
- 0,70 m lutita carbonosa que transita hacia

- arriba en arenisca de grano fino, limolítica, friable, gris negruzca.
- 2,00 m conglomerado mediano a fino. Rodados subredondeados. La abundante matriz es una sabulita (L 16).
- 0,22 m limolitas y lutitas carbonosas, con algunas intercalaciones areniscosas. Color de conjunto gris negruzco. Rico en detrito vegetal.
- 0,65 m sabulita. 10 cm por debajo del techo transitando en arenisca gruesa, luego mediana. A 2 cm por debajo del techo, rica en detrito vegetal.
- 6,67 m conglomerado de granulometría muy variable. A 0-0,70 m por debajo del techo conglomerados finos con intercalaciones lenticulares de sabulita y arenisca gruesa. Hacia abajo siguen 2,90 m de conglomerado grueso; luego 0,12 m de arenisca mediana, gris y 1,10 m de conglomerado grueso con algunos bloques de 40 cm de diámetro. Luego un lente de 0,1 cm de arenisca carbonosa y 1,75 m de conglomerado grueso.
- 0,65 m lutita carbonosa.
- 3,00 m conglomerado grueso, color gris claro. Algunos bloques de hasta 40 cm de diámetro. Los rodados son casi siempre rocas volcánicas. La matriz es una arenisca gruesa (L 17) hasta conglomerádica, cuyos granos son de material tobáceo.
- 1,50 m lutita carbonosa, negra, alternando con intercalaciones más o menos areniscosas de meteorización gris verdosa.

Límite inferior de la Formación Los Patos

PSEUDOCONCORDANCIA

- 3,65 m lutita, en parte areniscosa, color rojo-violáceo. Meteorización color gris claro verdoso.
- 0,10 m toba, grano fino, color gris blanquecino. Escaso cemento carbonático (L 18).
- 0,40 m lutita, color borravino, como la de arriba.
- 0,75 m arenisca conglomerádica. Predomina la matriz de material tobáceo y color rojo-violáceo. Se trata de una brecha volcánica redepositada.
- 1,70 m lutita, color rojo-violáceo, meteorización color gris claro verdoso, como la de arriba.

Más de 0,90 m de brecha volcánica redepositada, color rojo-violáceo. Los fragmentos son de material tobáceo. Matriz de grano fino. Cemento carbonático. (L 19).

III. Relaciones estratigráficas

La Formación Los Patos yace con pseudoconcordancia sobre una sucesión volcánica-terrestre que desde Lambert (1943, pág. 2) se asigna al Retiano hasta Lías inferior. El límite inferior de la Formación Los Patos se define por la desaparición de las arcilitas rojo-violáceas, tobas y vulcanitas inmediatamente infrayacentes y el comienzo abrupto de arcilitas carbonosas negras, que alternan con bancos de conglomerado gris claro más o menos potentes.

El límite superior se halla cubierto por depósitos del Cuartario en la localidad tipo; sin embargo, en un portezuelo ubicado a unos 3 km más al norte, en el límite superior se hallan cubiertos sólo alrededor de 15 m, siguiendo hacia arriba areniscas, lumachellas, limolitas, calizas y arcilitas, que forman una unidad litoestratigráfica mapeable por separado. La rica fauna amonítica contenida en ella indica que esta sucesión se extiende, sin dudas, del Toarciano superior al Aaleniano y Bayociano (cf. v. Hillebrandt 1970, 1972, 1973; Westermann y Riccardi 1972, 1973); de ahí la suposición lógica de un límite concordante con la Formación Los Patos infrayacente. Tal situación está de acuerdo con la transición Lías-Dogger observada por v. Hillebrandt (1970, pág. 182) en la Quebrada Honda, ubicada a unos 7 km más al norte.

IV. Edad de la Formación Los Patos

A partir del contenido fosilífero del Miembro Superior (cf. Volkheimer, Mancenido y Damborenea, 1977, cuadro 2), el conjunto de los géneros de bivalvos presentes basta para otorgarle una edad jurásica, y permiten además una asignación al Liásico formas como *Weyla* (*W.*) *bodenbenderi* (Behr.), *Chlamys* cf. *prisca* (Schl.), *Myophorella* cf. *araucana* (Leanza) *Cardina* sp., *Pteromya* sp., y *Gervillia* (*Cultriopsis*) sp., al igual que el gastrópodo *Ptychomphalus* sp.

Entre los braquiópodos, los géneros *Lobothyris* y *Homoeorhynchia* se extienden

mundialmente desde el Triásico al Jurásico medio, pero las especies representadas muestran sus mayores afinidades con aquellas del Liásico medio y superior. Más aún *Spiriferina* aff. *tumida* (v. Buch.) está íntimamente relacionada con una especie de amplia distribución entre el Hettangiano y Domeriano, y en todo caso, dado que no se han comprobado registros fehacientes del género *Spiriferina* durante el Jurásico medio, la fauna aquí considerada no habría de ser más joven que Toarciano.

Los ammonites, lógicamente, aportan datos más precisos acerca de la edad, es así que *Protogrammoceras* ex gr. *normanium* (d'Orb.) en la muestra 429 documenta la existencia de Pliensbaquiano superior a esa altura de la secuencia, mientras que, en estratos superiores, el hallazgo de *Harpoce-ras* sp., *Dactylioceratidae* indet. (muestra 436), *Nodicoeloceras* sp. y *Harpoceratinae* indet. (muestra 438) es indicativo, en cambio, del Toarciano inferior. Por su parte, un nivel intermedio (muestra 431) portador de *Whitbyceras?* y *Maconiceras?* podría estar señalando el inicio del Toarciano. (Para un tratamiento más detallado de estos aspectos véase Volkheimer, Manceñido y Damborenea 1978).

MICROFLORA

La presencia de *Todisporites minor* Couper en el Miembro Inferior de la Formación Los Patos indica una edad jurásica (y con seguridad no pre-jurásica). La ausencia del complejo *Inaperturopollenites turbatus* Balme —*Callialasporites dampieri* (Balme) Dev— *Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava, presente en todas las demás microfloras jurásicas posteriores al Toarciano inferior estudiadas en la Cuenca Neuquina (cf. Volkheimer 1971, 1973, 1974, 1977) señalaría una edad pre-Toarciano superior, de modo que el total de siete microfloras estudiadas sugiere una edad liásica para la Formación Los Patos. Ambos miembros de esta formación se caracterizan por una *Microflora de Classopollis* con *Classopollis simplex* (Danzé Corsin y Lav.) Reiser y Williams y *C. cf. classoides* Pflug emend. Pocock y Jansonius, como la que caracteriza el Liás de la región gondwánica y de otros continentes.

MEGAFLORA

Uno de los elementos principales de la megaflora del Miembro Inferior es *Otoza-*

mites sp. cf. *O. simonatoi* Orlando, especie descrita del Pliensbaquiano de Picún Leufú, provincia de Neuquén (Orlando 1946). *O. simonatoi* nunca ha sido mencionado de estratos más recientes que el Pliensbaquiano.

V. Aspectos paleoambientales

En cuanto al ambiente de depositación de la Formación Los Patos, las microfloras netamente terrestres y la presencia de paleosuelos *in situ* señalan un ambiente continental para el Miembro Inferior. Los sedimentos pelíticos (lutitas carbonosas) asociados con megafósiles vegetales (*Otozamites* y otros), y asimismo la alta frecuencia de esporas de helechos, indican biotopos higrofilos. Las asociaciones de invertebrados fósiles del Miembro Superior sugieren un ambiente marino típico (de salinidad normal), de aguas someras, no muy alejadas de la línea de costa (zona infralitoral), con sustrato blando pero firme (cf. Volkheimer, Manceñido y Damborenea 1978; Ager 1965; Hallam 1976).

VI. Correlaciones

En el ámbito de la Cuenca Neuquina, la Formación Los Patos corresponde a la Formación El Cholo (Sinemuriano-Pliensbaquiano-Toarciano) de los Andes del sur de Mendoza (Stipanovic y Bonetti 1970); en la parte austral de la cuenca a la Formación Sierra Chacai Có (Pliensbaquiano, Volkheimer 1973) y la parte inferior (Toarciano inferior) de la Formación Los Molles (Weaver 1931, Volkheimer 1973), ya que la fauna de la parte media de la F. Los Molles corresponde a la que se halla en el área estudiada en la secuencia ubicada inmediatamente *por encima* de la Formación Los Patos. Más al sur, la Formación Piedra Pintada (cf. Stipanovic y Bonetti 1970), (Damborenea *et al.*, 1975), de edad Sinemuriano superior a Pliensbaquiano inferior, por lo menos en parte es correlacionable con la Formación Los Patos.

En el norte y centro de Chile, dentro de la misma cuenca sedimentaria, los equivalentes de la F. Los Patos se presentan en facies marinas, con ricas faunas de ammonites, pelecípodos y braquiópodos, estudiadas por von Hillebrandt (1970, 1971, 1972, 1973).

En el norte de la Patagonia (provincia de Chubut) le corresponde en la Sierra de Agnía la Formación Osta Arena, de la cual se conocen ammonites del Toarciano inferior y medio (Musacchio y Riccardi 1971), de modo que corresponde parcialmente a la parte superior de la F. Los Patos.

En Australia Occidental (Cuenca de Perth), mediante comparación microflorística puede correlacionarse la parte media de la *Classopollis chateauovi-Assemblage Subzone* (Filatoff 1975) y en el este de Australia —con cierta aproximación— la parte inferior de la *Nevesisporites vallatus-Subzone* y la parte superior de la *Classopollis classoides Subzone* (Reiser y Williams 1969, cf. Volkheimer 1971, págs. 352-3), con la Formación Los Patos.

Agradecimientos

Se agradece al Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" el suministro de un vehículo apto para campaña; al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas la otorgación de subsidios mediante los cuales han sido posibles la realización de las tareas en campaña y la adquisición de materiales de laboratorio; al personal de la Universidad de San Juan, especialmente al Profesor Doctor William Sill, por muchas ayudas en la preparación de las tareas de campaña; al Doctor A. Riccardi por sus valiosas determinaciones de nuestra colección de ammonites, y a la Doctora M. C. Di Lorenzo por el estudio de algunas muestras sedimentológicas a grano suelto.

Lista de trabajos citados en el texto

- Ager, D. V., 1965. *The adaptation of Mesozoic brachiopods to different environments*. Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., 1, 2, 143-172, Amsterdam.
- Damborenea, S. E., Mancenido, M. O. y Riccardi, A. C., 1975. *Biofacies y estratigrafía del Liásico de Piedra Pintada, Neuquén, Argentina*. I. Congr. Arg. Paleont. y Bioestrat. (Tucumán, 1974), Actas, Tomo II: 173-228, 8 figs., Tucumán.
- Filatoff, J. 1975. *Jurassic Palynology of the Perth Basin, Western Australia*. Palaeontographica Abt. B, 154, Lfg. 1-4: 1-113, Stuttgart.
- Hallam, A., 1976. *Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic bivalves*. Lethaia 9 (3): 245-259, Oslo.
- Hillebrandt, A. von, 1970. *Zur Biostratigraphie und Ammonitenfauna des südamerikanischen Jura (insbes. Chile)*. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 136 (2): 166-211, Stuttgart.
- 1971. *Der Jura in der chilenisch-argentinischen Hochkordillere (25° bis 32° 30' S)*. Münster Forsch. Geol. Paläont., H 20/21: 63-87, Münster.
- 1972. *Sobre la bioestratigrafía y la fauna de ammonites del Jurásico de América del Sur (especialmente de Chile)*. Publ. Dept. Geol., Fac. Cs. Fis. y Matem. Univ. Chile, 39: 1-50, Santiago.
- 1973. *Neue Ergebnisse über den Jura in Chile und Argentinien*. Münster Forsch. Geol. Paläont., H 31/32: 167-199, Münster.
- Lambert, L. R., 1943. *Perfil geológico en el valle superior del río de Los Patos Sur (Provincia de San Juan)*. Rev. Mus. La Plata (n.s.) Geol. 2 (11): 1-10, La Plata.
- 1944. *Informe sobre un proyecto de dique de embalse del río de Los Patos Sur*. Bol. Dir. Nac. Geol. Min. 57: 1-16, Buenos Aires.
- Musacchio, E. y Riccardi, A., 1971. *Estratigrafía, principalmente del Jurásico, en la sierra de Agnía, Chubut, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg. Rev. 26 (2): 272-273, Buenos Aires.
- Orlando, H. A., 1946. *Otozamites simonatoi n sp. Una nueva especie del Liásico del Neuquén (Patagonia)*. Notas Mus. La Plata, Paleont., 11, 89: 251-257, La Plata.
- Reiser R. F. y Williams, A. J., 1969. *Palynology of the Lower Jurassic sediments of the northern Surat Basin, Queensland*. Geol. Survey of Queensland, Publ. N° 339, Palaeontol. Papers N° 15, Brisbane.
- Rigal, R., 1930. *El Liásico en la Cordillera del Espinacito (Provincia de San Juan)*. Publ. Dir. Nac. Geol. Min. 74: 5-9, Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N., 1969. *El avance en los conocimientos del Jurásico argentino a partir del esquema de Groeber*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 24 (4): 367-388, Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N. y Bonetti, M. I. R., 1970. *Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. I. Floras liásicas*. Ameghiniana 7 (1): 57-78, Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N. y Rodrigo, F., 1970. *El diastrofismo jurásico en Argentina y Chile*. Actas IV. Jorn. Geol. Argent. II: 353-368, Buenos Aires.
- Tasch, P. y Volkheimer, W., 1970. *Jurassic conchostracans from Patagonia*. The University of Kansas Paleont. Contrib., Paper 50: 1-23.

- Vicente, J. C., 1975. *El Jurásico marino de la Alta Cordillera de San Juan y Mendoza (31° 30' a 33° Sur): Cambios de facies y paleogeografía*. VI. Congr. Geol. Argent., Resúmenes, S. 21-22. Bahía Blanca.
- Volkheimer, W., 1971. *Algunos adelantos en la microbioestratigrafía del Jurásico en la Argentina y comparación con otras regiones del hemisferio austral*. Ameghiniana 8 (3/4): 341-355, Buenos Aires.
- 1973. *Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacabuco y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina) I. Estratigrafía de las Formaciones Sierra Chacabuco (Pliensbaquiano), Los Molles (Toarciano-Aaleniano), Cura Niyeu (Bayociano) y Lajas (Calociano inferior)*. Ameghiniana 10 (2): 105-131, Buenos Aires.
- 1974. *Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacabuco y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina) II. Descripción de los palinomorfos de las formaciones Sierra Chacabuco (Pliensbaquiano) y Los Molles (Toarciano-Aaleniano)*. Ameghiniana 11 (2): 135-172, Buenos Aires.
- 1977. *Liassic microfloras of the Neuquén Basin (Argentina). Relations with other gondwanic areas*. IV. Internat. Palynol. Confer., Sympos. Triassic - Lias, Dic. 1976, Lucknow, India (en prensa).
- Volkheimer, W., Manceñido, M. y Damborenea, S., 1978. *Zur Biostratigraphie des Lias in der Hochkordillere von San Juan (Argentinien)*. Münster. Forsch. Geol. Paläont., H. 44/45: 205-235, Münster (Westf.).
- Weaver, C., 1931. *Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina*. Mem. Univ. Wash. 1: 1-469, lám. 1-62, Washington.
- Westermann, G. E. y Riccardi, A. C., 1972. *Middle Jurassic Ammonoid fauna and biochronology of the Argentine-Chilean Andes*. Part I: Hildocerataceae. Palaeontographica Abt. A. 140: 1-116, láms. 1-31, Stuttgart.
- 1973. *Amonitas y estratigrafía del Aaleniano-Bayociano en los Andes Argentino-chilenos*. Ameghiniana 9 (4): 357-389, Buenos Aires.

Recibido: marzo 15, 1977.

INFORMACIONES

RENOVACION DE LA COMISION DIRECTIVA

En la Asamblea General Ordinaria celebrada el día 5 de septiembre de 1977 se aprobaron la Memoria Anual y el Balance correspondientes al ejercicio 1976-77, realizándose a continuación el acto eleccionario por el cual se renovaron los miembros de la Comisión Directiva.

Como resultado de dicha elección, la Comisión Directiva de la Asociación Geológica Argentina para el período 1977-79 quedó constituida de la siguiente manera:

- Presidente:* DR. NORBERTO MALUMIÁN
Vicepresidente: . . DR. CARLOS L. AZCUY
Secretaria: DRA. MILKA K. de BRODTKORB
Tesorero: DR. VICENTE MÉNDEZ
Vocales: DR. VÍCTOR A. RAMOS
 DR. RICARDO VARELA
 LIC. GUILLERMO E. TURAZZINI
Vocales suplentes: LIC. MATEO A. TURIC
 LIC. JUAN V. PLOSKIEWICZ
 LIC. ROBERTO M. SARUDIANSKY

DIRECCION DE LA REVISTA Y EDITORES RESPONSABLES

La Asociación Geológica Argentina ha implementado un nuevo sistema para la recepción y aprobación de los trabajos a publicar. De acuerdo con esta nueva organización, la Dirección de la Revista ha sido separada de la Presidencia, pudiendo ocupar el cargo de Director la persona que, siendo o no miembro de la Comisión Directiva, sea designada por ésta, a propuesta del Presidente, para ejercer dicha función. Habrá además un coordinador de Publicaciones y un consejo de Editores Responsables integrado por profesionales de distintas especialidades.

Los autores deberán enviar los originales de sus trabajos al Coordinador de Publicaciones, quien les entregará la correspondiente constancia de recepción, verificará que los manuscritos se ajusten al reglamento vigente y comunicará, si los hubiere, los costos por excesos en texto, ilustraciones o cuadros. El Director de la Revista remitirá los trabajos a los Editores Responsables, quienes los considerarán en todos sus aspectos y, de acuerdo

con el tema, designarán un Jurado de carácter secreto para su evaluación. Si el Jurado formulara comentarios, aconsejara correcciones o sugiera modificaciones, éstas se harán llegar por escrito a los autores, los que deberán enviar su respuesta fundamentada, también por escrito, al Director de la Revista. Basándose en la opinión del Jurado y en su propio criterio, el Director de la Revista y los Editores Responsables decidirán la publicación de los trabajos. El Director de la Revista enviará a los autores, cuando correspondiere, la comunicación de aceptación y la fecha aproximada de publicación. Los autores deberán abonar los gastos extra por excesos en textos, ilustraciones, etc., antes de la remisión de los originales a la imprenta.

Para el período 1977-79 ha sido designado Director de la Revista de la Asociación Geológica Argentina el Dr. Roberto Caminos, y coordinador de Publicaciones el Lic. Francisco E. Nullo. El consejo de Editores Responsables estará formado por el Ing. Victorio Angelelli y los Dres. Horacio H. Camacho, Félix González Bonorino, Carlos Gordillo, Norberto Malumián, Mario Teruggi, Juan Carlos M. Turner y Marcelo R. Yrigoyen.

PREMIO Dr. CARLOS D. STORNI

El Premio Anual de la Asociación Geológica Argentina destinado a los jóvenes geólogos no mayores de 35 años de edad, autores de los trabajos más destacados publicados en cada tomo de la Revista, se denominará en adelante "Premio Dr. Carlos D. Storni", en homenaje a la personalidad de su creador, varias veces Presidente de la Asociación e incansable propulsor del avance de las ciencias geológicas en nuestro país.

Merecieron el "Premio Dr. Carlos D. Storni" correspondiente al año 1975 el Dr. Gustavo González Bonorino, autor del trabajo titulado "Sedimentología de la Formación Punta Negra y algunas consideraciones sobre la geología regional de la Precordillera de San Juan y Mendoza", y el Dr. Víctor A. Ramos, por su trabajo "Geología del sector oriental del Macizo Nordpatagónico entre Aguada Capitán y la Mina Gonzalito, provincia de Río Negro". Ambos trabajos fueron publicados en el N° 3 del tomo XXX de la Revista de la Asociación Geológica Argentina.

La entrega de esta distinción, consistente en una medalla de oro y un diploma, se llevó a cabo en un acto público realizado en la sede de la Asociación el día 5 de septiembre de 1977.

REUNIONES CIENTIFICAS

REUNION INTERNACIONAL SOBRE EL SISTEMA JURASICO DEL SUR ALEMANIA

Entre el 14 y el 24 de septiembre de 1977 se realizó en Stuttgart una reunión internacional auspiciada por el *Staatliches Museum für Naturkunde* de esa ciudad, con el objeto de estudiar el Jurásico del sur de Alemania.

El interés despertado por la misma, que se reflejó en la asistencia de más de 100 especialistas representando a 20 países, se debió fundamentalmente al hecho de que fue en esta región donde L. v. Buch, F. A. Quenstedt y A. Opel efectuaron las clásicas divisiones del Jurásico y realizaron los estudios que sirvieron de fundamento para la zonación estratigráfica.

El primer día fue dedicado a la realización de una serie de conferencias sobre el Jurásico inferior, medio y superior y la estructura tectónica del SO de Alemania, y sobre el Jurásico de Franconia. Como complemento de las mismas, y para ser usadas conjuntamente con las guías de las excursiones que seguirían, los participantes recibieron una serie de publicaciones del *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* (Serie B, N° 23-31) especialmente preparadas para la ocasión.

En la primera jornada de excursiones se visitó la región de Hechingen y Balingen con el fin de obtener una visión general del Jurásico del Alz suabo. En los dos días subsiguientes se realizaron 3 excursiones que permitieron conocer: la localidad tipo del Pliensbaquiano, las famosas "Posidonien-Schiefer" de Holzmaden, la región de Aalen, o el límite Rético-Liásico de la zona de Stuttgart y Tübingen. Tras un día de visita a las importantes colecciones de *Staaliches Museum für Naturkunde*, en Ludwigsbur®, se efectuaron dos grupos sucesivos de excursiones. En el primero fue posible examinar el Jurásico superior del sur de Franconia, incluyendo la famosa localidad de Solnhofen, o el Jurásico inferior y medio de Wutach y Klettgau. Mientras que en el segundo grupo se tuvo la oportunidad de observar el Jurásico superior o el inferior y medio de la zona central y sudoccidental del Alz suabo.

Durante el desarrollo de estas excursiones se visitaron museos municipales y particulares, donde fue posible apreciar excelentes colecciones y exhibiciones. Cabe destacar en especial la óptima organización y las adecuadas explicaciones y numerosas atenciones que se recibieron, tanto de los organizadores como de las autoridades y entidades privadas del país huésped. — A. C. Riccardi.

REUNION RECONSTITUTIVA DE LA SUBCOMISION INTERNACIONAL DEL JURASICO

El 24 de septiembre de 1977, coincidiendo con la finalización del *International Field Meeting on the Jurassic System of Southern Germany* se realizó en Stuttgart, Alemania, una reunión bajo la

presidencia de los Profesores B. Ziegler (Stuttgart) y N. F. Hughes (Cambridge), para reconstituir la Subcomisión del Jurásico dependiente de la Comisión de Estratigrafía de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas. Dicho encuentro fue organizado por la comisión citada, y para el mismo se invitaron a 20 especialistas de 16 países diferentes, entre ellos al que suscribe.

Como resultado de la sesión de trabajo se confeccionó una lista de candidatos a integrar la Subcomisión del Jurásico, para lo cual se trató de lograr una adecuada representación de países o áreas geográficas y especialidades. La selección final será realizada por la Comisión de Estratigrafía y confirmada por el Comité Ejecutivo de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas. — A. C. Riccardi.

SIMPOSIUM INTERNACIONAL SOBRE EL AGUA EN LA MINERIA Y OBRAS SUBTERRANEAS

Entre el 18 y el 22 de septiembre de 1978 se celebrará, en la Universidad de Granada, el Simposium Internacional sobre el Agua en la Minería y Obras Subterráneas, convocado por la Asociación Nacional y el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España.

Los temas a tratar en forma de comunicaciones científicas se agruparán en las siguientes secciones: 1) Trabajos bajo nivel piezométrico. 2) Aportación de aguas superficiales a las excavaciones. 3) Papel del agua en el comportamiento de las excavaciones. 4) Técnicas especiales (congelación; inyección; cementación; etc.). 5) Modelos matemáticos aplicados al drenaje. 6) Varios.

Toda la correspondencia relacionada con este Simposium deberá dirigirse a: Prof. Dr. Ing. Rafael Fernández-Rubio. Director del Grupo de Trabajo de Hidrogeología. Universidad de Granada. Apartado de Correos 556. Granada, España.

REUNION NACIONAL SOBRE EL PALEOZOICO DE ARGENTINA

Se realizará en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, del 9 al 10 de noviembre de 1978, una reunión nacional, tipo mesa redonda, en la cual se habrán de exponer y discutir los avances más recientes en la geología del Paleozoico argentino. Organizan este evento los Dres. Florencio G. Aceñolaza, Carlos González y Alejandro Toselli.

El temario incluye todos los aspectos geológicos y paleontológicos del Paleozoico en el territorio nacional (estratigrafía, mineralogénesis, metamorfismo, plutonismo, yacimientos, etc.). Se aceptarán contribuciones por escrito de extensión no mayor de dos carillas y una ilustración, que deberán ser entregadas a la Comisión Organizadora antes del próximo 15 de septiembre, estimándose que su impresión estará lista para la fecha de la reunión. La cuota de inscripción es de \$ 3.000 por participante.

III CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA

La Asociación Española de Geología Aplicada a la Ingeniería invita a los miembros de la "International Association of Engineering Geology", así como a todas las personas interesadas en este tema, a concurrir a este evento que se reali-

zará en Madrid, España, del 4 al 8 de setiembre de 1978.

Toda información relativa a este Congreso deberá solicitarse a:

Dr. A. García Yagüe, Secretario General del "III International Congress of Engineering Geology"

Servicio Geológico de O. P.

Avda. de Portugal 81. Madrid 11, España.

COMENTARIO BIBLIOGRAFICO

BRINKMANN, R., 1975. *Abriss der Geologie. Erster Band Allgemeine Geologie*. 11ª edición, neubearbeit von Werner Zeil. Ferdinand Enkel Verlag, Stuttgart. I-VIII, 246 páginas, 228 figuras.

La ya clásica obra "Geología General", del profesor Roland Brinkmann, ha sido reelaborada enteramente y puesta al día por el profesor Werner Zeil. La nueva edición, revisada y aumentada, se caracteriza por su actualidad y esmerada ilustración. Desde que se publicó la edición anterior, muchas ramas de las ciencias geológicas han sufrido un desarrollo explosivo.

El libro es una presentación unificada y comprensiva de Geología General que pone énfasis en los conceptos básicos. En Alemania el texto está muy bien considerado, por la claridad de su enfoque de los diversos temas, tratados en forma resumida pero conceptual.

El texto ha sido formatizado para dar a los alumnos un cuadro lógico y razonablemente completo de los procesos que actúan en la Tierra y sus efectos. La exclusión de conceptos que sólo tienen interés histórico, permite llegar al grano sin pérdida de tiempo.

El plan integral de la obra original no ha sido modificado con relación a la décima edición, publicada en 1967. A pesar de haber sido revisada ampliamente, se mantuvieron los mismos capítulos, sin alterar su orden. Un cincuenta por ciento de las figuras ha sido reemplazada por otras más claras y más didácticas. Se debe destacar el hecho de que se han incorporado fotografías de América del Sur, como, por ejemplo, de la Puna.

Una comparación con la edición anterior pone de manifiesto que más de la mitad del texto ha sido reescrito. Los avances de los últimos años se han incorporado. Se tiene en cuenta que la Tierra ahora se observa y se mide desde y mediante los satélites. Una consecuencia de esto es que ha ayudado a resolver muchos problemas, pero es también cierto que en el globo mismo han aparecido problemas nuevos.

La inquietud por el espacio vital, una previsión respecto al agotamiento de los combustibles naturales, también como de las materias primas,

es lo que más preocupa a la humanidad en este momento.

Se advertirá con respecto a ediciones anteriores, que los capítulos relativos a los procesos endógenos han sido modificados sustancialmente, dado que en relación con los mismos, la investigación internacional aportó mucho material y nuevos aspectos.

Los ejemplos están tomados de todas las regiones del mundo y de este modo se subraya el enfoque cosmopolita que Zeil ha sabido imprimir a esta obra.

La bibliografía al final de cada capítulo, proporciona una rápida guía a la literatura geológica general más importante y moderna, en la que se tiene en cuenta publicaciones en diversos idiomas, hecho que merece ser destacado y apreciado.

En los 29 capítulos se desarrollan con claridad y precisión los temas corrientes en textos de este tipo, curso introductorio de nivel universitario.

Comienza con la historia, conceptos y metodología de la Geología General. A continuación considera la Dinámica Exógena, donde trata la Meteorización, tanto física como química; el Agua en el Continente, ya la subterránea, ya la superficial; en los capítulos 4-7 trata la Actividad del Clima Nival, del Húmedo y del Árido, así como el Transporte. La Morfología, Transporte y Sedimentación Marina se describen en los capítulos 8-12, mientras que las Regiones Marinas son consideradas en los capítulos siguientes. En los capítulos 16-17 se refiere a la Diagénesis y División de las Rocas Sedimentarias. La segunda parte del libro está dedicada a la Dinámica Endógena, que comienza por Tectónica (capítulos 18-22), para seguir con Magmatismo (capítulos 23-25) y Metamorfismo y Anatexis (capítulo 26) y terminar con Construcción y Panorama del Movimiento del Globo Terráqueo (capítulos 27-29).

En conclusión, es un libro en el cual los conceptos están definidos e ilustrados clara y gráficamente, que será de gran utilidad para los alumnos relacionados con esta rama de las ciencias.

JUAN CARLOS M. TURNER

N E C R O L O G I A



DR. EDUARDO J. METHOL
(1922-1977)

El 22 de julio de 1977, como consecuencia de un accidente aéreo ocurrido en la provincia del Chaco, falleció el doctor Eduardo J. Methol. De esta manera, la fatalidad tronchó sin piedad la existencia de un amigo y colega, en un momento en que todavía la comunidad geológica podía seguir siendo beneficiada por el caudal de sus conocimientos y experiencia, que él había sabido acumular a través de pacientes pero ininterrumpidos trabajos, que comprendieron una variedad temática.

El doctor Methol desplegó una fructífera actividad vinculada con su profesión pero también abarcó a la enseñanza, la que le apasionaba y, en todos los aspectos de su actuación, imprimió el sello de una personalidad serena y mesurada pero firme y decidida, exenta de vacilaciones.

Me correspondió trabajar junto a Methol cuando ambos nos iniciábamos en la Geología. Fue hace más de tres décadas, allá en Tierra del Fuego, y estas primeras experiencias nos sirvieron posteriormente para recordar risueñas anécdotas de aquellos tiempos felices. Durante estas memoraciones, Methol se mostraba siempre francamente jovial y alegre, no escatimando una fina ironía salpicada con sagaces observaciones. Así fui aprendiendo a conocerlo y, cuando las circunstancias nuevamente nos reunieron en alguna otra tarea común, volví a encontrarlo tal cual había sido antes: siempre dispuesto a brindarse cabalmente y sin importarle mayormente la jerarquía de la tarea

a desempeñar, pues en todas las que intervenía, desplegaba por igual su entusiasmo y responsabilidad.

Methol había nacido en Buenos Aires el 9 de enero de 1922 y efectuó sus estudios universitarios en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, donde en el año 1947 obtuvo el título de Doctor en Ciencias Naturales (Geología). Sus primeras actuaciones profesionales las realizó en la entonces Dirección Nacional de Geología y Minería (actualmente Dirección Nacional de Geología), en la que ingresó como Geólogo Ayudante en 1944, pasando a Geólogo Jefe de Comisión en 1948.

A partir de sus últimos años de estudiante mantuvo una estrecha vinculación con dos experimentados geólogos argentinos, los doctores Franco Pastore (1885-1958) y Cristián S. Petersen (1912-1962), cuyas ideas y experiencias influyeron marcadamente en la primera etapa de sus trabajos.

Las actividades de Methol comprendieron dos períodos: el primero (1947-1960) estuvo dedicado a la Geología Regional y Geomorfología, mientras que el segundo (1961-1977) se caracterizó por el énfasis que puso en la implantación y desarrollo de la Fotogeología en nuestro país, sin que ello le significase abandonar sus investigaciones en los otros campos de la Geología.

Las sierras de las provincias de Córdoba y San Luis concentraron buena parte de sus primeras actividades profesionales, que se

iniciaron con un trabajo de Tesis sobre el Cerro Champaquí y continuaron con las descripciones geológicas de las Hojas 18i, "Deán Funes", 19i "Capilla del Monte" (en colaboración con el doctor Franco Pastore) y 22h "Santa Rosa", el relevamiento económico de la Hoja 21i "Alta Gracia" y diversos estudios hidrogeológicos.

Otra parte importante de sus investigaciones la efectuó en la Isla Grande de Tierra del Fuego, donde, desde 1945 hasta 1951, la Dirección Nacional de Geología y Minería destacó una comisión bajo la dirección del doctor C. S. Petersen para realizar el relevamiento topográfico y geológico de la región. En aquella oportunidad, correspondió a Methol desarrollar sus tareas geológicas al norte del lago Fagnano o Khami, área con relieve elaborado predominantemente por la glaciación cuartaria, y seguramente fue esta circunstancia la que lo alentó hacia los estudios geomorfológicos que siempre acapararon su interés y, finalmente, lo impulsaría hacia la Fotogeología.

La oportunidad para esto último se le presentó en el año 1960, ocasión en que obtuvo una beca de la Administración de Cooperación Internacional, dependiente de la "U.S. of America Operations Mission to Argentina", para participar en un Seminario de Fotogeología en el Servicio Geológico de los Estados Unidos de América (Washington, D.C.), orientado en Aerofotogrametría y que completó con prácticas de campo sobre Fotogeología y Geomorfología.

De regreso a la Argentina, le correspondió la responsabilidad de organizar y, prácticamente, iniciar la aplicación de estos conocimientos en el país. En la Dirección Nacional de Geología y Minería introdujo el uso de la Fotogeología en los trabajos específicos de la Institución, teniendo activa participación en los estudios fotogeológicos de los Planes Valcheta, NOA-I y Patagonia-Comahue.

Su experiencia en la Fotogeología la transmitió por diversas partes del país, particularmente a través de cursos libres, como los dictados en el Instituto Miguel Lillo (U. N. de Tucumán, mayo de 1965) Instituto Nacional de Geología y Minería (Buenos Aires, junio-octubre de 1965) y Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Cór-

do (noviembre de 1967). Además, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en la que comenzó su actividad docente como auxiliar en la Cátedra de Geografía Física (1947-1957), y llegó a ocupar el cargo de Profesor Titular interino (1957-1959), inauguró la Cátedra de Fotogeología en 1966, desempeñándose desde entonces y hasta su muerte en la misma, como Profesor Asociado interino. Una tarea similar cumplió en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, en la que organizó la Cátedra de Aerofotogeología en 1966, siendo Profesor Titular de ella hasta su desaparición.

A partir de 1966, tuvo a su cargo la División Fotogeología de la Dirección Nacional de Geología y Minería, Institución a la que representó en diversas reuniones nacionales e internacionales sobre esta materia, como fueron: la Convención entre el Congreso Americano de Levantamientos y Mapeos y la Sociedad Americana de Fotogrametría (de la que era Miembro Activo), realizada en Washington D.C., en 1970; el Seminario Internacional sobre "Sistemas para el Relevamiento de Recursos Terrestres" y "Séptimo Simposio Internacional sobre Percepción Remota del Ambiente" (Michigan, 1971) y el Primer Simposio sobre la aplicación de Sensores Remotos para la Determinación, Conservación y Desarrollo de los Recursos Naturales (La Plata, 1969). También fue Miembro del Comité de Sensores Remotos de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

Su eficaz actividad profesional y docente le valió ser designado Presidente de la Junta Ejecutiva de las Terceras Jornadas Geológicas Argentinas (Comodoro Rivadavia (20-30 de noviembre de 1966) y, más recientemente, al constituirse el Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos, le cupo una destacada actuación en su organización y puesta en funcionamiento, ocupando el cargo de Tesorero al momento de su fallecimiento.

Entre otras actividades, fue Miembro Titular del Consejo Superior Profesional de Geología (1970-1971) e integró el Centro Argentino de Geólogos y la Asociación Geológica Argentina

HORACIO H. CAMACHO



DR. AMILCAR FELIX GALVAN
(1932-1977)

El fallecimiento del doctor Amilcar Félix Galván, acaecido trágicamente en un accidente de aviación en la provincia del Chaco y en el que también perdiera la vida el distinguido colega doctor Eduardo J. Methol, repercutió hondamente dentro del ámbito de los especialistas de las Ciencias de la Tierra.

El doctor Galván nació el 11 de febrero de 1932 en Bolívar, provincia de Buenos Aires. Cursó estudios en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata, alcanzando el título de doctor en Ciencias Naturales especialidad geológica, el 5 de agosto de 1960.

Inicia su carrera profesional en la entonces Dirección Nacional de Geología y Minería, en el sector aguas subterráneas, en cuyo desempeño dedicó todos sus esfuerzos, accediendo a la jefatura del Departamento de Aguas Subterráneas el 1° de enero de 1969.

Durante su permanencia en la mencionada repartición fue becario del gobierno de Francia durante el período 1961/1962, en el Bureau de Recherches Geologiques et Minières, donde se especializa en hidrogeología y prospección eléctrica. Asimismo fue asesor del Consejo Federal de Inversio-

nes y profesor en los cursos de geología aplicada (hidrogeología) en la Universidad Nacional del Sur entre los años 1964 y 1968.

Por otra parte, durante su paso por la Dirección Nacional de Geología y Minería efectuó varios trabajos de índole geológica e hidrogeológica en Cafayate (Salta); Caleta Oliva y otros puntos de la provincia de Santa Cruz; diversas áreas de Río Negro; Plaza Huincul, Cutral Có y El Chenque (Neuquén); y fue responsable del estudio hidrogeológico de las Arenas Puelches en la provincia de Santa Fe.

Posteriormente, a partir de octubre de 1970, actúa en la Secretaría de Estado de Recursos Hídricos, donde ocupa cargos de asesoramiento en su especialidad hasta la creación del Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica en el cual dedica su valiosa experiencia en planes y proyectos de estudios hidrogeológicos para el desarrollo regional del país.

Durante la inhumación de sus restos en el cementerio de Ezpeleta se renovaron las expresiones de pesar ante la temprana desaparición de una vida útil en la profesión.

MARIO V. J. SOSIC

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA
Maipú 645 - Piso 1º - Buenos Aires - Argentina

COMISION DIRECTIVA
(1975-1977)

Presidente: DR. ROBERTO CAMINOS
Vicepresidente: DR. JUAN CARLOS RIGGI
Secretario: DR. NORBERTO MALUMIÁN
Tesorero: DR. CARLOS L. AZCUY
Vocales: LIC. MIGUEL ULIANA
LIC. FRANCISCO E. NULLO
DR. GUALTER CHEBLI
Vocales suplentes: . DR. RICARDO VARELA
LIC. ROBERTO O. GAZZANI

COMISION DIRECTIVA
(1977-1979)

Presidente: DR. NORBERTO MALUMIÁN
Vicepresidente: DR. CARLOS L. AZCUY
Secretaria: DRA M. K. DE BRODTKORB
Tesorero: DR. VICENTE MÉNDEZ
Vocales: DR. VÍCTOR A. RAMOS
DR. RICARDO VARELA
LIC. G. E. TURAZZINI
Vocales suplentes: . LIC. MATEO A. TURIC
LIC. J. V. PLOSZKIEWICZ
LIC. R. M. SARUDIANSKY

REVISTA Y PUBLICACIONES

Director: DR. ROBERTO CAMINOS

Coordinador: LIC. FRANCISCO E. NULLO

EDITORES RESPONSABLES

ING. VICTORIO ANGELELLI
DR. HORACIO H. CAMACHO
DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
DR. CARLOS GORDILLO

DR. NORBERTO MALUMIÁN
DR. MARIO TERUGGI
DR. JUAN CARLOS M. TURNER
DR. MARCELO R. YRIGOYEN

Miembros Honorarios

Prof. DR. PABLO GROEBER †
Prof. DR. JUAN KEIDEL †
Prof. DR. JOAQUÍN FRENGUELLI †
Prof. DR. FRANCO PASTORE †
Prof. DR. ANGEL V. BORRELLO †
Prof. DRA. EDELMIRA MÓRTOLA †
Prof. DR. ARMANDO F. LEANZA †
Prof. DR. HORACIO J. HARRINGTON †

Prof. DR. JORGE POLANSKI †
DR. CARLOS D. STORNI †
Prof. DR. RICHARD FOSTER FLINT †
Prof. DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO
Prof. DR. OSVALDO I. BRACACCINI
Prof. ING. VICTORIO ANGELELLI
Prof. DR. PERCY QUENSEL

Miembros Correspondientes

Prof. DR. ARNOLD HEIM †
Prof. DR. LUCIANO JACQUES DE MORAES †
Prof. DR. ABEL HERRERO DUCLOUX †
Prof. ING. JORGE MUÑOZ CHRISTI †
Prof. DR. ENRIQUE GERTH †

Prof. DR. VÍCTOR LÓPEZ
Prof. DR. GUILLERMO ZULOAGA
Prof. ING. HÉCTOR FLORES WILLIAMS
Prof. ING. CARLOS RUIZ FULLER
Prof. DR. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA

Miembros Benefactores

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

Miembros Protectores

AMOCO ARGENTINA OIL COMPANY
A.P.C.O. ARGENTINA INC.
ARGENTINA CITIES SERVICE EXPLORACIÓN
ASTRA CÍA. ARGENTINA DE PETRÓLEO S. A.
BRIDAS CACTUS PERFORACIONES
GEBEROVICH HNOS.
GEOWELL S.A.I.C. y F.
COMPAÑÍA MINERA AGUILAR S. A.

CRISTAMIN S. A.
ESSO S. A. P. A.
PETROLERA ARGENTINA SAN JORGE
RIOMINSA S.A.M.I.C. y F.
SOC. MINERA PIRQUITAS PICCETTI Y CÍA.
SULFARGENTINA S.A.M.I.C.
TIACFIL MINERA IND. Y COMERCIAL
TIPSA TÉCNICA IND. Y COM. PETROLERA S. A.

Nuevos socios activos

- 1261 Acosta, Gustavo Raúl, Lavalle 150, Catamarca
 1212 Aguirre Ríos, Hugo Ricardo, Hotel de Huéspedes, Gral. Mosconi Km 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 1327 Alfaro, Marta Beatriz, Calle 116, N° 403, La Plata.
 1387 Alvarez, Luis Andrés, Almirante Brown 292, Salta.
 1291 Anzulovich, Juan Cosme, Carlos Alberto Becú 2957, Barrio Iporá, Córdoba.
 1302 Apaza, Juan Carlos, Rivadavia 245, Salta.
 1255 Arana Rocha, Daniel Fernando, El Aguilar, Jujuy.
 1372 Albanesi, Graciela Nélica, Florida 1138, Bahía Blanca.
 1320 Arbé, Hugo Alejandro, Avellaneda 3990, P. 8º, depto. "C", Buenos Aires.
 1230 Arias, Julio Eduardo, Virrey Toledo 146, Salta.
 1290 Arigós Roteta, Luis E., Calle 2, N° 381, La Plata.
 1338 Avila Zavaleta, Fenelón, Córdoba 1345, P. 7º, Buenos Aires.
 1277 Azcoitia, Edmundo, Calle 9, N° 1625, depto "6", La Plata.
 1335 Baliña, María Margarita, H. Irigoyen 252, P. 6º, depto. "C", Bahía Blanca.
 1383 Ballent, Sara Cristina, Calle 58, N° 1282 ½, La Plata.
 1204 Barbitta Catinari, Jorge Víctor, Emilio Ravignani 2273, P. 8º, depto. "B", Buenos Aires.
 1314 Barrio, Héctor Alberto, Vergara 4168, Hurlingham (Pcia. Bs. As.).
 526 Bayarsky, Adelma, Charcas 2556, P. 8º, depto "34", Buenos Aires.
 1384 Bearzi, Hugo Héctor, Mina Aguilar, Jujuy.
 1283 Beltramone, Carlos Alberto, Centro Minero "Los Alamos", C.C. N° 48, San Antonio (Río Negro).
 1266 Bertol de Santos, Margarita, Quintana 149, Florencio Varela (Pcia. Bs. As.).
 1343 Bernardes de Oliveira, Mary E., Rua Arthur Azevedo 2013, dpto. "73", São Paulo (Brasil).
 1407 Bianucci, Alfredo, Av. Vélez Sársfield 3570, Córdoba.
 1400 Blas, Orlando Héctor, 9 de julio 2210, Córdoba.
 1317 Bobovnikov, José, Congreso 821, Tucumán.
 1379 Boll, Andrés, Pje. Virasoro 2349, P. 7º, depto "C", Buenos Aires.
 1396 Bonalumi, Aldo Antonio, Mendoza 237, P. 3º, depto "C", Córdoba.
 1349 Bonzani, Helvecio, 25 de Mayo 60, Santiago del Estero.
 1374 Bortoluzzi, Carlos Alfredo, Rua Santa Terezinha 70, ap. 701, Porto Alegre (Brasil).
 1380 Bossi, Gerardo Eugenio, Marcos Paz 612, Tucumán.
 1219 Bravo Hernández, Oscar César, Azopardo 313, Godoy Cruz (Mendoza).
 1406 Bridges, William C., 400 One Energy Sq., Dallas, Texas (EE.UU.).
 1322 Brocca, Hugo Mario, Casa N° 8250, Cpto. Base YPF, CC 246, Río Gallegos (Santa Cruz).
 1386 Brodtkorb, Alejo, Paso 258, P. 9, depto. "A", Martínez (Pcia. Bs. As.).
 1227 Bruveris, Pedro, Luis Sáenz Peña 444, P. 8º, depto. "C", Buenos Aires.
 1292 Buk, Enrique Mario, Barrio Sanidad N° 25, Estafeta 16, Mendoza.
 1350 Butrón Ascona, Francisco Camilo, Plan Patagonia Comahue, Barrio Don Bosco K. 8, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 344 Caballé, Marcelo Fernando, Calle 10 e/21 y 22, City Bell (Pcia. Bs. As.).
 1353 Camargo, William Gerson Rolim, Av. Guerra Juanqueiro 300, São Paulo (Brasil).
 1193 Campillo Servielle, Roberto Delfor, Colón 626, Merlo (Pcia. Bs. As.).
 1305 Carrizo Godoy, Ramón Nicolás, Calle 11, N° 1614, La Plata.
 1375 Carrión Ibarburo, Miguel Humberto, Miguel Lillo 205, Tucumán.
 1279 Casarotto, Jorge Omar, Junín 2691, Santa Fe.
 1361 Carullo, Marta Iluminada, Av. Entre Ríos 655, P. 7º, depto. "C", Buenos Aires.
 1239 Castellani, Juan David, Rioja 1137, San Luis.
 1222 Cortés, José María, Av. Márquez 1211, depto "8", Buenos Aires.
 1382 Castellano, Juan Alberto, C. Saavedra N° 123, Santiago del Estero.
 1304 Clivio, José Luis Valentín, Casa 269, Cam. Vespucio (Salta).
 1260 Crivaro, Daniel Oscar, Calle 22, N° 36 ½, depto. "5", La Plata.
 1188 Corchuelo Blasco, Daniel Anibal, Yrigoyen 723, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 1404 Córdoba, Carlos Alberto, Manuel Alberti 1046, Tucumán.
 1357 Chabert Rey, Mario Roberto, Calle 2, N° 1260, Barrio Maestros, Godoy Cruz (Mendoza).
 1256 Chafatinos, Teodoro, Lamadrid 252, Salta.
 1345 Chiaradia, Vicente Graciano, Calle "B", N° 750, Barrio Ciudad del Milagro, Salta.
 1369 Chain Betancur, Miguel, España 2248, Salta.
 1329 Chipolina, Miguel A., C.C. 42, Eldorado (Misiones).
 1312 De Felippi, Rodolfo Carlos, Calle 59, N° 915, P.B. "1", La Plata.
 1231 Di Pirro, Luz Liliana, Calle 54, N° 467, P.B. "B", La Plata.
 1323 Di Siervo, Miguel Angel, Maipú N° 345, Río Gallegos (Santa Cruz).
 1252 Dasso, Clarita María, Colón 2372, Córdoba.
 1399 Díaz Crespo, Gustavo Fernando, Av. Figueroa Alcorta 163, Córdoba.
 1205 Diez Dehenen, Osvaldo Mariano, Centro Minero "Los Alamos" C. C. 48, San Antonio Oeste (Río Negro).

- 1296 Domínguez, Eduardo Alejandro, Book y Copahué, Km 4, Melipal, Bariloche (Río Negro).
- 1242 Dorado Stelzer, Eduardo, Aristóbulo del Valle Nº 485, San Pedro (Jujuy).
- 1307 Duhalde Contreras, María Alicia, Martín de Zamora 4461, Santiago (Chile).
- 1401 Estruch, Juan, Manuel Fodestá Nº 2340, V. Páez (Córdoba).
- 1313 Etcheverry, Ricardo, Calle 56, Nº 894, La Plata.
- 1280 Facondini, Carlos, Mitre 276, Formosa.
- 1409 Fallone, Eduardo Rogelio, Ocampo 128, Quilmes (Pcia. Bs. As.).
- 1268 Farinati, Ester Amanda, Caronti 284, Bahía Blanca (Pcia. Bs. As.).
- 1315 Fernández, Raúl, Calle 38, Nº 1593 ½, La Plata.
- 1283 Fernández Jalle, Carlos Daniel, Barrio Comahue, Km. 8, Comodoro Rivadavia (Chubut).
- 1225 Ferrari, Carlos Alberto, La Rosa 986, depto. "2", Adrogué (Pcia. Bs. As.).
- 1245 Fili, Mario Felipe, Juan de Garay 2912, Santa Fe.
- 1340 Fiori, Alberto Pío, Rua 10, Nº 2527, Río Claro, São Paulo.
- 1287 Forte, Mario Gerónimo, Gobernador Frias 250, Yofré N., Córdoba.
- 1223 Fuente de la, Luis Raúl, Díaz Vélez 1706, Olivos (Pcia. Bs. As.).
- 1355 Gallucci, Angel Rubén, Julio Lemos 150, Godoy Cruz (Mendoza).
- 1398 Gamkorian, Alejandro, Juan XXIII Nº 475, Barrio Talleres (E), Córdoba.
- 1321 Ganduglia, Patricio Raúl, España 508, San Isidro (Pcia. Bs. As.).
- 1377 García Salemi, Manuel Angel, República 855, Catamarca.
- 1264 Gasparini, Zulma N. de Brandoni, Calle 40, Nº 1323, La Plata.
- 1267 Gelos, Edgardo Martín, Estomba 1395, Bahía Blanca.
- 1214 Genini Bernardi, Adolfo Domingo, Barrio Don Bosco Km. 8, casa 6, P. Patagonia, Comodoro Rivadavia (Chubut).
- 1356 Gianolini Moroni, Luis, Julio Lemos 115, Godoy Cruz (Mendoza).
- 1397 Gigena, Alberto Atilio, Padre Lozano 1616, Barrio San Rafael, Córdoba.
- 1218 Giordano Gerbaudo, Norberto Luis, Azopardo 313, Godoy Cruz (Mendoza).
- 1293 González Vásquez, Miguel Angel, O'Higgins 1139, Bahía Blanca.
- 1308 González Muñoz, Irma, Atahualpa 2124, Ñuñoa, Santiago (Chile).
- 1270 González de Valoy, Mabel Estela, Coronel Zelaya 187, depto. "E", P.B., Tucumán.
- 1390 Gutiérrez Fleming, Alberto, Guido 2519, Mar del Plata.
- 1303 Grunbaum, Jorge Pablo, Pasaje Avellaneda 3408, Argüello, Córdoba.
- 1324 Henninger, Aldo Alberto, Casilla Correo Nº 94, Ushuaia (Tierra del Fuego).
- 1311 Hernández, Pedro José, Calle 33, Nº 484, depto "C", La Plata.
- 1282 Herrero, Juan Carlos, ITMAS Los Alamos S.A.O., San Antonio Oeste (Río Negro).
- 1216 Idiart, Juan Carlos, Calle 24, Nº 1468 ½, La Plata.
- 1217 Ichazo, Calligo Gustavo Julio, Corrientes 532, P. 1º, Tucumán.
- 1201 Iglesias, Victor H., Senillosa 84, P. 8º, Buenos Aires.
- 1240 Jaquenond Oliveras, Oscar Luis, Junín 2827, Santa Fe.
- 1194 Jiménez Pérez, María del Carmen, Ayacucho 1292, San Luis.
- 1262 Jurado Marrón, Hilario, Av. Acosta Villafañe 1414, Catamarca.
- 1297 Kelly, José Guillermo, Tucumán 466, Neuquén.
- 1192 Kimsa, Jorge Felipe, Bussolini 1661, San Miguel (Pcia. Bs. As.).
- 1202 Kemercer, Miguel Angel, Santa Fe 1144, P. 2º "D", Acassuso (Pcia. Bs. As.).
- 1378 Laffitte Hughes, Guillermo, Calle 116, Nº 535, La Plata.
- 1342 Landim Barbosa, Paulo Milton, Rua Dois Nº 550 CJ, Río Claro, São Paulo.
- 1271 Larriestra, Claudio Nicolás, Plan Patagonia Comahue, Km. 8, Chubut.
- 1276 Legarreta, Leonardo, Urquiza 4082, Florida (Pcia. Bs. As.).
- 1370 Lorenzo Centeno, Félix Venancio, Corrientes 291, Salta.
- 1284 Lobo Rodríguez, Marcelo José, San Martín 919, Catamarca.
- 1331 Loza, José Santiago, Bv. Colón 608, Bell Ville, Córdoba.
- 1234 Ledesma, Hugo Oscar, Emilio Posse 106, Lules, Tucumán.
- 1209 Lema, Edgardo Jorge, Distrito Geológico YPF, Vespucio (Salta).
- 1275 Macellari Tomasi, Carlos Enrique, Calle 55, Nº 378, La Plata.
- 1391 Mancilla, Oscar Héctor, Alvear 355, City Bell (Pcia. Bs. As.).
- 1269 Maiza, Pedro José, Colombia 72, Bahía Blanca.
- 1198 Malagnino, Edgardo C., Soler 6043, Buenos Aires.
- 1232 Maldonado, Oscar Alberto, Moreno 54, Huinca Renancó (Córdoba).
- 1403 Martínez, Francisco Luis, Benielli 2474, Mendoza.
- 1228 Martínez Ramón Horacio, Puán 571, Buenos Aires.
- 1298 Marmissolle, Marcos Domingo Héctor, España 451 o C.C. Nº 73, Sarmiento (Chubut).
- 1285 Martín, Raúl Américo, Moreno (S) 564, Santiago del Estero.
- 1309 Marticorena Greve, Loreto, Román Díaz 26, depto. "26", Santiago (Chile).
- 1197 Medina, Francisco Alberto, Azcuénaga 2222, Olivos (Pcia. Bs. As.).
- 1330 Méndez, Carlos Juan, Aristóbulo del Valle 872, San Luis.
- 1344 Merta, Jorge, Distrito Geológico de Exploración, Golfo San Jorge, Gral Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).
- 1405 Mesías, Jorge Raúl, Chile 1466, Tucumán.
- 1265 Milanese, Juan Bautista, Dique Agua del Toro, C. Correo 225, San Rafael (Mendoza).
- 1253 Mir Guguzza, Carlos Alberto, Depto de Geología M. Aguilar, El Aguilar (Jujuy).

- 1250 Molina, Rubén Mario, Calle 66, Nº 2426, Necochea (Pcia. Bs. As.).
 1281 Montes, Marta Alicia, Cnel. Suárez 1100, Cnel. Pringles (Pcia. Bs. As.).
 1358 Mora Costoya, Rodrigo Alvaro, Vicuña Cifuentes 2328, Santiago (Chile).
 1254 Morello, Carlos Héctor, Mina Aguilar, El Aguilar (Jujuy).
 1191 Moreno, Juan Pedro, Av. América 255, Tucumán.
 1310 Munizaga Villavicencio, Francisco, Beauchef 1169, Santiago (Chile).
 1244 Muñoz, Luis Alberto, Calle 116, Nº 1383 ½, depto. "I", La Plata.
 1224 Muñoz Seba, Carlos Gustavo, Distrito Geológico Campamento Uno, Plaza Huincul (Neuquén).
 1360 Nakayama, Carlos, Casa 7921, Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 1263 Navarro García, Luis Francisco, Tucumán 564, Catamarca.
 1233 Nallar Paz, Juan Carlos, Casilla Nº 6 (YPF Barrio Sanandita), Pocitos (Salta).
 1195 Nieves León, Humberto Orlando, Italia 6020, Barrio Santa Ana, Guaymallén (Mendoza).
 1381 Osterrieth, Margarita Luisa, Calle 69, Nº 1220, depto. "B", La Plata.
 1203 Pandolfo, Laura Estela, Rivera Indarte 587, Buenos Aires.
 1272 Palamarczuk, Eduardo Andrés, Panamá 3134, Martín Coronado (Pcia. Bs. As.).
 1306 Pedrazzini, Miguel Angel, Casa 253, Campamento 1, Plaza Huincul (Neuquén).
 1289 Pelaez, Raúl Víctor, Av. del Libertador 2677, Buenos Aires.
 1385 Peral, Hebe Raquel, Cruz del Sur 231, Bahía Blanca.
 1238 Perino Fernicola, Horacio, San Martín 1251, San Luis.
 1368 Perales Guzmán, Valentín, Gral. Güemes 1949, Salta.
 1247 Peroni Martín, Gustavo Oscar, Campamento Base YPF, Río Gallegos (Santa Cruz).
 1373 Penna, Emilio Roberto, Casa 4769, Cañadón Seco (Santa Cruz).
 1299 Peña Zubiarte, Carlos Augusto, Calle 15, Nº 455, La Plata.
 1210 Piedras, Claudio Antonio, Paraná 270, P. 1º, depto. "B", Buenos Aires.
 1226 Pflüger, Jorge Carlos, Palpa 2450, P. 1º, depto. "D", Buenos Aires.
 1288 Pinedo, Remberto, Moldes 202, Salta.
 1389 Racca, Juan Manuel Gonzalo, Tucumán 4317, Rosario (Santa Fe).
 1341 Ragonha, Evaldo Wehmuth, Av. 26, Nº 565, Río Claro, São Paulo.
 1392 Ramírez, Marta Laura, Calle 11, Nº 1228, P. 4º, depto. "B", La Plata.
 1402 Recalde, Argentino Ramón, Uspallata 478, Barrio San Martín, Córdoba.
 1251 Rivelli, Felipe Rafael, Del Milagro 568, Salta.
 1196 Reyes, Ana María Cristina, Pavón 1830, depto. "A", Buenos Aires.
 1211 Reynoso, María Teresa, Calle 116, Nº 1560, La Plata.
 1325 Roberts, Franklin Segundo, C.C. 160, Mendoza.
 1273 Rodríguez Urroz, Griselda Ruth, Alsina 1878, Buenos Aires.
 1274 Rodríguez Schelotto, María Luisa, Calle 20, Nº 508 y 509, Gonnet (La Plata).
 1295 Rodríguez, Aníbal Armando, Mitre 642, Mendoza.
 1318 Romero, Carlos Alberto, Las Heras 838, San Luis.
 1207 Rosso, Marcelo, Lebensohn 73, Bernal (Pcia. Bs. As.).
 397 Rossi de García, Elsa, España 3870, Olivos (Pcia. Bs. As.).
 1326 Ruiz, Emilio Juan, Hugo Stroher 268, Saliqueló (Pcia. Bs. As.).
 1300 Salaberry, Carlos Alberto, Laprida 1242, P. 9º, depto. "50", Buenos Aires.
 1328 Salvay, Raúl Oreste, Vicente López 1762, P. 4º, depto. "48", Buenos Aires.
 1189 Sandrus, Adolfo, Pasaje Leopoldo Lugones 166, Tucumán.
 1205 Saraniti Muñoz, Francisco, Schuman 1321, Hurlingham (Pcia. Bs. As.).
 1200 Sayago García, José Manuel, Calle 11 esquina 20, Presidente R. Sáenz Peña (Chaco).
 1199 Serra, Alfredo Guillermo, Bartolomé Mitre 2637, P. 10º, depto "C", Buenos Aires.
 1337 Scillato, Gustavo Juan, M. R. Trelles 1151, P. B. "A", Buenos Aires.
 1220 Schenone Cisneros, Rodolfo Julio, Olascoagas 293, Las Heras (Mendoza).
 1359 Scrofina, José Daniel, Lamadrid 928, Buenos Aires.
 1301 Solís, José, Juana Hernández 670, Portezuelo Sur (Salta).
 1236 Solís, Horacio, Valle Grande 1849, Florida (Pcia. Bs. As.).
 1354 Soto, Adrián, Allayme y Godoy Cruz, San José-Gllén (Mendoza).
 1208 Strelkov Surtees, Esteban Eduardo, Escobar 2773, Buenos Aires.
 1246 Strocchi Saudel, Héctor Carlos, San Martín 343, La Carlota (Córdoba).
 1221 Sturm Rot, Zarko, Gabriela Mistral 302, Villa Hipódromo (Mendoza).
 1332 Stubelj, Rodolfo Enrique, Dip. Finochietto 1542, Hurlingham (Pcia. Bs. As.).
 1259 Suriano, José María, Bussolini 1661, San Miguel (Pcia. Bs. As.).
 1286 Tenchini, Arnaldo Sergio, Rivadavia (Este) Nº 91, Santiago del Estero.
 1190 Thiele Cartagena, Ricardo, Golfo de Darién (10224), Las Condes, Santiago (Chile).
 1294 Tomás, Miguel Angel, Feliciano 1171, Paraná (Entre Ríos).
 1360 Turco Greco, Eduardo Javier, Av. Las Heras 2231, P. 1º, Buenos Aires.
 1316 Villegas, Carlos, Balcarce 1080, Santa Fe.
 1215 Viller Rosa, Daniel Eduardo, Casa Nº 7067, Gral. Mosconi, Km 3, C. Rivadavia (Chubut).
 1185 Violante, Roberto Antonio, Crámer 1177, Don Bosco (Pcia. Bs. As.).
 1348 Vitulich, Emilio Benjamín, Espinosa 139, P. 1º, depto. "C", Buenos Aires.
 1186 Vonesch, Teodora Lina, Canning 1552, P. 1º, depto. "A", Buenos Aires.

- 1187 Yllanez, Eduardo Daniel, Nueva York 4463, P. 1º, depto. "8", Buenos Aires.
 1363 Zúñiga, Adolfo Eduardo, Calle 55, N° 605, P. 12, depto. "2", La Plata.

Nuevos socios adherentes

- 539 Accorroni, Silvia Marcela, Bucarelli 1495, Buenos Aires.
 336 Abril Voegeli, Ernesto Guillermo, Dr. Pedro Chutro 158, Alto Alberdi (Córdoba).
 506 Abril, Mónica Susana, Calle 56, N° 1637, Barrio Julio A. Roca, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 477 Acevedo Fernández, Rogelio, Urquiza 138, Ramos Mejía (Pcia. Bs. As.).
 573 Aguglino, Rubén Luis, Calle 9, N° 2812, Berisso (Pcia. Bs. As.).
 457 Ambrosini, Guillermo Luis, Cabildo 4350, P. 1º, depto. "D", Buenos Aires.
 478 Amorín Figueroa,, Daniel Enrique, Mansilla 3065, P. 1º, depto. "5", Buenos Aires.
 384 Alonso Benavídez, Ricardo, San Juan 1897, Salta.
 600 Ariztegui, Daniel Raúl, Calle 11 entre 509 y 510 (s/n), Ringuelet (Pcia. Bs. As.).
 605 Amuschastegui, Marcelo Carlos, Benigno Acosta 421, Cerro de Las Rosas (Córdoba).
 606 Andreone, Roberto Marcelino, Lorenzo S. de Figueroa 118, Córdoba.
 583 Arenas, Beatriz Haydeé, Sitio de Montevideo 3189, Lanús (Pcia. Bs. As.).
 576 Arteaga, Marcelo Esteban, Calle 59, N° 526 ½, La Plata.
 352 Armella Prestini, Claudia, Cabildo 480, P. 4º, depto. "B", Buenos Aires.
 394 Arigós, Daniel Eduardo, Calle 16, N° 870, La Plata.
 525 Armella, Claudia, Cabildo 480, Buenos Aires.
 505 Arballo, Luis Osvaldo, Comandante Cabot 562, Oeste, Rivadavia (San Juan).
 599 Aprea, José Carlos, Calle 78, N° 151, La Plata.
 546 Aprosoff, Jorge Elías, D. F. Sarmiento 2131, P. 3º, depto. "13", Olivos (Pcia. de Buenos Aires).
 551 Baldi, Jorge Eduardo, R. Darío 4660, Munro (Pcia. Bs. As.).
 348 Barbera Musante, Miguel Antonio, Wencelao Villafañe 1501, Buenos Aires.
 282 Barbero, Hugo Ariel, Av. Alte. Brown 3740, depto "4", Témpereley (Pcia Bs. As.).
 427 Barber, Eduardo Luis Gerardo, Bernabé Araoz 12, Tucumán.
 555 Barbiero, Sara Raquel Josefina, Obligado 1720, P. 4º, depto. "10", Buenos Aires.
 512 Barbosa, Carlos Enrique, Vicente López 86, Martínez (Pcia. Bs. As.).
 592 Bestregui, Vicente Ramón, San Juan 1189, Salta.
 470 Beker, Viviana Delma, Estomba 516, P. 2º, depto "A", Bahía Blanca (Pcia. Bs. As.).
 341 Benedetti, José Pedro, Calle 47, N° 1039, La Plata.
 491 Bertona, Fernando Gustavo, Calle 27, N° 149, Barrio Parque, Don Bosco, Córdoba.
 388 Bertone, Luis María, Calle 61, N° 225, depto. "14", La Plata.
 549 Bence, Alvaro, Riobamba 811, P. 2º, depto. "E", Buenos Aires.
 431 Bertolini, Juan Carlos, Ituzaingó 572, Córdoba.
 390 Biñón, Héctor Hugo, Pasaje República 435, Tucumán.
 361 Bjerg, Ernesto Alfredo, Saavedra 26, P. 7º, depto. "4", Bahía Blanca (Pcia. Bs. As.).
 548 Bruera, Armando Pedro, Paulino Rojas 327, Ituzaingó (Pcia. Bs. As.).
 397 Blanco Ibáñez, Silvia, Alvear 421, P. 3º, depto. "D", Quilmes (Pcia. Bs. As.).
 513 Bobbio, María Lia, Sucre 2099, P. 6º, depto. "B", Buenos Aires.
 489 Boso, Miguel Angel, Lerma 283, Salta.
 526 Burstein, Mario Eduardo, La Pampa 2779, P. 3º, depto. "8", Buenos Aires.
 603 Borrastero, Raúl Humberto, Bahía Blanca 173, Barrio Junior's, Córdoba.
 608 Boggetti, Daniel Alberto, Arturo M. Bás 605, Córdoba.
 402 Bogliano, Julio Eduardo, Calle 10, N° 1333, La Plata.
 318 Couto Gil, Marcelo, Beruti 3422, P. 5º, depto. "A", Buenos Aires.
 463 Candame, Viviana Ester, San Luis, 435, Villa Ballester (Pcia. Bs. As.).
 515 Cretini, Oscar Alfredo, Directorio 4259, Buenos Aires.
 514 Castro, Liliana Norma, San José 1715, Buenos Aires.
 492 Carubelli, Oscar Héctor, Río Primero 729, Barrio Altamira, Córdoba.
 479 Celaya Dobal, Jorge Omar, Rawson 545, P. 5º, depto. "C", Buenos Aires.
 354 Cincioni Stasevich, Emilia Elena L., Arcos 4678, Buenos Aires.
 350 Camilión, María Cecilia, Calle 43, N° 1069, La Plata.
 347 Citrán, Rubén Daniel, Circ. 1ª, Sec. 4ª, N° 8, depto. "4", Barrio General Güemes (Pcia. Bs. As.).
 340 Clavito, Ricardo Sergio, Calle 43, N° 733, depto. "3", La Plata.
 356 Cabaleri Mosto, Nora Graciela, Villegas 289, Remedios de Escalada (Pcia. Bs. As.).
 416 Carrillo, Ramón, Erezcano 1840, C. C. N° 6, Adrogué (Pcia. Bs. As.).
 412 Carriquiri, Jorge Daniel, Calle 528 bis, N° 1086, Tolosa (La Plata).
 413 Corvi, Alfredo Modesto, Trejo y Sanabria 30, Turdera (Pcia. Bs. As.).
 406 Ciciarelli, Marcelo Isaías, Pellegrini 348, La Plata.
 404 Clark, Alejandro C. M., Calle 35, N° 362, La Plata.
 387 Caviglia López, Sergio, Marcelo T. de Alvear 1987, P. 5º, depto. "B", Buenos Aires.
 471 Cagnolatti, Marcelo Juan, Panamá 760, Bahía Blanca.
 432 Corsini, Víctor Hugo, Salta 306, Córdoba.
 563 Casares, Miguel Angel, Belgrano 579, San Luis.

- 570 Cincioni, Emilia Elena Lucía, Arcos 4678, Buenos Aires.
 559 Cagnoni, Mariana Celina, Melián 2843, Buenos Aires.
 566 Carrasco, José Alberto, Martín Güemes 256, San Luis.
 584 Candiani, Juan Carlos, Obispo Oro 384, Córdoba.
 542 Cerredo, María Elena, Pacífico 1463, Santos Lugares (Pcia. Bs. As.).
 590 Couto Gil, Marcelo, Beruti 3422, P. 5º, depto. "A", Buenos Aires.
 325 Colombo, Elida Mabel, Bartolomé de las Casas 185, Jardín Espinosa (Córdoba).
 372 Chiesa Lastra, Egidio Enrique, 25 de Mayo 730, Tilisarao (San Luis).
 355 Dicinio, Pablo Antonio, Paso de Los Andes 2883, Mendoza.
 357 De Vera, Héctor Ricardo, Hortiguera 19, P. 5º, Buenos Aires.
 462 Deluca, Esteban, Calle 24, N° 1686, La Plata.
 486 Di Persia Kunzi, Oscar Emilio, Salguero 613, P. 13º, depto. "111", Buenos Aires.
 503 Davies Cowlshaw, Nicolás, Córdoba 2225, Olivos (Pcia. Bs. As.).
 362 Duacastella, Gustavo Jorge, Marqués de Loreto 2732, Castelar (Pcia. Bs. As.).
 417 Del Vecchio, Alejandro, Teodoro García 1787, P. 1º, Buenos Aires.
 445 Diaz, Roberto, Martín Rodríguez 1906, Ituzaingó (Pcia. Bs. As.).
 527 Dapeña Conde, Cristina, Palmar 7098, Buenos Aires.
 601 Disalvo, Alfredo, Calle 35, N° 754, La Plata.
 428 Della Rocca Veroli, Roberto, Diagonal 6, N° 1041, Barrio E. Padilla, Tucumán.
 554 Delpino, Daniel Horacio, D'Orbigny 1705, Bahía Blanca.
 596 Del Rio, Julio Luis, Calle 47, N° 209, P. B. "A", La Plata.
 589 Di Micco, Matilde, Roma 649, Olivos (Pcia. Bs. As.).
 536 De Rosa, Luis Alberto, Chaco 12, P. 1º, depto. "D", Buenos Aires.
 597 Echevarría, Alicia Emma, Pedro Goyena 561, depto. "4", Buenos Aires.
 385 Ercolano Bruno, Bettina, Solís 637, P. 16, depto. "F", Buenos Aires.
 377 Eremchuk, Jorge Enrique, Miguel Lillo 527, Tucumán.
 595 Escribano, Daniel Oscar, Calle 39, N° 1072, depto. "3", La Plata.
 349 Espinosa Felipe, Rubén Oscar, Calle 126, N° 1444 e/61 y 62, Berisso (Pcia. Bs. As.).
 459 Fabián, Atilio del Carmen, Av. Alem 420, Catamarca.
 501 Fasano Crespo, Jorge Luis, Calle 8, N° 480, La Plata.
 544 Faque, Luis Enrique, Urquiza 2416, Vicente López (Pcia. Bs. As.).
 422 Feliú, Noemí Alicia, Santa Fe 1548, P. 4º, Buenos Aires.
 569 Fernández Cisterna, Rubén I., Av. Salta 1381, Tucumán.
 446 Ferraresi, Eneo, José León Cabezón 2939, P. 2º, Buenos Aires.
 438 Fittipaldi, Elida Noemí, Vélez Sársfield 1326, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 488 Figueroa, Raúl César, Pedro Pardo 117, Salta.
 545 Felici, Graciela Susana, Pedro I. Rivera 2768, Buenos Aires.
 328 Fernández de Rubio, María Magdalena, Gral. Paz 1456, Tucumán.
 376 Fernández Pereira, Antonio, Darwin 388, P. 1º, depto. "6", Buenos Aires.
 442 Fernández, Lilita Noemí, Brandsen 1570, Avellaneda (Pcia. Bs. As.).
 327 Ferrante, Ricardo Mario, España 90, Vte. López (Pcia. Bs. As.).
 398 Ferraresi, Patricia Lía, Charlene 827, Avellaneda (Pcia. Bs. As.).
 433 Flores, Fernando José, Lima 1069, P. 1º, depto. "4", Córdoba.
 456 Franco, Stella Maris, Blanco Encalada 2764, P. 5º, depto. "A", Buenos Aires.
 543 Franklin, Roberto Antonio, San José 1296, P. 2º, depto. "I", Buenos Aires.
 409 Frigerio, Malvina Leonor, Calle 59, N° 1670, La Plata.
 403 Franzese, Juan Rafael, Pérez e/Bélgica y San Francisco, City Bell (La Plata).
 557 Frutos, Arturo Enrique, Labardén 37, Bernal (Pcia. Bs. As.).
 556 Forzinetti, María Elena Martín Fernández 762, Remedios de Escalada (Pcia. Bs. As.).
 436 Giacosa, Raúl Eduardo, Lima 1069, P. 1º, depto. "4", Córdoba.
 420 García Atía, José Luis, Charcas 1019, Tucumán.
 434 Galarza, Daniel Luis, Maestro Vidal 2020, Barrio Los Plátanos, Córdoba.
 435 Garavano, Jorge Néstor, Av. Reconquista 970, Córdoba.
 607 Gambareto, Walter Victorio, Av. Argentina 321, Río Cuarto (Córdoba).
 371 Gil Alfonso, Estela Mary, Río Grande, Trapiche, San Luis.
 333 García Cappannini, Silvia Elsa, Calle 14, N° 584, La Plata.
 360 García, Julio Alberto, Zapiola 659, Bahía Blanca (Pcia. Bs. As.).
 411 Gehre Gotter, Bernd, Calle 70, N° 1415, depto. "F", La Plata.
 410 Gentili, Rubén Horacio, Montevideo 437, Berisso (Pcia. Bs. As.).
 316 Gimeno Sarabia, Teodoro Guillermo, Ing. Marconi 2361, Olivos (Pcia. Bs. As.).
 321 Giménez Fernández, Marta Lidia del Carmen, Juan M. Coghlan 4585, Buenos Aires.
 472 Gazzera, César Eduardo, Panamá 760, Bahía Blanca (Pcia. Bs. As.).
 480 Caillardou, Rubén A., Mar del Plata 1736, Villa Ballester, San Martín (Pcia. Bs. As.).
 511 Germano Zeballos, Roberto, España 2372, Tucumán.
 516 Giunta Milia, Alicia Beatriz, Melián 2849, P. 1º, depto. "6", Buenos Aires.
 585 Gregori, Daniel Alfredo, Gobernador Elordi 644, Neuquén.
 528 Grosko Dziemian, Lucía Inés, Evaristo Carriego 1469, Haedo (Pcia. Bs. As.).
 529 Guida Unyicio, Nora Graciela, Caracas 3533, Buenos Aires.
 324 Gulisano, Carlos Alberto, Entre Ríos 3003, Olivos (Pcia. Bs. As.).
 474 González Arzac, Ricardo, Calle 6, N° 385, City Bell (Pcia. Bs. As.).
 365 Gutiérrez Solís, Raúl, Las Tipas 181, Barrio Tres Cerritos, Salta.

- 368 Hauria Canil, Norberto Ubaldo, Mitre 1245, depto. "1", Buenos Aires.
 345 Hechem, Jorge José, Calle 15, N° 1425 ½, depto. "D", La Plata.
 405 Hernández, Susana Elina, Maipú 576, Bánfield (Pcia. Bs. As.).
 407 Hinterwimmer, Gerardo Arturo, Brandzen 600, Quilmes (Pcia. Bs. As.).
 530 Hurtado Vázquez, Alberto, Independencia 1259, P. 7º, depto. "B", Buenos Aires.
 510 Ibáñez Blanco, Raúl Osvaldo, Pasaje Caseros 1157, Villa Santillán (Tucumán).
 323 Iglesias, Pablo Rafael, Pueyrredón 391, P. 1º, depto. "7", Buenos Aires.
 426 Indri, Dante Angel, Balcarce 1436, Tucumán.
 393 Isla Mendy, Federico Ignacio, Calle 11, N° 769, La Plata.
 386 Ituarte, Gustavo Fidel, Av. 44 Esquina 144, La Plata.
 531 Izzo Pringles, Francisco Luis, Aviador Koehl 809, Palomar (Pcia. Bs. As.).
 440 Jaurégui, Marcelo, Av. San Martín 2126, P. 8º, depto. "A", Buenos Aires.
 572 Juárez, Osvaldo Héctor, Colón 221, Catamarca.
 481 Kielbowicz, Ana Alejandra, Uriarte 2452, Buenos Aires.
 415 Kleiman, Laura Elena, Leandro N. Alem 639, P. 3º, depto. "II", Buenos Aires.
 535 Kokogían, Daniel Alberto, Centenera 3555, Buenos Aires.
 565 Lanchas, Delio Gabriel, Pedernera 640, San Luis.
 346 Lanussoi Teijeiro, Daniel Augusto, Calle 20, N° 1282, depto. "3", La Plata.
 558 Lavandera, Graciela Inés, Av. Melián 2321, P. 4º, depto. "3", Buenos Aires.
 378 Leda, Renato, Echeverría 618, Acassuso (Pcia. Bs. As.).
 594 Leiro, Alberto Francisco, Acuña Figueroa 296, P. 1º, depto. "F", Buenos Aires.
 314 Lendaro, Silvia Nora, Aristóbulo del Valle 1470, Marcos Paz (Pcia. Bs. As.).
 538 Lines, Mirta Elena, A. Avalos 2524, Munro (Pcia. Bs. As.).
 317 Lodola Bolognini, Juan Carlos, Av. Libertador 561, Castelar (Pcia. Bs. As.).
 502 Loidi Aguilar, Gerardo Ramón, Calle 119, N° 2356, La Plata.
 331 López Filippi, Daniel, Rivadeo 1431, Córdoba.
 504 López Gamundi, Oscar, Billinghurst 1599, Buenos Aires.
 353 López Ruiz, Laura Leonor, Aviador Pluschow 130, Ciudad Jardín, El Falomar (Pcia. Bs. As.).
 375 López Sonich, Mónica Graciela, Avellaneda 659, Buenos Aires.
 383 López Torresín, Alicia Cristina, Av. Leandro N. Alem 1026, P. 4º, depto "G", Buenos Aires.
 396 Lucsole Massobrio, Juan Atilio, Arenales 49, Lobos (Pcia. Bs. As.).
 490 Luna, Víctor Hugo, Av. Güemes 912, Catamarca.
 574 Luquez, José Alejandro, Diag. 80, N° 962, P. 1º, La Plata.
 444 Lusarreta, Joaquín Alberto, Arenales 3854, P. 5º, depto. "C", Buenos Aires.
 421 Mancilla, Oscar Héctor, Alvear 355, City Bell (Pcia. Bs. As.).
 400 Mansione Vilano, Víctor Francisco, Bartolomé Mitre 290, Lobos (Pcia. Bs. As.).
 450 Marcuzzi Garbet, Jorge Juan, Pasaje Arteaga 1119, Salta.
 425 Marín, Graciela, Bouchard 4016 (ex 693), Berazategui (Pcia. Bs. As.).
 399 Marchetti, María Catalina, Calle 41, N° 383, depto "2", La Plata.
 311 Marquillas, Rosa Argentina, Los Jazmines 342, Barrio Las Rosas, Salta.
 550 Marshall, Patricio Andrés, Moldes 1423, P. 4º, depto. "A", Buenos Aires.
 443 Martín, Eduardo Jorge, Belgrano 620, San Martín (Pcia. Bs. As.).
 382 Martínez Liboreiro, Eduardo Alberto, Lafayette 360, Villa Ballester (Pcia. Bs. As.).
 473 Más, Luis Carlos, Córdoba 77, Bahía Blanca.
 423 Mazza, Angel Eduardo, Hipólito Yrigoyen 401, Córdoba.
 593 Medina, Abdón José, Buenos Aires 801, Salta.
 571 Mejuto, José Gabriel, Blanco Encala 2060, Castelar (Pcia. Bs. As.).
 351 Mendy, Marcelo Adolfo Angel, Inclán 3123, depto. "3", Buenos Aires.
 451 Merzaglia Alasia, Juan Antonio, Gral. Alvarado 1983, Salta.
 419 Meza Torres, Juan Carlos, Pringles y Pedernera, Concarán (San Luis).
 604 Mileni, Savino José, Venezuela 42, Jesús María (Córdoba).
 575 Mirenda, Silvia Alicia, Calle 66, N° 518, La Plata.
 449 Monjo Morey, Carlos Héctor, Perú 368, Mendoza.
 507 Moreno, Beatriz Concepción, Chacabuco 1018, Comodoro Rivadavia (Chubut).
 326 Moreschi, Silvia Cristina, Dr. Frías 280, Alta Gracia (Córdoba).
 374 Morla Ceresole, Pedro Nicanor, Belgrano 143, Tilisarao (San Luis).
 454 Moya, María Cristina, Rioja 698, Salta.
 537 Mutti, Diana Irene, Richeri 1399, Bella Vista (Pcia. Bs. As.).
 437 Ninci Martínez, Carlos Alberto, Av. Colón 93, P. 5º, depto. "11", Córdoba.
 335 Núñez Ocampo, Jorge Héctor, Godoy Cruz 1722, Buenos Aires.
 343 Orfeo, Oscar, Calle 41, N° 1303, La Plata.
 517 Orgeira, María Julia, Zavalía 2086, P. 4º, depto. "A", Buenos Aires.
 587 Ottone, Eduardo Guillermo, Boedo 364, P. 6º, depto. "D", Buenos Aires.
 334 Oviedo, Eduardo Sergio, Agustín Alvarez 5091, Buenos Aires.
 602 Pallares, Juan José, Sarmiento 654, P. 11º, depto. "E", Quilmes (Pcia. Bs. As.).
 508 Palma Lara, Ricardo Manuel, Paraguay 819, Tucumán.
 391 Panelo, Hugo Rafael, Aeropuerto San Luis (C.C. 10), San Luis.
 420 Papetti Villada, Luis Eugenio, Italia 3425, Tucumán.
 534 Parica, Claudio Alberto, M. Quintana 833, Villa Bosch (Pcia. Bs. As.).

- 338 Parma, Sara Graciela, Pedro de Mendoza 1537, P. 3º, depto. "H", 2º cuerpo, Villa Madero (Pcia. Bs. As.).
- 364 Pendini, Juan Carlos, Salto 909, Barrio Junior's, Córdoba.
- 460 Perea, José Armando, Pasaje Nueva Argentina 470, Barrio Juan XXIII, Catamarca.
- 461 Perello, María Trinidad, Salta 308, Catamarca.
- 560 Perme, Patricia Sandra, Ramón B. Castro 5420, Carapachay (Pcia. Bs. As.).
- 373 Pián, Luis Walter, Lavalle 1434, San Luis.
- 562 Pietrelli, Alejandra Mónica, Córdoba 459, Martínez (Pcia. Bs. As.).
- 455 Piñero, Liliana Marta, Julián Alvarez, Buenos Aires.
- 395 Poiré, Daniel Gustavo, Calle 29, N° 1804, La Plata.
- 582 Porto, Alfredo, Av. Olivera 329, depto "2", Buenos Aires.
- 509 Powell Bonino, Jaime Eduardo, Av. Mate de Luna 4636, Tucumán.
- 580 Pozo, Bernardo Gustavo, Calle 57, N° 891, La Plata.
- 342 Prez, Horacio Héctor, Calle 5, N° 2358, La Plata.
- 466 Quintero, Blanca del Carmen, Urquiza 1111, Catamarca.
- 370 Quiroga Pérez, Ana María, Esteban Adaro 442, San Luis.
- 598 Ramos Peiro, Alberto de Jesús, Av. Sarmiento 754, Salta.
- 518 Ravizzini, Isabel Graciela, Tomás Le Bretón 4182, Buenos Aires.
- 533 Re Guillermo, Héctor, V. Fernández 1218, Zárate (Pcia. Bs. As.).
- 591 Rebas, Mariano Antonio, Av. Santa Fe 936, P. 6º, Buenos Aires.
- 448 Rebori Fogale, Luis Osvaldo, Laprida 1277, Villa Hipódromo, Godoy Cruz (Mendoza).
- 519 Remesal, Marcela Beatriz, Pueyrredón (Calle 58) 2627, Buenos Aires.
- 380 Rial Giangreco, Graciela Edit, Méndez de Andes 2144, depto. "5", Buenos Aires.
- 430 Rocca, Ricardo José, Calle 2, N° 1540, Palermo Bajo, Córdoba.
- 547 Rodríguez Sánchez, Juan José, Casa N° 12, calle Padre Beauvoir, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).
- 381 Rojas, Guillermo Enrique, Olivera 1039, Ituzaingó (Pcia. Bs. As.).
- 487 Rojas, Victoria Gabriela, Casa 9, Barrio Comunitario "La Viñita", Catamarca.
- 319 Rolón, Alberto Domingo, Gibson 4159, Buenos Aires.
- 452 Romano, Hugo Ignacio, República de Israel 125, Salta.
- 541 Romero, Claudia Patricia, J. L. Cabezón 2334, Villa Pueyrredón (Pcia. Bs. As.).
- 418 Romero Macagno, Carlos Alberto, Las Heras 838, San Luis.
- 315 Rosselló, Eduardo Antonio, Calle 25, N° 891, Mercedes (Pcia. Bs. As.).
- 358 Rossini, Roberto Mario, Blanco Encalada 3810, Buenos Aires.
- 332 Ruffa, Diego Luis, Avellaneda y Mármol, Monoblock C 15, depto. "16", Lomas del Mirador (Pcia. Bs. As.).
- 476 Saavedra, Silvia del Valle, Maipú 905, Catamarca.
- 312 Sánchez Costa, Oscar Daniel, Segurola 353, Vicente López (Pcia. Bs. As.).
- 467 Sáenz Farré, Jorge, Chacabuco 540, Catamarca.
- 475 Segura, Luis Alberto, Mota Botello 175, Catamarca.
- 379 Schanz, Daniel Jorge, Corrientes 5225, piso 14, depto. "A", Buenos Aires.
- 540 Silva Ahumada, Daniel Juan Ramón, García del Río 2784, P. B., depto "3", Buenos Aires.
- 568 Simes, Julia Inés del Valle, República 641, Catamarca.
- 532 Solá, Patricia, Anchorena 1192, P. 4º, depto. "16", Buenos Aires.
- 561 Soria, Miguel Fernando, Juncal 3050, P. 2º, depto. "B", Buenos Aires.
- 564 Sosa, Graciela Miriam, Lavalle 1269, San Luis.
- 552 Sosa Flores, Cirilo Guillermo, Av. Quintana 282, P. 8º, Buenos Aires.
- 392 Sosa Gómez, José Angel, Huemul 24, Tucumán.
- 482 Spinetta Schob, Liliana Mabel, Juncal 348, Ituzaingó (Pcia. Bs. As.).
- 401 Sruoga, Patricia, E. Zeballos 161, Bernal (Pcia. Bs. As.).
- 359 Sternberg, Mario, Ibáñez 2260, Beccar (Pcia. Bs. As.).
- 367 Strazzolini Linares, Hilda Regina, Jujuy 481, Salta.
- 483 Taúl Ramos, Jorge Manuel, Pinto 939, Tandil (Pcia. Bs. As.).
- 439 Tejedor Pessolano, Susana Ethel, Barrio Ameghino N° 4933, General Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).
- 414 Tessari, César, Calle 23, N° 1171, La Plata.
- 389 Tetzlaff Von Zehmen, Daniel Matias, Calle 8 esq. 4, Corimayo, Burzaco (Provincia de Buenos Aires).
- 441 Timón Coduri, Ricardo José, Calle 1, N° 262, depto. "II", La Plata.
- 465 Torrá, Roberto, San Martín 768, Corrientes.
- 468 Trailer, Arturo, Salta Norte 138, Catamarca.
- 369 Trani Giménez, Juan Carlos, Granaderos Puntanos 634, San Luis.
- 520 Ubaldón, María Cecilia, E. Picasso 223, Tigre (Pcia. Bs. As.).
- 322 Uliarte Sabater, Enrique Roque, Gral. Paz Oeste 558, San Juan.
- 453 Valle, Ernesto Florencio, Calle 2, Med. 410, Villa Lucía (Salta).
- 521 Vázquez Herrera, Marcelo Darío, Araujo 250, Burzaco (Pcia. Bs. As.).
- 464 Vattuone de Ponti, María Elena, Jonás Salk 3156, Olivos (Pcia. Bs. As.).
- 484 Venturini, Ruth Ester, French 1246, Zárate (Pcia. Bs. As.).
- 363 Vera, María del Carmen, Beguerestain 1352, Lanús Oeste (Pcia. Bs. As.).

- 581 Vergani, Gustavo Dardo, Calle 15 e/19 y 20, City Bell (Pcia. Bs. As.).
424 Viacava Larralde, Horacio Jorge, Carlos Spegazzini 406, Buenos Aires.
577 Vignetta Costabel, Hugo Alberto, Caseros 543, San Luis.
366 Vitulli D'Andrea, Néstor Valentin, San Martín 2185, Monoblock C, depto "24", Salta.
588 Viturro, Alberto, Terrada 55, P. B., depto. "2", Buenos Aires.
522 Vrba, Ana Virginia, Entre Ríos 684, Avellaneda (Pcia. Bs. As.).
408 Wainberg, Héctor Horacio, Diag. 80, N° 861 ½, P. 4º, depto. "G", La Plata.
523 Walter de Lippai, Ana María, Vidal 1533, P. 7º, depto. "A", Buenos Aires.
628 Watkins, Silvia Graciela, Esquiú 959, Catamarca.
485 Werner Chmiel, Néstor Adrián, Canning 115, P. 2º, depto. "A", Buenos Aires.
524 Zappettini, Eduardo Osvaldo, Vidal 2375, P. 7º, depto. "C", Buenos Aires.
578 Zunino, Jorge Omar, Estanislao Zeballos 1070, Eduardo Castex (La Pampa).
553 Zurita, Luis Alberto, Guatemala 454, Bahía Blanca.

7-6-1978

La Secretaría solicita a los asociados, tengan a bien comunicar las modificaciones o posibles errores introducidos en la lista precedente.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXXII

ALIOTA, GUIDA, DOMÉNGUEZ, EDUARDO Y WHEWEL, ROGER, Sedimentología de las psammitas del terciario inferior entre Dique Ameghino y Boca Toma, provincia del Chubut, Argentina	81
AMOS, A. J. Y J. FERNÁNDEZ, Estructura del cerro Bola al NE de la quebrada de la Flecha, San Juan	241
BÁEZ, ANA MARÍA, Sobre <i>Teracophrys</i> (<i>anura</i> , <i>leptodactylidae</i>) <i>nomina nuda</i> , de la Formación Colhué-Huapi (Oligoceno superior) (Provincia del Chubut, República Argentina)	145
BONDESIO, PEDRO Y PASCUAL, ROSENDO, Restos de Lepidosirenidae (Osteichthyes, Dipnoi) del Grupo Honda (Mioceno tardío) de Colombia. Sus denotaciones paleoambientales	34
DRAGO, EDMUNDO, C., Erosión y sedimentación en un tramo de cauce del río Paraná Medio (República Argentina)	277
ESCOBAR, EDUARDO ABAD, Acerca de la paleogeografía neocomiana en la región al sur de Copiapó, (Provincia de Atacama - Chile)	24
FERNÁNDEZ GARRASINO, CÉSAR A., Contribución a la estratigrafía de la zona comprendida entre Estancia Ferrarotti, Cerro Colorado y Cerrito Negro - Departamento de Tehuelches - Provincia del Chubut - Argentina	130
GELOS, EDGARDO M., Metamorfismo de contacto en el Yacimiento Sur de Sierra Grande, Provincia de Río Negro	99
HUGO, CARLOS A., LEANZA, HÉCTOR A. Y MARCHESE, HUMBERTO G., Estratigrafía del Paleozoico inferior en Aguada de los Azulejitos, San Juan, Argentina	227
LAYA, HAROLDO A., Edafogénesis y paleosuelos de la formación téfrica Río Pireco (Holoceno), Suroeste de la Provincia del Neuquén, Argentina	3
LEANZA, HÉCTOR A., MARCHESE, HUMBERTO G. Y RIGGI, JUAN C., Estratigrafía del Grupo Mendoza con especial referencia a la Formación Vaca Muerta entre los paralelos 35° y 40° l.s., Cuenca neuquina-mendocina	190
LEANZA, HÉCTOR A. Y HUGO CARLOS A., Sucesión de ammonites y edad de la Formación Vaca Muerta y sincrónicas entre los paralelos 35° y 50° l.s., Cuenca Neuquina-Mendocina	248
MASSABIE, ARMANDO C., Y MORELLI, JORGE, R., Buchitas de la isla Vicecomodoro Marambio, Sector Antártico Argentino	44
MASSABIE, ARMANDO CARLOS, Gneises cordieríticos en las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis, Argentina	122
MON, RICARDO, Métodos para el estudio de la estructura de unidades de bajo grado de metamorfismo	70
PŁOSZKIEWICZ, JUAN V. Y RAMOS, VÍCTOR A., Estratigrafía y tectónica de la Sierra de Payaniyeu (Provincia del Chubut)	209
REYMENT, RICHARD, Las transgresiones del Cretácico medio en el Atlántico Sur	291
RICCARDI, A. C., Geología: ¿Protociencia, especulación o ciencia?	52
RIGGI, JUAN CARLOS, La Formación Springhill en el subsuelo de Tierra del Fuego	176
SPIKERMANN, JUAN PEDRO, Geología de los alrededores de la Estancia Arroyo Pescado, Chubut	265
TOSELLI, ALEJANDRO, ROSSI DE TOSELLI, JUANA Y TOSELLI, GUSTAVO, El gabro coronítico del cerro San Lorenzo, Córdoba, Argentina	161
TURNER, JUAN CARLOS M. Y SALFITY, JOSÉ A., Perfil geológico Humahuaca - Pueblo Abra Laite (Jujuy, República Argentina)	111
VOLKHEIMER, WOLFGANG, MANCENIDO, MIGUEL Y DAMBORENEA, SUSANA, La Formación Los Patos (nov. form.), Jurásico inferior de la Alta Cordillera de la provincia de San Juan (República Argentina), en su localidad tipo (Río de Los Patos Sur)	300

NOTAS BREVES

MÉNDEZ, VICENTE Y VILLAR, LUISA MARÍA, Edad de los filones ultrabásicos (alnoitas) del río Piedras, Sierras Subandinas de las provincias de Salta y Jujuy	77
Corrección	79
CORBELLA, HUGO Y LINARES, ENRIQUE, Naturaleza peralcalina y edad de afloramientos volcánicos y subvolcánicos de las Sierras de Apas y Negra (Telsen), provincias de Río Negro y Chubut	152
VARELA, RICARDO, Sobre la edad del Grupo de la Horqueta, sierra Pintada, Mendoza	236

COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS	153, 238, 247 y 314
----------------------------------	---------------------

INFORMACIONES:

Creación de un Parque Geológico Municipal	155
Nuevas constantes a utilizar en los métodos de datación radimétrica	239
Renovación de la Comisión Directiva	312
Dirección de la Revista y Editores Responsables	312
Premio Dr. Carlos D. Storni	312

REUNIONES CIENTÍFICAS

Reunión Internacional sobre el sistema Jurásico del Sur de Alemania	313
Reunión reconstitutiva de la Subcomisión Internacional del Jurásico	313
Simposium Internacional sobre el Agua en la Minería y Obras Subterráneas ..	313
Reunión Nacional sobre el Paleozoico de Argentina	313
III Congreso Internacional de Geología Aplicada a la Ingeniería	314

NECROLOGÍAS:

DR. CARLOS DAVID STORNI (1884-1977)	156
DR. EDUARDO J. METHOL (1922-1977)	315
DR. AMÍLCAR FÉLIX GALVÁN (1932-1977)	317

EL NUMERO 4 DE ESTE TOMO
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 14 DE
JULIO DE 1978 EN LOS TALLERES
GRAFICOS ZLOTOPIORO S.A.C.I.F.,
SARMIENTO 3149. BUENOS AIRES,
REPUBLICA ARGENTINA.

El presente número se ha financiado
con un subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
que no se hace responsable del contenido del mismo.

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA

(1977-79)

Presidente: DR. NORBERTO MALUMIÁN; *Vicepresidente:* DR. CARLOS L. AZCUY; *Secretaria:* DRA. MILKA K. de BRODTKORB; *Tesorero:* DR. VICENTE MÉNDEZ; *Vocales titulares:* DR. VÍCTOR A. RAMOS, DR. RICARDO VARELA y LIC. GUILLERMO E. TURAZZINI; *Vocales suplentes:* LIC. MATEO A. TURIC, LIC. JUAN V. PLOSKIEWICZ y LIC. ROBERTO M. SARUDIANSKY.

REVISTA Y PUBLICACIONES

Director: DR. ROBERTO CAMINOS; *Coordinador:* LIC. FRANCISCO E. NULLO.

EDITORES RESPONSABLES

ING. VICTORIO ANGELELLI, DR. HORACIO H. CAMACHO, DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO, DR. CARLOS GORDILLO, DR. NORBERTO MALUMIÁN, DR. MARIO TERUGGI, DR. JUAN CARLOS M. TURNER y DR. MARCELO R. YRIGOYEN.

DELEGADOS EN EL INTERIOR

Delegación Bahía Blanca: Dra. Graciela Mas, Córdoba 77
Delegación Catamarca: Dr. Gustavo Toselli, Univ. de Catamarca, 4700 Catamarca
Delegación Córdoba: Sr. Angel E. Massa, Pellegrini y Calle 8, Suc. N° 9
Delegación Comodoro Rivadavia: Dr. Gerardo Petrarca, Distr. Geol. YPF, General Mosconi
Delegación Jujuy: Dr. Ricardo Bagalciaga, Mina Aguilar, Dto. Geología, 4634 Jujuy
Delegación La Rioja: Dr. Roberto Zolezzi, Urquiza 768, P. 9, d. 1
Delegación La Plata: Dr. Ricardo Varela, Museo de La Plata, Paseo del Bosque
Delegación Mendoza: Dr. Armando Ortega Furlotti, Azopardo 313 C.N.E.A., Godoy Cruz
Delegación Rawson: Dr. Héctor Miras, Julio A. Roca 518
Delegación Río Gallegos: Dr. Adolfo Fadrique, Casilla de Correo 246
Delegación Plaza Huincul: Dr. Carlos A. Muñoz, Campamento Uno
Delegación Salta: Dr. José Antonio Salfity, Pasaje N. Roldán 57
Delegación San Antonio Oeste: Dra. Elena Bernabo de Greco, ITNAS - C.C. 57
Delegación San Carlos de Bariloche: Dra. Guida Aliotta, C.C. 138
Delegación Santa Fe: Dra. Hetty Bertoldi de Pomar, Grand Bourg 4352
Delegación San Juan: Dr. Juvenal Jorge Zambrano, Mendoza 389 - Sur
Delegación San Luis: Dr. Jorge Raúl Fernández Tasende, C.C. 294 - 5700
Delegación San Miguel de Tucumán: Dr. Hugo Alberto Peña, Balcarce 42
Delegación Santa Rosa: Dr. José Antonio de Ormaechea, Pasaje 2, n° 245, B° Independencia
Delegación Vespucio (Salta): Dr. Federico Madel. Distr. Geol. YPF
Delegación Neuquén: Dr. Eloy L. Depiante, Mendoza 140
Delegación Rosario: Dra. Pierina Pasotti, Av. Pellegrini 494

DELEGADOS INSTITUCIONALES EN BUENOS AIRES

Agua y Energía: Dr. Guillermo Turazzini (Córdoba 1345 - 7º p.)
Banco Nacional de Desarrollo: Dr. Luis Alberto Soruco (25 de Mayo 145)
Comisión Nacional de Energía Atómica: Dr. Juan Spikermann (Libertador 8250)
Comisión Nacional de Estudios Geohelífisicos: Dr. Jorge F. Kimsa (Busolini 1661, San Miguel)
Consejo Federal de Inversiones: Dr. Roberto M. Sarudiansky (San Martín 871)
Dirección General de Fabricaciones Militares: Dr. Vicente Méndez (Cabildo 63)
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: U.B.A. Dr. Carlos Azcuy (Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Núñez)
Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica: Lic. Corina R. de Ganduglia (Viamonte 1145 1º p.)
Museo Argentino de Ciencias Naturales: Dr. Bruno Baldis (Angel Gallardo 470)
Obras Sanitarias de la Nación: Dra. Isolina Díaz Peña (M. T. de Alvear 1842)
Secretaría de Minería: Lic. Julio Lage (Avda. Santa Fe 1548)
Servicio de Hidrografía Naval: Lic. Gerardo Perillo (Montes de Oca 2124)
Yacimientos Carboníferos Fiscales: Dr. Federico Bergmann (Diag. Roque Saenz Peña 1190)
Yacimientos Petrolíferos Fiscales: Dr. Gualter Chebli (Diagonal Norte 777)

DELEGADOS EN EL EXTERIOR

Brasil: Dra. Norma M. de Melo Da Costa, Lamin. Seção de Bioestratigrafia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, Av. Pasteur 401 - Praia Vermelha 20000, Río de Janeiro
Dr. I. de Madeiros Tinoco, Escola de Geología, Universidad Federal de Pernambuco, Recife. Caixa Postal 2492
Dr. Oscar Röster, Instituto de Geociencias USP, Caixa Postal 20899, 01.00 São Paulo
Chile: Dr. Reynaldo Charrier, Departamento de Geología. Casilla 13518, Correo 21, Santiago de Chile
Paraguay: Dr. Gustavo Vera Morigo, Ministerio de Obras públicas y Comunicaciones, Oliva y Alberdi 5 piso, Casilla de Correo 1662. Asunción
Uruguay: Dr. Graciano Elizalde, Departamento Geominero, Río Branco 1388, Montevideo.
Perú: Dr. Jean Claude Vicente, Departamento de Geología, Univ. Nac. San Agustín, Casilla 572, Arequipa.
Bolivia: Dr. Arturo Castaño, Casilla Correo 96, La Paz.

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.

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.

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

CONTENIDO

Estructura del cerro Bola al NE de la quebrada de la Flecha, San Juan A. J. AMOS Y J. FERNÁNDEZ	241
Sucesión de ammonites y edad de la Formación Vaca Muerta y sincrónicas entre los paralelos 35° y 50° l.s., Cuenca Neuquina-Mendocina HÉCTOR A. LEANZA Y CARLOS A. HUGO	248
Geología de los alrededores de la estancia Arroyo Pescado, Chubut JUAN PEDRO SPIKERMANN	265
Erosión y sedimentación en un tramo de cauce del río Paraná Medio (República Argentina) EDMUNDO C. DRAGO	277
Las transgresiones del Cretácico medio en el Atlántico Sur RICHARD REYMENT	291
La Formación Los Patos (nov. form.), Jurásico inferior de la Alta Cordillera de la provincia de San Juan (República Argentina), en su localidad tipo (Río de Los Patos Sur) WOLFGANG VOLKHEIMER, MIGUEL MANCENIDO Y SUSANA DAMBORENEA	300
<i>Informaciones</i>	
Renovación de la Comisión Directiva	312
Dirección de la Revista y Editores Responsables	312
Premio Dr. Carlos D. Storni	312
<i>Reuniones científicas</i>	
Reunión Internacional sobre el Sistema Jurásico del Sur de Alemania	313
Reunión reconstitutiva de la Subcomisión Internacional del Jurásico	313
Simposio Internacional sobre el Agua en la Minería y Obras Subterráneas	313
Reunión Nacional sobre el Paleozoico de Argentina	313
III Congreso Internacional de Geología Aplicada a la Ingeniería	314
<i>Comentario bibliográfico</i>	247, 314
<i>Necrología</i>	
DR. EDUARDO J. METHOL	315
DR. AMÍLCAR FÉLIX GALVÁN	317