

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

— S U M A R I O —

M. E. TERUGGI, J. O. KILMURRAY Y L. H. DALLA SALDA, Los dominios tectónicos de la región de Balcarce.....	265
EVA C. ARCIDIAONO, Sobre algunas manifestaciones manganesíferas de la provincia de Río Negro.....	277
HECTOR H. GARCIA, Las calizas cristalinas de Totorillas.....	295
A. M. ISIGUEZ Y P. E. ZALBA, Geología de yacimientos de arcillas refractarias de la provincia de Buenos Aires, República Argentina.....	304
GUALTER A. CHEBLI Y ALFONSO A. SERRAIOTTO, Nuevas localidades del Paleoceno marino en la región central de la provincia del Chubut.....	311
CARLOS W. RAPELA, LUIS H. DALLA SALDA Y CARLOS A. CINGOLANI, Un intrusivo básico ordovícico en la « Formación La Tinta » (Sierra de los Barrientos, provincia de Buenos Aires, Argentina).....	319
CESAR R. CORTELEZZI Y MIGUEL I. CUTTICA, Estudio de paleocorrientes y sedimentología de la Formación Mojotoro, provincia de Salta, República Argentina.....	332
ENRIQUE LINARES Y DANIEL VALENCIO, Edades potasio-argón y paleomagnetismo de los diques traquibasálticos del río de Los Molinos, Córdoba, República Argentina.....	341
MARTIN H. IRIONDO, Modelo de sedimentación en el lago Mascardi, provincia de Río Negro.....	349
JORGE A. GEBHARD, ALFONSO R. GIUDICI Y JOAQUIN OLIVER GASCON, Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina.....	359
NOTA BREVE :	
FRANCISCO NULLO, Reubicación estratigráfica de la Formación El Córdoba, Pampa de Agnia, provincia del Chubut, República Argentina..	377
NECROLOGIA :	
Horacio Jaime Harrington, 1910-1973.....	379
INFORMACIONES A LOS SEÑORES ASOCIADOS.....	381
COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS.....	388

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

—
1974

LOS DOMINIOS TECTONICOS DE LA REGION DE BALCARCE

POR M. E. TERUGGI, J. O. KILMURRAY Y L. H. DALLA SALDA¹

RESUMEN

El presente trabajo, que es una nueva contribución sobre el Precámbrico de la Argentina, cubre la porción más oriental del cordón de Tandilia, que los autores investigan mediante la aplicación combinada de aerofotointerpretación y petrología.

Los tres dominios tectónicos caracterizados por los autores para las sierras de Tandil se reconocen también en las sierras de Balcarce, aunque con algunas diferencias. Así, el dominio A, aunque reducido en área, mantiene en Balcarce el mismo tipo de estructura de nappe, pero el metamorfismo acompañante (M1) aumenta considerablemente de grado pasando de facies de esquistos verdes en Tandil a facies de anfibolitas almandínicas transicionales a granulitas, en Balcarce. En cambio, el dominio B es prácticamente idéntico en Tandil y Balcarce, tanto en estructura como en metamorfismo (facies de anfibolitas almandínicas, oligoclasa, con migmatización y emplazamiento de granitoides contemporáneos a subsecuentes). Por el contrario, el dominio C se reduce en Balcarce a meras manifestaciones cataclásticas.

Los tres dominios corresponden a tres fases deformacionales (F1, F2 y F3), al igual que en Tandil, pero no se halla presente en Balcarce la fase F4 de plegamiento suave.

Las fallas que afectaron el basamento una vez que estuvo rígido actuaron en dos estadios (f1, f2); el estadio f1, reconocido en Tandil, falta en la región de Balcarce.

Los fechados radimétricos (varias nuevas determinaciones realizadas en el INGEIS para el presente estudio), permiten ubicar las fases deformacionales-metamórficas con un intervalo que se extiende entre 2.200 y 1.500 m.a.

ABSTRACT

A new contribution to the Precambrian of Argentina, covering the easternmost part of the Tandilia Range, which the authors are analyzing by applying combined aerophotogeological and petrological techniques.

The three tectonic domains characterized by the authors in the Tandil Range are also recognized in the Balcarce Ranges, but several differences are evident. The A domain maintains in Balcarce the same nappe like structure, but there is an increase in the accompanying metamorphism (M1) which is raised from green-schist (biotite) grade in Tandil to almandine amphibolite, transitional to granulite, in Balcarce. The B domain is practically identical both in Tandil and Balcarce, either in direction or metamorphism (almandine amphibolite, oligoclase) with migmatization and emplacement of later granitoids. The C domain, instead, is reduced to cataclastic evidences.

The three domains correspond to three deformation phases (F1, F2 and F3), as in Tandil, but an F4 phase, present there, is missing in the Balcarce Ranges.

Faulting, once the basament was brittle, was produced in two stages, f2 and f3; the f1 stage, detected in Tandil, is not present in Balcarce. New radiometric datings place the whole history of the Balcarce basament in the 2.200-1.500 m.y. interval.

¹ Cátedra de Petrología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

I. INTRODUCCION

En 1973 (Teruggi, Kilmurray y Dalla Salda), se publicó el primer trabajo sobre los dominios tectónicos reconocibles en la región de Tandil, según la metodología de Hepworth (1967). En la presente contribución se prosigue el estudio del basamento cristalino precámbrico hacia el este, de modo que se incluyen las elevaciones que, dentro del cordón de Tandilia, constituyen lo que puede denominarse sierras de Balcarce y Lobería.

La región se extiende hasta abarcar los últimos afloramientos orientales del basamento, que está totalmente cubierto al naciente del cerro Claraz, aunque hay buenas razones para inferir que se halla enterrado a poca profundidad bajo el cinturón de derrubio que bordea las sierras de Vulcán y Larga. Incluso, se sabe de un afloramiento de basamento en el borde occidental de la primera de esas sierras llamado Mina Eugenia, que desde hace más de veinte años está cerrada a toda visita. Según referencias de esa zona, se trataría de un basamento gnéisico caolinitizado por hidrotermalismo y por ello comparable al de cerro Segundo, en la sierra de Bachicha.

La región que ahora nos ocupa es prolongación hacia el este de las sierras de Tandil, pero está separada de ella por zonas algo más deprimidas, de llanuras y de lomadas cubiertas por sedimentos cuaternarios que reflejan, en su forma, la topografía del basamento que se halla también a poca profundidad. Según se muestra en la presente contribución, los lineamientos tectónico-estructurales de Tandil continúan hasta Balcarce, pero se evidencian algunas diferencias. Por otro lado, es de lamentar que en las inmediaciones de esta última localidad desaparezcan los afloramientos de basamento cristalino, pues es precisamente allí que se nota, en áreas muy

limitadas, la desaparición de la petrología migmática-granitoide de Tandil y la aparición de ectinitas de grado intermedio, incluso alto. Igualmente, se produce en la misma zona una complicación estructural, que, dado lo escaso de los afloramientos, no ha podido ser totalmente resuelta.

ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

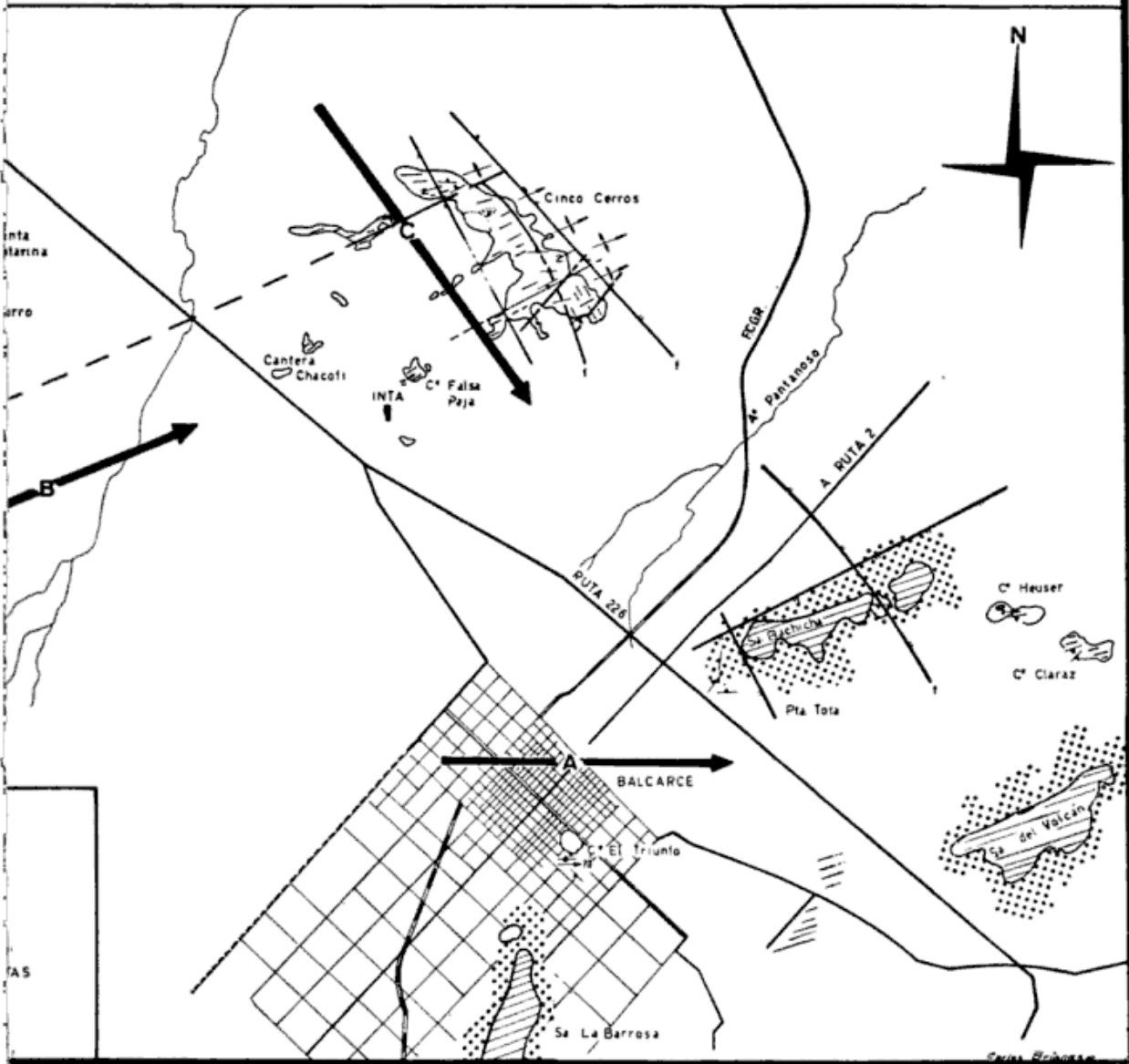
La información sobre la sierra de Balcarce y Lobería es mucho menor que la que se dispone para Tandil. Fuera de los trabajos antiguos o muy generales, Nájera (1940), se cuenta con una interpretación geológica de Tapia (1937) y más recientemente, la contribución de Teruggi, Mauriño y Limousin (1962), que es la única que ofrece una interpretación petrológica del basamento cristalino.

MÉTODO DE TRABAJO

El método de trabajo ha sido idéntico al utilizado en el análisis de la sierra de Tandil (Teruggi, Kilmurray y Dalla Salda, 1973), y a su vez está basado en las contribuciones de Hepworth (1967, 1969).

Los dominios tectónicos han sido reconocidos, caracterizados y denominados según las técnicas del citado autor, que se basan en la interpretación fotogeológica. Se aplican los criterios siguientes, detallados en nuestro trabajo anterior: rumbos y buzamientos de planos, pliegues y ejes; constancia en la orientación; litología y estilo tectónico. De esa caracterización, y aplicando el principio de transección, se establece la secuencia tecto-metamórfica. La interpretación fotogeológica ha sido complementada con numerosas observaciones y determinaciones de campo y estudios microscópicos de rocas.

LOS DOMINIOS TECTONICOS DE LA REGION DE BALCARCE |



región estudiada

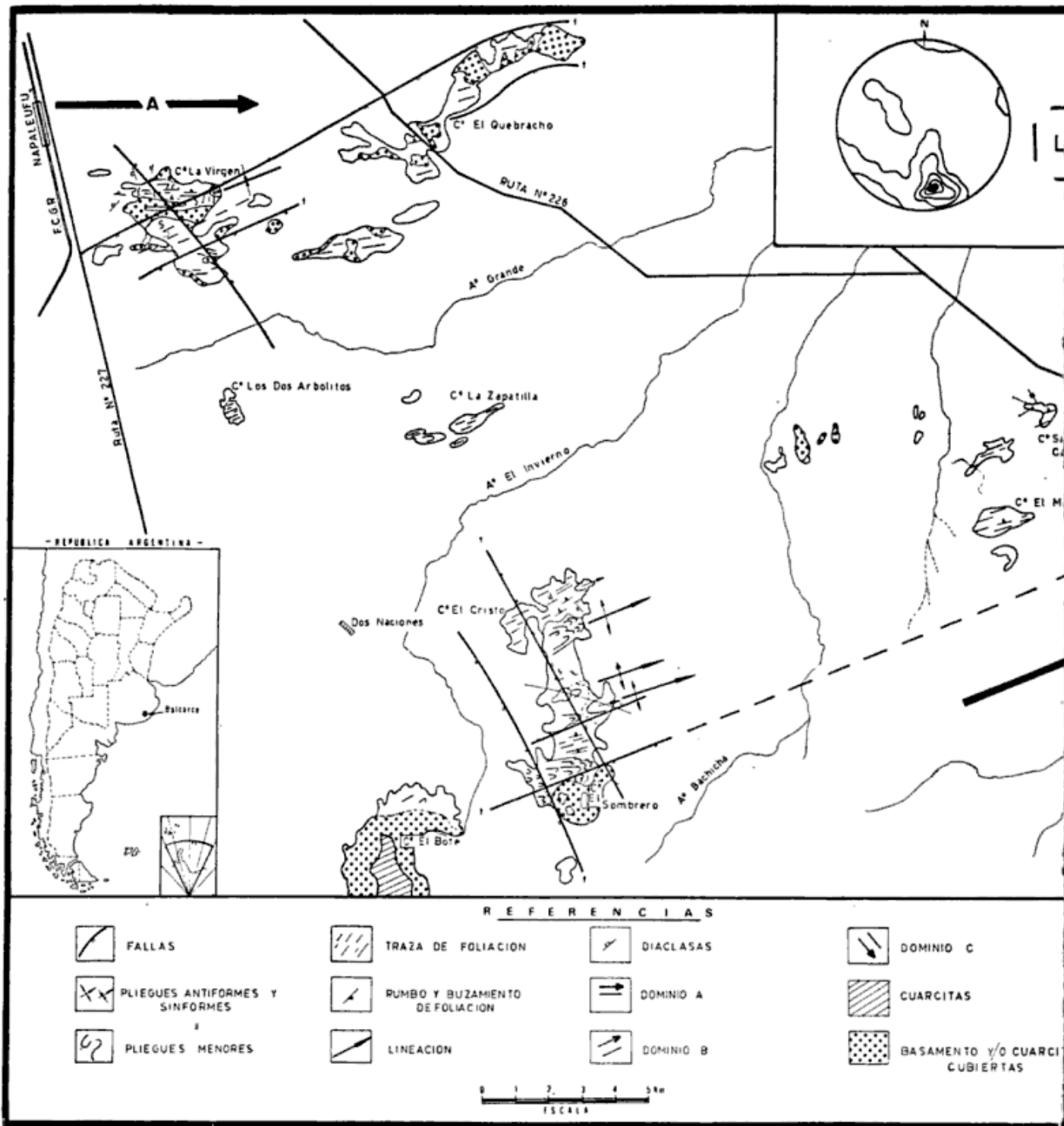


Fig 1. — Mapa geológico de la



II. LOS DOMINIOS TECTONICOS DE LA REGION DE BALCARCE

La región presenta, como característica distintiva, una aparente simplificación con respecto a las sierras de Tandil. Efectivamente, se nota el marcado predominio de una dirección regional equivalente a la caracterizada en el denominado dominio B para el área de Tandil, especialmente en la parte sur y nordeste de la hoja relevada, donde la dirección ENE-WSW regional, concuerda con la balcarceana.

1. DOMINIO TECTÓNICO A

Está representado, como en Tandil, por estructuras planares como foliación y planos de estructuras de pliegues de rumbo aproximado E-W. Su mejor desarrollo se encuentra en cerro La Virgen (parte norte), según se observó en fotografías aéreas y mesoscópicamente. El hecho de que se lo encuentre en el extremo nor-occidental del área relevada, demuestra que es prolongación del dominio A tandiliense.

Fuera de la zona señalada, el dominio A sólo se ha detectado en el extremo opuesto, en el cerro El Triunfo de la ciudad de Balcarce, donde se lo encontró, como evidencia un pliegue acostado de anfibolita, con rumbo E-W y foliación horizontal, que se ilustra en lám. I, figura 3. Poco más al norte de Balcarce, en la Punta Tota de la sierra de Bachicha, se destacan estructuras de venas pegmatíticas de rumbo E-W paralelas a la foliación del gneis granatífero que allí se halla y engrosadas por trechos a la manera de rosario ("pinch and swell"), lám. I, figura 5. También hay remanentes del dominio A en el cerro Heuser.

En todos los lugares citados, la estructura del dominio A deforma rocas de litología variable, pues son migmatitas, gneises y anfibolitas (éstas, mu-

cho más raras y en afloramientos reducidos). En el aspecto petrológico, el dominio A balcarceño, difiere del tandiliense, pues este último está caracterizado por metamorfitas de grano fino y bajo grado.

2. DOMINIO TECTÓNICO B

Se destaca por sus estructuras planares orientadas ENE-WSW, con megaestructuras de tipo antiformal y sinformal (reconocibles casi exclusivamente en Cinco Cerros y cerro El Cristo), que a veces suelen tener en su núcleo rocas de naturaleza granitoide, fig. 2. El desarrollo de las estructuras en planta, alcanza una longitud de onda de aproximadamente 2 km en los pliegues mayores; el hundimiento de los ejes es en dirección coincidente con la foliación regional NE-SW y buzamiento de plano axial al NW. En cuanto a las estructuras mesoscópicas analizadas en el campo son del orden de centímetros a metros, con pliegues de tipo similar a disarmonicos que en la mayoría de los casos presentan flancos cortos y largos (lám. I, figs. 1 y 4, lám. II, fig. 4).

Las orientaciones preferenciales de los planos axiales paralelos a subparalelos, determinan una foliación marcada por la alternancia de capas oscuras y claras (biotíticas-anfibolíticas y cuarzo-feldespáticas). Este tipo de estructuras foliadas se presenta en gneises y en epibolitas que caracterizan litológicamente el dominio B; en otras muestras (anfibolitas), se observa una lineación l2, dada por la orientación preferencial de prismas de hornblenda; hay además muestras de aspecto granitoide con ausencia y/o escasez de orientación de elementos planares y lineares, por lo que cabe considerarlas como rocas macizas.

Los mejores sitios para la observación del dominio B son, como ya se mencionara, Cinco Cerros y cerro El Cristo, además de cerro El Morro (fig. 1 y 2).

This One



X4JP-572-XYYG

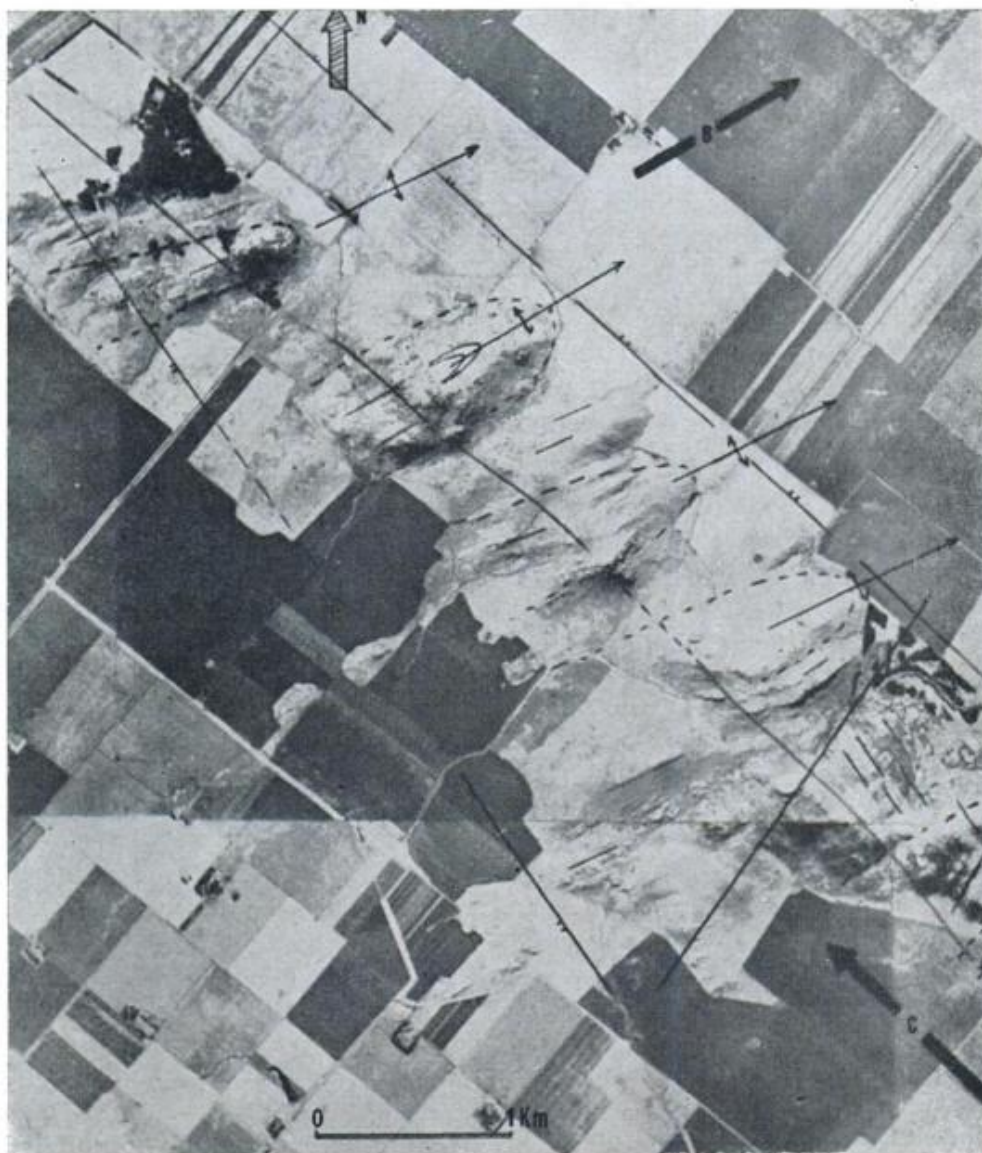


Fig. 2. — Cinco Cerros, partido de Balcarce. Estructuras antiformes y sinformes del dominio B

3. DOMINIO TECTÓNICO C

Este dominio tectónico, que en la región de Tandil aparece como franjas de deformación plástica intensa de orientación NW-SE (área de La Ribulia), en el área del presente estudio se presenta como muy poco marcado y restringido a escasas fajas de milonitización, lo que pone en evidencia el carácter frágil del material que sufrió los efectos de la deformación.

La estructura planar mesoscópica está dada por un clivaje de corte que atraviesa las estructuras foliadas del dominio B, como se ilustra en lám. I, fig. 2.

En las fotografías aéreas, el dominio C se refleja como alineaciones de escarpas y frentes de sierras, como en la parte sur de Cinco Cerros, un diaclasamiento notable NW-SE en rocas de tipo granitoide (fig. 2).

4. LAS ROCAS GRANITOIDES

Si bien el material granítico aparece en venas y penetraciones concordantes con la foliación, de espesores variables (hasta 3 m) en las rocas migmáticas de cerro La Virgen, cerro El Cristo y Cinco Cerros, no se observan en cambio, cuerpos granitoides independientes, co-

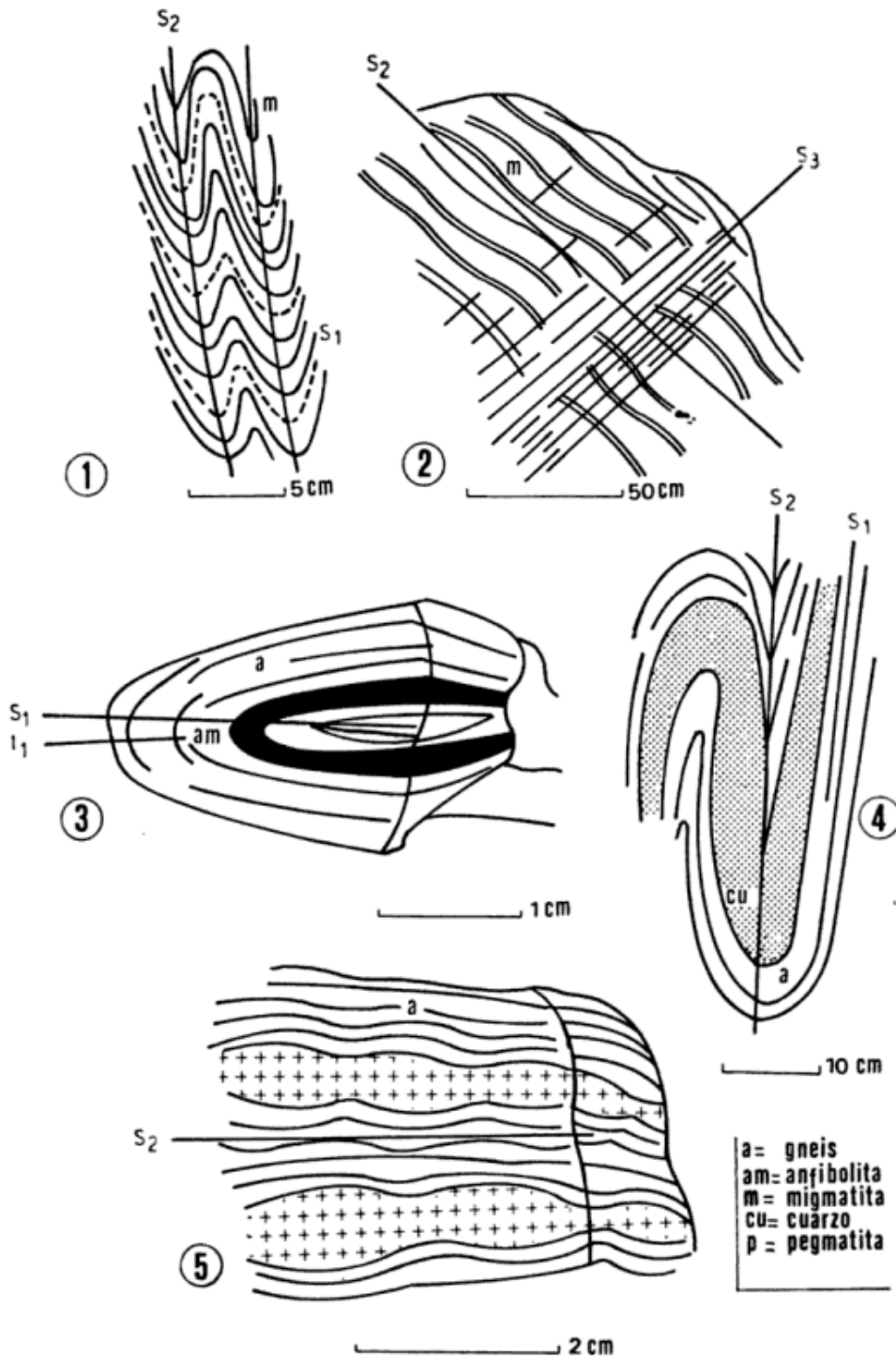


Lámina I. -- 1, estructura de pliegues asimétricos, de tipo similar en migmatitas tipo epibolitas. Cinco Cerros : 2, evidencia de clivaje de corte (dominio C) S_3 atravesando migmatitas foliadas S_2 . Cinco Cerros : 3, pliegue simétrico apretado y volcado, con lineación de eje E-W (dominio A), la foliación S_1 es prácticamente horizontal. Cerro El Triunfo-Balcarce ; 4, Vena de cuarzo mostrando el estilo de deformación del dominio B, plano axial S_2 deformando S_1 . Cerro El Cristo ; 5, Venas pegmatíticas cuarzo-feldespáticas con granate en rocas de naturaleza gneí-sica, con foliación S. Punta Tota.

mo los que se hallan en las inmediaciones de la ciudad de Tandil.

La única excepción está dada, según se ha visto, por un granitoide intruído en núcleo antiformal en la llamada cantera Chacofi, al SSW de Cinco Cerros; se trata de una tonalita aparentemente anatóxica, con una tendencia a la macicidad y con granate de tipo almandino como mineral accidental. La roca es de color gris clara y de aspecto distinto a los tipos litológicos reconocidos en Tandil.

5. TECTÓNICA DE FALLAS

De las observaciones de fotografías aéreas y las de campo, además de los dominios tectónicos descriptos se han podido constatar la presencia de dos sistemas de fallas principales que atraviesan el complejo metamórfico-migmatítico. Estas dos direcciones son coincidentes con las alineaciones regionales de los dominios B y C.

El sistema de fallas NW-SE delimita bloques que se orientan en el sentido de las fracturas. El otro sistema es el ENE-WSW, normal al anterior y coincidente con el dominio B, o sea en el sentido de la elongación de las estructuras mayores. De esta manera se producen elevaciones de bloques mayores como Cinco Cerros y El Cristo orientados en sentido NW-SE, en las partes meridional y central del área relevada, en tanto que en la parte norte y sudeste, cerros La Virgen y Quebracho (ambos al norte) y el Triunfo (Balcarce) y sierra Bachicha (al sur) se alargan en sentido NE-SW. La formación de fracturas en el complejo metamórfico-ígneo está relacionada con la secuencia de los episodios de deformación plástica observada en los dominios considerados. De estas observaciones se desprende que las fases de deformación B y C culminaron en una etapa mayor de fragilidad de los materiales sujetos a deformación, dando lugar en sus respectivos estadios a fracturaciones coincidentes con los referidos planos principales.

6. ENSAYO DE INTERPRETACIÓN DE LOS DOMINIOS TECTÓNICOS

Como fuera puntualizado en el trabajo anterior, referente a la región de Tandil (Teruggi, Kilmurray y Dalla Salda, 1973), la caracterización de los dominios tectónicos tiene la ventaja de permitir efectuar un ordenamiento de las fases de deformación asociados a eventos metamórficos-ígneos, que con el apoyo de dataciones radimétricas, conducen al conocimiento en detalle de los distintos episodios que han afectado los cinturones orogénicos.

En el presente trabajo, se ofrece, en base a los estudios fotointerpretativos, petrográficos, estructurales y de fechado, un enfoque de las secuencias de deformación y metamorfismo, las que, asimismo, se vinculan con los dominios estudiados en la región de Tandil a fin de caracterizar regionalmente el comportamiento de las formaciones sujetas a las distintas fases de la tectónica del basamento (Cuadro II).

El dominio A, considerado como el más antiguo por cuanto está transectado por el B y el C, aparece en áreas restringidas al igual que en Tandil (cerro La Virgen, El Triunfo y áreas vecinas). El dominio A es el resultado de un plegamiento F1 que afectó a sedimentos grauváquicos y pelíticos con escasas rocas calcáreas (Punta Tota, donde se explotó, hasta su agotamiento, mármol serpentínico), en delgados "filones" y derrames o intrusiones de rocas básicas. El plegamiento parece haber sido el de tipo "nappe" con evidencias de pliegues menores volcados hacia el NE (lám. I, fig. 3). Es posible entonces que la esquistosidad resultante sea paralela a la estratificación, pero no se han hallado hasta el momento evidencias de So.

La fase de deformación F1, en el cerro El Triunfo, coincide con la aparición de rocas gnéisicas con ortopiroxeno que indicaría la existencia de un pico térmico muy marcado y un comienzo de migmatización. Teruggi (1962), clasifi-

có estas rocas como transicionales hacia facies de granulitas; en el resto del área las evidencias indican una facies de anfíbolitas almandínicas.

El dominio tectónico B corresponde a una nueva fase deformacional F2 que ha plegado las estructuras de nappe produciendo el desarrollo de esquistosidad S2, de carácter regional como la observada en Tandil. La nueva esquistosidad, muy penetrativa, ha obliterado casi por completo las estructuras S1, observándose sin embargo los remanentes anteriormente citados. El plegamiento F2 estuvo acompañado por un metamorfismo M2 compatible con facies de anfíbolitas almandínicas (oligoclasa).

El dominio C representaría otra nueva fase de deformación F3 que a diferencia de la de Tandil, sólo presenta caracteres de deformación muy local, restringida a fajas de falla. Ésta deformación ha producido una estructura planar S3, de corte (falla, diaclasa o clivaje) que transecta al dominio B. El tipo de metamorfismo es puramente mecánico, por lo que excluye condiciones térmicas, a diferencia del de Tandil, el cual se encuentra en condiciones de facies de Esquistos verdes y con un mayor grado de plasticidad.

En lo referente a rocas granitoides, aparentemente se han generado al cierre de la fase F2, como cuerpos intruí-

dos en condiciones de movilizados anatócticos y no se destacan penetraciones magmáticas ácidas durante la fase F3.

Las dataciones radimétricas del granito de la Cantera Chacofi permite corroborar la existencia de este fenómeno que sucede a los eventos metamórficos principales. En el Cuadro I se puede apreciar la edad del citado granito y su relación con los fechados disponibles hasta el presente sobre rocas balcarceanas.

Finalmente, se establece la edad de las fracturaciones como: B = f2, C = f3. No se han observado fallas de orientación E-W que están bien representadas en algunas áreas de las sierras de Tandil; en Balcarce la correspondiente a este sistema no presenta evidencias de campo debido quizá a la ausencia de reactivación durante las fases de elevación de bloques a nivel de erosión, infiriéndose entonces que las estructuras planares E-W se encontraban selladas durante los movimientos posteriores. Es así que a nivel de erosión, quedaron expuestos aquellos bloques alargados según los dominios B y C por reactivaciones más modernas de fallas que coinciden con estas direcciones.

7. LA EDAD DE LAS ROCAS Y SU RELACIÓN CON LOS EPISODIOS DE DEFORMACIÓN Y METAMORFISMO

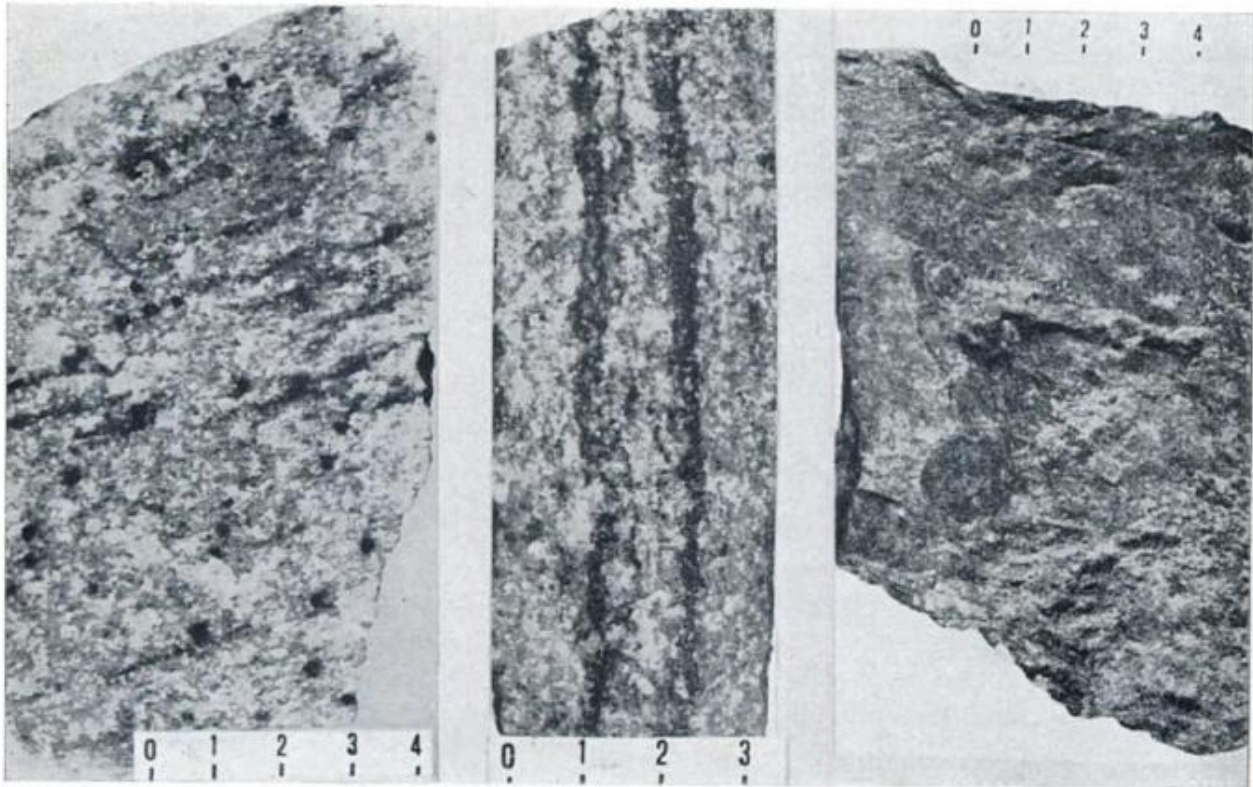
CUADRO I

Edad radimétrica de distintos tipos litológicos de la sierra de Balcarce

Muestra N°	Localidad	Tipo de roca	Análisis sobre	Edad
39	Punta Tota	Gneis ortopiroxénico	Biotita	2.150 ± 60 m. a.
22	Cerro El Triunfo	Anfíbolita	Anfíbol	2.040 ± 60 »
59	Cerro El Morro	Gneis migmatítico granítico	Biotita	1.730 ± 50 »
16	Cerro Balcarce	Gneis micáceo	Biotita	1.700 ± 50 »
8	Cinco Cerros	Gneis granatífero	Biotita	1.690 ± 50 »
11	Cinco Cerros	Intercalación micácea, en gneis	Biotita	1.660 ± 50 »
31	Cantera Chacofi	Granito anatexis	Biotita	1.520 ± 50 »

CUADRO II. — Episodios de deformación y metamorfismo e intrusiones en las regiones de Tandil y Balcarce

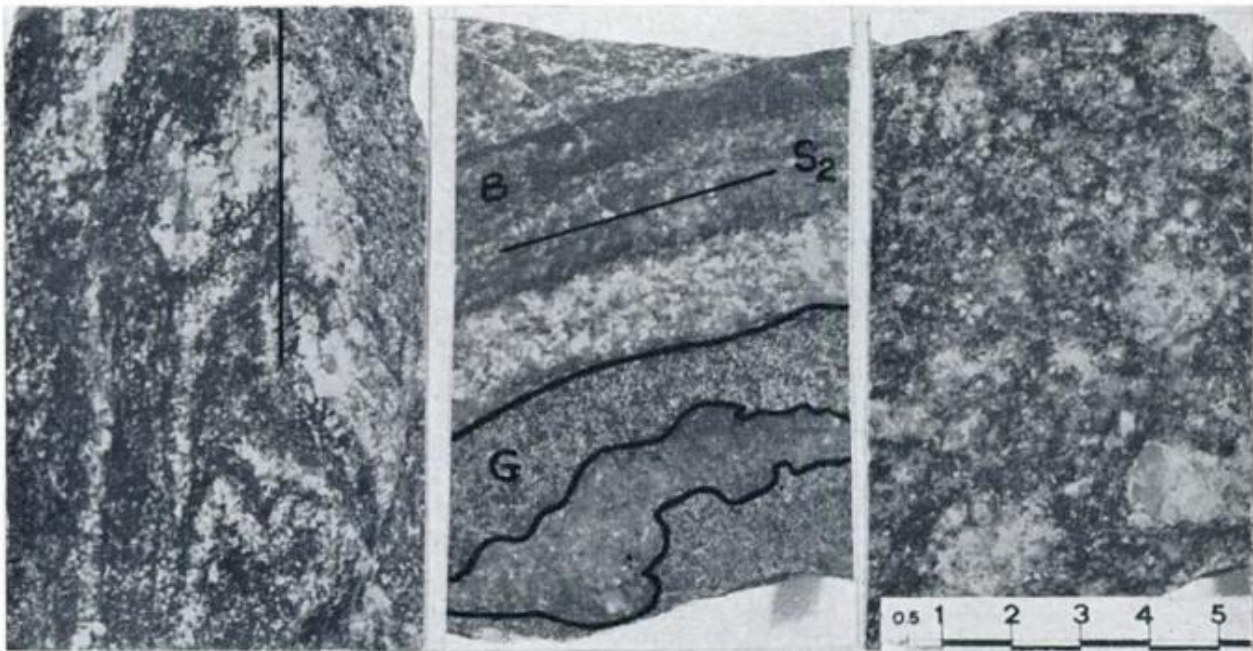
Región de Tandil		Región de Balcarce					
Fase deformativa	Estructuras	Metamorfismo	Eventos ígneos	Fase deformativa	Estructuras	Metamorfismo	Eventos ígneos
—	Sedimentaria S ₀ inferida	—	Escasos derrames y/o intrusiones básicas	—	Sedimentaria S ₀	—	Escasos derrames y/o intrusiones básicas
F ₁	Plegamiento tipo nappe. Dominio A. S ₁ (-S ₀ ?)	M ₁ Esquistos verdes. Grado biotita	—	F ₁	Plegamiento tipo nappe. Dominio A. S ₁ corta S ₂	M ₁ Anfibolitas almandínicas, transicionales a granulitas localmente. Grado ortopiroxeno	
F ₂	Plegamiento intenso Dominio B-S ₂ de formando S ₁	M ₂ Esquistos verdes. Grado almandino	Migmatización	F ₂	Plegamiento intenso. Dominio B. S ₂ deforma S ₁	M ₂ Anfibolitas almandínicas (oligoclasa)	Migmatización e intrusiones graníticas
F ₃	Plegamiento suave a intenso en sector. Dominio C. S ₃ de formando S ₄ y S ₂	M ₃ Esquistos verdes. Grado clorita-biotita	Granitoides y filonías ácidas Intrusiones de diabasas en S ₃ y en S ₂	F ₃	Fallas, clivaje, cataclasis S ₃ corta S ₂	—	—
F ₄	Plegamiento suave confinado. S ₄ de formación diques de diabasas	M ₄ Esquistos verdes. Grado clorita? localmente	Cuerpos granitoides menores				
Reactivación de fracturas:		Reactivación de fracturas:					
f ₁ , f ₂ y f ₃ coincidentes con S ₁ , S ₂ y S ₃		f ₂ y f ₃ coincidentes con S ₂ y S ₃					



1

2

3



4

5

6

Lámina II. — 1, anatexita con folias micáceas poco marcadas, S_2 y porfiroblastos de granate. Dominio B. Cerro El Cristo; 2, epibolita con foliación muy bien marcada. Dominio B. Las partes claras están formadas por un agregado granoblástico cuarzo-feldespático y las oscuras por individuos de biotita formando folias (parte central). Nótese asimismo la presencia de escasas folias de biotita en forma discontinua en las partes claras de la roca. Zona Cinco Cerros; 3, esquistó micáceo. Nótese la esquistosidad bien marcada dada por la orientación preferencial de elementos planares según S_2 y el brillo en la superficie de esquistosidad. Zona El Quebracho; 4, pliegues mesoscópicos del dominio B, de tipo similar, algo disarmónicos y asimétricos. Se destaca un flanco corto y otro largo y

De los datos obtenidos mediante el fechado radimétrico por el método de K-Ar efectuados por el INGEIS es posible observar que la historia geológica del basamento cristalino del área de las sierras de Balcarce se desarrolla por un lapso comprendido entre los 2.150 y 1.520 millones de años (Cuadro I).

Para esta área es posible diferenciar tres grupos de edades que responden, de acuerdo a un orden cronológico, al ciclo evolutivo del sector de cinturón orogénico-metamórfico de la región. Es así que es posible observar dos rocas con edades que superan los 2.000 millones de años, un grupo de gneises con edades entre 1.750 y 1.660 millones de años y por último un granitoide anatóctico granatífero más moderno. El primer grupo, de edad más antigua, corresponde a rocas de un área restringida al cerro El Triunfo y sus inmediaciones (Punta Tota) y coincide con la aparición en la zona de rocas con ortopiroxeno, consideradas como una facies de tipo transicional a granulitas por Teruggi, et al. (1962), situación que permitiría interpretar a este tipo litológico como representante de un primer e importante pico térmico. El segundo grupo de edades, correspondientes a rocas gnéicas (de amplia distribución en la región), representaría la homogenización del resto de las rocas del área en condiciones de presión y temperatura compatibles con facies de anfibolitas almandínicas más tardía.

Por último y restringido a la región SW de Cinco Cerros (Cantera Chacofi) aparece un granitoide anatóctico, homogéneo y granatífero cuya edad de 1.520 m.a. hace suponer una intrusión de un cuerpo póstumo, posiblemente tardío-cinemático a post-cinemático, como producto final del ciclo metamórfico-ígneo de la región de Balcarce, alojándose preferentemente en núcleos de estructuras antiformes.

Comparando este esquema con el dado para Tandil (Teruggi, Kilmurray y Dalla Salda, 1973), se evidencia una coincidencia con los fechados obtenidos para esa zona y la del presente estudio. Para Tandil se citan una serie de grupos de rocas divididas según la afinidad cronológica; de ellos, los tres primeros (2.200-2.000 m.a., alrededor de 1.800 y 1.600-1.500 m.a.) corresponden con los definidos en esta nueva contribución.

Podría concluirse, entonces, que la región comprendida entre la sierra Alta de Vela y la sierra de Bachicha —y posiblemente el resto de Tandilia—, presenta evidencia de un largo proceso ígneo-metamórfico, que se inició hace 2.200-2.000 m.a.

El evento culminante de dicho prolongado proceso estaría en los 1.800 m.a., con la aparición de la facies de anfibolitas almandínicas, durante la cual se produce granitización y, contemporánea y posteriormente, la movilización granítica con manifestaciones sincinemáticas

un engrosamiento en las crestas, ocupadas por materiales félsicos (cuarzo y feldespatos). La parte oscura es de tipo micácea y representa una superficie S_1 deformada y metasomatizada. El plano axial de los pliegues es S_2 . Zona cerro El Cristo: 5, Gneis granatífero. Dominio B. Destácase una notable concentración de material granatífero G, segregado en bandas algo irregulares y paralelas a la foliación general de la roca S_2 . Las folias oscuras están constituidas por biotita, observándose una diferenciación clara cuarzo-plagioclásica en la parte central de la misma. Zona Punta Tota: 6, embrequita. Dominio B. No se observa en la muestra una estructura planar marcada, en afloramientos se puede destacar una foliación grosera dada por la disposición paralela de los individuos planares oscuros. Nótese una porfiroblastesis de feldespato potásico en una matriz cuarzo-plagioclásica-K feldespato y micácea. Cerro Falsa Paja.

cas y luego tardío-cinemáticas a post-cinemáticas, con edades entre 1.500 y 1.600 millones de años. En Tandil, se conocen intrusiones graníticas menores cuya edad es más reducida.

CONCLUSIONES

La presente contribución constituye otro paso en la tarea de descifrar la intrincada historia precámbrica del basamento de la región de Balcarce. Sobre la base de la metodología usada en el estudio anterior, que cubrió la región de Tandil, se ha elaborado una secuencia de episodios deformacionales y de metamorfismo asociados con manifestaciones magmáticas.

Según lo investigado hasta el momento, se mantiene en líneas generales el cuadro tectónico-metamórfico establecido para la región de Tandil, encontrándose sin embargo diferencias regionales que a continuación se señalan:

1. Se han hallado evidencias de estructuras menores de la fase F1, en forma de pliegues simétricos y acostados, de rumbo de eje E-W y que coinciden con la orientación del dominio A.

2. Notable predominio de las estructuras del dominio B (ENE-WSW), en detrimento de las de los dominios A (remanentes) y C (ausente o cataclásico).

3. Se confirma la existencia de un grado de metamorfismo mayor que en Tandil, en la fase M1, correspondiente a una facies transicional a granulitas por la presencia de ortopiroxeno en gneises. Este fenómeno está restringido a cerro El Triunfo, mientras que en el resto del área el metamorfismo es compatible con facies de anfibolitas almandínicas. De esta forma se establece un aumento progresivo de las condiciones del metamorfismo M1 desde Tandil hacia el este.

4. La fase de deformación F3, por las condiciones de fragilidad de las formaciones, sólo produce efectos cataclásticos en fajas asociadas a falla, clivaje de corte y diaclasamiento, difiriendo por lo tanto de la F3 tandiliana, que actuó como deformación plástica.

5. No se observan penetraciones de diabasas en la región de Balcarce, con posterioridad al episodio F2. Dichas intrusiones son notables en las sierras de Tandil, Teruggi *et al.* (1974).

6. No ha podido ser detectado un episodio F4, que en Tandil tiene características de deformación local.

7. No se han observado evidencias de fracturaciones según el dominio A (f1).

8. Existe coincidencia de fechados radimétricos para un grupo de rocas de Tandil y Balcarce (entre 2.200 m.a. y 1.500 m.a.), pero se nota la ausencia de edades 1.000-1.200 m.a. y 600 m.a., halladas en Tandil para rocas de composición granítica.

9. Regionalmente, cabe destacar que en el área de estudio se postula asimismo, la penetración de cuerpos anatécnicos graníticos al cierre de la fase F2, ocupando los núcleos de estructuras antiforales, en facies de anfibolitas almandínicas M2, que para la región de Tandil fue determinada como facies de Esquistos verdes.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Hepworth, J. V., 1967. *The photogeological recognition of ancient orogenic belts in Africa*. Quat. J. Geol. Soc. London, 491, 123, pp. 253-292.
- Hepworth, J. V. y Kennerley, J. B., 1969. *Photogeology and structure of the Mozambique orogenic front, near Kolo, north-east Tanzania*. Quat. J. Geol. Soc. London, 500, 125, pp. 447-479.
- Nájera, J., 1949. *Tandilia. Historia física de la Provincia de Buenos Aires*. Bibl. Humanidades, XXIV, La Plata.

- Tapia, A., 1937. *Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas*. Bol. 43, Direcc. Nac. Geol. y Min.
- Teruggi, M. E., Mauriño, V. E. y Limousin, T., 1962. *Geología de la porción oriental de las Sierras de Tandil*. An. Jorn. Geol. Arg., pp. 359-373.
- Teruggi, M. E., Kilmurray, J. O. y Dalla Salda, L., 1973. *Los dominios tectónicos de la región de Tandil*. An. Soc. Cient. Arg. CXCIV, I-II, pp. 81-94.
- Teruggi, M. E., Kilmurray, J. O., Rapela, W. y Dalla Salda, L., 1974. *Diques básicos en las Sierras de Tandil*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXIX, 1, pp. 41-60.
- Teruggi, M. E., Kilmurray, J. O. y Dalla Salda, L., 1973. *Los dominios tectónicos de la región de Tandil*. An. Soc. Cient. Arg. CXCIV, I-II, pp. 81-94.

Recibido el 3 de enero de 1974.

SOBRE ALGUNAS MANIFESTACIONES MANGANESIFERAS DE LA PROVINCIA DE RIO NEGRO

Por EVA C. ARCIDIACONO

RESUMEN

Se presenta el estudio de manifestaciones manganésíferas ubicadas en dos áreas de la provincia de Río Negro: Laguna Grande y proximidades de Los Menucos.

En la zona primeramente nombrada los depósitos se hallan relacionados a vetas cuarzosas emplazadas en esquistos cuarzo-micáceos y rocas con caracteres de lamprófiros traquiandesíticos, hallándose también afloramientos de pórfiros graníticos, anfíbolitas microleucogranitos, aplitas y pegmatitas.

En las proximidades de Los Menucos las manifestaciones manganésíferas están alojadas en tobas y pórfiros y por lo general cementan fragmentos brechados de éstos.

La asociación mineral manganésífera está representada principalmente por pirolusita, criptomelano, psilomelano y escasa hollandita, coronadita y ramsdellita, asociados a óxidos de hierro, cuarzo, calcita y baritina.

Se acepta para las manifestaciones estudiadas un origen hidrotermal y se postula su vinculación con yacimientos próximos.

ABSTRACT

The manganese oxide deposits located in two areas of Río Negro: Laguna Grande and Los Menucos, has been the object of study in this paper.

The Laguna Grande manganese ores are related to quartz veins that lie in quartz-mica schists and rocks that offer characteristics of trachyandesite lamprophyre. Outcrops of granite porphyries, amphibolites, microleucogranites, aplites and pegmatites were found in the area.

The rocks in which the manganese deposits were found, in Los Menucos, are tuffs and porphyries. The manganese minerals are usually cementing brecciated fragments of that rocks.

The manganese oxide minerals associations present are principally pyrolusite, cryptomelane, psilomelane, scarce hollandite, coronadite and ramsdellite, all associated with iron oxides, quartz, calcite and barite.

Hydrothermal origin was proposed for the deposits studied here and its eventual vinculation with near deposits has been taken in consideration.

INTRODUCCION

Se realiza el estudio de manifestaciones manganésíferas localizadas en el centro y este de la provincia de Río Negro (Laguna Grande y Los Menucos, respectivamente).

Es propósito de este trabajo estudiar las características de detalle de la mineralización de manganeso, a fin de

progresar en el desentrañamiento del problema de su origen.

Al sector central del Macizo Nordpatagónico pertenecen los yacimientos ubicados en las proximidades de Los Menucos: La Negrita y Don Antonio, en tanto que las labores de La Leona del Distrito Laguna Grande se encuentran en el extremo nordeste de dicho macizo. Es decir, que las manifestaciones estu-

diadas se encuentran en ambientes geológicos en los cuales las rocas metamórficas son de distribución regional.

Las condiciones topográficas como geológicas apuntan hacia un relieve suave y terreno con afloramientos pequeños que están en su mayor parte cubiertos por material cuartario y detritos de las rocas aflorantes.

Al realizar el muestreo de los distintos depósitos se cuidó que el número y distribución de las muestras fueran las adecuadas. La irregularidad de los trabajos realizados, los afloramientos pobres y en algunos casos el escaso avance alcanzado por las labores, obstaculizaron la obtención de las muestras.

A fin de determinar la clase y relaciones texturales del contenido mineral, se realizaron observaciones preliminares sobre secciones pulidas. Sobre algunas de dichas superficies pulidas se efectuaron test de grabado: a) con una solución de ácido clorhídrico para determinar la relación entre carbonato y óxidos; b) con una solución de ácido fluorhídrico para determinar la posible distribución de silicatos.

Cabe destacar que la mineralización manganesífera está constituida por óxidos superiores, entre los cuales se hallan pirolusita, criptomelano, psilomelano, y hollandita como componentes principales, detectándose la presencia de escasa ramsdellita y coronadita.

Los óxidos fueron estudiados en secciones pulidas y las determinaciones confirmadas por análisis de difracción de rayos X. Para realizar dichos diagramas de difracción, se tomaron pequeñas cantidades de mineral directamente obtenidas de las muestras preparadas para el estudio óptico, lográndose de esta forma una perfecta separación de cada especie mineral. Separación que se hace imprescindible, ya que muchos de los óxidos de manganeso tienen diagramas de difracción muy similares, tal el caso de los que componen el llamado "grupo del psilomelano".

Esta metodología de trabajo permitió, por otra parte, comparar las deter-

minaciones realizadas por dos caminos distintos. Lo cual resulta conveniente para todos aquellos grupos minerales, que como los óxidos de manganeso, presentan dificultades en su estudio.

Se realizaron también análisis por espectrometría de rayos X, a fin de determinar la presencia de trazas de elementos metálicos, que pudieran ser indicadoras de su origen.

Resta señalar que este trabajo es parte de la Tesis de Doctorado, donde la autora efectuó estudios sobre problemas de mineralogía y génesis de óxidos de manganeso de los depósitos aquí descritos y otros yacimientos del país (Arcidiácono, 1971).

AGRADECIMIENTOS

Dejo constancia de mi reconocimiento al doctor B. Quartino, quien fuera director de la mencionada Tesis, por las valiosas observaciones recibidas. Agradezco al señor Diluciano y al Ing. Rega de la firma Geotécnica S.A., quienes facilitaron la estadía durante el trabajo de campo, como también a la doctora D. Bedlivy que colaboró en algunas determinaciones químicas.

UBICACION GEOGRAFICA

Las dos áreas visitadas en la provincia de Río Negro distan entre sí unos 375 km por camino. La primera de ellas se halla ubicada a 110 km al sur-sudoeste de San Antonio Oeste y en las proximidades de la mina de plomo y cinc Gonzalito, en el lugar denominado Laguna Grande a 80 km al noroeste de Sierra Grande, donde se estudiaron las manifestaciones manganesíferas de La Leona.

La segunda de las áreas reconocidas se halla en las proximidades de Los Menucos sobre la ruta nacional N° 23, ruta que une San Antonio Oeste con San Carlos de Bariloche (Fig. 1). Fueron

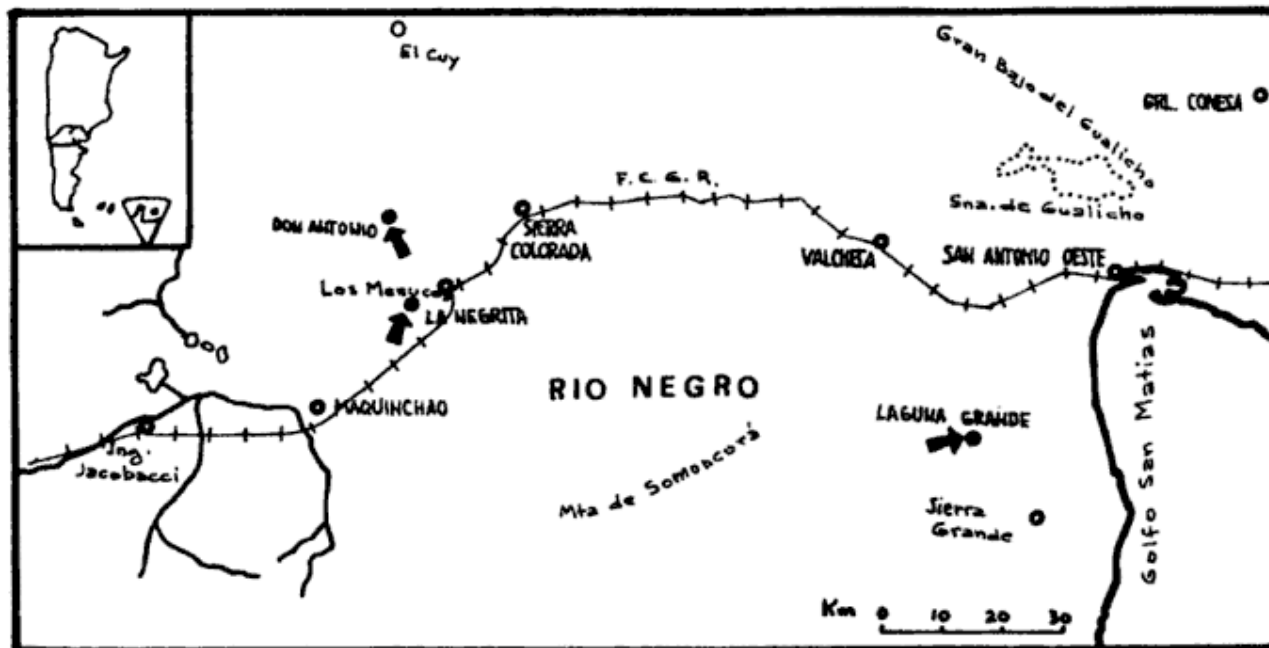


Fig. 1. — Mapa de ubicación de los yacimientos

reconocidas en este lugar las minas Don Antonio y La Negrita, ubicadas aproximadamente a 18km al sudoeste y 50 km al noroeste respectivamente, de la mencionada localidad de Los Menucos.

CARACTERIZACION GEOLOGICA REGIONAL

Con el propósito de caracterizar geológicamente la zona de localización de los yacimientos se darán, en forma resumida, algunos de los lineamientos generales conocidos para el ámbito del Macizo Nordpatagónico.

En una gran extensión del macizo se encuentran aflorando las rocas metamórficas y plutónicas, que integran el denominado "basamento". Entre los elementos metamórficos más antiguos de la región se mencionan anfibolitas, gneis y micacitas. A su vez filitas, esquistos cuarcíticos con menor grado de metamorfismo que las rocas anteriores, son asignados a un basamento más joven de supuesta edad paleozoica.

Feruglio (1949), ya establecía diferencias entre el basamento metamórfico en base, precisamente, al distinto gra-

do de metamorfismo de las rocas. Idea que ha sido sostenida con posterioridad y aceptada actualmente por distintos autores que trabajaron en esta zona.

En lo que respecta a la edad asignada a estas metamorfitas se pueden nombrar los trabajos de Arnolds (1952), Zöllner (1951) y De Alba (1964), que dan para el basamento metamórfico, en la zona de Sierra Grande, edad precámbrica. Destacando el autor nombrado en último término que "no existen elementos de juicio concretos que permitan asegurar la edad de este complejo".

Volkheimer (1965), considera de posible edad precámbrica a afloramientos de "metamorfitas instruidas y migmatizadas por tonalitas y granitos, igualmente precámbricos". Braccini (1968) en un trabajo general sobre la región patagónica, manifiesta que durante los últimos años se considera más reducida la participación de los terrenos asignados al "Antecámbrico" en el ámbito de esta región; expresando que no le "extrañaría si en el futuro nuevas investigaciones los eliminan totalmente de este ambiente".

En lo que se refiere a las plutonitas del basamento, principalmente consti-

tuidas por granitos, tonalitas y granodioritas, fueron asignadas a una fase ígnea precámbrica y a una fase paleozoica.

Feruglio (*op. cit.*) está en acuerdo con establecer dos ciclos ígneos, en tanto que Groeber (1953) asigna ambos al Paleozoico.

Para la zona de Somuncurá-Paileman, Braccini (*op. cit.*) estima que las rocas graníticas no pertenecen a una sola generación, asignando como posiblemente perteneciente al Carbónico superior o Pérmico inferior, a las rocas más jóvenes representadas por alaskitas.

Estudios más recientes (Stipanovic, Rodrigo, Baulies, Martínez, 1968) asignan edad pérmica, en base a determinaciones de datación absoluta, a una granodiorita del subsuelo del sector nordeste del macizo.

Para las vulcanitas que se hallan principalmente en el sector noroeste del Macizo Nordpatagónico, fueron establecidos dos ciclos mesozoicos principales: a) una serie efusiva de porfiritas y queratófiros, b) pórfiros cuarcíferos rojos y sus tobas.

Este complejo efusivo constituido por las tobas y pórfiros cuarcíferos, ya había sido mencionado por Wichmann (1927), para áreas centrales de la provincia de Río Negro. Asimismo se correspondería con la llamada serie efusiva por De Alba (1964) para la zona de Sierra Grande. Esta serie efusiva, según destaca el autor recién mencionado, fue denominada Serie Volcánica por Valvano (1956) y Ciclo Efusivo de Pórfidos por Zöllner (1951). De Alba, de acuerdo con Feruglio, asigna edad jurásica superior para este conjunto de vulcanitas.

Stipanovic (1967), atribuye al conjunto de pórfiros cuarcíferos y tobas riolíticas, muy extendidas en la zona norte y central del macizo, y características en los Menucos y sus proximidades, una posible edad eoliásica. Este conjunto constituye la Formación Cerros Colorados de dicho autor.

Braccini (*op. cit.*) establece que la Serie Porfirítica está constituida por tres asociaciones volcánicas superpuestas y supone su iniciación en el Pérmico.

Dentro del denominado complejo Porfírico-Porfirítico, Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez (*op. cit.*) individualizaron un número mayor de formaciones, destacando que hasta entonces se distinguían sólo dos entidades.

Malvicini y Llambías (1974), señalan para toda el área del Macizo Nordpatagónico tres ciclos eruptivos pertenecientes al Mesozoico-Cenozoico. El primero de ellos, andesítico, correspondería al Triásico inferior; en tanto que para el Triásico inferior a Jurásico inferior se hallaría el ciclo ignimbrítico leucoriolítico y para el Cenozoico medio a superior el basalto olivínico-traquita.

Sobre el Complejo Porfírico se encuentran en discordancia las capas continentales del Chubutiano (Senoniano "a las cuales siguen en edad creciente el Senoniano marino y la Serie Andesítica (Eoceno); sobre esta se apoya, con fuerte discordancia el Colloncurense (Mioceno), siguen a éste los basaltos y andesitas de la Formación El Mirador (Mioceno alto a Plioceno). Del Plioceno y Cuartario se conocen potentes mantos de basaltos" (Volkheimer, 1965).

En las zonas pertenecientes a los yacimientos de manganeso aquí estudiados están representados elementos correspondientes, tanto al basamento metamórfico como a las vulcanitas mesozoicas.

CARACTERES LITOLÓGICOS DE LAS ÁREAS DE LOCALIZACIÓN DE LOS DEPOSITOS

a) *Labores La Leona*

Desde el punto de vista litológico predominan en esta zona esquistos cuarzo-micáceos, en tanto que otros aflora-

mientos aislados de menor magnitud están constituidos por pórfiro granítico, rocas con caracteres de lamprófiros traquiandesíticos, anfibolitas hornbléndifera, pegmatitas, apfitas y un microleucogranito que corresponde localmente a un afloramiento de mayores dimensiones.

El *microleucogranito* se presenta como un afloramiento aislado de los restantes, razón por la cual no se pudo establecer la relación que guarda con ellos. Es una roca compuesta por microclino, cuarzo en porcentaje más alto que el microclino se halla en cristales de menor desarrollo y presenta extinción ondulosa; la plagioclasa (oligoclasa) se halla en cantidad más reducida que el feldespato alcalino. El cuarzo se dispone entre éstos con cristales anhedrales; la muscovita en finas laminillas y comparativamente más escasa completa la composición mineralógica de esta roca.

La estructura granular panalotriomorfa no es estrictamente aplítica por la inequigranularidad. Microclino y cuarzo forman granos grandes en el agregado panalotriomorfo y asimismo agregados de grano fino a los cuales se restringe la plagioclasa.

La deformación es muy importante teniendo todos los minerales extinción ondulosa a fragmentosa. No se puede asegurar si la equigranularidad ha sido acentuada por esta deformación.

Otros afloramientos están constituidos por *pórfiro granítico*, en los cuales es posible diferenciar macroscópicamente fenocristales de 0,5 a 1 m alterados de coloración gris verdoso, en una pasta microgranosa rosada (0,05 a 0,08 mm). Estos fenocristales están constituidos por plagioclasa (oligoclasa) con intensa alteración arcillo-ferruginosa y sericítica, feldespato alcalino con alteración similar, y escasa biotita alterada a clorita. La matriz microgranular está representada principalmente por cuarzo y en menor porcentaje por feldespato. Distribuidos en la pasta se hallan pequeños cristales de apatita.

En síntesis, es un pórfiro granítico con la característica de que el cuarzo no ha cristalizado como fenocristales, limitándose a la pasta. Otra característica importante es la total alteración de los fenocristales fémcicos y la ausencia de biotita en la pasta, habiendo escasa clorita. Asimismo los fenocristales de plagioclasa han resultado reemplazados en sus bordes por el cuarzo granular y, correlativamente a la concentración de cuarzo en la fase tardía de la cristalización se ha concentrado el feldespato potásico que, en algunos casos llega a rodear o reemplazar a la plagioclasa. Todos los feldespatos tienen acentuada alteración arcillosa.

Estos caracteres apuntan a la existencia de una actividad deutérica o tardía magnética que resulta corroborada por la presencia de venas de cuarzo y de calcita. Es decir, que hay en esta roca un conexo hidrotermalismo.

Los esquistos de esta zona de color negro verdoso, constituyen afloramientos, generalmente cubiertos por sus propios detritos. Son *esquistos cuarzo-micáceos* que en parte han sido inyectados con distinta intensidad por material de composición granítica.

La asociación mineral no ha aportado mayor contribución para el conocimiento de estas rocas, porque es la común en gneis y esquistos con participación aplítica-granítica.

El esquisto exento de bandas graníticas es una micacita-microgneis con esquistosidad bien neta y foliación más leve por la algo disimulada alternancia entre biotita y minerales leucocráticos.

La asociación mineral es biotita-cuarzo-oligoclasa, y apatita como mineral accesorio. Su alteración es escasa (sericita, leve desferrización de biotita).

Los esquistos con intercalación de composición granítica tienen también mineralogía simple, estando las venas o asociaciones leucocráticas compuestas por microclino-cuarzo-plagioclasa-muscovita, siendo la biotita más o menos desferrizada muy probablemente parte del esquisto mismo. Por lo tanto no

hay ningún elemento de juicio que indique un grado metamórfico más elevado que el de biotita.

Las rocas con *caracteres de lamprófiros* han sido localizadas principalmente en los distintos frentes de labores, ya que sus afloramientos están cubiertos, como es característico para las rocas de esta zona. Son rocas de color pardo-verdoso de fractura irregular y textura microgranosa en la que pueden diferenciarse pequeños fenocristales de color oscuro. Es una roca de naturaleza petrográfica difícil de establecer debido a que la proporción de mineral de origen secundario o tardío magmático es muy elevada. Precisamente esta es la característica descrita más importante y quizás propia de la roca en sí, debido a algunos caracteres de lamprófiros que son bastante evidentes. Con seguridad hay fenocristales de biotita con reemplazo de cuarzo y clorita. Otros fenocristales con reemplazo casi total por cuarzo y subsidiariamente sericita y clorita no permiten identificar al mineral original, sospechándose que algunos puedan pertenecer a algún feldespato.

Estos fenocristales son escasos y casi toda la roca es la masa de la pasta. En general los mismos minerales se hallan en ésta, con predominio muy marcado de tablillas alargadas presuntamente de biotita cloritizada, con oxidación de hierro.

La disposición de trabazón de estas tablas es propia de las estructuras de lamprófiros. En este agregado denso se suma sericita, óxidos e hidróxidos de hierro con formas diversas y cuarzo, sin que pueda asegurar la presencia de feldespato fresco. Existe la posibilidad de que parte de las tablillas sean feldespato reemplazado por biotita oxidada o sericita. Posibilidad que no se puede evaluar por la dificultad de identificación.

El mineral accesorio más importante es apatita. El cuarzo constituye venas además de agregaciones en la pasta.

Una clasificación preliminar como lamprófiro traquiandesítico sería aceptable. Con todo, lo que resulta más importante es que la gran cantidad de minerales de "alteración" coincide con la idea de vincular esta intrusión con la localización de la veta mineralizada.

No se excluye la posibilidad de que la riqueza en biotita provenga de asimilación de los esquistos, dado el crecimiento grueso de cuarzo y biotita.

Entre los pequeños afloramientos del área, se encuentran los de *anfíbolita hornblendífera* de color negro-verdoso, en la cual se observan cristales de anfíbol de 2 mm de longitud. Intercrecidos con la hornblenda se encuentran cuarzo y plagioclasa (labradorita).

La característica de esta roca es la elevada proporción de hornblenda y la textura gruesa que hace posible que sea producto de metamorfismo de una roca básica.

Pegmatitas y aplitas constituyen venas de variado espesor alojadas en esquistos, en algunos casos concordantemente con la esquistosidad.

b) Minas La Negrita y Don Antonio

Estas manifestaciones manganesíferas se sitúan en las proximidades de Los Menucos, en un ambiente geológico caracterizado por la presencia dominante de pórfiros y tobas.

Los pórfiros (rosados o grises) son también las rocas que se destacan del relieve general a lo largo del camino que conduce de la mina La Negrita a Don Antonio. Los de color grisáceo se encuentran en afloramientos más reducidos que los primeros.

Macroscópicamente son rocas con textura porfírica con el 40 al 60 % de fenocristales (5 a 1 mm) en matriz afanítica. Los fenocristales son principalmente cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa, variando la participación de ellos según las variedades.

El pórfiro de color rosado fuerte es un *pórfiro riolítico-esferulítico* que po-

see fenocristales de cuarzo de tamaño máximo promedio 1 mm con contornos corroídos por la pasta.

El feldespato potásico (ortosa) tiene alteración sericítica y ferruginosa, lo que le confiere un color castaño y opacidad que le es característica. La plagioclasa (albita) presenta el mismo grado de idiomorfismo y alteración que el feldespato potásico, si bien la alteración sericítica es más intensa.

La matriz es esferulítica, teniendo éstas tamaño promedio de 0,3 mm y estructura fibrosa radial. Entre los crecimientos esferulíticos se disponen agregados microgranosos constituidos principalmente por cuarzo-clorita-sericita.

Posiblemente esta roca sea un vitrófiro, pues existe la posibilidad de que la textura esferulítica sea de origen por desvitrificación. Posibilidad que está apoyada por la gran abundancia de microlitas esqueléticas, típicas de los estados subcristalinos o de cristalización incipiente.

Otra posibilidad es que se haya producido un enfriamiento muy rápido vitrosferulítico.

El pórfiro de coloración gris y matriz oscura, posee un alto contenido de fenocristales (60 %) y presenta intercrecimientos granofíricos, los cuales pueden desarrollar formas vermiculares. Estos crecimientos se disponen sobre los fenocristales y dan a la roca su carácter de *pórfiro granofírico*, en contraposición con los desarrollos esferulíticos presente en el pórfiro rojo.

Los fenocristales están constituidos por plagioclasa (oligoclasa) en cristales idiomorfos a alotriomorfos de tamaño máximo promedio 3 mm. Los fenocristales de plagioclasa al igual que los de feldespato (ortosa) presentan alteración sericítica arcillosa y en líneas generales igual grado de idiomorfismo.

Este feldespato constituye aproximadamente el 30 % de los fenocristales, en tanto que la plagioclasa llega al 55 %. El cuarzo en menor cantidad que los minerales nombrados, presenta cris-

tales de tamaño más reducido, tal que puede considerarse como la fracción más gruesa de la matriz. Son cristales subidiomorfos-alotriomorfos de 0.15 mm de dimensión máxima.

Se han desarrollado cavidades en donde crece epidoto, cuarzo y feldespato alcalino. El epidoto se encuentra también reemplazando a minerales félicos, presuntamente biotita, los cuales tienen en su interior cristales de apatita. Distribuidos en la pasta y como minerales de alteración se encuentran clorita y laminillas de sericita. Se estima que el epidoto pudo provenir de la destrucción de la hornblenda o plagioclasa.

Asociados a los afloramientos de estos pórfiros se encuentran algunos de *riolita*. Esta es una roca de textura porfírica con fenocristales de biotita, con bordes "desflecados" y algo flexurados y escasos de anfíbol (hornblenda alterada). En esta roca es más manifiesta la variación de tamaño de los fenocristales que se encuentran entre 2,5 mm para los mayores y 0.05 mm para el tamaño medio de los menores.

Entre los fenocristales de mayor tamaño se encuentran cuarzo y plagioclasa (oligoclasa) en tanto que el feldespato (ortosa) tiene menor desarrollo. Encuéntranse también algunos litoclastos.

La pasta es vítrea en parte desvitrificada, conservando esta desvitrificación su original fluidalidad; desvitrificación que da lugar a crecimientos de cuarzo, feldespato alcalino y óxidos de hierro.

La textura y contenido de vidrio está indicando un tipo de roca superficial o subsuperficial del tipo de colada o domo.

Asociadas a los pórfiros se encuentran tobas de color pardo-amarillo y blanquecinas. Son *tobas vitro-cristalinas riolíticas* s.l. con textura porfiroclástica, en las cuales la relación matriz-fenocristales es aproximadamente 1:1.

Los fenocristales son en su mayoría de vidrio y están desvitrificados a mate-

rial micro a criptocristalino con pasaje a cuarzo. La textura interior de estos fenoclastos, listada-columnar, muestra que originalmente fueron vidrio.

En segundo lugar se encuentran cristoclastos de cuarzo, algunos con textura pavimentosa y frecuente desarrollo de senos de corrosión con tamaño medio de 0,4 mm.

La matriz se halla en partes impregnada por óxidos de hierro y posee trizas de vidrio semicristalizadas.

En el depósito Don Antonio, la mineralización se ha alojado en *pórfiros graníticos* rojos. Este pórfiro presenta como característica el predominio de cuarzo y feldespato alcalino, con una particularidad textural consistente en la asociación del cuarzo y feldespato en los cristales grandes y fenocristales.

Su segunda característica de importancia es la penetración por venas de cuarzo pavimentoso.

La pasta es de grano fino, cuarzo-feldespática con intercrecimientos, esta tendencia entre crecimientos de cuarzo y feldespato en grano fino es notable en los cristales grandes.

Hay fenocristales de cuarzo y ortosa individuales, pero son muy escasos en relación con las agregaciones granofíricas de cuarzo y feldespato, con tamaño considerable de hasta 3 mm. Estas agregaciones harían sospechar la posibilidad de que fueran no glomerulos de fenocristales sino crecimientos tardíos. Otra alternativa es que estas agregaciones granofíricas sean autolitos incorporados a la masa en enfriamiento durante la intrusión. Esto último muy probablemente podría significar la conexión de estas rocas superficiales o subsuperficiales con cuerpos de cristalización más profunda, como granitos de epizona.

La cuestión depende del nivel de erosión, pero con lo que se observa en esta roca basta para entender la posibilidad de un comagmatismo de estas rocas riolíticas y pórfiros con granitos.

CARACTERIZACION DE LAS MANIFESTACIONES MANGANESIFERAS. ENSAYO PARAGENETICO

a) Generalidades

Las manifestaciones manganesíferas de la provincia de Río Negro, a las que se hace mención, son de valor económico marcadamente reducido. Fueron explotadas en distintas épocas, habiéndose obtenido de ellas escaso tonelaje de mineral de baja ley.

Las labores realizadas en el distrito Laguna Grande, principalmente trabajos de reconocimiento, fueron llevadas a cabo por la compañía minera Geotécnica S.A.C.I. A su vez, los yacimientos ubicados en las proximidades de Los Menucos fueron motivo de una intensa explotación pese a la reducida pureza de su material. Tanto la mina La Negrita como Don Antonio fueron explotadas entre los años 1960-1961, habiéndose extraído de la primera 10.000 toneladas de mineral con una ley promedio de 15-19 % Mn; en tanto que el material obtenido de la mina Don Antonio no superó las 1.500 toneladas.

En líneas generales puede hacerse una primera distinción entre los depósitos aquí estudiados. Así los depósitos de la zona del Distrito Laguna Grande se hallan relacionados a vetas cuarzosas emplazadas en esquistos cuarzo-micáceos y rocas de caracteres lamprofíricos; en tanto que los de las proximidades de Los Menucos están ubicados en tobas y pórfiros y por lo general cementan fragmentos brechados de éstos, o constituyen tanto venillas como impregnaciones de óxidos en la roca de caja.

En ambas zonas se caracterizan por constituir manifestaciones regionalmente aisladas, encontrándose en las proximidades de las minas visitadas (ver Rossi, 1955) otras manifestaciones que también son de reducida importancia económica.

En lo que respecta a la asociación mineral manganesífera está representada principalmente por pirolusita, criptome-

lano, y en menor cantidad por psilomelano y escasa hollandita, coronadita y ramsdellita. El mineral nombrado en primer término es el que predomina en las vetas de la zona La Leona, en tanto que criptomelano es el óxido principal de la mina Don Antonio y La Negrita. En esta última es muy marcada la participación de óxidos de hierro en la mena manganesífera.

Las texturas que presentan los óxidos de estas minas se caracterizan macroscópicamente (principalmente el criptomelano), por el desarrollo de definidas formas arriñonadas, las cuales se traducen en superficies coliformes muy evidentes al realizar la observación en secciones pulidas. Asimismo son muy frecuentes las texturas que presentan un aspecto cristalino fino (común en piro lusita).

Los minerales de ganga se encuentran representados principalmente por cuarzo, calcita, baritina y "limonita" en La Leona, en tanto que en la zona de Los Menucos predominan cuarzo y calcita.

Corresponde destacar que Cortelezzi y Levin (1963) determinaron en yacimientos de la provincia de Río Negro —zona Los Menucos— la existencia de hollandita, coronadita, groutita, wodru fita, litioforita y todorokita. Estos minerales, a excepción de la hollandita y coronadita, no han podido ser hallados en las muestras estudiadas, pese a que se hicieron cuidadosas observaciones, tanto calcográficas como con difracción de rayos X. Respecto a hollandita y coronadita, los autores nombrados destacan que no les fue posible obtener diagramas de difracción de rayos X de cada mineral aislado. Correspondiendo los diagramas que se obtuvieron a una mezcla de criptomelano, hollandita y coronadita.

Los diagramas de rayos X aquí realizados sobre muestras previamente identificadas de criptomelano, dieron líneas correspondientes a dicho mineral. No obstante, los dos óxidos antes mencionados fueron reconocidos en otras muestras mediante estudios con luz re-

flejada. Siendo dichas determinaciones confirmadas mediante difracción de rayos X, y por la determinación de plomo mediante espectrometría de rayos X, para el caso de coronadita. Esto último debido a que los diagramas de difracción obtenidos para hollandita y coronadita presentan gran similitud, a la vez que sus propiedades ópticas no son suficientes para la segura diferenciación de ambos minerales.

La imposibilidad de hallar los minerales encontrados por los autores antes citados, puede asignarse al avanzado estado de explotación de los yacimientos (principalmente mina La Negrita), dado que, el mineral de manganeso se limita actualmente al que se presenta formando venillas en las tobas y asociado a elevado porcentaje de óxidos de hierro.

No obstante, Malvicini-Llambías (1974), mencionan también para yacimientos de la provincia de Río Negro, la participación de litioforita, groutita, todorokita y nsutita.

b) Zona La Leona

Fueron examinadas en las proximidades de la mina Gonzalito, alrededor de 25 labores. Este reconocimiento se efectuó con el propósito de evaluar si existían en esta zona depósitos de relevancia mineralógica y económica.

Estas labores que alcanzan corridas superiores a los 30 metros y profundidades que llegan a los 6 metros, se encuentran en las áreas conocidas con el nombre de Zona Primera, Zona Sur y Zona La Leona.

Como ya fue mencionado las vetas aquí estudiadas se localizan en la última de las zonas nombradas. Se estimó que eran las que podían ofrecer un mayor rango de variación mineralógica, asimismo tienen una mayor participación de minerales de manganeso, en tanto que en las otras zonas nombradas predominan los minerales de hierro.

Dicha zona está litológicamente caracterizada por la presencia de esquis-

tos cuarzo-micáceos, rocas con caracteres de lamprófiros traquiandesíticos, pórfiros graníticos, anfibolitas, aplitas granodioríticas, microleucogranitos y pegmatitas emplazadas en esquistos siguiendo en líneas generales su esquistocidad. Escasos afloramientos de estas rocas (caracterizadas en capítulo anterior) constituyen pequeños desniveles que se aprecian en el suave relieve del terreno.

Las rocas con caracteres lamprofíricos, junto con los esquistos cuarzo-micáceos, constituyen la roca de caja de las vetas manganesíferas. Estas vetas poco definidas se han alojado, ya sea en el contacto entre los tipos litológicos recién mencionados, o bien dentro de la roca traquiandesítica con marcada alteración hidrotermal.

Esta alteración produce una transición gradacional entre la zona mineralizada y la roca sin mineralización, característica que hace difícil establecer el contacto real entre la veta mineralizada y su roca de caja.

En el área de La Leona se encuentran nueve labores de exploración, habiéndose extraído un mineral impuro con muy baja ley. Estas labores de distintas dimensiones y profundidad no sobrepasan los 26 metros de longitud y 12 metros de profundidad como máximo.

Las rocas aparecen meteorizadas en las proximidades de las labores y cubiertas en su mayor extensión por detritos que llegan a enmascarar los afloramientos de las mismas.

Los óxidos de manganeso se encuentran en vetas cuarzosas, de rumbo dominante N 70° E e inclinación subvertical y potencias que no exceden de 0,80 metros.

Son vetas con pobre contenido de manganeso, al cual se asocian óxidos de hierro. Por regla general en todas las labores reconocidas las vetas cuarzosas portadoras de óxidos de manganeso y hierro, posiblemente más ricas en su zona central, habitualmente se han ramificado hacia sus bordes en forma de nu-

merosas venillas de espesores y orientación variable que se entrecruzan entre sí. Los espesores de estas venillas oscilan entre 1 a 4 cm.

No se observan planos definidos de falla que alojen a estas vetas, consecuentemente son vetas poco netas con bordes difusos.

Pirolusita y criptomelano son los minerales de manganeso hallados en mayor cantidad, en tanto que psilomelano, hollandita, coronadita y ramsdellita son componentes de reducida participación. Si bien pirolusita se halla en agregados cristalinos finos y en venillas delgadas de diminutos cristales, en su mayor proporción constituye masas compactas de aspecto homogéneo algo terrosas de coloración gris a gris oscuro. Aún cuando macroscópicamente es compacta pueden exhibir "oquedades" y pequeñas irregularidades que le confieren un aspecto poroso.

Es posible diferenciar dos generaciones de pirolusita, la primera de ellas corresponde a la variedad de cristales finos o de masas compactas, la que es reemplazada por goethita. La pirolusita de segunda generación se presenta bien cristalizada (tamaño promedio de los cristales 0,15 mm) con tinte amarillento distintivo y fuerte anisotropía amarillo-castaño-gris azulado. La intensidad de la anisotropía disminuye a medida que disminuye el tamaño de los cristales.

Cristales gruesos de pirolusita similares a los aquí hallados (fotografía 1) han sido interpretados por algunos autores como provenientes de pseudomorfosis de manganita (Ramdohr, 1956; Klockmann-Ramdohr, 1961), a la vez que la oxidación progresiva de manganita a pirolusita ha sido hallada en depósitos que presentan ambos minerales con igual orientación cristalográfica (Bricker, 1965).

El criptomelano se encuentra también en masas homogéneas, presentando bajo la observación microscópica una coloración blanca grisácea y frecuente tex-



Fotogr. 1. — Cristales bien desarrollados de pirolusita (seudomorfos de manganita ?)
Nicoles paralelos 130 ×

tura coloforme que puede presentar capas de bandeamiento (lám. I, fig. a).

Asociado a los óxidos de manganeso se ha determinado la presencia de calcita, baritina, cuarzo, yeso y fluorita, encontrándose los dos minerales nombrados en último término en menor cantidad.

Es frecuente la presencia de venillas y numerosas drusas de pequeños cristales de cuarzo. Estas drusas oscilan entre 1 a 3 cm de diámetro. En las zonas próximas a la veta cuarzosa se encuentran ocasionalmente venillas de hasta 3 cm de espesor de calcita finamente cristalizada o presentando textura en “diente de perro” y orientación vertical a horizontal. En superficies libres forma masas microcristalinas o de pequeños cristales implantados.

La baritina está asociada a la calcita de segunda generación, exhibe cristales de coloración blanco-amarilenta con tamaño promedio de hasta 1 cm.

Entre los óxidos de hierro se halla goethita que presenta típica textura coloforme y fuertes reflejos internos y se encuentra reemplazando tanto a criptomelano como a pirolusita (lám. I, fig. b). En cristales pequeños que oscilan entre 0,01 a 0,06 mm promedio, aparenta ser seudomorfa de pirita.

Debe mencionarse también la presencia de hematita en masas terrosas pulverulentas de cristalización posterior a la goethita.

Se observan muy pequeños granos de color amarillo y alta reflectividad que podrían ser de oro.

Las características antes señaladas para esta veta hacen que no sea posible establecer una paragénesis que incluya todas las variantes que pudo haber sufrido la asociación mineral durante su depositación. Es por esto que el diagrama paragenético que se presenta ha sido limitado, a fin de que señale solamente el tiempo de depositación relativo entre minerales y su abundancia. Asimismo puede notarse que en dicho diagrama sólo se han incluido los óxidos de manganeso, hierro y calcita, dado que se consideró que la ubicación de los minerales restantes era dudosa.

criptomelano
pirolusita
hollandita
psilomelano
goethita
pirolusita
ramsdellita
hematita
calcita



En lo que respecta a la génesis de estos yacimientos sería de gran utilidad poder establecer evidencias que indiquen la relación entre estas vetas y las vetas de plomo y cinc de la región.

A este respecto puede recordarse que Valvano (1956) denota la aparición de vetas manganíferas en el sector del pique 10 de la mina Gonzalito, a las cuales considera de aparición posterior a la mineralización de plomo. Estas vetas serían en realidad, según el autor mencionado, vetas de ankerita alterada a óxidos de manganeso, por lo cual obedecerían a un proceso de formación secundaria. Sobre este aspecto se ha de volver más adelante.

c) *Mina La Negra*

En este depósito hay predominio de tobas asociadas a los pórfiros, en las cuales se han alojado numerosas venas ramificadas de óxidos de manganeso y hierro*.

Se realizó con fines de explotación, un rajo a cielo abierto de 100 metros de longitud con un ancho promedio entre 2,5-3,5 metros y una profundidad que alcanza los 13 metros.

Los óxidos de manganeso se presentan asociados a los óxidos de hierro, siendo actualmente estos últimos los que se hallan en mayor cantidad.

Las labores realizadas y el carácter de la mineralización dificultaron el estudio del yacimiento. Pudo observarse sólo remanentes de una veta cuarzosa de potencia próxima a 1 metro de rumbo norte-sur e inclinación vertical, emplazada en las tobas pardo-amarillentas.

Actualmente la mineralización está restringida a la que se encuentra alojada en las tobas, constituyendo venillas de relleno con escaso reemplazo que se entrecruzan de potencias variables, aunque no superiores a los 10 cm, las cua-

* Por "óxidos de hierro" deberá entenderse en la caracterización de este depósito, a una asociación de goethita y hematita, con predominio de la primera.

les pueden verse merced a las labores realizadas. Las venillas horizontales y subverticales son por lo general de mayor potencia que las verticales.

La mineralización se caracteriza, bajo el punto de vista textural, por el desarrollo de definidas formas coliformes, presentando superficies libres típicamente arriñonadas con glóbulos de hasta 3 cm de diámetro.

Las formas vesiculares no son raras y presentan contornos irregulares de diámetro diverso con un promedio próximo a 1 cm.

La textura que predomina es un bandeamiento que puede definirse a escala microscópica como coliforme. Macroscópicamente se observa un bandeamiento en capas alternantes de 2 mm de promedio diferenciadas por su mineralogía, textura o color.

El criptomelano es el óxido de manganeso dominante, pudiéndose observar que se presenta en forma de láminas o venillas de aspecto terroso o más frecuentemente compacto, de color gris y brillo submetálico.

El criptomelano con muy escasa y esporádica participación de psilomelano y hollandita, ha desarrollado formas borroidales que alcanzan un tamaño promedio de aproximadamente 0,4 cm de diámetro; en tanto que los óxidos de hierro desarrollaron textura mamelonar más gruesa.

Cristales finos de criptomelano suelen formar sobre estas superficies botroidales de óxidos de hierro delgadas capas mamelonares terminales de 1,5 mm de espesor (lám. I, fig. c). Este criptomelano compacto y homogéneo reemplaza parcialmente a los óxidos de hierro y se halla asimismo constituyendo textura bandeadada con dichos óxidos.

El estudio de secciones pulidas permitió establecer que el criptomelano con textura granular muy fina, generalmente isótropo, está asociado a escaso psilomelano y criptomelano fibroso radial fino (fibras de 0,02 mm), semejantes a hollandita pero con anisotropía débil en tonos grises.

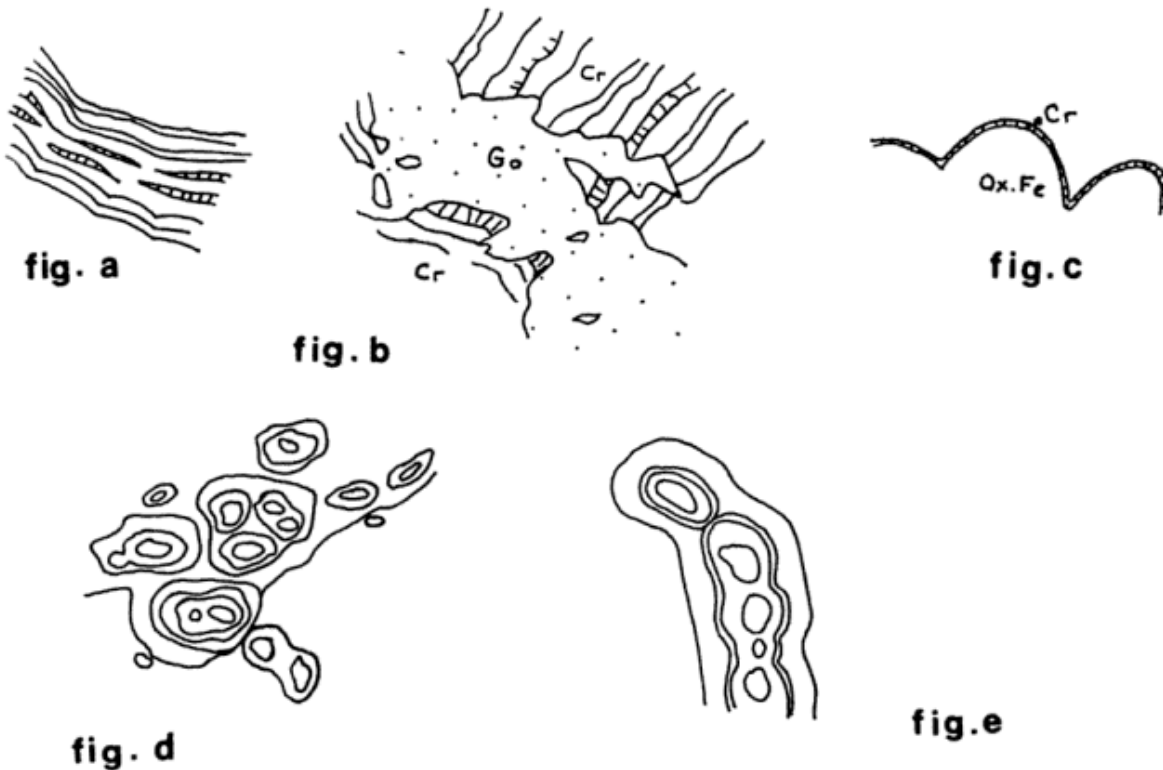


Lámina I

Con textura fibrosa radial configura un bandeamiento generalmente coliforme, en donde las bandas son paralelas a la forma curva más externa y están definidas por variaciones leves de color o grado de cristalización. Los cristales aciculares se presentan por regla general perpendicularmente a las bandas.

Menos frecuentemente, puede presentarse un bandeamiento concéntrico o radial fino que definen formas redondeadas.

En base a la relación que guarda el criptomelano con el óxido de hierro, se han diferenciado dos cristalizaciones del mismo. El primero de ellos se halla reemplazado por óxidos de hierro y presenta cristales con marcados bordes de reemplazo, o bien se encuentra reliético en masas de aquel. Asimismo venillas constituidas por este primer criptomelano fueron reemplazadas también en sus bordes por los óxidos de hierro. El criptomelano de segunda generación es el que se encuentra reemplazando a los óxidos de hierro y forma las capas mamelonares terminales ya mencionadas.

Los óxidos de hierro se presentan en masas de distinta porosidad y brillo o en venillas que incluyen fragmentos reemplazados de criptomelano.

La hematita puede presentar a su vez una "costra" cristalina mamelonar que encierra hematita con textura granular fina en donde presenta productos de oxidación. Entre estos han cristalizado pequeñas zonas de calcita granosa fina.

Se observa bajo el microscopio que los óxidos de hierro muestran estructuras circulares o concéntricas o microestructuras redondeadas las cuales pueden ser atravesadas por venillas de criptomelano (lám. I, fig. d).

Los otros óxidos de manganeso determinados, aunque en porcentajes más bajo son pirolusita y hollandita. Esta última asociada al criptomelano exhibe una textura radial concéntrica en cristales fibrosos. Los diagramas de rayos X obtenidos presentan líneas correspondientes a hollandita y criptomelano, ya que la separación de ambos minerales es en este caso muy difícil.

Si bien el término coloforme no ha sido empleado en su connotación genética, la composición mineralógica y la textura bandeada coloforme podrían sugerir, la posibilidad de que el mineral de manganeso hubiese sido depositado en forma de óxido de manganeso coloidal. Sin embargo debe notarse que las superficies botroidales tienen terminaciones cristalinas, en tanto que las texturas bandeadas coloforme presentan cristales aciculares que no se extienden a más de una banda, lo cual es interpretado por algunos autores (Roedder, 1968) como privativo de un origen coloidal.

d) Don Antonio

Esta manifestación manganésifera se ubica a 45 km de Los Menucos, en las proximidades del camino que une esta localidad con La Esperanza. Se realizó una labor que alcanza una longitud máxima de 25 metros y un ancho promedio de 5 metros, en tanto que su sector más profundo no supera los 8 metros.

La mineralización de manganeso se ha alojado en pórfiros graníticos rojos, rellenando espacios y cementando clastos de roca de caja. Dicha mineralización está constituida por criptomelano dominante, de aspecto compacto color gris oscuro y que ha desarrollado en sus superficies libres acentuada textura "framboidal".

Esta textura es similar a la descrita para la mina La Negrita, donde el desarrollo de sus glóbulos alcanza un diámetro promedio de 0,4 cm. No obstante, en este depósito no se halla la textura mamelonar constituida por botroides de hasta 3 cm de diámetro compuestos principalmente por óxidos de hierro y capas terminales de criptomelano.

Estudios ópticos permitieron comprobar que la mineralización presenta principalmente textura con típico bandeamiento coloforme, donde las capas están caracterizadas por diferencias de color, grado de cristalización, tamaño de grano y espesor de las distintas bandas.

Se han desarrollado ángulos entrantes agudos en donde se produce el contacto con los bordes exteriores coloformes de unidades botroides diferentes o bien unidades bandeadas coloformes distintas.

Las bandas coloformes de material isótropo, característicamente de criptomelano, son de mayor espesor (tamaño medio aproximadamente de 0,25 mm) y alternan con capas delgadas (0,05 mm) de hollandita y/o psilomelano con finos cristales alargados de anisotropía en tonos grises (fotografía 2).

Secciones cortadas perpendicularmente a formas globulares muestran textura circular concéntrica (lám. I, fig. e), más raramente radial. En algunos casos los núcleos de tales formas están constituidos por cristales de un mineral transparente (cuarzo); o bien agregaciones de cristales muy finos preferentemente con disposición radial, de criptomelano y psilomelano.

A las texturas típicamente coloformes se suma la presencia de agregados microcristalinos, que son isótropos o pueden tener una débil anisotropía.

La mineralización manganífera ha desarrollado venillas finas que atraviesan la roca de caja y que comúnmente están asociadas a venillas de cuarzo, a las cuales pueden reemplazar.

Dado que no fue posible obtener mayores datos sobre la explotación realizada en este depósito, se puede inferir que posiblemente existieron áreas centrales donde la concentración de mineral era mayor y de pureza más elevada que la observada actualmente.

A este respecto debe recordarse que Rossi (*op. cit.*) describe este yacimiento como un "bolsón de minerales de manganeso que cementan al pórfiro cuarcífero", notando que la pureza del material disminuye con el aumento de profundidad.

En las proximidades de esta veta han sido mencionadas vetas de fluorita, en tanto que debe recordarse que toda el área de Los Menucos es una zona fluoritífera. Área en la que ha sido men-



Fotogr. 2. — Típica textura bandeada coliforme de criptomelano (Cr). La parte superior A (con nicoles paralelos) muestra bandeamiento coliforme, en tanto que la mitad inferior (B) (con nicoles cruzados) presenta capas anisótropas (claras) y zonas isotropas (oscuras). Los núcleos de las formas redondeadas están constituidos por agregados cristalinos anisótropos (psilomelano) (64 X).

cionada la existencia de diversos depósitos de dicho mineral, por distintos autores.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las manifestaciones manganésíferas aquí reconocidas no ofrecen rasgos mayormente distintivos, en lo que respecta a sus características estructurales, estando principalmente relacionadas con vetas cuarzosas, alojadas en fracturas.

Los minerales presentes en estos depósitos no registran repetición de la asociación de óxidos, a la vez que dicha asociación no es indicadora de su probable génesis, por cuanto es posible encontrarla en yacimientos manganésíferos de distinto origen.

Las manifestaciones de la zona La Leona podrían relacionarse arealmente con los yacimientos vetiformes explotados por plomo y cinc, en tanto que los de La Negrita y Don Antonio, se relacionarían con las numerosas vetas de fluorita de la región.

Se acepta para las manifestaciones

aquí estudiadas un origen hidrotermal en ausencia de elementos de juicio que puedan negar rotundamente tal causa de formación. Se estima como aporte positivo hacia tal interpretación genética la posible vinculación areal entre estos yacimientos y los filones de fluorita o los depósitos de plomo y cinc considerados hidrotermales. Asimismo la vinculación con pórfiros y tobas de los yacimientos de La Negrita y Don Antonio indicaría que pudieron haber estado relacionados con vulcanismo.

Debe admitirse que en el caso del yacimiento Don Antonio hay criterios que conducen a la posibilidad de un plutonismo de epizona (quizás reducido dentro del conjunto eruptivo) genéticamente conectado con vulcanismo, lo cual ampliaría el cuadro de posibilidades genéticas, dentro de las cuales resalta la presencia de fluorita.

En los yacimientos estudiados no se obtuvieron elementos de juicio concluyentes sobre el origen hipogénico o supergénico de los óxidos de manganeso.

Para una interpretación supergénica de los óxidos se tendría como elemento positivo que las vetas han sido explo-

radas a relativamente poca profundidad faltando por consiguiente establecer si exploraciones menos superficiales detectarían la presencia de otros minerales de manganeso tales como carbonatos, silicatos, o sulfuros (si bien no se hallaron evidencias de su posible presencia en la zona examinada) que indicarían un origen supergénico para los óxidos hallados. Asimismo hacia tal interpretación conduciría el hecho de que para La Negrita la existencia de woodrufita, litioforita y groutita determinadas por Cortelezzi y Levin (*op. cit.*) indicaría, de acuerdo con los trabajos realizados por Hewett y colaboradores que por lo menos parte de esta asociación mineral tiene origen supergénico. Para el caso de La Leona la presencia de vetas de ankerita mencionadas por Valvano (*op. cit.*) en la mina Gonzalito, cobraría significado de realizarse la vinculación entre ambos depósitos.

Para una interpretación hipogénica de los óxidos se tiene que las determinaciones químicas de elementos trazas reveló la presencia de arsénico, germanio, tungsteno, estroncio, cinc, molibdeno y plomo, elementos que se presentan con mayor frecuencia en óxidos hipogénicos (Hewett, *op. cit.*), siendo más significativos entre ellos la existencia de arsénico (0,01-0,05 %), germanio (0,03 %) y tungsteno. También debe recordarse como hecho de interés que tanto flúor como manganeso se concentran durante los últimos estadios magmáticos. Se destaca asimismo que en estas manifestaciones existe un aumento en el contenido de hierro respecto al del manganeso con el aumento de profundidad, esto está en acuerdo con la aceptación de que el hierro y manganeso se separarían en vetas hipogénicas por la precipitación del hierro en zonas más profundas que la de los minerales de manganeso, los cuales precipitarían en zonas más próximas a la superficie. Esta diferenciación está en relación con las diferencias de temperatura y presión existentes en cada zona.

En la zona de Los Menucos se ha vis-

to que los pórfiros cuarcíferos son portadores de numerosos filones de fluorita, como en zonas vecinas de la meseta de Somuncurá (Croce, 1956). La similitud de la roca de caja para depósitos de manganeso y flúor de esta zona, podrían sugerir que los mismos tengan una vinculación genética a una misma etapa mineralizadora.

A este respecto debe recordarse que la vinculación regional y en algunos casos demostradamente genética que existe entre depósitos de óxidos de manganeso y fluorita, se encuentra en no pocas áreas reconocidas por distintos autores. Como ejemplo de lo dicho puede mencionarse la existencia de vetas de fluorita en las zonas manganíferas del sudoeste de Nueva México (Rothrock, Johnson, Hahn, 1946) o las numerosas vetas de fluorita en el distrito manganífero del sudoeste de EUA (Hewett, *op. cit.*).

Se estima que la realización de mapas que muestren la distribución regional de los depósitos de óxidos de manganeso sea con los de plomo y cinc o con las vetas de fluorita en cada una de las zonas, que permitan establecer la correcta vinculación geológica de los yacimientos, sería de utilidad para deducir las posibles relaciones genéticas entre estos depósitos.

En relación con lo dicho Malvicini-Llambías (*op. cit.*), vinculan los yacimientos de manganeso, los de plomo-cinc y los de fluorita a un mismo ciclo metalogenético, el que se localizaría en la provincia metalogenética, que sería coincidente con el área que abarca el Macizo Nordpatagónico.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Arcidiácono, E., 1971. *Mineralizaciones manganíferas vetiformes en el sur de Santiago del Estero y Río Negro*. Fac. Cs. Exact. y Nat., U.B.A. Tesis Doctor.
- Arnolds, A., 1952. *Aspectos generales de la geología y geomorfología del Distrito Sie-*

- ra Grande. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. VII, Nº 2.
- Bracaccini, O., 1968. *Pañorama General de Geología Patagónica*. Acta de las III Jornadas Geol. Arg., T. I, Comodoro Rivadavia.
- Bricker, O. P., 1965. *Some stability relations in the system Mn-O₂-H₂O at 25° and one atmosphere total pressure*. The Amer. Miner., V. 50, Nº 9.
- Cortelezzi, C. y Levin, M., 1963. *Los minerales de manganeso de Río y Negro y Mendoza*. Actas de las II Jornadas Geol. Arg., T. II.
- Croce, R., 1956. *Formaciones características en las Estructuras basales de la altiplanicie de Somuncurá en Río Negro*. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. XI, Nº 3.
- De Alba, E., 1964. *Descripción geológica de la Hoja 41 j Sierra Grande (prov. Río Negro)*. Direc. Nac. Geol. y Min., Boletín 97.
- Feruglio, E., 1949. *Descripción geológica de la Patagonia*. Yac. Petrol. Fisc. I, Buenos Aires.
- Groeber, P., 1953. *Mesozoico*. Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA, T. II, Nº 1, Buenos Aires.
- Klockmann, F. y Ramdohr, P., 1961. *Tratado de mineralogía*. Gustavo Gili, Barcelona.
- Malvicini, L. y Llambías, E., 1974. *Metalogénesis del manganeso en el Macizo Nordpatagónico*. Actas Quinto Congreso Geológico Argentino, Córdoba.
- Ramdohr, P., 1956. *Die Manganerze*. Symposium del manganeso. XX Congreso Geológico Internacional, México.
- Rossi, N., 1955. *Los yacimientos de manganeso de la Patagonia*. Dir. Nac. de Min. y Geol., Carpeta 551. Inédito.
- Rothrock, H.; Johnson, C. y Hahn, A., 1946. *On hypogene manganese oxide minerals*. Econ. Geol., V. 59, Nº 8.
- Roedder, E., 1968. *The noncolloidal origin of colloform textures in Sphalerite ores*. Econ. Geol., V. 63, p. 451-471.
- Stipanovic, P., 1967. *Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico*. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. XXII, Nº 2.
- Stipanovic, P.; Rodrigo, F.; Baulies, O. y Martínez, C., 1968. *Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes*. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. XXIII, Nº 2.
- Valvano, J., 1956. *La mina de plomo Gonzalito, Dpto. San Antonio Oeste, Río Negro*. Dir. Nac. Min. Geol., Carpeta 343. Inédito.
- Volkheimer, W., 1965. *Bosquejo geológico del noroeste del Chubut extrandino*. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. XX, Nº 3.
- Wichmann, R., 1927. *Resultados de un viaje de estudios geológicos en los territorios del Río Negro y del Chubut*. Dir. Gral. Miner. Geol. e Hidrol., Public. 33.
- Zöllner, W., 1951. *Informe geológico económico del yacimiento ferrífero de Sierra Grande, Río Negro*. Dir. Nac. Miner. y Geol. Informe inédito.

Recibido el 8 de marzo de 1974.

VI CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO

AUSPICIADO POR LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Lugar: Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires)

Fecha: 21 al 27 de setiembre de 1975

Categoría de Miembros *

Miembro Participante

Categoría A - \$ 300 (Geólogos y autores de trabajos presentados al Congreso. Incluye Resúmenes y Actas)

Categoría B - 200 (Acompañantes de Miembros Categoría A. No incluye Resúmenes ni Actas)

Categoría C - \$ 100 (Estudiantes Universitarios. Incluye Resúmenes y Actas)

Categoría D - \$ 250 (Asistentes o no al Congreso, interesados en recibir Resúmenes y Actas)

Miembro Institucional - \$ 2.500

Miembro Benefactor - \$ 5.000 (cuota mínima)

Miembro Patrocinador - \$ 10.000 (cuota mínima)

* Estas cuotas son válidas hasta el 30 de Abril de 1975. Las que regirán a partir de esta fecha están anunciadas en la Segunda Circular distribuida en el mes de Agosto próximo pasado.

Fecha de presentación de los trabajos

Resúmenes - Diciembre 31 de 1974

Trabajos - Marzo 31 de 1975

Pago de inscripción

Deberá hacerse en efectivo o bien a la cuenta u orden del "Sexto Congreso Geológico Argentino", Maipú 645, 1er. piso, Buenos Aires.

LAS CALIZAS CRISTALINAS DE TOTORILLAS

POR HECTOR H. GARCIA ¹

RESUMEN

En este trabajo se describe el sector norte de la Formación Totorillas, nombre propuesto para una nueva entidad formada por mármoles variados y que aflora dentro de la Hoja 11 d, Laguna Blanca en las Sierras Pampeanas, pero muy próxima al borde oriental de la Puna.

Se incluyen algunas consideraciones sobre su edad, proveniencia y posible importancia económica.

ABSTRACT

This work deals with the northern part of Totorillas Formation, a new entity formed by variated marbles that crops out 20 km north of Corral Quemado (department of Belén) of the Sierras Pampeanas, but near the eastern edge of Puna.

We have made several considerations about its age, provenience and economic possibilities.

UBICACION

La comarca está ubicada en el departamento Belén de la provincia de Camaraca, a unos 80 km en línea recta al NNE de la capital departamental, mientras que por rutas la distancia alcanza a unos 93 kilómetros.

VIAS DE ACCESO

El acceso con automotor desde Belén a la zona estudiada se efectúa por la ruta nacional N° 40 hasta El Eje (47 km), de allí a Corral Quemado por la ruta provincial N° 36 (20 km). Desde este villorio hay 26 km al puesto La Piedra a través de un camino solo apto para vehículos con doble tracción.

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Geológicas.

CLIMA, RECURSOS NATURALES Y RASGOS FISIOGRAFICOS Y DEMOGRAFICOS

La región se clasifica como árida y las escasas precipitaciones tienen un régimen tropical (máxima en verano), no alcanzando a 250 mm la media anual. Las precipitaciones son torrenciales interrumpiendo temporalmente las vías de acceso. La aridez está algo aliviada por la abundancia de cursos de agua permanentes, algunos de ellos considerables.

Los veranos son suaves y los inviernos rigurosos, aunque con pocas nevadas de poca monta. La temperatura máxima del verano raramente pasa de 25° C, aunque en invierno es común que alcance los -10° C. Los vientos son comunes y pueden ser violentos; su intensidad y frecuencia aumenta notablemente durante los meses de abril a octubre.

La zona es montañosa y áspera con altitudes de alrededor de 3000 m. La

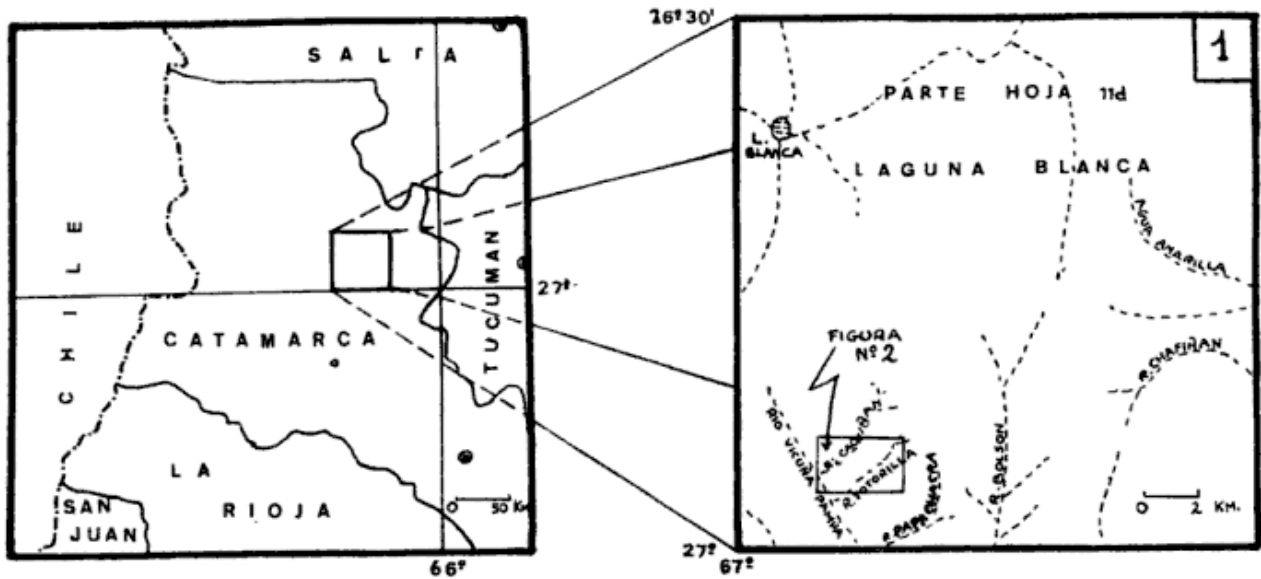


Fig. 1. — Ubicación de la zona

escasísima población serrana apenas subsiste dada la pobreza en recursos naturales; su ocupación principal es la cría de ganado cabrío.

GEOLOGIA REGIONAL Y LOCAL

La comarca estudiada está comprendida dentro de la Hoja 11d, Laguna Blanca, provincia de Catamarca, ya levantada por el doctor J. C. M. Turner (1962) para el Servicio Nacional Minero Geológico, por lo que la misma será la principal fuente de estos párrafos.

En la constitución geológica regional intervienen sedimentos pelíticos metamorfizados (Formación Loma Corral) e inyectados (Formaciones Famabalasto y Chango Real).

“Sobre este basamento se apoyan discordantemente sedimentos continentales del Terciario (Grupo El Bolsón), correspondientes al Calchaquense y al Araucanense, separados por una Formación integrada por elementos volcánicos (Formación El Aspero). Durante el Cuartario se acumularon tobas dacíticas (Formación Laguna Blanca), coladas de andesita (Formación Negro Carranchi) y otras correspondientes a basalto (Formación Los Rastrojitos). Los acarreo del Cuartario, diferenciados en

tres entidades, se extienden cubriendo una superficie amplia, tanto en el este como en el oeste de la región. Finalmente se tienen las evaporitas en el sector occidental” (Turner, 1962).

Con respecto a la edad del basamento solo podemos decir que se atribuye al Precámbrico o al Paleozoico inferior. La única evidencia de la edad citada se encuentra en los alrededores de San Antonio de los Cobres, donde rocas metamórficas están cubiertas en discordancia por sedimentos asignados al Cámbrico (Schwab, 1968; Turner, 1972).

Oponiéndose a este criterio y sobre la base del hallazgo de *Oldhamia*, Mirré y Aceñolaza (1972) asignan edad cámbrica a las “Filitas cuarzosas del Borde de la Puna” y a los “Esquistos del Aconquija”, de González Bonorino (1950), unidades cercanas a la que nos ocupa (hacia el sur y sudeste) y muy semejantes. Aceñolaza (1973) cuestiona también la edad proterozoica de la Formación Puncoviscana (semejante a la Formación Loma Corral) sobre la base del mismo fósil encontrado en los alrededores de la estación Muñano (Salta) y San Antonio de los Cobres.

El sector de la Hoja 11d, Laguna Blanca, que nos ocupa está en la provincia geológica Sierras Pampeanas pero muy próximo a la Puna, y allí solo afloran algunos elementos de la Forma-

ción Loma Corral y Chango Real y escasos diques basálticos de la Formación Los Rastrojitos.

Aquí los granitos migmatíticos de la Formación Chango Real presentan una microestructura con evidentes efectos cataclásticos (estructura en mortero, extinción anómola y planos de maclas curvados) en vías de concretar una textura oftalmítica. En cuanto a la Formación Loma Corral son predominantemente filitas (escasas cuarcitas y conglomerados) de texturas granoblásticas y lepidoblásticas de grano muy fino y neta disposición paralela.

Los fenómenos tectónicos observados son coherentes con la acción de esfuerzos NE-SW (prácticamente normales al rumbo de las formaciones), tal como si se hubieran originado por el emplazamiento del cuerpo granítico del Chango Real, y así aparecen variaciones apreciables en las inclinaciones de los mantos (y de los rumbos en menor escala) y fracturas de desplazamiento de rumbo derechas. Las fracturas de menor magnitud son escasas y muchas veces aprovechan los contactos del mármol con la filita.

FORMACION TOTORILLAS

Esta nueva unidad está formada predominantemente por mármoles que se presentan en estructuras lenticulares apenas discernibles (dadas las relaciones existentes entre largos y potencias), subparalelas, de rumbo general N 10° W bastante regular, y ubicadas dentro de una faja de unos seis kilómetros de largo. Las inclinaciones, por el contrario, son variables dentro de la gama 30° W a 70° E, pasando por la verticalidad.

Normalmente los lentes son largos (centenares de metros hasta kilómetros) y relativamente delgados (pocos metros a decenas de metros). Las potencias son relativamente constantes dentro de un mismo manto, aunque varían mucho entre los diferentes mantos. El manto o

lente más ancho es subvertical y tiene una potencia verdadera de unos 400 m, magnitud que es bastante regular a lo largo de un kilómetro de afloramiento; luego continúa aunque reduciendo mucho su potencia.

Dentro de la caja de filita y a medida que nos acercamos desde el este a los grandes lentes de mármol, a unas pocas decenas de metros de los contactos van apareciendo delgadas bandas regulares de mármol de pocos milímetros de espesor y separadas milímetros a centímetros entre sí, las que nos guían hacia los grandes lentes.

De la Formación Totorillas hemos estudiado con detalle su extremo norte, de algo más de 2,5 km de largo, de donde se han extraído las conclusiones de este estudio. Algunos lentes menores ubicados entre los mayores y más allá no se han dibujado dada la escala. El tramo sur no mapeado en detalle continúa con características casi iguales a las descritas hasta su terminación contra el río Papachacra, casi en el límite austral de la Hoja 11 d, Laguna Blanca.

Cada lente no está formado por un único tipo de mármol sino por varios; esta variación se produce no sólo transversalmente al rumbo sino también a lo largo de una misma capa. Los cambios observados son graduales.

Son muy escasas las vetillas de calcita que cortan a los mantos y a sus cajas; posiblemente esto se deba a que la comarca nunca estuvo en condiciones de mucha profundidad. Hay escasos y pequeños lentes globosos de aragonita.

Se considera que el pasaje de sedimentos carbonáticos a mármoles se originó esencialmente por acción del cuerpo granítico ubicado al este; en tal sentido se destaca que el subparalelismo entre ambos que se ve en la Figura 2 se mantiene en toda la extensión de la Formación Totorillas, más allá del extremo mapeado.

Los lentes de mármol forman crestones que normalmente dan lugar a filos. La meteorización destaca su estratifica-

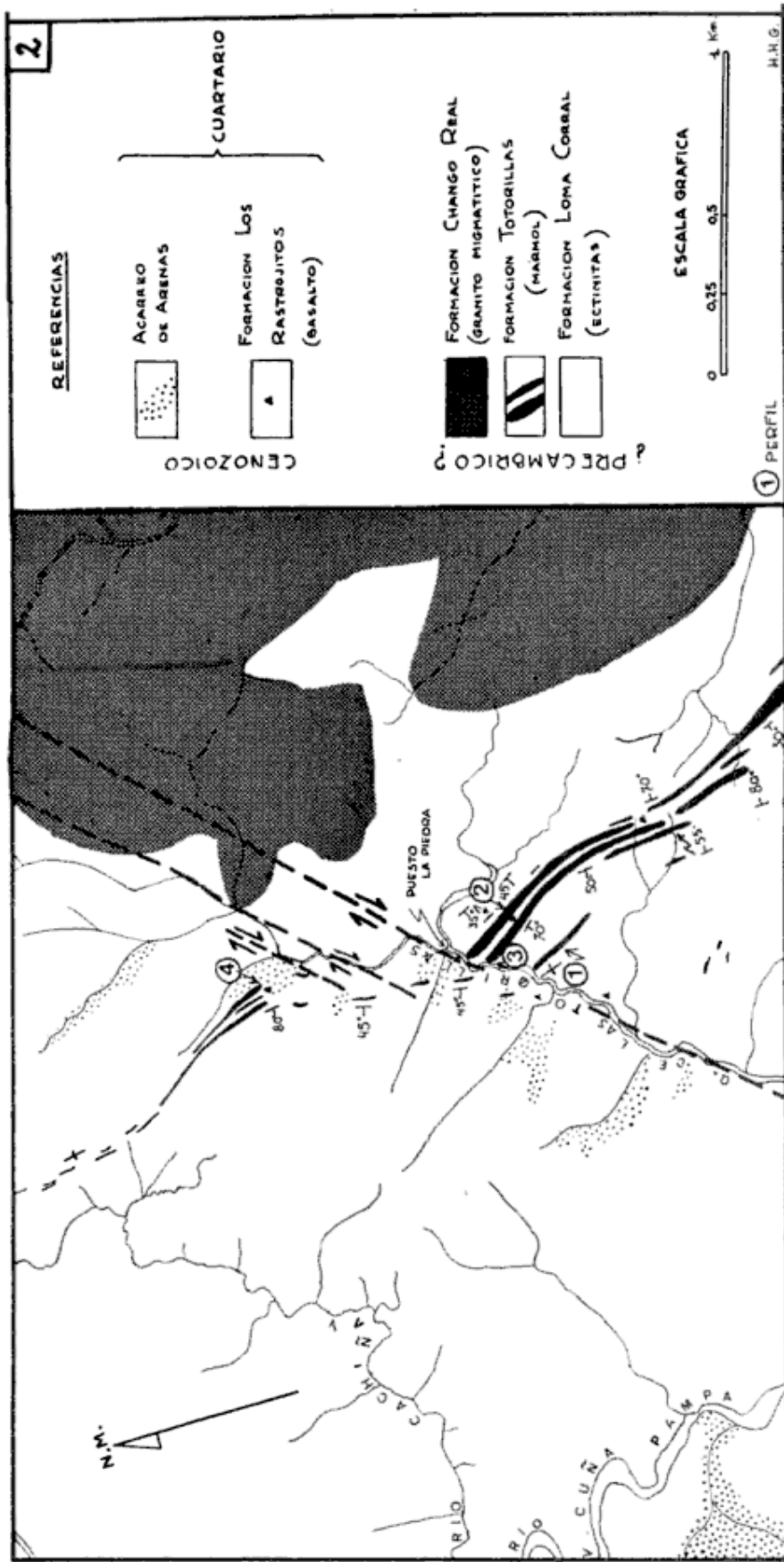


Fig. 2. — Bosquejo geológico

ción original y ha agrietado sus afloramientos.

El relieve positivo de las estructuras donde aparece el mármol se origina en su mayor resistencia a la meteorización que la de sus cajas filíticas (debido principalmente a la esquistosidad de éstas), aunque por su debilidad a los agentes erosivos sus clastos raramente viajan por arroyos y quebradas más de unos pocos kilómetros.

Es interesante destacar que existe en algunos sectores un incipiente desarrollo de rasgos cársticos, en especial en aquellos lugares donde algún curso de agua permanente atraviesa los mantos (quebrada de las Totorillas). Es allí donde encontramos diaclasas ensanchadas por disolución, canales, calcita re-depositada en pequeños huecos, etc.

Dentro de la Formación Totorillas participan los siguientes elementos:

Brecha polimíctica: es una roca muy resistente a la meteorización; grandes clastos de varios metros cúbicos aparecen en las cercanías de sus afloramientos. Se trata de una brecha con matriz de mármol, pizarra y cuarcita fina a gruesa irregularmente distribuidos y clastos de cuarcitas medianas y mármol; éste es más abundante en dirección al manto de igual litología que está más próximo. Los clastos están algo alargados por deformación, su tamaño varía entre pocos milímetros y decímetros y su número disminuye considerablemente hacia el oeste pasando en pocos metros a la filita normal de la comarca.

Esta estructura tiene una distribución muy irregular y su potencia y largo no sobrepasan los 10 metros. Siempre están muy próximas a algún gran lente de mármol y sus clastos de esta litología son del mismo que los del lente; es así que en el perfil 1 de la fig. 3 el mármol de la Brecha polimíctica es rosado, igual que el de la parte más proximal del lente. En el perfil 4 y en otros afloramientos a unos 100 m al oeste del puesto La Piedra ambos mármoles son Blanco-Pardo Bandeado.

Se interpreta que la brecha se formó por la acción esporádica de corrientes encauzadas subácueas provenientes del este, dato de interés que nos indica su proveniencia y posteriormente fue metamorfozada.

Cuarcita: textura inequigranular donde predominan granos alotriomorfos de cuarzo de hasta 0,8 mm generalmente aislados y diseminados en una matriz de calcita de tamaño algo más pequeño hasta fino y de cuarzo fino; este cuarzo generalmente está reunido en asociaciones con contactos suturados. Escasas mica y zircón (?). Existe fuerte extinción ondulada.

Mármoles: tal como sucede en todo el mundo, aquí también son varios los tipos que aparecen. La numeración que se sigue es la misma que se usa en los perfiles de la fig. 3.

1. Rosado: muy compacto y parejo, escasas tonalidades algo más oscuras alargadas. El tamaño de sus granos es inferior a 2 mm. En algunos trechos (escasos) aclara su color y casi podría considerárselo como blanco. Su grano es grueso y está compuesto esencialmente por carbonatos y cuarzo intersticial. La textura es granoblástica heterogranular; no se ve disposición preferencial.

2. Marfil: muy compacto y parejo, observado únicamente en el perfil 1. Domina netamente un tamaño de grano de 0,5 mm sin disposición bandeada y formado predominantemente por calcita.

3. Rosa-Verde lenticular: está constituido por lentes de unos pocos centímetros de potencia contorsionados. Este material es bastante desparejo en lo que respecta a potencia y distribución de las bandas y tonos de rosa (llega a rojizo) y verde (claro a oscuro). Su tamaño de grano comúnmente es algo superior a un milímetro.

4. Bandeado: así denominamos a un material formado por la intercalación de lentes de mármol (comúnmente rosado) contorsionados dentro de filita. Estos lentes tienen largos de milímetros

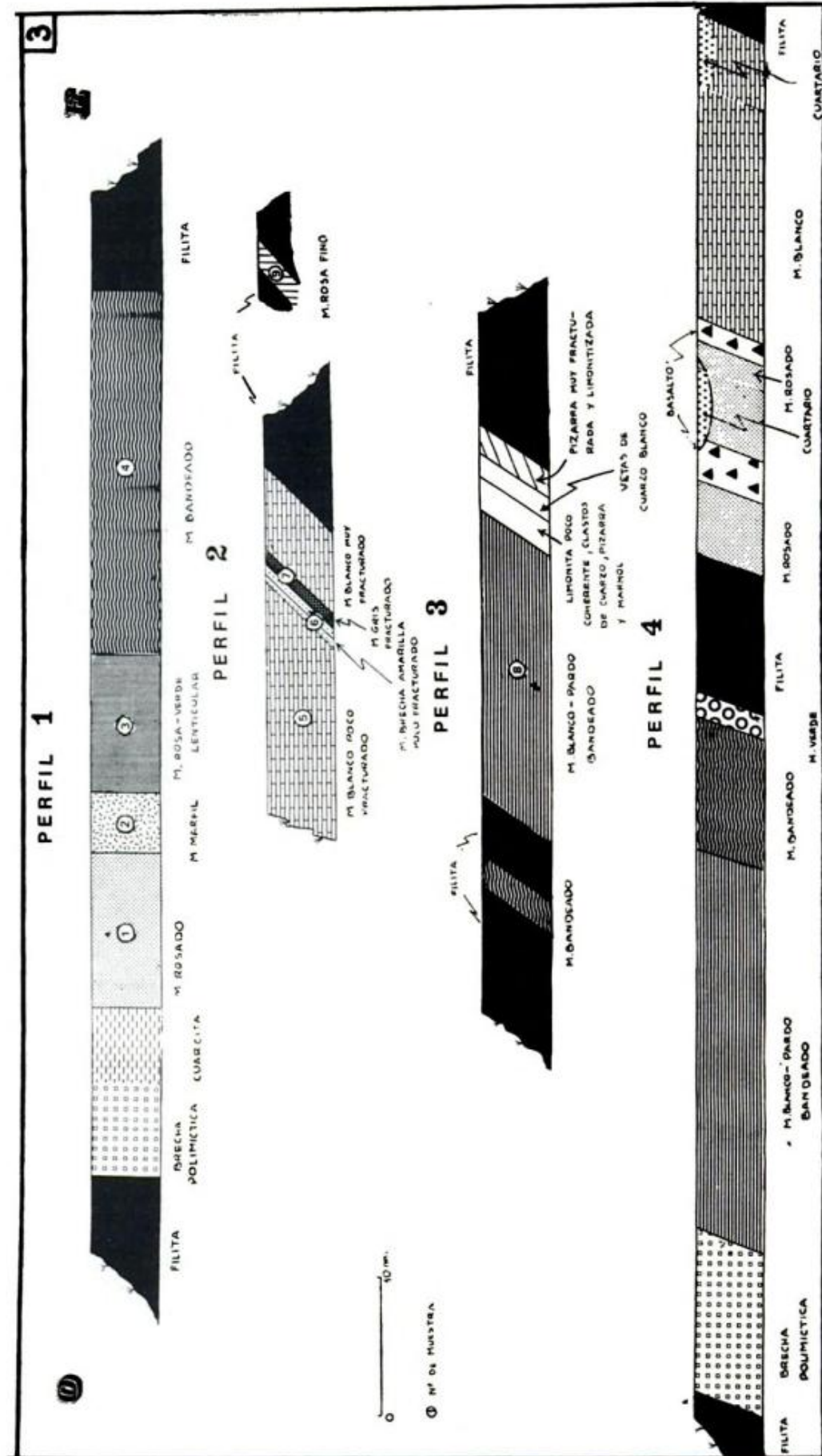


Fig. 3. — Perfiles geológicos

a decímetros (dominan los de unos pocos centímetros) y potencias de pocos centímetros, mientras que el tamaño de sus granos generalmente es inferior a 0,5 mm. Se conserva bastante la esquistosidad de la filita con disposición paralela de sus componentes y abundante cuarzo.

Según la mayor o menor proporción de mármol y filita podríamos diferenciar varios subtipos. Se interpreta que debe su origen a la relativamente rápida alternancia de condiciones favorables para la deposición de las primitivas lutitas y calizas.

5. Blanco: predominan netamente carbonatos, normalmente de tamaño inferior a 0,3 mm, aunque a veces hay algún mineral accesorio considerablemente mayor. Muy esporádicamente aparecen bandas grisáceas angostas. Posee microestructura foliada por alternancia de masas de granos grandes alargados de carbonatos con otras de granos más finos, en las que participan otros componentes (micas incoloras y ex ferromagnésicos?). Las asociaciones de los carbonatos son granosas suturadas.

6. Brecha Amarilla: se trata del tipo blanco que en algunos trechos ha sido fracturado y cementado por una calcita rosa-amarillenta sin perder su consistencia. Estas vetillas son muy angostas (hasta un milímetro de ancho) y abundantes y se entrecruzan irregularmente. Raramente hay pequeños huecos. En los sectores más fracturados aparecen clastos subredondeados a angulosos de tamaño muy desigual (de milímetros a 20 cm de largo), también fracturados y rellenos por una calcita rojiza.

7. Gris: es un material formado por granos muy pequeños (0,06 mm) con diferentes tonalidades de gris que hacen resaltar la estratificación original. La textura es granosa pavimentosa y su tamaño homogéneo, posee un alto porcentaje de dolomita. Se observan varias vetillas y formas fibrosas submicroscópicas como producidas por reemplazo.

8. Blanco-Pardo Bandeado: está formado por bandas alargadas algo entre-

lazadas de colores rosa claro a blanco y pardas de milímetros a pocos centímetros de potencia. El tamaño de sus granos blancuzcos alcanza a un milímetro, mientras que los parduscos son menores. Las bandas claras son algo más abundantes. Su microestructura indica heterogeneidad en el tamaño de grano, que por alternancia de bandas gruesas suturadas con otras finas pavimentosas da una foliación evidente. En parte los granos más gruesos hacen las veces de cemento de otros más pequeños.

9. Rosa Fino: se lo observó únicamente en lentes esporádicos y relativamente pequeños (de decímetros hasta tres metros de potencia) ubicados al naciente del lente (perfil 2). A veces posee unas pocas bandas algo más oscuras y cristales oscuros aislados de mayor tamaño. Este es el tipo de grano más fino de todos los descriptos.

Su textura es granoblástica desordenada, compuesta principalmente por carbonatos y mica. El tamaño de los individuos es muy irregular, existiendo amplias diferencias entre los tamaños extremos (0,025 y 0,12 mm); los más pequeños son redondeados y los mayores con bordes muy irregulares. Hay bandeamiento por diferente granulometría no muy bien marcada.

FENOMENOS HIDROTERMALES

Con relativa frecuencia se ve que algún hidrotermalismo ha afectado al mármol. Este fenómeno se pone de manifiesto por enrejados irregulares de pequeñas vetillas de cuarzo y limonitas (de hasta un centímetro de potencia), cambios irregulares de color en los mármoles (se vuelven parduscos), menor coherencia y desaparición de la estratificación original. Estas porciones se ubican a distancia por su áspero relieve (sobresalen las vetillas de cuarzo) y color más oscuro. Su desarrollo se ve bien en el perfil 3, aunque arealmente es más importante en el tramo de man-

CUADRO 1

Análisis químicos de muestras seleccionadas

Nº	Tipo de mármol	Pérdida por Calcin.	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Total suma	CO ₂ calculado
1	Rosado.....	41,34	4,00	0,23	1,27	0,04	50,23	1,04	98,15	40,46
	»	42,09	3,68	0,26	1,49	0,04	51,45	1,36	100,37	41,68
	»	43,15	1,13	0,17	0,93	0,02	54,75	0,75	100,90	43,83
2	Marfil.....	43,36	0,49	0,12	1,38	0,01	53,00	1,10	99,46	42,94
3	Rosa-Verde Lenticular	36,55	12,37	0,65	4,45	0,04	42,88	1,67	98,61	35,64
4	Bandeado	34,44	16,82	0,78	5,07	0,25	41,13	1,88	100,37	34,67
5	Blanco.....	46,65	0,68	0,21	1,09	0,03	33,08	18,35	100,81	46,12
6	Brecha Amarilla.....	45,08	4,67	0,21	1,29	0,02	31,00	18,70	100,97	45,00
7	Gris.....	45,71	2,18	0,40	1,70	0,02	33,05	17,10	100,16	45,53
8	Blanco-Pardo Bandeado	43,17	4,27	0,48	0,56	0,07	39,73	10,44	98,72	43,02
9	Rosa Fino.....	40,80	5,06	0,43	3,27	0,03	48,48	2,92	100,99	41,26

Analista Dr. E. Llambías (UBA-FCEN).

to que va desde cerca del perfil 2 hasta la quebrada de Totorillas.

La meteorización aconsejó no analizarlas químicamente. Por sus limonitas se estima que podrían ser de algún metal precioso y formadas en condiciones de baja temperatura.

CONSIDERACIONES ECONOMICAS

La Formación Totorillas es propicia para la ocurrencia de yacimientos hidrotermales por los indicios favorables descriptos en los párrafos anteriores; queda abierta la posibilidad de que una campaña de prospección geoquímica ubique tales depósitos.

Las mismas rocas presentan también muy buenas perspectivas para su uso como piedra ornamental pulida, aunque antes hay que contestar el interrogante respecto a las dimensiones de los bloques que podrían extraerse.

Con el fin de que puedan efectuarse

algunas deducciones acerca de usos que descansen principalmente en sus propiedades químicas se incluye el cuadro 1, que detalla los valores químicos de muestras seleccionadas, por lo que los mismos deben considerarse solo como orientativos. La numeración de las muestras es la misma que se usó en los perfiles de la fig. 3.

CONCLUSIONES

Lo más significativo de este trabajo es la descripción de la Formación Totorillas, nueva entidad propuesta para denominar a largos lentes de variados mármoles y ubicada dentro de las Sierras Pampeanas, casi en su límite con la Puna.

Es posible que nuevos estudios permitan conocer mejor sus posibilidades económicas; sus perspectivas en tal sentido son promisorias.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al doctor E. Llambías (FCEN-UBA) por la realización de los análisis químicos; al doctor R. Latorre (FCEN-UBA), por las descripciones petrográficas; al doctor J. C. M. Turner, por la lectura crítica del manuscrito y a la Universidad de Buenos Aires por el subsidio acordado para la realización de este trabajo.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Aceñolaza, F. G., 1973. *Sobre la presencia de "Oldhamia sp." en la Formación Puncovis-*

- cana de Cuesta Muñano, Provincia de Salta, R. A.*, R.A.G.A., T. XXVIII, Nº 1.
- González Bonorino, F., 1950. *Geología y Petrografía de la Hoja 12 d (Capillitas) y 13 d (Andalgalá)*. Bol. Nº 70 de la DNGM, Buenos Aires.
- Mirré, J. C. y Aceñolaza, F. G., 1972. *El hallazgo de "Oldhamia sp." (Traza Fósil) y su valor como evidencia de Edad Cámbrica para el supuesto Precámbrico del Borde Occidental del Aconquija, provincia de Catamarca*. Ameghiniana, T. IX, Nº 1.
- Schwab, K., 1968. *Mapa Geológico de las Hojas 5 a y b*. DNGM, Buenos Aires (Inédito).
- Turner, J. C. M., 1962. *Estratigrafía de la Región al Naciente de la Laguna Blanca (Catamarca)*. R.A.G.A., T. XVII, Nº 1-2.
- Turner, J. C. M. et al., 1972. *Puna en Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

Recibido el 9 de enero de 1974/9 de agosto de 1974.

GEOLOGIA DE YACIMIENTOS DE ARCILLAS REFRACTARIAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, REP. ARGENTINA

POR A. M. IÑIGUEZ¹ Y P. E. ZALBA²

RESUMEN

Los yacimientos de arcillas de importancia económica en la provincia de Buenos Aires, se encuentran ubicados en la "Serie de La Tinta", integrada por cuarcitas, dolomías, arcilitas y calizas, la cual juntamente con las rocas del basamento, forma parte de las sierras del Sistema de Tandilia.

En base a los estudios mineralógicos realizados, se pudo establecer una zonación areal, caracterizada por una composición mineralógica definida de las arcillas, que se distribuyen en forma concéntrica, con una zona caolinítica central, una zona illito-caolinítica intermedia y una zona illítica pura periférica, restringida al extremo noroeste del sistema. En este mismo sector, en la localidad de cerro Negro, aparece sobre las calizas otro nivel de arcilitas, cuya composición mineralógica es illito-clorítica.

Los yacimientos de arcillas refractarias, se encuentran comprendidos dentro de las dos primeras zonas antes mencionadas; ofreciendo desde el punto de vista tecnológico, resultados óptimos para su aplicación en refractarios, cerámica y en la obtención de puzolanas artificiales.

La zonación determinada, permitió establecer que se trata de un aporte detrítico proveniente de la alteración de rocas de basamento; estas mismas zonas constituirían facies laterales dentro de la misma cuenca, encontrándose la facies illítica, cubierta por calizas, en la parte más distal.

ABSTRACT

The clay deposits of economic importance in the Province of Buenos Aires, are situated in the "Serie de La Tinta", which is composed by quartzites, dolomites, clays and limestones. The "Serie", together with the basement rocks, makes up the hills of the Tandilia System.

Through mineralogical studies, it was possible to determine a central kaolinitic zone, an intermediate illite-kaolinitic and an illitic periferic zone. The refractory clays deposits are located in the first two zones.

From the technological viewpoint these clays proved to be useful for refractory, ceramics and for artificial puzzolanes.

The above mentioned zones seems to constitute a facial succession, with the illitic facies, covered by limestones, occupying the most distal part of the basin.

INTRODUCCION

Los estudios mineralógicos detallados de las arcillas de la provincia de Buenos Aires, se inician en el L.E.M.I.T. a partir del año 1970, con el objeto de

delimitar las áreas y estimar las reservas geológicas de estos materiales, para su mejor conocimiento y aprovechamiento industrial.

La "Serie de La Tinta", que Heusser y Claraz (1863) y Nágera (1932) denominaran "Formación La Tinta" y "Estratos de la Tinta", respectivamente, está integrada por cuarcitas que se apo-

¹ LEMIT-CONICET

² LEMIT-CIC, Prov. Buenos Aires.

yan sobre el basamento precámbrico, con una intercalación dolomítica en su parte media, la cual permite diferenciarlas en cuarcitas inferiores y cuarcitas superiores, alcanzando el conjunto un espesor de 75 a 80 m. Por encima de las cuarcitas superiores, se encuentra en la zona de Olavarría, un nivel de arcilitas con un espesor de 10 a 15 m. Finalmente, la serie presenta un nivel de 25 m de calizas negras. Esta es la sucesión típica que según González Bonorino (1954) se presenta en sierras Bayas (Olavarría).

Recientemente hemos encontrado sobre las calizas, en forma concordante, un nivel de arcilitas rojizas con intercalaciones de calizas y ftanitas.

En la zona de cerro Negro (Olavarría), en aparente discordancia con los sedimentos anteriores, se presenta un conjunto de arcilitas pardo rojizas con intercalaciones de finos bancos psamíticos, cuyo espesor supera a los 50 metros (datos de perforación). Angelelli, *et al.* (1973), menciona en su trabajo una comunicación del Ing. Betelú (Loma Negra), "a través de sondeos efectuados en la línea Cerro Soltero-cantera de caliza Loma Negra, sobre las calizas se apoyan 10-12 m de arcillas con intercalaciones de caliza chocolate y por arriba 35-45 m de arcillas...". Esta última sección evidentemente correspondería a la descrita precedentemente, aunque se desconoce su composición litológica.

La secuencia completa de la "Serie de La Tinta", se repite nuevamente en la zona de Barker, descrita por Schauer y Venier (1967), aunque con algunas variaciones, especialmente en la sección superior, donde por debajo de las calizas se encuentran estratos de transición a las arcilitas, compuestos por "margas" verdes y amarillentas; además en el techo de las calizas, Dalla Salda, L., Guichon, M. y Rapela, C. (1973), refieren la existencia de una brecha de talud.

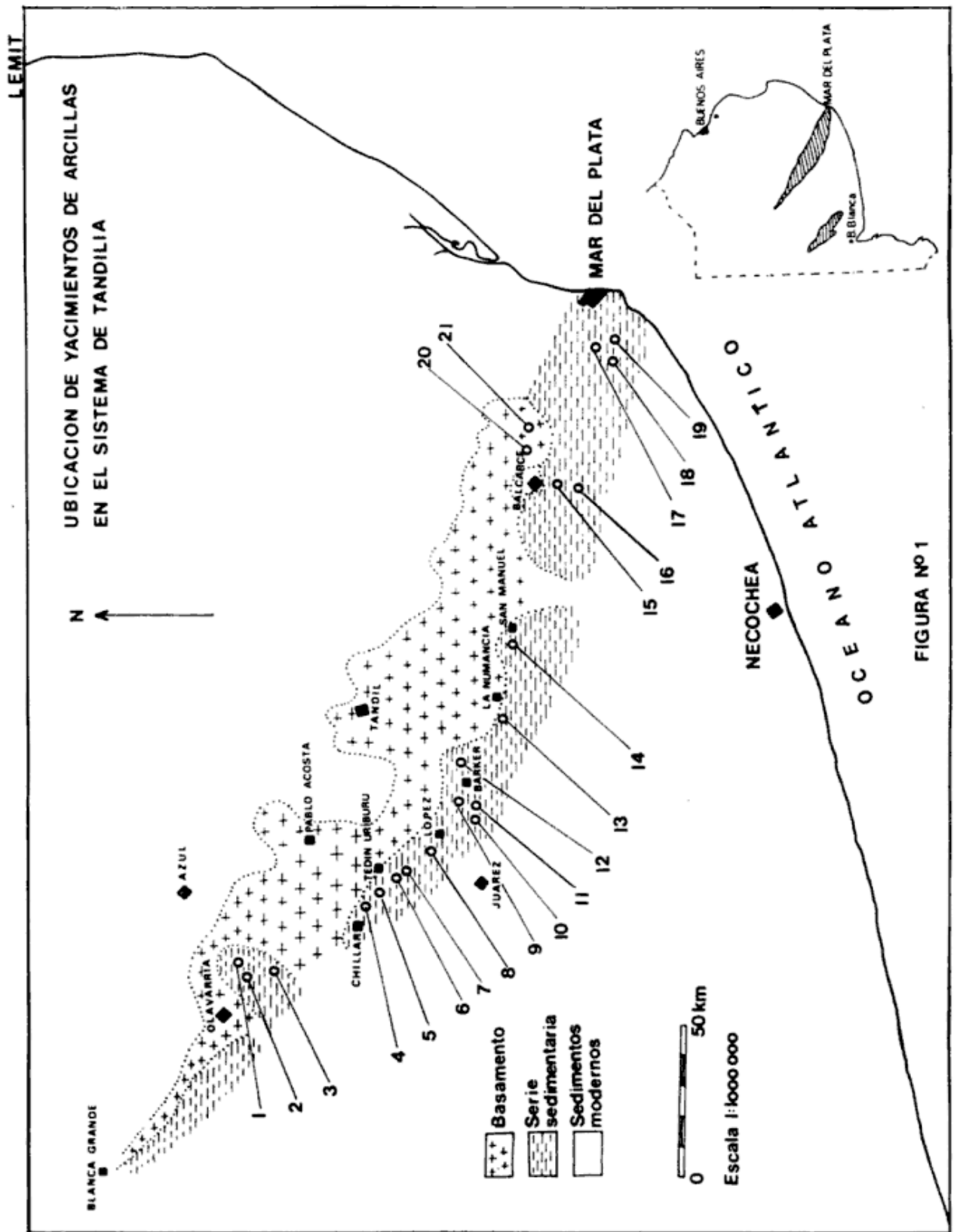
Hasta el presente no se ha encontra-

do en ninguna otra localidad esta misma secuencia. En el resto de los afloramientos de esta serie, sólo es factible observar la presencia de cuarcitas con intercalaciones de conglomerados y pelitas. La edad que se asigna a estos sedimentos es muy discutida, por cuanto los mismos carecen de restos fósiles que permitan su datación. Por su parte Borrello (1962), asigna a las cuarcitas y arcilitas de la Formación Punta Mogotes (Mar del Plata), una edad ordovícica. Amos *et al.* (1971), discuten en su trabajo la edad de esta serie, llegando a la conclusión de que podría ser considerada precámbrica en base a los estromatolitos de las dolomías.

UBICACION Y DISTRIBUCION DE LOS YACIMIENTOS DE ARCILLAS

En la figura 1, se muestra un esquema con la distribución areal de las rocas del basamento y de la serie sedimentaria, en la cual se encuentran las arcilitas estudiadas. Para una mejor comprensión de la distribución y forma de yacencia de las arcillas, hemos dividido a la serie en tres zonas:

1. *Zona de Olavarría.* Tal como señaláramos precedentemente, en este sector, se encuentran dos potentes niveles de arcilitas. El primero se intercala entre las cuarcitas superiores y las calizas negras con un espesor de 10 a 15 m, exhibe una fina estratificación y coloraciones que van del gris al amarillento en la parte inferior y un amarillento más intenso hasta rojo oscuro en la sección superior. Estas pelitas son untuosas al tacto y alternan con delgadas capas de psamitas de grano muy fino; en la parte inferior y media se observan estructuras concéntricas, en parte intensamente teñidas de rojo y silicificadas. Este nivel se encuentra en explotación en varios sectores del área y queda al descubierto en todas las canteras de calizas que se explotan para la industria del cemento.



El segundo nivel de arcilitas se ubica por encima de las calizas, pudiendo superar su espesor los 50 m. Se trata de pelitas de aspecto fisil pardo rojizas, untuosas al tacto, con laminación muy marcada, alternando frecuentemente con delgados estratos psamíticos, a veces lenticulares de grano fino pardo rojizos. Las psamitas son areniscas calcáreas, con predominancia de clastos de cuarzo con escaso feldespato y matriz formada por laminillas de clorita y muscovita sin orientación preferencial.

Hay dos elementos fundamentales que nos han permitido diferenciar estos dos niveles; 1º la composición mineralógica, ya que el nivel inferior tiene como único mineral del grupo de las arcillas a la *illita*, mientras que el nivel superior además de este mineral, presenta abundante *clorita* y una escasa proporción del interestratificado irregular *clorita-montmorillonita*; 2º el criterio estructural, el nivel inferior tiene un rumbo noroeste sudeste y un buzamiento de 5º al sudoeste, mientras que las arcilitas del nivel superior presentan un rumbo norte-sur y buzan 20º al oeste. Por otra parte, la medición de las escasas ondulitas primarias direccionales indican que las corrientes que aportaron los materiales clásticos provienen desde el oeste, es decir a 90º con la dirección de las paleocorrientes determinadas por Teruggi (1964) en las cuarcitas del sector de sierras Bayas, Quillalauquen. Las ondulitas tienen un rumbo de cresta 20º y un índice de óndula 16, la escasez de datos otorga a estas mediciones un valor provisorio, consideramos que estos datos deben ser verificados con un mayor número de mediciones.

Todos estos elementos expuestos precedentemente permiten sospechar que las arcilitas que tienen una composición litológica diferente, constituyen una nueva unidad litoestratigráfica dispuesta en posible discordancia sobre los sedimentos de la Serie de La Tinta, para la cual se propondrá la denominación de Formación Cerro Negro al completar los estudios de la misma.

El nivel de arcilita inferior, en algunos casos se encuentra muy flexurado especialmente en las zonas de falla, donde los valores de rumbo y buzamiento son muy dispares. Ambos niveles de arcilitas son discontinuos, por cuanto tectónicamente han sido seccionados por fallas casi verticales de rumbo este-oeste y noroeste-sudeste principalmente.

2. *Zona de Chillar - La Numancia.* Esta zona a su vez se divide en dos subzonas, la primera muy próxima a la línea de contacto entre las rocas del basamento y la secuencia sedimentaria, que se extiende desde la localidad de Chillar hasta el atmacén La Numancia al sur de Tandil. En este sector las arcilitas, cuyo espesor oscila entre 2 y 3 m, yacen sobre cuarcitas blanquecinas de grano grueso y a su vez están cubiertas por un banco de ortoconglomerados con intercalaciones psamíticas y pelíticas de espesor variable, 0,20 m hasta 3,00 m. Por encima del conglomerado se encuentran cuarcitas de color rosado, blanco y amarillentas de grano grueso con estructuras entrecruzadas. Esta forma de yacencia, que puede seguirse en todo el sector, contiene los yacimientos más importantes del área, que son: La Verónica, El Berrugo, Tedín Uriburu, Constante 10, el Sombrero y San Ramón.

Las arcilitas son compactas de fractura algo concoide, con tonalidades gris verdosas, blanquecinas hasta rojizas, siendo esta última coloración frecuente en la parte inferior. En algunos sectores se presentan brechas intraformacionales, en las que se advierten concentraciones lentiformes del mismo material arcilloso, de pocos centímetros de diámetro, con orientación incipiente. Además se observan clastos angulosos a subangulosos de cuarzo de tamaño variado de 1 a 5 milímetros.

En la segunda subzona (Barker), el depósito más importante de arcilitas se encuentra intercalado entre cuarcitas de grano medio, compactas, blanquecinas y rojizas alternantes con intercalaciones

pelíticas y conglomerádicas. En la base del nivel de arcilitas se encuentra una brecha de ftanita con matriz arcillosa, la coloración de las arcilitas va desde un violáceo en la base, rojizo en la parte central y gris verdoso en la parte superior, diferenciándose de esta manera tres sectores, el espesor total varía de 3 a 8 m, las arcilitas presentan laminación bien marcada; en algunos afloramientos, debido a la presencia de abundante pirofilita son muy sedosas, brillantes y untuosas al tacto.

En las secciones superiores se advierte una transición gradual hacia las calizas, representada por 4 a 6 m de "margas" verdes y amarillentas.

3. *Zona de Balcarce a Mar del Plata.* En este sector aparece una sucesión alternante de cuarcitas blanquecinas, con lentes de arcilitas de color gris verdoso. La potencia de las arcilitas varía desde pocos centímetros hasta 1,50 m como máximo. Las arcilitas son laminares, compactas, con gran desarrollo de muscovita en las superficies de estratificación, además en forma muy dispersa, contienen escamas de grafito, Iñíguez (1965).

COMPOSICION MINERALOGICA

Cada una de las tres zonas antes mencionadas, además de presentar características de yacencia particulares, muestran también una composición mineralógica distinta y definida. Hemos podido verificar por medio de la difracción de Rayos X, sobre muestras orientadas, glicoladas y calcinadas, que en la zona de *Olavarría*, las arcilitas que se encuentran por debajo de las calizas, tienen como único componente del grupo de los minerales de las arcillas a *illita*; el nivel de arcilitas que se encuentran por encima de las calizas (en aparente discordancia), contienen *illita* y *clorita* con una pequeña proporción

del interestratificado irregular de *clorita-montmorillonita*.

En la zona de *Chillar a La Numancia*, las arcilitas están compuestas esencialmente por *caolinita* que en algunos casos va acompañada por *illita*. En la zona de *Barker*, la composición mineralógica de las pelitas es más variada, si bien el mineral predominante continúa siendo la *caolinita*, se asocian a ella proporciones variables de *pirofilita* e *illita*. En este sentido cabe destacar que, por lo general, existe mayor concentración de *pirofilita* y *caolinita* en la base de los niveles, donde también aumentan los tenores de óxido de hierro.

Finalmente en la zona de *Balcarce a Mar del Plata*, las arcilitas están compuestas por *caolinita* e *illita*.

En todos los casos las principales impurezas de las arcillas son: *cuarzo*, el cual suele ser muy abundante y de difícil separación; *hematita*, que en algunos casos alcanza valores que superan el 50 %, siguen en abundancia *feldespatos*, *micas* y *carbonatos*.

Además de los depósitos sedimentarios de arcillas antes mencionados, en la localidad de Balcarce (sierras de *Bachicha* y del *Volcán*), se encuentran yacimientos de arcillas, producto de la alteración hidrotermal del basamento, entre los que se encuentran los denominados cerro Segundo y *María Eugenia*. El material es sumamente deleznable de color blanco, a veces amarillento y está compuesto por *caolinita*, *illita* y *montmorillonita* en proporciones variables; las impurezas que presenta son: *cuarzo*, *feldespatos*, *micas* y óxido de hierro. El enriquecimiento de este material se realiza por lavado.

En el Cuadro I se dan los resultados de la estimación cuantitativa mineralógica de las muestras más representativas, correspondientes a las distintas zonas. Los mismos se obtuvieron en base a los difractogramas y a los resultados de los análisis químicos, Caillere, S. (1963).

CUADRO 1

Estimación cuantitativa de la composición mineralógica, en base al análisis por difracción de Rayos X y análisis químicos. Los números de las muestras, corresponden a la ubicación de la figura 1.

	Muestra N°	Caolinita %	Illita %	Pirofilita %	Montmo. %	Ciorita %	Cuarzo %	Hemat. %	Nombre del Yacimiento	
I	1	—	67	—	—	—	30	3	Aust (Sras. Bayas)	
	2	—	60	—	—	—	34	6	Losa »	
	3	—	66	—	—	—	30	4	Cerro Negro (Inf.)	
	3'	—	46	—	—	25	25	4	Cerro Negro (Sup.)	
II	4	65	20	—	—	—	15	—	La Verónica	
	5	62	15	—	—	—	18	—	El Berrugo	
	6	75	10	—	—	—	15	—	Tedin Uriburu	
	7	80	10	—	—	—	10	—	»	
	8	80	10	—	—	—	10	—	Constante 10	
	9	30	15	30	—	—	5	—	Sombrerito	
	10	40	15	40	—	—	5	—	Barker (Cahuer)	
	11	35	10	35	—	—	10	10	Barker (Rot.)	
	12	30	10	40	—	—	5	15	El Diamante	
	13	90	—	—	—	—	10	—	San Ramón	
	14	10	70 ¹	—	—	—	15	5	San Manuel	
	III	15	65	25	—	—	—	10	—	La Barrosa
		16	68	24	—	—	—	10	—	Los Pinos
		17	70	20	—	3	—	7	—	Los Curros
18		72	22	—	4	—	2	—	Iacusa	
19		90	5	—	2	—	3	—	Defeudo	
20		75	10	—	10	—	5	—	Cerro Segundo	
21		70	15	—	6	—	5	4	María Eugenia	

¹ Sericita. I, Zona de Olavarría; II, Zona de Chillar a La Numancia y III, Zona de Balcarce a Mar del Plata.

INTERPRETACION DE RESULTADOS

Tal como puede observarse en el Cuadro I de composición mineralógica y en base al resultado de los ensayos físico-químicos, realizados en el departamento de Cerámica del LEMIT por Rossini *et al.* (1971 *a* y *b*), se ha podido determinar que los yacimientos de arcillas refractarias del Sistema de Tandilia de la provincia de Buenos Aires, se en-

cuentran en la zona comprendida entre Chillar y el almacén La Numancia. En esta zona rica en *caolinita*, las arcillitas tienen alto contenido en alúmina.

Por otra parte, el conocimiento detallado de la composición mineralógica y de su distribución, ha permitido establecer una zonación, la cual indica que los materiales caolínicos provienen desde el nordeste, dirección esta coincidente con la determinada por Teruggi

(1964) en su estudio de Paleocorrientes y que la línea de costa entre Chillar y La Numancia ha sido muy próxima a la actual línea de contacto entre el basamento y la secuencia sedimentaria, ya que son frecuentes los conglomerados y las arcilitas caoliníticas con clastos angulosos de cuarzo.

El mayor espesor de arcilitas que se encuentra en Olavarría y Barker por debajo de las calizas indicaría la existencia de facies más alejadas de la costa en la dirección de mayor profundidad de la cuenca. En nuestra opinión se trata de depósitos detríticos, donde los minerales de las arcillas no han sufrido mayores transformaciones, depositándose primero próximo a la costa minerales como la *pirofilita* y *caolinita*; a medida que nos alejamos de la costa, encontramos una zona de *illita* y *caolinita* y finalmente, en la parte distal, se deposita *illita pura*. Este hecho corrobora la idea sustentada por Caillere e Iñiguez (1967) en el sentido de que las arcillas illíticas asociadas a calizas constituyen facies laterales de los sedimentos arcillosos caoliníticos.

Este esquema de interpretación es válido principalmente para la zona de Olavarría y Barker, mientras que para la zona de Balcarce a Mar del Plata, donde la sucesión está constituida por una alternancia de cuarcitas y niveles de arcilitas lenticulares, no es factible una explicación similar y es muy difícil correlacionarla con ninguno de los otros sectores, más bien por el contrario se diferencia netamente de la zona de sierras Bayas y Barker. Este hecho nos induce a pensar que puede tratarse de una cuenca distinta o de depósitos acumulados en un período diferente, Iñiguez (1965).

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan expresado su agradecimiento al doctor Renato R. Andreis por sus sugerencias y lectura del manuscrito, y al señor Américo Arce, de

la Compañía Cerro Negro, por las facilidades ofrecidas para el estudio y obtención de muestras de las arcilitas de la zona.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amos, A. J.; Quartino, B. J.; Zardini, R. A., 1971. *El grupo "La Tinta" (Provincia de Buenos Aires, Argentina) Paleozoico o Precámbrico?*. Anais, XXV, Congr., Bras., Geol., 211-221.
- Angelelli, V.; Villa, J.; Zuriano, J., 1973. *Recursos minerales y rocas de aplicación de la Provincia de Buenos Aires*. Revista del LEMIT, serie II, N° 235, La Plata.
- Borrello, A. V., 1962. *Formación Punta Mogotes (Eopaleozoico Prov. de Buenos Aires)*. C.I.C. Notas, V, I, N° 1, La Plata.
- Caillere, S. y Hénin, S., 1963. *Mineralogie des Argiles*. Masson, Paris.
- Caillere, S.; Iñiguez, A. M., 1967. *Etude mineralogique de "La Tinta" formation argileuse de la Prov. de Buenos Aires, Rep. Argentina*. Bull. Soc. Min. Crist. Francesa, XC, 2, 246-251.
- Dalla Salda, L.; Guichon, M.; Rapela, C., 1972. *Hallazgo de una brecha de talud en el techo de las calizas de Barker, Prov. de Buenos Aires, Rep. Argentina*. Rev. A.M. P.S., III, N° 1, 4, 133.
- González Bonorino, F., 1954. *Geología de las Sierras Bayas*. Rev. del LEMIT, serie II, N° 55, La Plata.
- Heusser, J. C.; Claraz, G., 1863. *Ensayos de reconocimiento geognóstico físico de la Prov. de Buenos Aires, I La Cordillera entre Cabo Corrientes y Tapalqué*. Buenos Aires.
- Iñiguez, A. M., 1965. *Mineralogía de algunos yacimientos de arcillas de la Prov. de Buenos Aires*. Tesis Museo de La Plata.
- Nágera, J., 1932. *Primera carta geológica general de Tandilia*. Buenos Aires.
- Rossini, A.; Pereira, E.; Menucci, L. A., 1971 a. *Análisis térmico diferencial de canditas argentinas*. Rev. LEMIT, serie II, N° 195, 1-24, La Plata.
- Rossini, A.; Menucci, L. A.; Devoto, R. J., 1971 b. *Deformación bajo carga a elevadas temperaturas de materiales refractarios*. Rev. LEMIT, serie II, N° 196, 25-42, La Plata.
- Schauer, O. C.; Venier, A. J., 1967. *Observaciones geológicas en la zona de Barker, Sierra de La Tinta (Prov. de Buenos Aires)*. C.I.C., Notas, V, 6, La Plata.
- Teruggi, M. E., 1964. *Paleocorrientes y paleogeografía de las ortocuarcitas de la Serie de La Tinta (Prov. de Buenos Aires)*. C.I.C., Anales, V, 1-27, La Plata.

Recibido el 20 de marzo de 1974.

NUEVAS LOCALIDADES DEL PALEOCENO MARINO EN LA REGION CENTRAL DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT

POR GUALTER A. CHEBLI Y ALFONSO A. SERRAIOTTO¹

RESUMEN

En el presente trabajo se da a conocer el hallazgo de nuevas localidades en las que aflora la Formación Salamanca, del Paleoceno marino.

Las mismas se ubican en la región central de la provincia del Chubut, en el área delimitada por los meridianos 68°37' y 67°53' de longitud oeste de Greenwich y los paralelos 44°11' y 43°57' de latitud sur.

Los asomos se localizan en el puesto La Potranca, estancia Santa Ana, alrededores del cerro El Sombrero, estancia La Flecha, estancia y puesto Lacoste, sierra del Guanaco y sus inmediaciones.

Las asociaciones de mega y microfósiles otorgan a la secuencia una edad paleocena correlacionable con el Piso Daniano superior europeo.

ABSTRACT

This paper presents the discovery of new localities where the marine Paleocene Salamanca Formation is represented.

The outcrops are located in the central region of the province of Chubut and are limited by meridians 68°37' and 67°53' W.L. and parallels 44°11' and 43°57' S.L.

The sites studied are the following: Puesto La Potranca, Estancia Santa Ana, neighborhood of Cerro El Sombrero, Estancia La Flecha, Estancia and Puesto Lacoste, Sierra del Guanaco and environments.

On the basis of mega and microfossil associations, the sequence has a Paleocene age, which can be correlated with the European Upper Daniana.

INTRODUCCION

Formando parte de la intensa labor prospectiva que la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales ha realizado y ejecuta actualmente en la provincia del Chubut, la Comisión Geológica N° 2, integrada por los autores, ha relevado casi 15.000 km² en escala 1:100.000 entre los años 1971 y 1973.

El área investigada está limitada por el curso medio-inferior del río Chubut, las sierras de Cañadón Grande, Cuadra

da y Negra y los alrededores del cerro Bororó y Las Plumas, abarcando gran parte del Departamento de Paso de Indios, en la zona central del Chubut.

Surge de dicho levantamiento el hallazgo de nuevas localidades en las que afloran sedimentitas terciarias marinas representantes de la ingresión paleocena que cubrió gran parte de la Patagonia extraandina.

Si bien los estudios de campo y gabinete aún no han finalizado se considera conveniente dar a conocer las observaciones preliminares y las conclusiones obtenidas hasta el momento. Las mismas podrán ser ampliadas o modificadas en parte con el trabajo que esta

¹ Geólogos de la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

Comisión Geológica continúa realizando o con los estudios detallados que pudieran aportar los especialistas interesados.

Las determinaciones de la megafauna se deben a la gentileza del doctor Horacio H. Camacho, investigador de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, a quien los autores agradecen profundamente. Por su parte, la doctora Alwine Bertels, de la misma Institución, estudió las muestras correspondientes a la microfauna colectada. El colega Ignacio Méndez, del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de YPF hizo lo propio con muestras correspondientes a los afloramientos más orientales. A ambos el particular reconocimiento.

Se deja expresa constancia del agradecimiento a las autoridades de la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales por la autorización concedida para dar a conocer el presente trabajo.

FORMACION SALAMANCA

Antecedentes e investigaciones anteriores

De Feruglio (1949): "...El nombre de Salamanquense fue propuesto por Ihering en 1903 para un conjunto de capas descubiertas algunos años antes por C. Ameghino a lo largo de la costa que se extiende al N del Pico Salamanca y que, en un primer momento se las asimiló con las aflorantes en el cerro citado, que en realidad corresponden a una transgresión más joven (Fm. Patagonia)"; sobre la base de este error es que Ihering propuso el nombre de 'Salamancanéen'.

Pocos son los antecedentes referidos a esta unidad litoestratigráfica para la zona investigada y sus alrededores. Específicamente es Flores (1956 a, 1957) quien cita por vez primera la presencia de los paquetes marinos paleocenos que

localiza en el faldeo occidental de la sierra Negra.

Recientemente Andreis *et al.* (1973) realizan un estudio sedimentológico en el cerro Bororó, creando la formación homónima, integrada por estas sedimentitas reconociéndolas también en la localidad de El Sombrero.

Para comarcas vecinas las citas que se consignan se remontan a Piatnitzky (1933), que supone facies o intercalaciones marinas en el "Chubutiano" de los alrededores del río Chubut. En un trabajo posterior (1936) refiere directamente al Salamanquense fosilífero paquetes localizados en los alrededores de la sierra Cuadrada. Estudios más detallados de los mismos efectúan luego Russo (1953 a, b) y Flores (1956 b) en las zonas de sierra Cuadrada, Pampa Salamanca y Camarones.

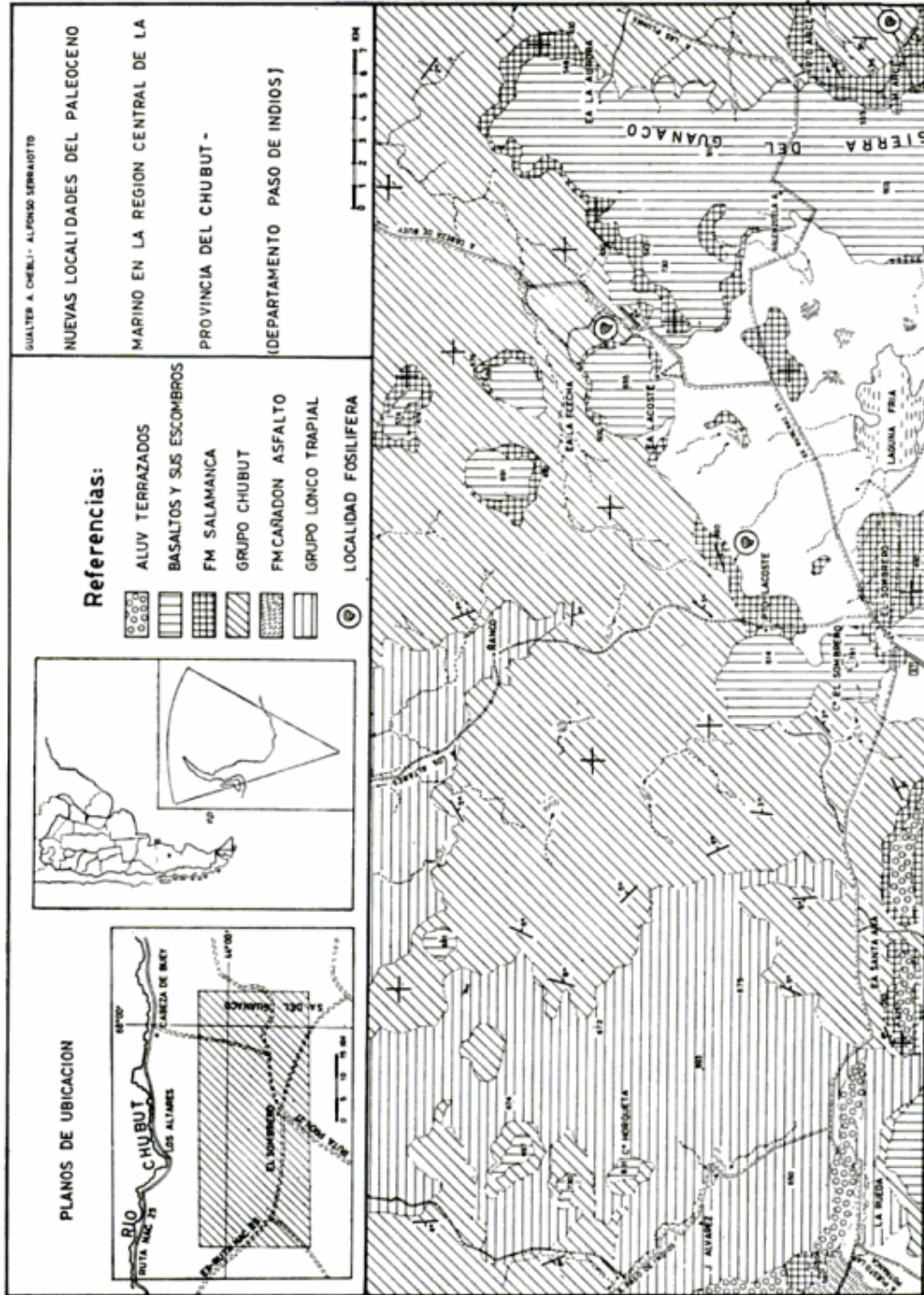
En regiones más alejadas se registran las importantes citas de Feruglio (1928) en la zona costanera de Bahía Bustamante y río Chico; Stessin (1929) en el valle del citado río y, nuevamente, Feruglio (1929) para esta última localidad. En los últimos años, Méndez (1966) y Masiuk (1967) dan a conocer detallados estudios estratigráficos realizados en la zona de Punta Peligro (Chubut) y el curso inferior del río Chico, respectivamente.

Trabajos regionales que tratan la ubicación cronoestratigráfica y correlaciones generales de esta entidad fueron realizados por Camacho (1967), Braccini (1968) y Lesta y Ferello (1972).

Los afloramientos más occidentales de los ahora considerados, fueron recientemente citados por uno de los autores (Chebli, 1973).

Area de distribución

Los afloramientos de la Formación Salamanca se disponen aislada y discontinuamente en la comarca comprendida en los alrededores del puesto La Potranca, estancia Santa Ana, El Sombrero, estancia y puesto Lacoste, sierra del Guanaco y estancia La Flecha. Todas



estas localidades se ubican al sur del curso medio-inferior del río Chubut en el Departamento de Paso de Indios.

La más clara y potente exposición se localiza en los faldeos de la sierra del Guanaco, donde su espesor mínimo medido alcanza a los 120 metros. Hacia el oeste se produce un paulatino adelgazamiento, de manera tal que en la zona de El Sombrero se obtienen 60 m, aproximadamente, y en los alrededores del puesto La Potranca, escasos 20 metros.

En rasgos generales consta de un conjunto de pelitas, samitas y sefitas cuyas proporciones en la columna y características litológicas varían acorde a la posición con respecto a la línea de costa. De tal manera, en el sector más occidental de los afloramientos predominan los conglomerados y areniscas ofreciendo ocasionales intercalaciones de arcilitas tobáceas (posibles representantes de lagunas costeras). Por su parte, en la faja más oriental son abundantes las arcilitas, limolitas y areniscas con intercalaciones de bancos conglomerádicos, generalmente portadores de troncos silicificados y lentes areniscosas que ofrecen una variada macro y microfauna características.

Flanco oriental de la sierra del Guanaco: esta es la localidad donde los niveles salamanqueanos se exponen con mayor claridad. Hacia el poniente de esta serranía los escombros de basalto cubren casi totalmente sus laderas y salvo algunos destapes pequeños, impiden una clara observación de las sedimentitas allí presentes.

Una buena exposición se presenta en las cercanías del puesto Manuel Arce, ubicado en el faldeo este de la sierra, aproximadamente en su sector medio. Allí, en suave discordancia angular sobre elementos del Grupo Chubut, apoya la secuencia terciaria marina con una potencia de 120 metros. Un manto basáltico cubre discordantemente a esta entidad.

Predominan en el perfil areniscas lítico-feldespáticas y areniscas cuarzosas calcáreas, con coloraciones castaño amarillentas y grisáceas, de grano preferentemente mediano a grueso. En general estos niveles se presentan porosos y friables, con regular a buena estratificación, en bancos gruesos y con frecuentes paquetes con laminación entrecruzada. Intercalan estratos arenoconglomerádicos calcáreos, con clastos de hasta 5 cm de diámetro, mal seleccionados.

Buena parte de la sección está compuesta por arcilitas varicolores deliznables, muy fracturadas, ricas en glauconita, cubiertas por una espesa capa terrosa de meteorización.

En la fracción areniscosa abundan voluminosos troncos silicificados. Coronando la secuencia se dispone un delgado banco coquinoide, de matriz arenociliosa, desagregable; los restos organógenos por lo general muy fragmentados. Dicho banco constituye un característico nivel guía para este sector de la comarca.

La localidad que se considera es la que aportó mayor cantidad y variedad de caracteres bioestratigráficos. La exacta ubicación de los restos se indicó en la descripción de perfiles en un trabajo anterior de uno de los autores (Chebli, 1973). Por lo tanto se sintetiza a continuación el material colectado en forma generalizada.

Megafósiles: colectados en los bancos cuspidales de la secuencia.

Bivalvos:

Ostrea (Cubitostrea) ameghinoi

Ih.

Odontogryphea phyrotheriorum

Ih.

Odontogryphea rostrigera Ih.

Braquiópodo:

Rhynchonella ? sp.

Gastrópodos:

Natica cf. *tapiae* Fer.

Cf. *Rostellaria rothi* Ih.

Microfósiles: colectados en los bancos basales del perfil.

Dientes de peces, espinas de equinodermos, restos de briozoarios y los siguientes:

Foraminíferos:

Quinqueloculina sp.
Lenticulina sp.
Cibicides globosus Camacho
Cibicides succedens Brotzen

Ostrácodos:

Togoina sp. aff. *T. australis* Bertels
Huantraiconella sp. aff. *H. prima* Bertels

Colectados en bancos de la sección media de la secuencia.

Restos de peces, equinodermos, briozoarios, espículas de esponjas silíceas y los siguientes:

Foraminíferos:

Globulina inaequalis Reuss
Guttulina lehneri (Cushman y Ozawa)
Guttulina lactea (Walker y Jacob)
Guttulina problema (d'Orbigny)
Polymorphina ovata d'Orbigny
Polymorphina subrhombica Reuss
Lagena acuticostata Reuss
Planularia umbonata Loetterle
Palmula sp.
Buliminella isabelleana Camacho
Loxostomum applinae Plummer
Protelphidium hofkeri Haynes
Cibicides globosus Camacho
Cibicides succedens Brotzen
Hanzawaia castellaroe Bertels
Gyroidina subangulata (Plummer)
Alabama midwayensis Brotzen
Pulsiphonina prima (Plummer)
Gavelinella midwayensis (Plummer)
Anomalinoidea acuta (Plummer)
Globoconusa daubjergensis (Brönnimann)

Ostrácodos:

Wichmannella sp.
Hermanites sp.
Munseyella sp.
Cyamocytheridea felix Bertels
Hemicytheridea sp.
Ilyocypris sp.

Flanco occidental de la sierra del Guanaco: en pequeños destapes a través de los restos dislocados y fracturados de la cobertura basáltica se observan asomos correspondientes a la Formación Salamanca. La litología muestra gran similitud con la descrita para los alrededores del puesto Manuel Arce. Idénticas son las relaciones con las entidades infra y suprayacentes. Los caracteres bioestratigráficos obtenidos corresponden a restos de briozoarios, dientes de peces, restos de equinodermos, espículas de esponjas silíceas y un ostrácodo:

Ilyocypris sp.

Zona de El Sombrero, estancia y puesto Lacoste y estancia La Flecha: los afloramientos de esta región intermedia se han agrupado para su tratamiento dado que son escasos, saltuarios y muy obnubilados por la cubierta moderna. En rasgos generales se presentan, alternativamente y, en la mayoría de los casos, formando lenticulaciones, conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas de colores claros, con tonalidades amarillentas, blanquecinas y ocráceas, cemento ferruginoso y bajo grado de consolidación. Es frecuente la estratificación diagonal y entrecruzada en areniscas y conglomerados.

Ocasionalmente se interstratifican con las anteriores coquinas blanquecinas grisáceas de hasta 1,5 m de potencia y paquetes arcilíticos gris verdosos de hasta 5 m de espesor, con abundante participación glauconítica.

Los niveles sefíticos son portadores de numerosos y voluminosos troncos silicificados y los samíticos de restos deformados y fracturados de bivalvos.

La mala conservación de la megafauna sólo permitió determinar

Ostrea (Cubitostrea) ameghinoi
Ih.

Odontogryphea pyrotheriorum Ih.

En cuanto a microfósiles, las muestras aportaron restos de briozoarios, dientes de peces, restos de equinodermos, espículas de esponjas silíceas y un ostrácodo:

Paracypris ? sp.

Zona de estancia Santa Ana: el casco de la mencionada estancia se localiza a unos 14 km al oeste de El Sombrero. A escasos 4 km al poniente de la misma puede observarse claramente a la Formación Salamanca apoyando en marcada discordancia erosiva y suavemente angular sobre elementos del Grupo Chubut. Esta relación se observa también, aunque en algunos sectores menos nítidamente, en los afloramientos ubicados inmediatamente al naciente de la citada localidad.

Con un espesor medido de 60 metros la secuencia está representada fundamentalmente por arcilitas tobáceas blanco amarillentas, macizas y limolitas terrosas verde amarillentas, regularmente estratificadas.

Estos niveles pelíticos son predominantes y representan las secciones inferiores y media del paquete. Es notable la presencia de abundante glauconita en los mismos.

Hacia el techo predominan los bancos areniscosos, arenoconglomerádicos y conglomerádicos que conforman cuerpos lenticulares a veces intermezclados sin límites precisos. Las tonalidades de estos bancos son preferentemente ocráceas debido a gran cantidad de óxidos e hidróxidos de hierro que conforman su cemento. Las fracciones más gruesas son portadoras de gran cantidad de troncos silicificados de respetable tamaño.

Zona de puesto La Potranca: el hallazgo más occidental del Paleoceno ma-

rino indicado en el plano se localizó en las cercanías del puesto citado, ubicado a unos 30 km al oeste de El Sombrero. El espesor se halla notablemente disminuido, lo que indicaría que estos sedimentos representan el alcance máximo que tuvo la transgresión daniana hacia el oeste.

De los escasos 20 m allí aflorantes la mitad inferior corresponde a niveles arcilíticos gris verdosos muy ricos en glauconita que rematan hacia su techo en bancos areniscosos amarillo verdosos y un potente banco conglomerádico con laminación entrecruzada de color ocre intenso. Como es común en los paquetes más gruesos, aparece gran cantidad de troncos silicificados.

Facies y ambiente deposicional

Se trata de sedimentitas depositadas en un ambiente marino con representantes faunísticos que denotan aguas pandas y otros de plataforma interna. La fragmentación de los megafósiles portados por areniscas, conglomerados y coquinas evidencian la proximidad de la zona de rompiente de olas. La presencia de arcilitas tobáceas en los alrededores de la estancia Santa Ana, asociadas a conglomerados indicarían la existencia de posibles cuerpos de aguas continentales costaneros. La presencia del ostrácodo de agua dulce *Ilyocypris* sp. denuncia la posibilidad de aportes acuáticos continentales, tales como ríos (Bertels, comunic. epist.).

Es llamativa la existencia de numerosos troncos silicificados de gran tamaño en los bancos conglomerádicos y areniscosos de la sección basal de la formación. Tal hecho podría explicarse admitiendo la presencia de una abundante vegetación en la faja marginal costanera que fue siendo sepultada e incorporada a los sedimentos marinos durante el avance de la transgresión.

La reconstrucción regional y las evidencias paleoambientales permiten suponer que las localidades situadas en la faja occidental se encuentran en la zo-

na más proximal a una línea de costa del pasado. El límite de la ingresión del mar salamanquense en los alrededores de La Potranca-estancia Santa Ana queda evidenciado por una acentuada inflexión de la línea de costa, señalando el alcance occidental máximo de la transgresión paleocena para esa latitud.

Relaciones estratigráficas

Las relaciones de su base corresponden a la de una transgresión marina que diseña una discordancia regional. Localmente se observan discordancias erosivas netas sobre las sedimentitas y piroclastitas del Grupo Chubut en la zona central y oriental del cartero. En el extremo occidental (Pto. La Potranca) las sedimentitas marinas apoyan directamente sobre la Formación Cañadón Asfalto, del Jurásico medio. En ninguna localidad se pudieron observar las relaciones de contacto con las Formaciones Río Chico y Sarmiento que le suprayacen en la columna estratigráfica de la comarca. Se infiere en su techo la existencia de una suave discordancia regional.

Edad y correlaciones

El estudio del material fosilífero colectado otorga a las sedimentitas de la Formación Salamanca una edad paleocena. Faunísticamente es correlacionable con el Piso Daniano superior europeo.

La asociación de megafósiles caracteriza a la Formación Salamanca del golfo de San Jorge (Camacho, 1967 y comunic. epist.). Es correlacionable, también, con la parte media de la denominada Formación Cerro Bororó (Bertels, 1973 y Andreis *et al.*, 1973).

Varios de los foraminíferos presentes en el área permiten equiparar estos términos con la Formación Pedro Luro (Malumian, 1970) y con el "Salamanquense" de Punta Peligro (Méndez, 1966).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Andreis, R.; Mazzoni, M. y Spalletti, L., 1973. *Geología y sedimentología del Cerro Bororó (Prov. del Chubut)*. Act. V Congr. Geol. Arg., III, 21-55.
- Bertels, A., 1973. *Bioestratigrafía del Cerro Bororó, Prov. del Chubut, Rep. Arg.* Act. V Congr. Geol. Arg., III, 71-91.
- Bracaccini, O., 1968. *Panorama general de Geología Patagónica*. Act. III Jorn. Geol. Arg., I, p. XVII-XLVII.
- Camacho, H., 1967. *Las transgresiones del Cretácico Superior y Terciario de la Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII (4), 253-279.
- Chebli, G., 1973. *Geología y estratigrafía de la región central del Chubut, al sur del río homónimo, entre Sa. de Cañadón Grande, Sa. Cuadrada, Sa. del Guanaco e inmediaciones de la Sierra Negra, Dpto. de Paso de Indios, Provincia del Chubut, Argentina*. Tesis doctoral, Univ. Nac. Bs. As.
- Feruglio, E., 1928. *Descripción de algunos perfiles en la región costanera entre Bahía Solano y Bahía Bustamante en el valle del Río Chico y en la barranca al Sud del Colihuapi*. Inéd. YPF. Bs. As.
- 1929. *Apuntes sobre la constitución geológica del valle superior del Río Chico*. Inéd. YPF. Bs. As.
- 1949. *Descripción Geológica de la Patagonia*. I, II y III. Dir. Gral. de YPF. Bs. As.
- Flores, M., 1956 a. *Perfiles en el Chubutiano y observaciones geológicas en la parte central y norte de Chubut*. Inéd. YPF. Bs. As.
- 1956 b. *Reconocimiento geológico entre Malaspina y Camarones (Chubut)*. Inéd. YPF. Bs. As.
- 1957. *Perfiles en el Chubutiano (II Parte)*. Inéd. YPF. Bs. As.
- Lesta, P. y Ferello, R., 1972. *Geología de la porción extraandina de la provincia del Chubut y norte de la provincia de Santa Cruz*. Acad. Nac. de Ciencias. Centenario de la Fundación, Geología Regional Argentina, Córdoba.
- Malumian, N., 1970. *Bioestratigrafía del Terciario marino del subsuelo de la provincia de Buenos Aires (Argentina)*. Ameghiniana, VII, (2), 173-204.
- Masiuk, V., 1967. *Estratigrafía del Rocanense del Puesto P. Alvarez. Curso inferior del Río Chico, Prov. del Chubut*. Rev. Mus. La Plata (n.s.) Paleont., 5 (34): 197-258.
- Méndez, I., 1966. *Foraminíferos, edad y correlación estratigráfica del Salamanquense de Punta Peligro (45° 30' S; 67° 11' W) provincia del Chubut*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI (2), 127-157.
- Piatnitzky, A., 1933. *Informe preliminar sobre reconocimientos geológicos en la región del río Chubut*. Inéd. YPF, Bs. As.

- 1936. *Informe preliminar sobre el estudio geológico de la región situada al norte de los lagos Colhué Huapi y Musters*. Inéd. YPF. Bs. As.
- Russo, A., 1953 a. *Levantamiento geológico de la zona comprendida entre Meseta Cuadrada y Pampa de Salamanca (Dptos. de Camarones y Pico Salamanca)*. Gob. Mil. de Com. Riv. Inéd. YPF. Bs. As.
- 1953 b. *Levantamiento geológico al norte de Pico Salamanca, entre el mar y la Pampa del Castillo, Salamanca y Malaspina, Dptos. de Camarones y Pico Salamanca*. Gob. Mil. de Com. Riv. Inéd. YPF. Bs. As.
- Stessin, A., 1929. *Gira de reconocimiento geológico en la parte media del valle del Río Chico (Chubut) con referencia especial a la cuestión de las exploraciones petrolíferas*. Inéd. YPF. Bs. As.

Recibido el 18 de marzo de 1974.

UN INTRUSIVO BASICO ORDOVICICO EN LA "FORMACION LA TINTA" (SIERRA DE LOS BARRIENTOS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA)

POR CARLOS W. RAPELA, LUIS H. DALLA SALDA Y CARLOS A. CINGOLANI

RESUMEN

Se da a conocer la composición petrográfica, las relaciones geológicas y la edad de un cuerpo intrusivo básico (diabasa subalcalina normal), alojado en sedimentitas de la Formación La Tinta. La filonación está intruida subhorizontalmente y paralela a la estratificación de las rocas de caja, a las cuales transforma por efecto termo-metasomático en rocas hornfelsicas.

De acuerdo a las edades radimétricas obtenidas (450, 495 y 498 m.a.), se evidencia un ciclo magmático básico de edad ordovícica en el cordón de Tandilia. Estos datos geocronológicos, conjuntamente con la información procedente de estudios paleontológicos (Borrello, 1966), permiten limitar cronológicamente a la Formación La Tinta (área sierra de Los Barrientos) al lapso que media entre el Cámbrico y el Ordovícico inferior.

ABSTRACT

The petrographic composition, geological features and the age of a basic intrusive body (normal subalkaline mafic rock) are here given. This rock occurs as a sill intruded in the so called Formación La Tinta. Thermal and metasomatic effects are seen in the contact between the intrusive and country rocks. The metamorphic products were classified as hornfels like rocks with evidence of metasomatism.

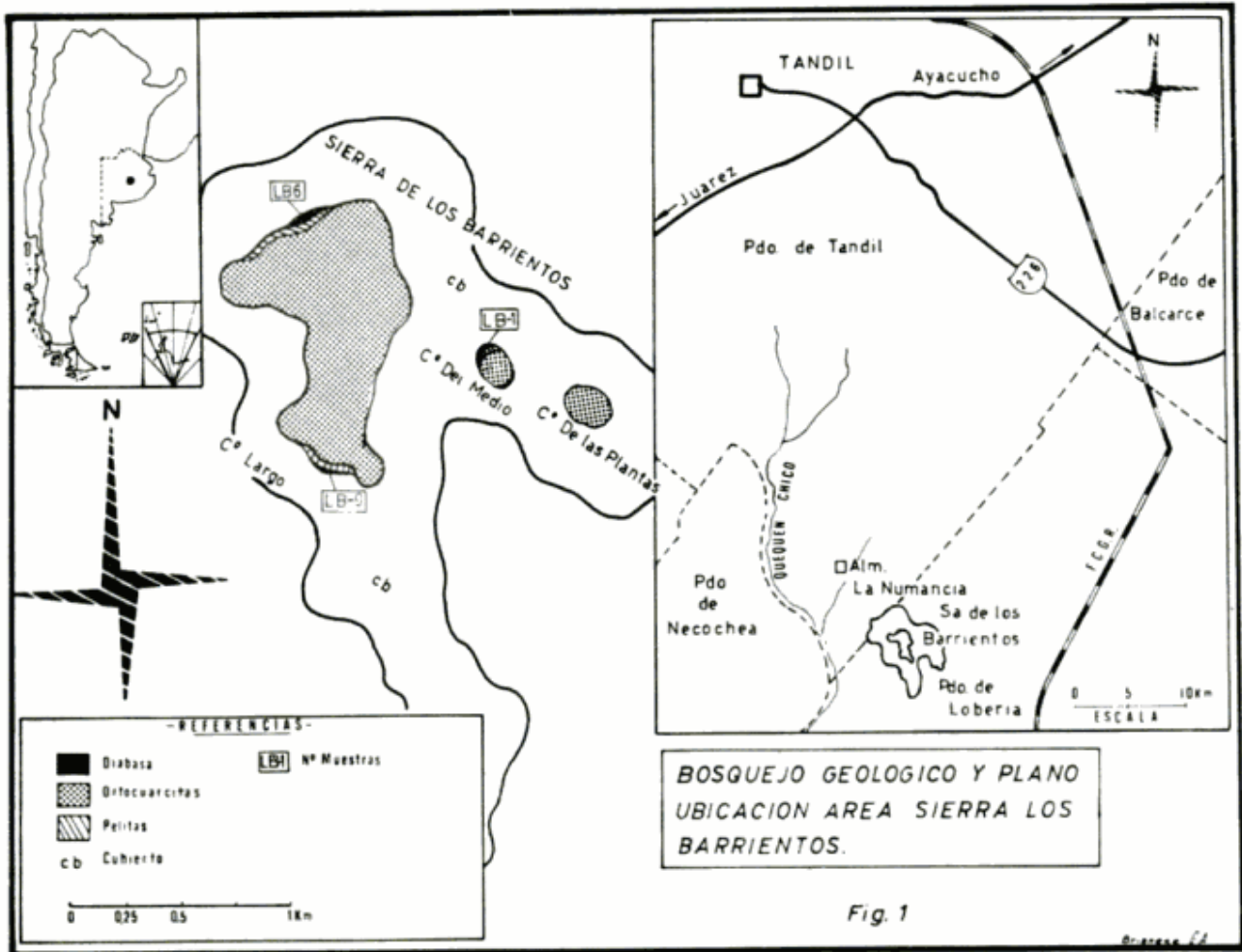
According to radiometric data obtained (450, 495 and 498 m.y.), the basic magmatism is referred to an ordovician age. Through paleontological information (Borrello, 1966), together with the above mentioned ages, it is thought that La Tinta Formation (Sierra de Los Barrientos area) could be referred to a Cambrian-Lower Ordovician age.

I. INTRODUCCION

Entre las últimas investigaciones realizadas sobre rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires, se destaca la importante contribución efectuada por Quartino y Villar Fabre (1967), quienes aportaron significativos elementos tendientes a una mejor interpretación del basamento cristalino de

dicho sistema serrano bonaerense. Entre otros datos de interés, los autores mencionaron el descubrimiento efectuado por Amos, de una roca básica intruida en pelitas (que forman parte de la Formación La Tinta) aflorantes al SE de Tandil, y que conforman la cubierta sedimentaria local, en la denominada Sierra de Los Barrientos (fig. 1).

Este hecho, es a nuestro entender, de suma importancia, pues constituyó la primera referencia de rocas ígneas intruidas en las sedimentitas, que con marcada discordancia se apoyan sobre



el basamento cristalino en las Sierras Septentrionales. Frente a esta información, dada a conocer hace ya siete años, nos ha parecido interesante profundizar los detalles sobre la composición petrográfica, las relaciones geológicas de campo y la geocronología de estas rocas básicas hipabisales. A tal fin, se efectuó una campaña geológica de reconocimiento y estudio al citado sector serrano, determinándose dos nuevas localidades con afloramientos de diabasas que aparecen con relaciones de contacto intrusivo en pelitas de la denominada "Formación La Tinta"*. Sobre el material de estas nuevas localidades, conjuntamente con el proveniente de la localidad del hallazgo inicial de A. Amos, se efectuó el estudio petrográfico y radimétrico motivo de esta contribución.

* En un capítulo posterior se aclara el valor de esta denominación.

Queremos también señalar, que es nuestro propósito, ante la presencia de un ciclo básico intrusivo en la cubierta sedimentaria de Tandilia, aportar nuevos datos que conduzcan a un mejor conocimiento de la ubicación cronológica de esta sucesión.

II. GEOLOGIA DEL AREA DE LA SIERRA DE LOS BARRIENTOS

En el área de estudio afloran sedimentitas que pertenecen a la denominada "Formación La Tinta", integrando localmente una secuencia que se inicia con pelitas (arcilitas) grises y castañas claras y culminan con ortocuarzitas blanquecinas de grano mediano a grueso en parte ligeramente conglomerádicas.

Es en la base de esta sucesión donde Amos registró la presencia de una diabasa, en la localidad de la estancia Nue-

va Guitarrita, en el cerro del Medio de la Sierra de Los Barrientos (fig. 1). En este cerro, ubicado entre el cerro Largo y el cerrito de Las Plantas, sobre el faldeo que enfrenta al cerro Largo, afloran aproximadamente unos 8 m de una roca ígnea verde oscura, algo alterada, en contacto, a través de una roca hornfésica verde, de grano muy fino, con la base de la secuencia pelítica que aflora en la comarca.

El área está muy cubierta y el contacto de este intrusivo con las sedimentitas, se observa bien en un solo lugar en el citado cerro. No obstante, se encontró otro pequeño afloramiento de diabasa en el sector sur del mismo, pero en este caso separado de las sedimentitas por un tramo de cubierta.

La diabasa de la primera localidad citada, aflora siguiendo una línea aproximadamente E-W a lo largo del contorno del faldeo del cerro y ascendiendo ligeramente de norte a sur. Entre la diabasa y las arcillas amarillentas paleozoicas aparecen rocas hornfésicas verdes de grano muy fino, macizas y muy silicificadas, con planos de estratificación heredados de la pelita original, mostrando fisuras rellenas por epidoto y sílice. Cabe señalar que excepto el fuerte cambio de color, un ligero moteado irregularmente distribuido y la silicificación y epidotización, las rocas de contacto con la intrusión mantienen las mismas características estructurales de las pelitas suprayacentes.

El límite inferior de la diabasa no fue observado en los afloramientos por estar parcialmente cubierto por detrito reciente. Sin embargo se ha advertido la presencia de arcilitas castaño amarillentas en niveles inferiores respecto del cuerpo intrusivo. Estas pelitas son semejantes a las que yacen por arriba de las diabasas y rocas hornfésicas antes mencionadas.

Por encima de las rocas hornfésicas continúan 1 m de arcilitas castaño claro, en parte laminadas, impregnadas por pigmentos ferruginosos. La sucesión cul-

mina con unos 4 a 6 m de ortocuarcita blanquecinas de grano medio a grueso en parte ligeramente conglomerádicas con escasa matriz arcillosa gris clara y bien cementadas por sílice, dispuestas en estratos tabulares y cuneiformes subordinados, en bancos de 1 y 2 m de espesor. Las estructuras sedimentarias entrecruzadas reconocidas corresponden al tipo tangencial simple. Todo el conjunto yace en posición subhorizontal.

En el extremo noroeste del cerro Largo, en la estancia La Delia, se observaron rocas semejantes con las mismas relaciones. Afloran por entre el escombros del talud del faldeo del cerro, ligeros asomos de la diabasa en contacto con la roca hornfésica verde —en este caso con un desarrollo de 0,8 m—, continuando pelitas y arenitas semejantes a las descritas para la localidad anterior. En este lugar fue posible determinar que la diabasa se encontraba en una posición subhorizontal, midiéndose valores máximos de inclinación del orden de los 5-10 grados hacia el este.

Finalmente, cabe mencionar que en el extremo sudsudeste del cerro Largo, por debajo de laboreos de exploración efectuados por "Kaiser Aluminio", sobre un banco de arcilitas que forman la base de la sucesión local, fue reconocida la presencia de la diabasa, aunque más alterada y aparentemente representando una facies de grano más grueso. En esta localidad no fue posible determinar la presencia de las rocas del contacto debido a la cubierta detrítica que cubre parcialmente a los afloramientos.

En todos los asomos descritos, el intrusivo se dispone concordantemente respecto de las pelitas intruídas. El piso del cuerpo diabásico no es visible en ningún caso, por lo cual la concordancia se refiere exclusivamente al techo del intrusivo. La distribución areal de los afloramientos (ver fig. 1) sugiere la presencia de un solo cuerpo básico en forma de filón capa. La presencia de variedades de diabasa de grano grue-

so (muestra LB-9, extremo sudsudeste del cerro Largo), de aspecto má gábrico, situada estratigráficamente en posición más baja que las muestras marginales de grano mediano-fino, indicarían una potencia variable del espesor del cuerpo ígneo.

III PETROGRAFIA

a) *Diabasas*

A continuación se describen las muestras de diabasas (ver fig. 1) obtenidas en la localidades de:

- LB-1 cerro del Medio.
- LB-6 flanco norte, cerro Largo.
- LB-9 flanco sur, cerro Largo.

Las muestras LB-1 y LB-6 tienen megascópica y microscópicamente características comunes. En el afloramiento se destacan como una roca de color gris verdoso oscuro, de tamaño de grano entre 1 a 2 mm, maciza, diaclasada y con pátinas superficiales de colores castaño amarillentas más claras que la roca fresca. En el flanco sudeste del cerro Largo (muestra LB-9), el filón capa se resuelve en una roca diabásica de aspecto más gábrico, el tamaño de grano aumenta hasta los 5-7 mm, manteniendo el color gris verdoso, pero más alterada.

Al microscopio las rocas tienen fundamentalmente textura subofítica a ofítica, en partes con relaciones intergranulares (LB-1 y LB-6), o granular hipidiomorfa en la muestra LB-9. En la roca LB-6 se destacan grandes fenocristales de epidoto de hasta 3-4 mm de tamaño, que le confieren microscópicamente un aspecto porfírico. Las rocas de grano medio presentan frecuentes cavidades alveolares de forma esférica o ameboidales de un tamaño medio de 1-2 mm rellenas por cloritas y epidoto.

Todos los tipos muestrados consisten fundamentalmente en un intercrecimiento plagioclasa-piroxeno. El piroxeno es de tipo augita ($2Vz: 50^\circ$,

birrefringencia: 0,024, $\gamma : C = 43^\circ$) encontrándose ligeramente coloreado de un tinte rosado. usualmente se observaron diferencias en la intensidad de color entre individuos de piroxeno y decoloraciones en los bordes de un mismo cristal. En las muestras LB-1 y LB-6 los cristales de augita no superan el milímetro de tamaño, mientras que en la muestra LB-9 de franco aspecto plutónico, superan en muchos casos los 5 mm de tamaño. Este mafito se encuentra fresco y con abundantes inclusiones de plagioclasa en forma de pequeñas cuñas y tablillas en franca relación ofítica (fig. a). En algunos casos fue posible observar cristales de piroxeno de marcada forma curva, semejantes a los descriptos para las diabasas del Karroo por Walker y Poldervaart (1949), y más comúnmente individuos con fuerte extinción ondulante, sin que aparezcan en los cortes delgados otro signo de posible cataclasis. Cabe consignar asimismo, una marcada orientación de los primas de piroxeno que en algunas oportunidades se resuelven en una continuidad óptica de varios individuos dispuestos en forma subparalela o en secciones de abanico.

La plagioclasa es de tipo andesina básica (An_{43}) y de composición uniforme en las distintas rocas estudiadas, no se

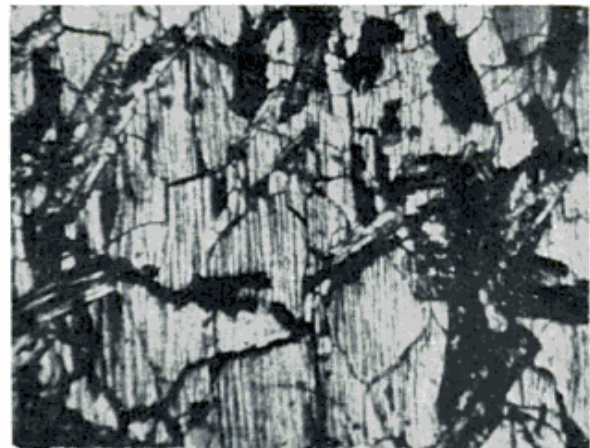


Fig. a.— Fotomicrografía de una sección delgada de la muestra LB-9. Se observa la relación ofítica de tablillas de andesina básicas incluidas en un único cristal de augita. Con analizador, 20 aumentos.

presenta zonada y los individuos alcanzan un tamaño máximo de 3-4 mm en la muestra LB-9. Comúnmente se las encuentra incluidas en los piroxenos, como individuos euédricos tabulares y formando un mosaico de grano uniforme generalmente con menor desarrollo de sus caras entre los granos de augita. Se encuentran comúnmente macladas según la ley de Carlsbad-albita y albita, menos comúnmente periclino, muy remplazadas en la mayoría de los casos por un fino agregado de sericita, clorita y epidoto.

En la muestra LB-9 (12,7 %, ver cuadro 1) y en menor cantidad en las restantes (LB-1: 5,8 %, LB-6: 3,1 %) se determinó la presencia de un anfíbol del grupo de la cummingtonita-grunerita de color verde oliva claro, algo pleocroico, parcialmente cloritizado. Este material se encuentra remplazando en muchos casos, sobre todo en la variedad gabroide, a los piroxenos por lo cual se lo considera un producto de uralitización del mismo mineral (Deer, Howie y Zussman, 1962).

Los epidotos, principalmente de tipo pistacíticos (menos comúnmente clinozoitita) se encuentran presentes en todas las muestras estudiadas en cantidades apreciables (hasta 11 % para la muestra LB-1). Presentan una variación de color que va desde un verde-amari-llento débil hasta el incoloro ($z : a = 30^\circ$, $2V_x = 70^\circ$).

Es posible distinguir cuatro formas principales de presentación, no obstante algunas menores variaciones graduales entre ellas:

—Formando grandes fenocristales individuales de 3-4 mm (LB-6) que en ocasiones se resuelven como un agregado de cristales que en conjunto adoptan forma hexagonal (pseudomorfosis según olivina?), regularmente acompañado de clorita. (fig. b).

—Como relleno de cavidades (microvesículas de forma circular) en forma de cristales irregulares de hasta 1-2 mm

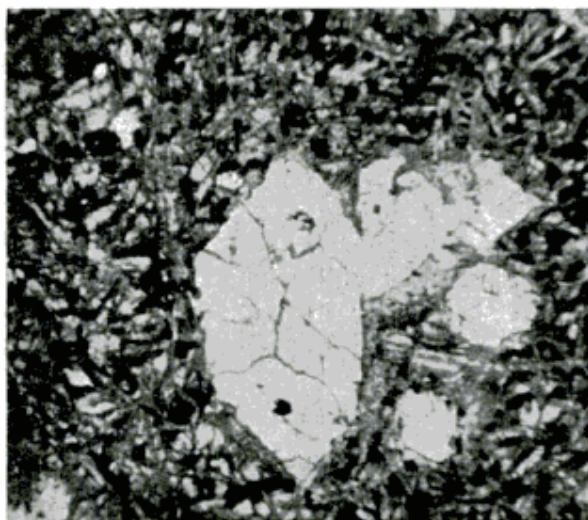


Fig. b.— Fotomicrografía de una sección delgada de la muestra LB-1. Se observan agregados y porfiroblastos de epidotos, algunos de forma hexagonal, rodeados por un intercrecimiento plagioclasa-piroxeno monoclinico, isogranular. Con analizador, 20 aumentos.

invariablemente acompañado por clorita.

—Formando pequeños agregados intersticiales dentro de la trama piroxeno plagioclasa (relación intergranular).

—Como mineral secundario de la alteración de la plagioclasa (LB-9), formando agregados irregulares crecidos sobre el feldespato.

La clorita, formando masas irregulares, acompaña al epidoto como relleno alveolar de las microvesículas. Menos comúnmente se la encuentra relacionada con los fenocristales de epidoto.

La muestra LB-9 presenta leucoxeno como mineral opaco predominante (5,7 %). Este aparece en forma de cristales esqueléticos de 2-3 mm de tamaño, con exoluciones de magnetita en las trazas de clivaje.

La magnetita se presenta en todas las muestras analizadas en forma intersticial.

La composición modal de las muestras analizadas, obtenidas sobre 1.000 puntos con contador, se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1

Composición modal de la diabasa de la sierra de Los Barrientos

	LB-1 (%)	LB-6 (%)	LB-9 (%)
Plagioclasa	42,3	44,8	55,1
Piroxeno.....	38,0	39,2	22,0
Epidoto.....	11,7	9,0	4,5
Clorita + anfíbol.....	5,8	3,1	12,7
Accesorios	2,2	3,9	5,7

b) *Las rocas de la zona de contacto*

En los perfiles examinados, ya descritos en el capítulo anterior, se destaca una zona de transformación de algo más de un metro de desarrollo constituidas por rocas hornfésicas verdes, de grano muy fino, aspecto silíceo, fractura concoide, moteadas irregularmente por agregados subsféricos más oscuros de hasta 3-4 mm de diámetro, que conservan heredadas la estratificación de la pelita original.

Las rocas al microscopio se resuelven como un fino agregado de plagioclasa, epidotos, granate y cuarzo sobre los que se implantan porfiroblastos, en estado incipiente de recristalización, de un material verde de aspecto semejante, por su hábito, índice y color al que ofrecen las cloritas (fig. c). Es de destacar que los primeros minerales mencionados se disponen en bandas más o menos continuas de pocos milímetros de espesor, respetando la estratificación heredada. Es así que se observan en las secciones delgadas una concentración en determinadas folias de epidoto-plagioclasa, mientras que en otras predomina el granate asociado con calcita muy finamente dividida. Cabe agregar que se destacan asimismo varias venillas que cortan diagonalmente a las rocas, compuestas esencialmente por epidoto, plagioclasa y cuarzo.

La plagioclasa de la matriz granoblástica fina y de las venillas, fue identificada como oligoclasa ácida y se la encuentra como individuos xenoblásticos pequeños y escasamente alterados, macclados según la ley de albita. Los epidotos fueron determinados por vía óptica y difracción de rayos X como pistacita, zoisita y clinozoisita. Se encuentran pequeños individuos o en agregados finos siguiendo la foliación, como porfiroblastos de hasta 1 mm, irregularmente implantados en la matriz o en

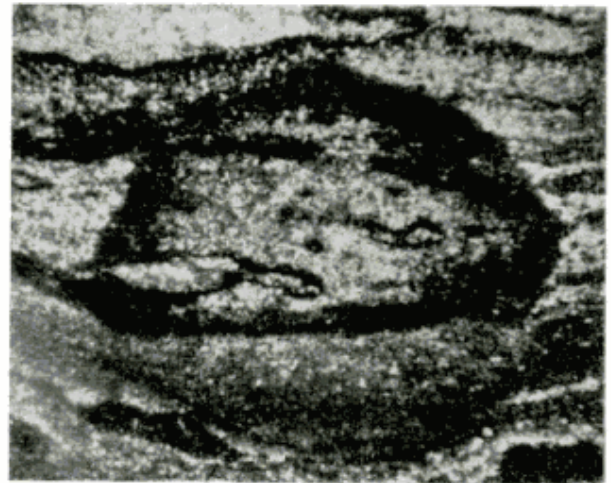


Fig. c. — Fotomicrografía de una sección delgada correspondiente a la roca hornfésica del contacto de la diabasa (muestra LB-1) con las pelitas de la Formación La Tinta. Se observa un porfiroblasto incipiente constituido por un fino agregado clorítico implantado sobre una matriz de plagioclasa, epidoto y cuarzo. En las folias lenticulares oscuras aparece el granate asociado con calcita. Con analizador, 20 aumentos.

venas en paragénesis con la plagioclasa y el cuarzo. Existe además granate, de tipo grosularia, que forma pequeños cristalitas de hasta 0,1 mm de color castaño claro, que se localizan especialmente en algunas folias lenticulares y discontinuas asociado comúnmente al epidoto. Debe mencionarse, que estas concentraciones foliares del granate se encuentran por lo común rodeadas por una delgada aureola de agregados muy finos de calcita.

Las pelitas sin transformación, situadas por encima de las rocas del contacto descritas más arriba fueron analizadas por difracción de rayos X, encontrándose que las mismas estaban compuestas fundamentalmente por caolinita.

IV. PETROLOGIA

a) *Clasificación de las rocas básicas estudiadas*

Sobre la base de la composición mineral y adoptando la clasificación propuesta por Wilkinson (1967) las basitas analizadas se clasifican como *diabasas subalcalinas normales*. Cabe señalar que este autor separa este grupo de las conocidas diabasas y basaltos toleíticos, debido a la carencia en estas rocas subalcalinas en sentido estricto, de cuarzo y feldespatos alcalinos.

b) *Variaciones texturales y mineralógicas de las rocas básicas*

Son fácilmente reconocibles a nivel meso y microscópico las diferencias de tamaño de grano entre las rocas LB-1 y LB-6 y la LB-9, mientras que las dos citadas en primer término muestran un grano mediano a fino semejante al de muchas lavas básicas, la muestra LB-9 presenta grano grueso y aspecto gábrico, dichas diferencias texturales se deben fundamentalmente a la posición que ocupan respecto del techo del intrusivo. De esta forma, las variedades de grano fino

corresponderían al margen enfriado superior del cuerpo, mientras que la gabbroide tipificaría a la diabasa normal o dominante (Tomkeieff, 1929) o bien una posible facies de grano grueso que se encontraría como una folia irregular o esferoide dentro del cuerpo principal. Esta última posibilidad resultaría descartada de encontrarse nuevos afloramientos cercanos con rocas de textura dominante intermedia entre los tipos ya citados.

El análisis de la composición mineral a través de las modas efectuadas (Cuadro 1) no revela mayores diferencias entre las rocas analizadas, no obstante es interesante destacar que la roca LB-9 posee un contenido más elevado de minerales opacos y más del doble de anfíbol y clorita respecto a las otras dos muestras, situación que pareciera indicar una mayor concentración en volátiles con el consiguiente aumento en el tamaño de grano de la misma.

c) *Procesos hidrotermales en las diabasas y en las rocas del contacto*

Las diabasas y las rocas hornfésicas del contacto presenta evidencias de un fenómeno hidrotermal puesto de manifiesto por rasgos mineralógicos y mineralógicos-estructurales que lo demuestran.

En las rocas básicas es frecuente observar la presencia de minerales de tipo pistacita, e inclusive zoisita y clinzoisita (entre 4,5 y 11,7 %) que aparecen bajo distintas formas y relaciones ya tratadas en el capítulo de mineralogía. Esas formas de presentación, exceptuando la última indicada, en las que se lo encuentra invariablemente acompañado de clorita, sugieren la presencia de un proceso hidrotermal póstumo que actuó al final de la cristalización, durante la etapa intrusiva de las diabasas.

Corroboración esta idea la uralitización parcial de los piroxenos monoclinicos, especialmente en la variedad de muestra de grano grueso (LB-9). En las

variedades marginales de grano fino la uralitización es sólo incipiente, debido posiblemente a que el escape de las soluciones acuosas hacia zonas aledañas impidió que la transformación hidratante se completara.

Las rocas del contacto muestran a su vez evidencias claras de haber sufrido un aporte metasomático proveniente de la intrusión ígnea. Venas compuestas por epidoto, clorita, oligoclasa y cuarzo que parten del contacto con la intrusión atraviesan la metapelita cortando la estratificación original. Esas venas muestran al mismo tiempo numerosas bifurcaciones y engrosamientos que a menudo siguen la estratificación primaria de la pelita. Grandes porfiroblastos de epidoto y agregados de pequeños cristales de grosularia que siguen la estratificación, tendrían un origen similar.

El aporte hidrotermal es a menudo difícil de seguir, especialmente en la matriz granoblástica fina, pero de cualquier manera se conviene hasta ahora en afirmar que el mismo ha sido intenso, y que gran parte de la actual composición mineralógica de estas rocas proviene del aporte hidrotermal de la diabasa.

De acuerdo a los productos formados el aporte estaría dado principalmente por Ca, Fe, Mg, Na, Si y H₂O. Efectos metasomáticos de este tipo han sido mencionados por diversos autores y para distintas áreas, Walker y Poldervaart (1949), Poldervaart (1950), Hotz (1953) y Frankel (1967).

d) *Procesos térmicos en las rocas del contacto*

El análisis de los difractogramas de rayos X de las pelitas y las rocas transformadas revela en estas últimas la desaparición de la caolinita, único mineral presente en las pelitas sin transformación. Siendo la temperatura de desaparición de la caolinita algo más de 400° C (Deer, Howie y Zussman, 1962), ello presuponería por lo menos esa tempe-

ratura para los sedimentos en contacto con el cuerpo intrusivo.

Los productos teóricos posibles de un metamorfismo de contacto sobre sedimentos caoliníticos serían pirofilita o andalucita, ninguno de los cuales ha sido encontrado en las sedimentitas metamorfoseadas de Los Barrientos.

Las únicas evidencias que podrían corresponder a un crecimiento *in-situ* son los agregados de material clorítico, de forma ovoidal, que en algunos casos tienden a adquirir forma hexagonal (fig. c).

Dada la gran transformación aloquímica que sufrió la roca, es muy difícil distinguir entre minerales crecidos por recristalización *in-situ* de aquéllos aportados por el metasomatismo hidrotermal, máxime cuando el producto mineralógico final puede ser el mismo.

Una posible ayuda a la dilucidación de este aspecto sería la cuantificación del proceso de aporte mediante el análisis químico de las rocas modificadas y de las pelitas sin alteración, trabajo que se piensa encarar en el futuro.

V. GEOCRONOLOGIA DE LOS FILONES BASICOS

Dadas las características petrográficas, que fueron detalladas en capítulos anteriores, las muestras de referencia han sido examinadas por el método K-Ar en el Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS) bajo la dirección del Dr. E. Linares, a quien se agradece su colaboración.

La metodología utilizada en gabinete para la determinación radimétrica, es la señalada por Linares y Kleiner (1973), que en forma resumida puede expresarse como sigue. Los análisis se efectuaron sobre la roca total, con fusión por horno de inducción por radiofrecuencia y agregado de trazador Argón 38, para permitir el análisis de Ar de las muestras por el método de dilución isotópica. La espectrometría de masas

se cumplió en un equipo tipo Reynolds, de 4,5" de radio curvatura y electroimán de 60°. El error analítico sobre la determinación del contenido de Ar⁴⁰ radiogénico es de 3 % o menor. Paralelamente las determinaciones de potasio total de cada muestra fue realizada con fotómetro de llama, con patrón de Li, por duplicado. El error experimental en esta determinación es del orden del 1-1,5 %. Para los cálculos de edad, se utilizaron las siguientes constantes (Aldrich y Wetherill, 1958) :

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{tot}} &: 5,30 \cdot 10^{-10} \text{a}^{-1} \\ \lambda_{\text{tot}} &: 0,585 \cdot 10^{-10} \text{a}^{-1} \\ K^{40} &: 0,0119 \% \text{ total} \end{aligned}$$

Dado su relativamente bajo contenido de argón atmosférico, en las muestras analizadas, puede considerarse el dato radimétrico con cierta seguridad. Asimismo la ausencia de complicaciones tectónicas mayores o eventos metamórficos, ocurridos en las Sierras Septentrionales bonaerenses, posteriores a la sedimentación de las rocas de cubierta, refuerza el hecho de que se trataría de un fechado correcto.

Los resultados analíticos obtenidos para las muestras de la sierra de Los Barrientos se presentan en el cuadro II. Como puede observarse en la misma, algunas muestras fueron analizadas por duplicado, obteniéndose una buena reproducibilidad dentro del error analítico.

Las edades radimétricas sobre las rocas básicas de los distintos afloramientos, corresponden según la escala geocronológica del Simposio de 1964 al Ordovícico medio e inferior. Constituye así la primera noticia que se posee acerca de un ciclo magmático básico de edad ordovícica en el cordón de Tandilia.

Teruggi *et al.* (1974), determinaron dos ciclos magmáticos básicos para el complejo metamórfico de Tandil, de 2.000 y 1.750 m. a., respectivamente. Dada la magnitud de la diferencia de edades entre dichos ciclos y el que nos ocupa, no hay posibilidad de correlación alguna entre los mismos. Quedaría para el futuro la realización de un estudio minucioso de la serie de ciclos básicos que afectaron el cordón de Tandilia.

CUADRO II

Datos radimétricos del filón básico de la sierra de Los Barrientos

Muestra N°	Localidad	Datación sobre	% K	Ar ⁴⁰ RAD 10 ⁻¹⁰ mol/g	Ar ⁴⁰ ATM %	Edad
LB 1.....	Cerro del Medio	Roca total	0,49	4,422	12,4	450 ± 15
LB 6.....	Cerro Largo (Norte)	»	0,91	9.162	17,3	495 ± 20
LB 6..... (Duplic.)	Cerro Largo (Norte)	»	0,91	9.162	17,3	492 ± 20
LB 9.....	Cerro Largo (Sur)	»	0,61	6.197	28,2	498 ± 25

VI. CONSIDERACIONES SOBRE LA EDAD DE LA "FORMACION LA TINTA"

Conocido es que sobre el basamento precámbrico de Tandilia, se encuentra depositada en discordancia, una sucesión sedimentaria compuesta por ortocuarcitas, calizas, arcilitas y dolomías, que integran un relieve de montaña baja, a menudo mesetiforme. Estas sedimentitas afloran en forma discontinua y descansando subhorizontalmente sobre el basamento cristalino, a lo largo de los 350 km de recorrido que constituye el desarrollo máximo expuesto del cordón de las Sierras Septentrionales de Buenos Aires, desde la sierra de Quillalauquén a cabo Corrientes en el litoral atlántico, con orientación constante noroeste-sudeste.

Los afloramientos aislados, la ausencia de bancos y fósiles guías, conjuntamente con la circunstancia de no encontrarse en ningún sector del cordón de referencia, la columna estratigráfica completa y superpuesta de las unidades descriptas para los sectores de sierras Bayas y Balcarce-Mar del Plata, ha dificultado notablemente los intentos de correlación estratigráfica de las diferentes secciones y consecuentemente con ello el estudio estratigráfico integral de la misma. Debido sin duda a estas circunstancias, los numerosos autores que se ocuparon del área de Tandilia, subdividiendo la columna estratigráfica en secciones y creando unidades formacionales, difieren, en algunos casos, en el orden estratigráfico y en la cronología parcial o total atribuida a la secuencia local.

La nomenclatura con que los distintos autores designan a la sucesión y a las subdivisiones de la misma, no concuerda a menudo, siendo en algunos casos contradictoria. Por esta razón, y con el fin de no entrar en un problema nomenclatural, con la denominación de "Formación La Tinta", incluimos a la totalidad de las sedimentitas que inte-

gran la sucesión estratigráfica de las Sierras Septentrionales.

Numerosos autores se han referido a la probable edad de la Formación La Tinta, Schiller (1930): Carbónico superior; Nágera (1940): Cambro-Ordovícico; Harrington (1940): Carbónico superior; Tapia (1937): Cámbrico; Teruggi *et. al.* (1962) y Teruggi (1964): Gotlándico hasta Carbónico; Borrello (1966) y Antonioli (1969): Ordovícico, entre los principales.

La contribución bioestratigráfica más significativa sobre esta entidad litoestratigráfica es sin duda la presentada por Borrello (*op. cit.*). Este autor, sobre la base del estudio de una asociación de fósiles problemáticos (ichnogéneros), refirió al Ordovícico la cubierta sedimentaria que aflora en los partidos bonaerenses de Juárez, Balcarce y General Pueyrredón. El material estudiado por dicho investigador procede de 31 localidades fosilíferas. Debe destacarse que desde la localidad de Barker hasta el extremo NW del cordón (sierra de Quillalauquén), sólo se presentan restos de *Collenia sp.* y *Cryptozoon sp.* en rocas dolomíticas, de dubitativa asignación temporal por amplísimo biocron.

El diferente contenido biológico en los sectores de sierras Bayas y Balcarce-Mar del Plata, conjuntamente con diferencias notables en los espesores, variación zonal de las facies arcillosas (Caillère e Iñiguez, 1967) y hasta paleocorrientes contrarias (Teruggi, 1964), ha inducido recientemente a la separación de la secuencia en dos secciones (Amos *et al.*, 1971; Holmberg, 1972). Estas secciones se desarrollarían en tiempos diferentes, no existiendo acuerdo entre los citados autores en el orden cronológico relativo de las dos secuencias ni en la edad que le correspondería a cada una de ellas.

Amos *et. al.* (*op. cit.*), sobre la base de lo expresado anteriormente y a la sola presencia de restos algales en la

sección noroeste de las sierras asignan una posible edad precámbrica o eocámbrica al conjunto estratigráfico aflorante en la región de sierras Bayas, comparándolo con similares del Grupo Bambuí, del Brasil (Amaral y Kawashita, 1968). Destacan además en el mismo trabajo, las notables diferencias que existen entre las rocas de las sierras Bayas y las que afloran en el sector Balcarce-Mar del Plata, al cual otorgan una edad menor (zona de los ichnogéneros de Borrello), designándolas como Cuarcitas Balcarce, dejando el término de Formación La Tinta, para la pila aflorante en sierras Bayas, de acuerdo a Nágera (1940).

Holmberg (*op. cit.*), modifica a su vez, los esquemas estratigráficos propuestos hasta el momento, dividiendo a la secuencia en dos partes, una de las cuales correspondería al Paleozoico inferior y la otra al Paleozoico superior. La separación de ambas estaría dada según este autor, por una discordancia ubicada en el techo de las dolomías de la columna de sierras Bayas. A los estratos suprayacentes les asigna una edad carbónica, siguiendo el criterio de Harrington (*op. cit.*). A la secuencia infrayacente, cuyo máximo desarrollo se encuentra en el sector Balcarce-Mar del Plata, le asigna con dudas una edad cambro-silúrica.

El cuerpo básico intruido en las pelitas de la localidad de la sierra de Los Barrientos que nos ocupa, se localiza, según el análisis estratigráfico y geográfico precedente, en el área que posee mayor abundancia de ichnogéneros. Además, las arcillas del área estudiada están compuestas esencialmente por caolinita, revelada por análisis de rayos X. Esta composición mineralógica de la facies arcillosa se la encuentra exclusivamente en el sector central y menos comúnmente en el sector sur de la Formación La Tinta. En el sector norte (sierras Bayas), la composición de las arcillas es predominantemente illítica (Iñiguez y Zalba, comunicación verbal).

De acuerdo a esto, y con las edades radimétricas obtenidas para los cuerpos diabásicos, del Ordovícico inferior a medio, que marca el límite cronológico superior de la secuencia, se confirmaría el hecho de que la denominada "Formación La Tinta", en este sector estudiado, posee una edad limitada entre el Cámbrico y Ordovícico inferior, ya que la presencia de fósiles no precámbricos en su mayoría, pone límite cronológico inferior a la secuencia.

Cabe destacar por último, como dato interesante, el hecho que recientemente fue descubierto por Ramos (1973), un importante material paleobiológico compuesto en lo esencial de trazas de trilobites asignados a *Rusophycus bilobatus*, en la Formación Campanario del Cámbrico de la puña salteña. El mismo autor también cita la presencia, en la Formación Guayoc Chico, de *Rouaultia lye-lli*, a lo que se agrega la conocida presencia de *Cruziana furcifera*, conjuntamente con una abundante fauna de trilobites de indudable edad tremadociana, al norte de Abra de Palomares, provincia de Jujuy. Los fósiles citados han sido también reconocidos por Borrello (*op. cit.*) entre los ichnogéneros más importantes de la Formación La Tinta. Dada la segura edad tremadociana para la Formación Guayoc Chico, y cámbrica para la Formación Campanario del Grupo Mesón, que sin tener fósiles diagnósticos está por debajo de sedimentitas del Tremadociano inferior bien documentado, estaríamos en presencia de un nuevo elemento de juicio, que reforzaría lo expresado precedentemente, en asignar una edad ordovícica inferior-cámbrica a la Formación La Tinta, en el área de Balcarce-Mar del Plata.

Queda aún planteada la incógnita respecto de la edad de la cubierta aflorante en el sector de sierras Bayas-Barker, siempre que no se admita su correlación con la sucesión expuesta entre Balcarce y Mar del Plata.

VII. CONCLUSIONES

1. El filón básico intruido en pelitas caoliniticas de la "Formación La Tinta", en la zona de la sierra de Los Barrientos, está constituido petrográficamente por una *diabasa subalcalina normal*, según la clasificación propuesta por Wilkinson (*op. cit.*).

La intrusión dio origen a una acción termometasomática sobre las citadas pelitas. Dicho efecto se evidencia por la desaparición de la caolinita en la zona del contacto y la presencia de minerales metasomáticos y numerosas venas que, provenientes de la diabasa han aportado material (epidotos, plagioclasas, cloritas, granates y sílice) a las pelitas transformadas.

2. Las edades radimétricas de los cuerpos diabásicos, determinadas por el método K-Ar, sobre tres muestras resultaron ser de 450, 495 y 498 m.a., pertenecientes al tiempo Ordovícico inferior-medio, según la escala geocronológica de Harland *et al.* (1964). Según estos valores, sería la primera evidencia de un ciclo magmático básico ordovícico en el cordón de Tandilia.

3. En base a lo expuesto, quedaría así delimitada, para este sector de la sierra de Los Barrientos, al menos, la edad preordovícica media para la Formación La Tinta. Considerando además las bases bioestratigráficas, cronoestratigráficas y de correlación sustentadas por Borrello (*op. cit.*), la edad de la Formación La Tinta en la comarca comprendida entre Balcarce y Mar del Plata, barcaría el lapso Cambro-Ordovícico inferior.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Mario E. Teruggi y Dr. Alfredo J. Cuerda la lectura crítica del manuscrito. A los doctores J. O. Kilmurray y M. Iñíguez el interés puesto en la discusión de distintos aspectos del trabajo. Al Lic. M. Guichón

la colaboración prestada en las tareas de campaña.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aldrich, L. y Wetherill, G., 1958. *Geochronology by radioactive decay*. Am. Rev. Nuclear Sci., 8, pp. 257-298.
- Amaral, G. y Kawashita, K., 1968. *Determinação da idade do grupo Bambuí pelo método Rb/Sr*. Bol. Paranaense de Geol., 26, pp. 39-40.
- Amos, A., Quartino, B. y Zardini, R., 1972. *El "Grupo La Tinta" (Provincia de Buenos Aires, Argentina) Paleozoico o Precámbrico?* Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia.
- Antonioli, J., 1969. *Formación La Tinta (Ordovícico-Provincia de Buenos Aires)* Com. Inv. Cient. Pcia. Bs. As., Notas, VI, 5.
- Borrello, A., 1966. *Trazas, restos tubiformes y cuerpos fósiles problemáticos de la Formación de la Tinta. Sierras Septentrionales. Prov. Buenos Aires*. En Paleont. Bonaerense, Fasc. V, pp. 42, Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.
- Caillère, S. e Iñíguez Rodríguez, A., 1967. *Etude Mineralogique de "La Tinta" formation argilouse de la Province de Buenos Aires, Republique Argentine*. Bull. Soc. Mineral. Cristallogr. XV, 246-251.
- Deer, W., Howie, R. y Zussman, J., 1962. *Rock-Forming Minerals*. Longmans. Londres.
- Franquel, J., 1967. *Forms and structures of intrusives basaltic rocks*. En Basalts, The Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition, pp. 63-103, Ed. Hess y Poldervaart. J. Wiley.
- Harland, W., Smith, A. y Wilcock, B. (edit.), 1964. *The Phanerozoic Time-Scale, A Symposium*. Quart. Journ. Geol. Soc. London, suppl. 120.
- Harrington, H., 1940. *La edad de la dolomita de Olavarría y la estructura de corrimiento de las Sierras Bayas*, Rev. Museo La Plata (N. S.) I, Sec. Geol., pp. 233-258.
- Holmberg, E., 1972. *Tandilia*. En Geol. Reg. Argentina. Acad. Cs. Córdoba.
- Hotz, P., 1953. *Petrology of granophyre in diabase near Dillsburg, Pennsylvania*. Geol. Soc. Am. Bull., 64, pp. 675-704.
- Linares, E. y Kleiner, L., 1973. *Biotita SJ-1, patrón de laboratorio para método potasio-argon*. Actas. V. Cong. Geol. Arg., I, pp. 395-403.
- Nágera, J., 1940. *Historia física de la Provincia de Bs. As., I, Tandilia*, Bibl. Human, XXIV. La Plata.

- Poldervaart, A., 1950. *Chrysotile asbests produced by dolerite intrusions in dolomite*. Col. Geol. Min. Res., I, pp. 239-245.
- Quartino, B. y Villar Fabre, J., 1967. *Geología y petrología del basamento de Tandil y Barker, Provincia de Buenos Aires, a la luz del estudio de localidades críticas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII, 3, pp. 223-251.
- Ramos, V., 1973. *Trazas de trilobites de la Formación Campanario (Cámbrico) en la puna salteña y otros fósiles problemáticos del Paleozoico inferior*. Ameghiniana, X, 3, pp. 229-234.
- Schiller, W., 1930. *Investigaciones geológicas en las montañas del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires*. An. Mus. La Plata, Ser. 2, IV, pp. 9-101.
- Tapia, A., 1937. *Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas*. Direc. Nac. Geol. Min., Bol. 43, pp. 1-124. Bs. Aires.
- Teruggi, M., 1964. *Paleocorrientes y paleogeografía de las ortocuarcitas de la Sierra de la Tinta, Provincia de Buenos Aires*. An. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. Aires, V, pp. 1-27.
- Teruggi, M., Mauriño, V. y Limousin, T., 1962. *Geología de la porción oriental de las Sierras de Tandil*. An. Prim. Jorn. Geol. Arg., II, pp. 359-373.
- Teruggi, M., Kilmurray, J., Rapela, C. y Dalla Salda, L., 1974. *Diques básicos en la Sierra de Tandil*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIX, 1, pp. 41-60.
- Tomkeieff, S., 1929. *A contribution to the geology of the whin sill*. Min. Mag., 22, pp. 100-120.
- Walker, F. y Poldervaart, A., 1949. *Karoo dolerites of the Union of South Africa*. Bull. Geol. Soc. of Am., 60, pp. 591-706.
- Wilkinson, J., 1967. *The petrography of basaltic rocks. Basalts, The Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition*. pp. 163-215. Ed. Hess y Poldervaart. J. Wiley.

Recibido el 20 de marzo de 1974.

ESTUDIO DE PALEOCORRIENTES Y SEDIMENTOLOGIA DE LA FORMACION MOJOTORO, PROVINCIA DE SALTA, REPUBLICA ARGENTINA

POR CESAR R. CORTELEZZI¹ Y MIGUEL I. CUTTICA †

RESUMEN

Se estudia la Formación Mojotoro en los afloramientos del cerro San Bernardo, Tres Cerritos y La Caldera, provincia de Salta. Las sedimentitas son de edad ordovícica y presentan una estructura homoclinal de rumbo general N-S. En la zona de Mojotoro se observan pliegues muy amplios, fallados longitudinalmente, con los planos de fallas inclinados hacia el W. Petrográficamente se trata de ortocuarcitas, homogéneas, bien seleccionadas y maduras, desde el punto de vista mineralógico. Se realizaron estudios de petrografía de estas rocas ejemplificándose con dos diagramas representativos del área estudiada. Se estudiaron las estructuras primarias de las ortocuarcitas y los datos sectoriales, a fin de establecer las paleocorrientes que actuaron en la zona. Después de comparar estos resultados se concluye que las arenas madres de las ortocuarcitas fueron depositadas por corrientes con dirección SE a NW y la línea de costa del mar ordovícico corría en dirección SW-NE.

ABSTRACT

The Mojotoro Formation in the outcrops of Cerro San Bernardo, Tres Cerritos y La Caldera, Provincia de Salta have been studied. The sedimentary rocks which are of an ordovician age, have an homoclinal structure which strikes N-S. At Mojotoro area wide folds with faults associated were observed, the dip of the fault planes is toward the west. They are homogeneous, well selected and mineralogical matured orthocuarcites. Petrographic studies of these rocks were made and they are exemplified with two representative diagrams of the studied area. The primary structures and vectorial data were studied to establish the paleocurrents in the region. After comparing the results, it was found that the sands were deposited from SE to NW and the line coast of the ordovician sea runs SW to NE.

El área de estudio está ubicada al NE de la ciudad de Salta, y se extiende hasta el Angosto de Campo Alegre, 24°32' hasta los 24°47' de latitud S, y 65°19' hasta los 65°23' de longitud W.

El acceso a los afloramientos se puede efectuar por calles de la ciudad, en lo que respecta a la zona del cerro San Bernardo y Tres Cerritos. El resto del área es accesible permanentemente por medio de la ruta N° 9.

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata.

GEOMORFOLOGIA REGIONAL

La zona investigada está ubicada en el extremo sur de la morfoestructura de las Sierras Subandinas. Las diferentes unidades estratigráficas representadas en el área dan geomorfias particulares para cada una de ellas. Las sedimentitas corresponden al Ordovícico, e identificadas con la Formación Mojotoro, están representadas por una estructura homoclinal de rumbo general N-S y dirección de buzamiento al W; hacia ese lado posee una inclinación muy suave. Por el contrario, la porción E

tiene una inclinación mucho más abrupta. La topografía está totalmente controlada por la estructura de esta formación, observándose una serie de serranías de una altura media de unos 500 m; este control está ejercido por los planos de estratificación.

Ruiz Huidobro (1968) divide a la Formación Mojotoro en Miembro superior y Miembro inferior.

La Formación Carahuasi, Areniscas superiores y Terciario Subandino (Ruiz Huidobro, 1955), integrada por conglomerados, areniscas y arcillas con dife-

rente grado de diagénesis, se presenta formando serranías muy accidentadas.

El Cuartario está representado por terrazas y conos aluviales, sobreelevados por epirogénesis con suaves pendientes y bisectados por actuales cursos de agua.

BOSQUEJO GEOLOGICO REGIONAL

Podemos resumir las características estratigráficas y paleontológicas del área estudiada en el cuadro siguiente:

Cuartario	Form. Carahuasi	Conglomerados en terrazas y conos aluviales	
Terciario		Areniscas blanquecinas a gris azuladas c/intercalaciones de margas y conglomerados	Cefalópodos Pelecípodos
	Form. Mojotoro	Areniscas rojizas c/intercalaciones, margas arenosas y conglomerados	Alas de coleópteros
Llanvirniano		Ortocuarcitas rosadas c/intercalaciones, margas arenosas y conglomerados	<i>Hoekaspie schlagenweiti</i> Cefal. Pelee.
	Form. Mojotoro	Areniscas gris verdosas amarillentas c/intercalaciones, lut. verd. gris. a amarillentas c/intercalaciones de areniscas	<i>Tysanopyge arthis grandis.</i> <i>Didymograptus deflexus</i>
Ordovícico . . .		Areniscas gris amarillenta c/intercalaciones lutitas y margas	<i>Notopeltis orthometopa</i>
Tremadociano		Lutitas oscuras con intercalaciones de cuarcitas	<i>Jnjuyaspis Keideli</i> <i>Kainella meridionalis</i>
Cámbrico	Superior o Medio	Cuarcitas rosadas a grises c/intercalaciones lutitas amarill.	
	Inferior	Conglomerado de base	
Pre-Cámbrico		Grauvacas y pizarras. Cuarcitas	

La estratigrafía del período ordovícico fue tomada de Harrington y Leanza (1957).

ESTRUCTURAS

En la zona del cerro San Bernardo, se observa una estructura homoclinal con inclinación al oeste. Las ortocuarzitas de esta zona se encuentran muy diaclasadas, presentándose con mayor frecuencia las diaclasas diagonales y las de dirección de buzamiento; éstas forman fracturas con ángulos ortogonales que oscilan entre 60° y 75°. También se presentan diaclasas de rumbo y las de estratificación. Se puede apreciar con bastante frecuencia sobre los planos de estratificación espejos de fallas, los que haciendo determinación de rumbo de las crestas, de las estrías sobre el plano de deslizamiento y observando la recristalización del cuarzo, se puede asegurar la existencia de fallas de estratificación. Estas fallas se produjeron como consecuencia del plegamiento, al soportar estas rocas la compresión ejercida por los bloques de la Puna, cuya dirección fue sin duda W-E.

Este tipo de estructura homoclinal se mantiene a lo largo de toda la extensión del área de estudio. En la zona de Mojotoro se pueden observar pliegues más amplios, fallados longitudinalmente con planos de fallas inclinados ligeramente hacia el W. Más localmente, en la quebrada de Gallinato se ha determinado una inversión de estructuras (Ruiz Huidobro y González Bonorino, 1953; Viera, 1968).

En el Angosto de Campo Alegre, las rocas están intensamente diaclasadas. Se trata de una zona de falla, la que pasa a corta distancia, con rumbo N-15° W aproximadamente. Las observaciones realizadas y su rumbo casi concordante con los ejes de plegamiento hace pensar que la misma puede ser clasificada como falla compresional.

Resumiendo resulta que, a pesar de la gran compresión ejercida por los bloques que conforman la morfoestructura

de la Puna, no ha plegado intensamente estas rocas. Esto podría atribuirse a las características propias de la sedimentita y a que la absorción del esfuerzo estaría en las extensas penillanuras que se extienden al E de las Sierras Subandinas.

ESTUDIO PETROGRAFICO

A fin de establecer la composición petrográfica se tomaron rocas de tres zonas del área de estudio: Campo Alegre, La Caldera y cerro San Bernardo; en las que se midieron también las estructuras internas para la determinación de paleocorrientes.

Las rocas presentan megascópicamente características homogéneas desde el punto de vista textural y coloración. Se trata de areniscas de grano mediano, con fractura irregular. Predominan los granos lípidos, aunque en algunos casos los óxidos de hierro forman velos delgados sobre los granos o rellenan grietas. En la mayoría de los casos los óxidos se encuentran dispersos como cemento dando la coloración a las rocas.

DESCRIPCIONES MICROSCOPICAS

ZONA DE CAMPO ALEGRE

Las rocas poseen una textura de grano fino a medio el tamaño de los clastos oscila entre 0,25-1,00 mm, en general se caracterizan por la homogeneidad de tamaño.

Cuarzo: es predominante, con forma subangulosa a redondeada; crecimiento secundario marcado. En general la extinción es recta, pero en algunas muestras predominan los granos con extinción ondulante y estructura cataclástica.

Plagioclasas: clastos subredondeados, maclados según la ley albíta-Carsbald. La proporción de los mismos es variable pero siempre, muy subordinada al cuarzo. La composición corresponde a

andesina media, 40 % An. Los clastos se encuentran poco alterados.

Microclino: clastos en proporción reducida, sin alteración marcada.

Muscovita: en pequeña proporción se observan laminillas dispuestas entre los granos, con clivajes arqueados. No se comprobó en todas las muestras la presencia de esta mica.

En proporción muy reducida se observaron granos redondeados de circón y granos verdes de turmalina.

Ftanitas: granos bien redondeados con estructura criptocristalina, manchados de óxidos de hierro. La proporción es variable en las distintas muestras.

En algunas muestras se observaron fragmentos de cuarcitas bien redondeados en proporción muy reducida.

En general las rocas no poseen cemento, sino excepcionalmente y en proporción reducida; está constituido por material arcilloso, laminillas de illita y teñido por óxidos de hierro.

ZONA DE LA CALDERA

Las texturas de estas rocas son de grano fino, oscilando entre 0,25 mm el tamaño de los clastos. Los mismos se caracterizan por su homogeneidad textural. Los clastos tienen en general forma subangulosa a subredondeada.

Cuarzo: predomina en las muestras, y los más comunes son los granos con estructura cataclástica y con extinción ondulante.

Plagioclasas: son muy escasas, frescas; de composición entre oligoclasa media y andesina, 30 % An.

Microclino: muy escaso y sin alteraciones.

Muscovita: se encuentra en proporción mayor que en la zona anterior. En algunos casos se disponen en pequeñas estructuras de micropliegues.

Turmalina y circón: en clastos redondeados muy escasos.

Ftanitas, cuarcitas y alteritas se presentan en proporción muy reducidas y con las características consignadas anteriormente.

Hematita: es más abundante que en la zona anterior; se presenta en gránulos y finamente distribuido en grietas, como así también en el cemento. El cemento es muy escaso, compuesto por material arcilloso teñido por óxidos de hierro.

ZONA DEL CERRO SAN BERNARDO

La textura de las rocas es de grano fino, el tamaño de los clastos oscila entre 0,125 y 0,200 mm. La forma de los clastos es subredondeada.

Cuarzo: predominan los granos con extinción recta. En los mismos se observa crecimiento secundario.

Plagioclasa y microclino: los dos minerales son muy escasos; algunos fragmentos se encuentran profundamente alterados.

Muscovita y circón: son escasos.

Ftanitas y alteritas: en granos bien redondeados y en proporción reducida.

El cemento es escaso, constituido por láminas de illita y teñido por óxidos de hierro.

Resumiendo podemos decir que las rocas poseen las siguientes características:

1. La textura es homogénea, de grano fino a mediano.
2. La forma de los clastos es subredondeada a redondeada.
3. El componente mineral principal, es el cuarzo: más del 90 %; con crecimiento secundario.
4. Los fragmentos de ftanitas son frecuentes.
5. Las plagioclasas corresponden al tipo: oligoclasa-andesina. Se encuentran frescas, al igual que el microclino.
6. Los minerales accesorios son: muscovita, circón y turmalina.
7. El cemento es muy escaso, de tipo arcilloso (illita).
8. Las rocas estudiadas corresponden a ortocuarcita.

MADUREZ TEXTURAL Y MINERALÓGICA

De acuerdo a las mediciones realizadas en cortes delgados las rocas presentan una buena selección granulométrica, y pueden incluirse en los sedimentos bien seleccionados. Considerando esta propiedad y el grado de redondeamiento de los clastos, se deduce que los mismos han sufrido un notable transporte hasta el ambiente de sedimentación.

En cuanto a la madurez mineralógica, y teniendo en cuenta la relación cuarzo-feldespato, se concluye que las muestras estudiadas corresponden a sedimentos bien maduros.

PETROTECTONICA - PETROFABRICA

El objeto principal de este capítulo es estudiar las fábricas y su relación con la dirección de las paleocorrientes. Al mismo tiempo, conocer si las rocas han sufrido deformación postdeposicional que modificara su fábrica primaria.

Los primeros trabajos sobre fábricas de areniscas fueron realizados por Sander (1930). Pocos son los autores que se han ocupado de las fábricas de estos sedimentos, pero el análisis de las diferentes publicaciones permite demostrar que:

1. Los ejes mayores de los granos de arena, debido a una corriente unidireccional se ubican paralelos al plano *ab*, de transporte y son imbricados en dirección aguas abajo, dando una simetría monoclinica.

2. La variabilidad en la orientación es mayor en secciones paralelas al plano *ab*, que en secciones perpendiculares o casi perpendiculares a ese plano.

3. La forma de la fábrica de arenas parece tener una relación racional con las estructuras direccionales primarias, tales como estratificación entrecruzada.

Los diagramas de frecuencia se realizaron en los lugares de muestreo ya se-

ñalados y el mineral utilizado para la orientación fue el cuarzo. Se incluyen solo dos diagramas representativos de la zona estudiada.

Diagrama N° 1: Campo Alegre.

Muestra una fábrica con simetría triclinica, y un máximo principal. Teniendo en cuenta que el diagrama se realizó en el plano *ac*, se observa que el máximo se ubica en el plano *bc*, y por lo tanto normal a la dirección de corriente *a*. La orientación es similar a las que adquieren los sedimentos marinos en las playas.

Diagrama N° 2: Cerro San Bernardo.

La fábrica tiene una simetría casi monoclinica. Pero el diagrama es similar al anterior con una máxima en el plano *bc*.

Resumiendo: podemos considerar que las fábricas de las ortocuarcitas estudiadas son primarias y que no han sufrido deformación tectónica, ya que no se observó una orientación sobreimpuesta a la descripta, al mismo tiempo concuerda con la dirección de paleocorrientes estudiada. Además como se sabe, el esfuerzo que ha producido el plegamiento de todas las Sierras Subandinas, en las que se ubica la Formación Mojotoro tiene un sentido de W a E, si se hubiera producido una rotación N-S paralela a la dirección de corriente, lo cual en nuestro caso no sucede.

DETERMINACION DE PALEOCORRIENTES

En nuestro trabajo nos interesa estudiar las estructuras sedimentarias primarias, porque ellas dependen de la velocidad de corriente, de la velocidad de sedimentación, del aporte de sedimentos y de la relación entre las superficies de depositación o superficie de equilibrio entre la erosión y la depositación. En la Formación Mojotoro se

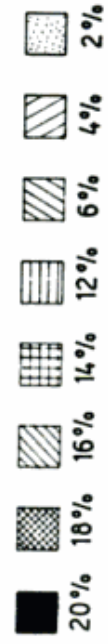
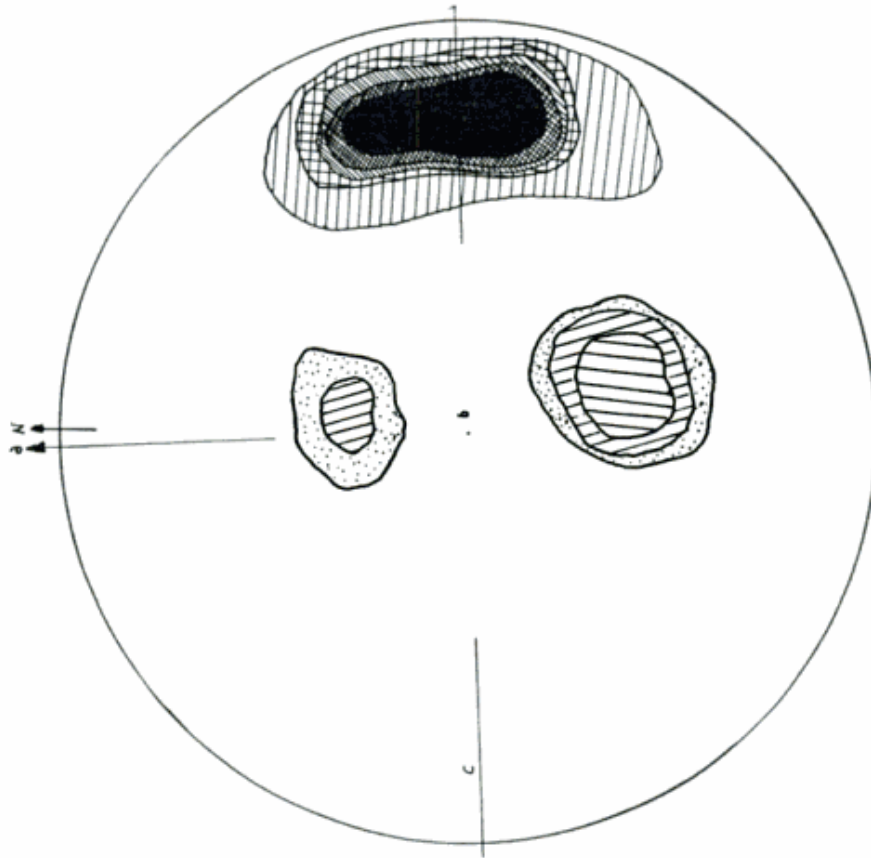


Diagrama 2

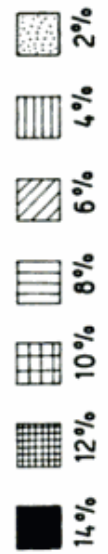
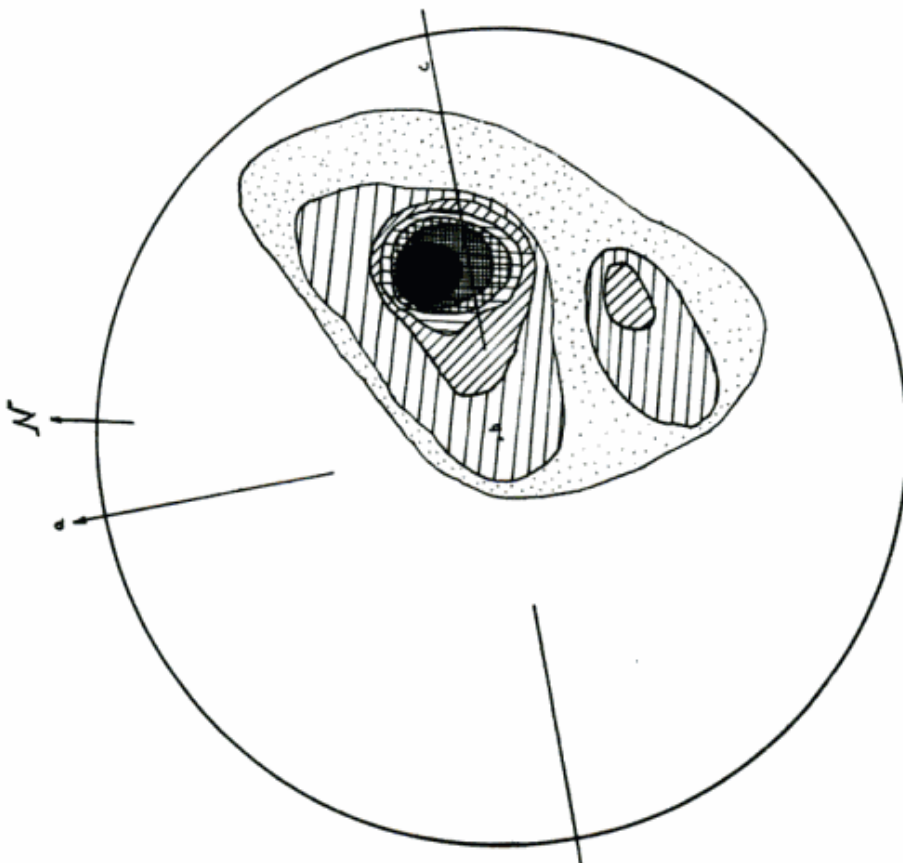


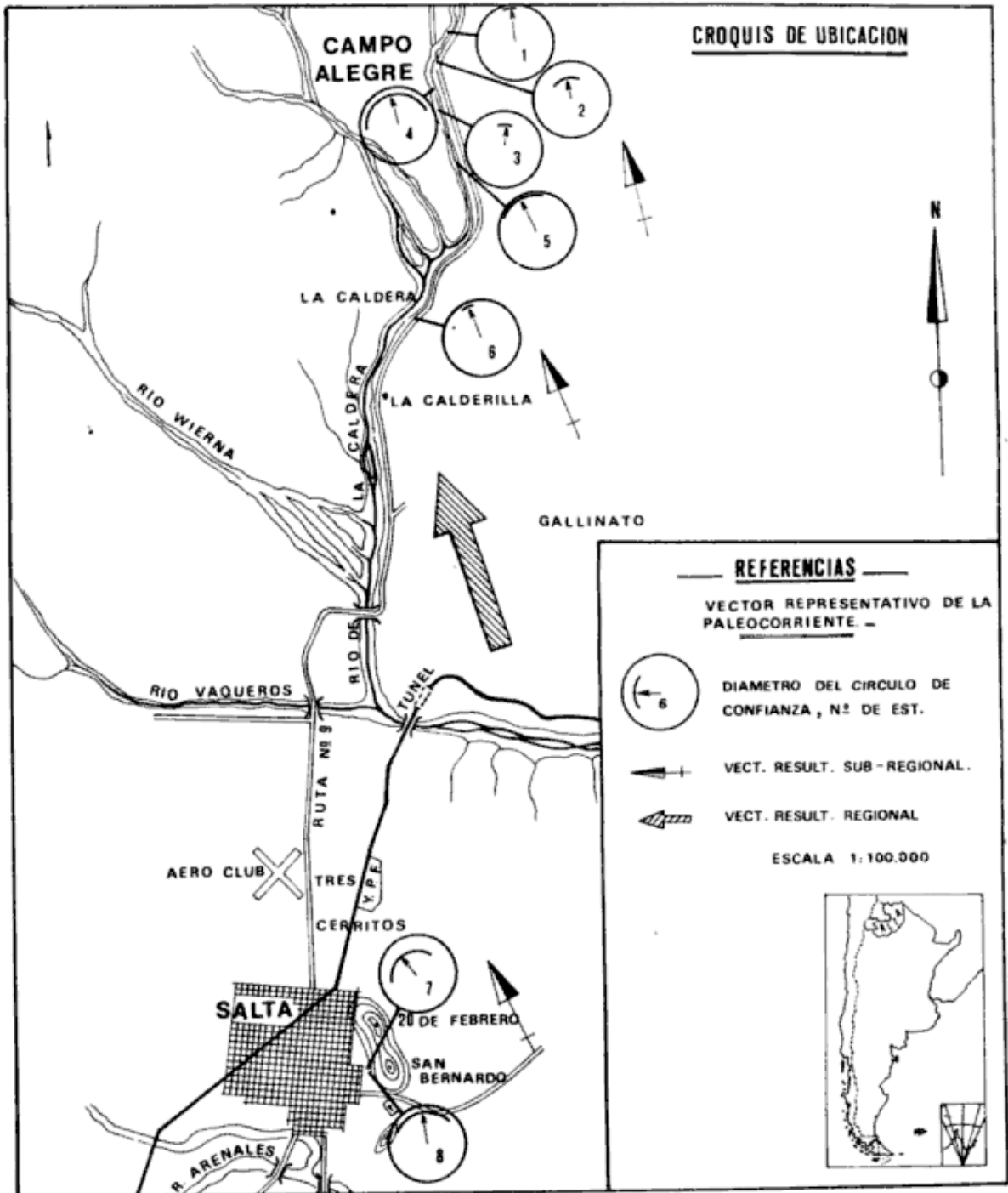
Diagrama 1

ha reconocido un tipo esencial de estructuras mecánicas, ellas son las direccionales, genéticamente relacionadas con corrientes que han actuado la deposición del sedimento.

Estructuras Bidimensionales. Ondulitas simétricas: a pesar de la escasa frecuencia de los hallazgos, la totalidad de las ondulitas pueden ser observada en estratos en que la erosión ha dejado

al descubierto superficie con óndulas. El mejor ejemplo se encuentra en el cerro San Bernardo. Las ondulitas son por lo general de tipo oscilatorio, y las crestas están redondeadas por la erosión previa a la deposición del estrato inmediato superior.

Las dimensiones más frecuentes son: longitud de óndula 3-5,5; amplitud de la óndula 0,3-0,7; los índices oscilan de 5 hasta 11,3. En nuestro caso se ha



comprobado que el rumbo promedio es del orden de los 110°.

Estratificación entrecruzada

En este trabajo hemos seguido el esquema de clasificación propuesto por Teruggi (1964). Distinguiendo en nuestros afloramientos dentro de la estratificación externa dos tipos: estratos tabulares y estratos cuneiformes. Los dos tipos están presentes en la Formación Mojotoro, pero su distribución no es regular. En general en los afloramientos de cerro San Bernardo y La Caldera predominan dos de tipo tabular. En la zona de Campo Alegre se presenta también el tipo mencionado, pero asociado con estratos cuneiformes, por lo común en los horizontes adyacentes.

Estratificación entrecruzada interna

Las ortocuarcitas estudiadas presentan una estratificación interna muy tenue,

al extremo que puede pasar inadvertida a la observación, solo se pone en evidencia por la variación en la intensidad del color. Se han reconocido dos tipos: a) Tipo planar, que corresponde a más del 80 % de los ejemplos medidos. b) Tipo cóncavo, corresponde al resto de las mediciones.

La recolección de datos se efectuó en cuatro zonas que son: Campo Alegre, La Caldera, Tres Cerritos y Cerro San Bernardo, ya que en ellas las estratificaciones entrecruzadas internas se notaban con evidencias. En cada afloramiento se midieron las unidades que presentaban entrecruzamientos y en lo posible siempre sobre la misma unidad sedimentaria. Todas estas mediciones fueron aparentes, pues no se encontraron láminas frontales descubiertas; en el laboratorio se obtuvieron los valores verdaderos de acuerdo con el método propuesto por Illies (1949).

CUADRO I

Resultados de los análisis de datos vectoriales

Número y lugar de la estación	N	\bar{A}	\bar{D}	θ°	R
1. Angosto de Campo Alegre	3	353°	2°	9°	2,99
2. Angosto de Campo Alegre	3	350°	69°	43°	2
3. Angosto de Campo Alegre	3	6°	43°	17°	1,28
4. Campo Alegre	4	343°	23°	81°	3,05
5. Campo Alegre	2	332°	6°	41°	1,88
6. La Caldera....	2	339°	11°	14°	1,98
7. Cerro San Bernardo	3	321°	32°	67°	1,24
8. Cerro San Bernardo	4	349°	16°	57°	2,06
<i>Resultados subregionales</i>					
A. Zona Campo Alegre	5	349°	29°	38°	2,70
B. Zona La Caldera.....	1	339°	11°	14°	1,98
C. Zona Cerro San Bernardo.....	2	335°	24°	61°	1,65
<i>Resultante regional</i>					
Area Formación Mojotoro.....	8	341°	21°	38°	2,14

Se realizaron mediciones por estación correspondientes al entrecruzamiento interno, un total de catorce estaciones, incluidas las de azimut, inclinación y datos de ondulitas. Para la determinación de paleocorrientes se siguió el método de Steinmetz (1962). Los resultados del análisis de datos vectoriales figuran en el cuadro 1.

Los vectores con su círculo de confianza fueron volcados en el mapa de ubicación que representa la zona de trabajo. Como podrá apreciarse, las tres zonas presentan vectores muy similares entre sí y con direcciones de paleocorrientes semejantes. Se han representado también las direcciones y sentidos de las paleocorrientes subregionales y regionales.

Los resultados obtenidos demuestran que las corrientes ordovícicas, de las que resultaron las arenas madres de las ortocuarcitas, fluyeron con dirección predominante de SE a NW, y que fueron estables durante la sedimentación de las mismas.

Ya se estableció que los sedimentos se depositaron en una zona tectónicamente imperturbada.

Los principios precedentes, y los resultados obtenidos, permiten inferir que la línea de costa del mar ordovícico se extendía de SW al NE. Lamentablemente nuestros estudios no nos permiten determinar la relación con los afloramientos actuales, pero sí podemos de-

cir basándonos en la composición mineralógica de las sedimentitas, que el material provino de masas graníticas; pudiendo suponerse que las Sierras Pampeanas serían los centros originarios de tales componentes minerales.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Harrington, H. J. and Leanza, A. F., 1957. *Ordovician trilobites of Argentina*. Dep. of Geology, Kansas University, Spec. Pub. I.
- Illies, H., 1949. *Die Schrägschichtung in fluviatilen und litoralen Sedimenten, ihre Ursachen, Messung und Auswertung*. Mitt. Geol. Staatinstitut Hamburg XIX, 257-269.
- Ruiz Huidobro, O. J. y González Bonorino, F., 1953. *La estructura de la Sierra de Mojotoro y la utilidad de 'Cruziana' como indicador estructural*. Rev. Asoc. Geol. Arg. VIII, 214-219, Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. J., 1955. *Tectónica de la hoja Chicoana, Salta*. Rev. Asoc. Geol. Arg. X, 7-43, Buenos Aires.
- 1968. *Descripción geológica de la Hoja 7 e, Salta, Provincias de Salta y Jujuy*. Inst. Nac. Geol. Min. Bol. 109, Buenos Aires.
- Sander, B., 1930. *Gefügekunde der Gesteine*. Springer Verlag, Wien.
- Steinmetz, R., 1962. *Analysis of vectorial data*. Jour. Sed. Petrol. XXXII, 801-812.
- Teruggi, M. E., 1964. *Paleocorrientes y paleogeografía de las ortocuarcitas de la Serie de La Tinta, Provincia de Buenos Aires*. C.I.C. Buenos Aires, Anales V, 1-27, La Plata.
- Viera, O., 1968. *Estructuras de las Sierras de Mojotoro*. Fac. C. Nat. Salta, Sem. I (inéd.).

Recibido el 17 de abril de 1974.

EDADES POTASIO-ARGON Y PALEOMAGNETISMO
DE LOS DIQUES TRAQUIBASALTICOS
DEL RIO DE LOS MOLINOS, CORDOBA, REP. ARGENTINA *

Por ENRIQUE LINARES¹ y DANIEL VALENCIO²

RESUMEN

Se dan a conocer las edades potasio-argón y las características de la magnetización remanente de ocho diques traquibasálticos de la zona del río de Los Molinos, Córdoba, República Argentina. Las edades radimétricas sugieren que los diques fueron intruidos durante, por lo menos, dos episodios magmáticos hace unos 140 m.a. y 65 m.a. Los datos paleomagnéticos sugieren que durante el episodio más antiguo existieron como mínimo dos eventos magmáticos: en uno de ellos el campo magnético terrestre tuvo polaridad normal y en el otro reversa. Un período mínimo del orden de los 5.000 años tuvo que haber transcurrido entre estos eventos. Esta interpretación también es válida si se acepta que los diques fueron intruidos durante un único episodio magmático en el Jurásico superior-Cretácico inferior.

Las posiciones de los polos calculados para los diques cretácico-jurásicos son próximas a las correspondientes a las de las Formaciones Vulcanitas Cerro Colorado (118 m.a.) y Serra Geral (115-125 m.a.). Ello apoya la interpretación de que el océano Atlántico sur ya existía en el Cretácico.

ABSTRACT

The K-Ar ages and the directions of remanent magnetization of eight trachybasaltic dykes from the río de Los Molinos zone, Córdoba Province, Argentina, are presented. The K-Ar ages suggest that the dykes were intruded during at least two magmatic episodes at 140 m.y. and 65 m.y. before the present time. Palaeomagnetic data suggest that during the older episode occurred at least two different magmatic events; a minimum period of 5.000 years must be elapsed between these events. This interpretation is also valid whether we accept that the dykes were intruded during a magmatic episode occurred in Upper Jurassic-Lower Cretaceous times.

The positions of the poles computed for the Cretaceous-Jurassic dykes are reasonable close to the Vulcanites Cerro Colorado (118 m.y.) and Serra Geral Formations (115-125 m.y.) palaeomagnetic poles, and support the interpretation that the South Atlantic Ocean existed in Cretaceous times.

1. INTRODUCCION

En un reciente trabajo Linares y Valencio (1974) dieron a conocer datos radimétricos y paleomagnéticos de los

diques traquibasálticos aflorantes en la zona del río de Los Molinos, provincia de Córdoba. Dado que los resultados obtenidos se estiman de interés para el conocimiento geológico de dicha área y para la interpretación de la historia del océano Atlántico sur, y puesto que la publicación en cuestión tiene muy poca o ninguna circulación en nuestro país, se dan a conocer los datos más importantes obtenidos en dicho trabajo.

* Contribución N° 12 de INGEIS.

¹ INGEIS y Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires.

² Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires.

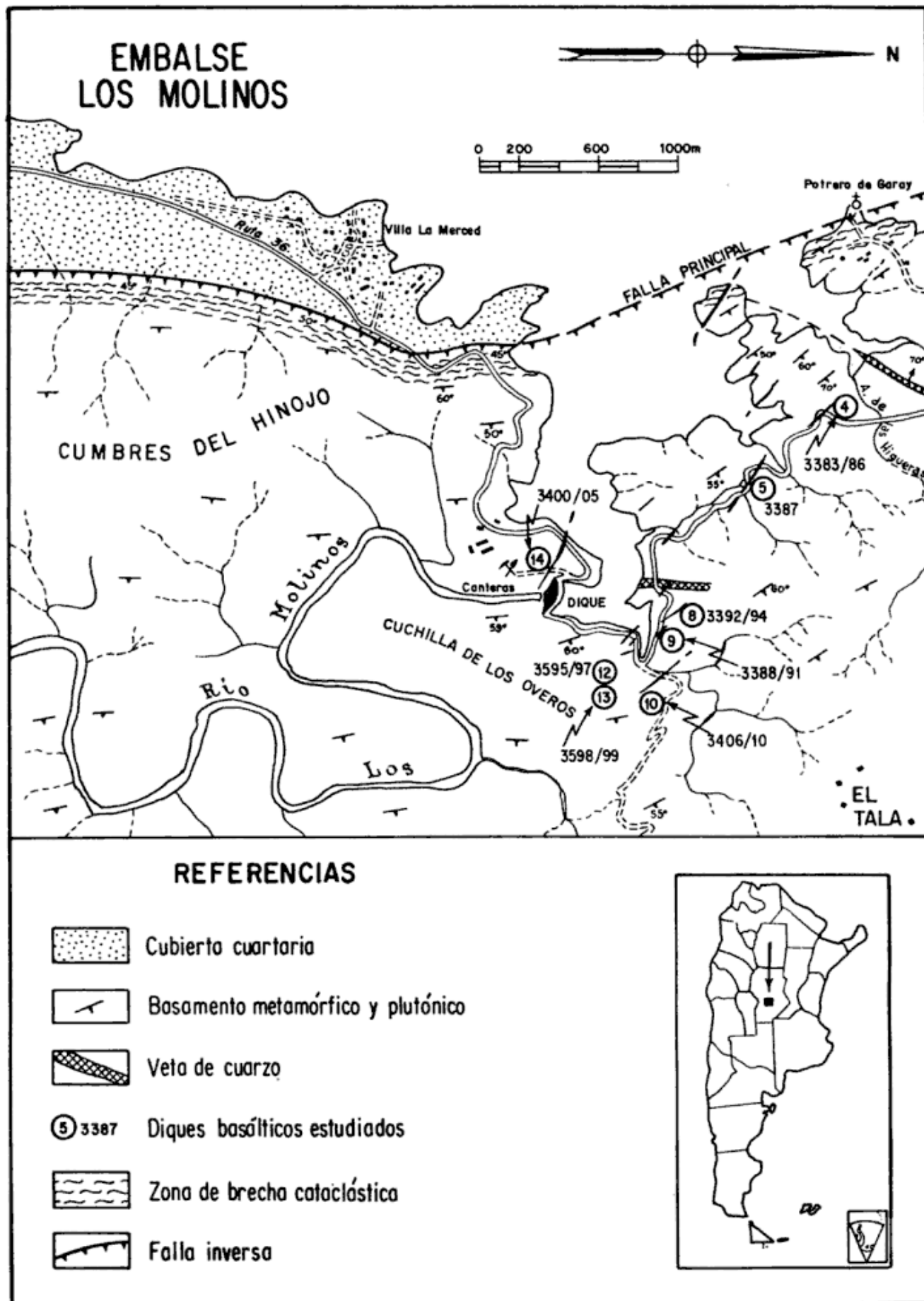


Fig. 1. — Mapa geológico esquemático del área del río de Los Molinos según Gordillo y Lencinas (1969). Los diques traquibasálticos están individualizados de acuerdo con dichos autores, señalándose asimismo el número de cada muestra coleccionada.

Los polos calculados sobre la base del magnetismo remanente de rocas ígneas de las Formaciones Serra Geral (Creer, 1962) y Vulcanitas Cerro Colorado (Valencio, 1972) son los únicos polos paleomagnéticos (geomagnéticos) de edad cretácica disponibles para América del Sur. Los polos geomagnéticos virtuales citados para las lavas La Teta (McDonald y Opdyke, 1972) y para el complejo alcalino de Poços de Caldas (Opdyke y McDonald, 1973), ambos de edad cretácica, no son útiles para la interpretación de la historia del Atlántico sur. Luego, es necesario poseer más polos paleomagnéticos para América del Sur con el fin de fundamentar y valorar dicha interpretación.

Dado que en la zona del río de Los Molinos, Gordillo y Lencinas (1969) describieron un buen número de diques traquibasálticos, a los cuales asignaron edad cretácica inferior, los autores decidieron llevar a cabo el estudio radiométrico y paleomagnético de dichos diques. Los resultados obtenidos en este estudio se dan a conocer en el presente trabajo.

2. DATOS DISPONIBLES Y RESULTADOS OBTENIDOS

2.1. Evidencias geológicas

La zona del río de Los Molinos, ubicada en la parte sur de la sierra Chica de Córdoba, ha sido estudiada en detalle por Gordillo y Lencinas (1969). De acuerdo con dichos autores el basamento cristalino, de posible edad precámbrica superior, se halla bien expuesto en la zona y ha sido intruido por diques de composición traquibasáltica. Gordillo y Lencinas (*op. cit.*) han individualizado dichos diques y sobre la base de evidencias mineralógicas y químicas los relacionaron con los basaltos de la sierra de los Cóndores aflorantes algo más al sur, para los cuales los citados autores obtuvieron una edad de 118 m.a., Cretácico inferior (Gordillo y

Lencinas, 1967). Sin embargo, los mismos autores indican una edad K-Ar de 60 ± 5 m.a. para el dique N° 14 de la zona del río de Los Molinos, según determinaciones radiométricas efectuadas en el Laboratorio de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de San Pablo, Brasil, edad ésta que suponen es más joven que la verdadera del dique mencionado. Basándose en lo expuesto precedentemente, los investigadores citados asignaron a los diques traquibasálticos de la zona en estudio una edad cretácica inferior.

2.2. Edades potasio-argón

La mayoría de los diques traquibasálticos del río de Los Molinos se hallan muy alterados, por lo cual no es posible obtener de todos ellos muestras de buena calidad para los estudios radiométricos y paleomagnéticos. Veintiseis muestras orientadas de ocho de esos diques (fig. 1), fueron coleccionadas a lo largo de la ruta nacional N° 36, sobre la base del mapa geológico relevado por Gordillo y Lencinas (1969).

Diez de esas muestras fueron datadas utilizando el método K-Ar en los laboratorios del INGEIS, aplicando las técnicas descritas por Linares, Kawashita y Kleiner (1973). Las muestras fueron analizadas por duplicado y las edades y errores analíticos se calcularon utilizando un programa de computación que sigue lo propuesto por Cox y Dalrymple (1967). Los resultados obtenidos para cada caso y la edad media de cada uno de los diques se presentan en el cuadro 1. Las edades halladas sugieren que los diques traquibasálticos de la zona del río de Los Molinos, pertenecen a más de un episodio magmático: los diques 5, 8, 9, 10 y 12 fueron intruidos entre los 129 y 150 m.a., mientras que los números 4, 13 y 14 entre 63 y 68 m.a. Aplicando el método de isocronas (Hayatsu y Carmichael, 1970) se observó que los valores correspondientes a los diques citados en primer lugar se disponen sobre una isocrona cuya edad es

CUADRO 1

Datos analíticos y edades radiométricas de los diques traquibasálticos del área del río de Los Molinos, Córdoba

Dique N°	Muestra N°	K (‰)	Ar^{40} rad $\times 10^{-10}$ mol/g	Ar^{40} rad $\times 10^{-10}$ mol/g (promedio)	Ar^{40} atm (‰)	Edad en m. a.	Edad media en m. a.
8.....	3392/94	1,16	3,286 3,083	3,185	47,5 45,3	149 151	150 ± 10
5.....	3387	2,08	5,180 5,604	5,392	34,2 27,9	136 143	140 ± 10
10.....	3406/10	0,59	1,546 1,459	1,503	53,8 83,1	142 134	138 ± 10
9.....	3389/91	0,92	2,267 2,169	2,218	16,0 47,3	134 128	131 ± 10
12.....	3395/96	1,63	3,726 3,587	3,656	43,0 62,5	124 122	129 ± 10
	3397	1,34	3,316	3,316	55,3	135	
4.....	3383/86	1,18	1,494 1,401	1,448	36,0 60,0	70 66	68 ± 5
13.....	3398/99	0,63	0,686 0,788	0,737	92,5 73,4	62 68	65 ± 5
14.....	3401	1,61	2,065 1,849	1,957	21,0 23,9	70 64	
14.....	3405	1,88	1,807 1,932 2,024	1,948	24,3 24,7 81,0	62 56 57	63 ± 5

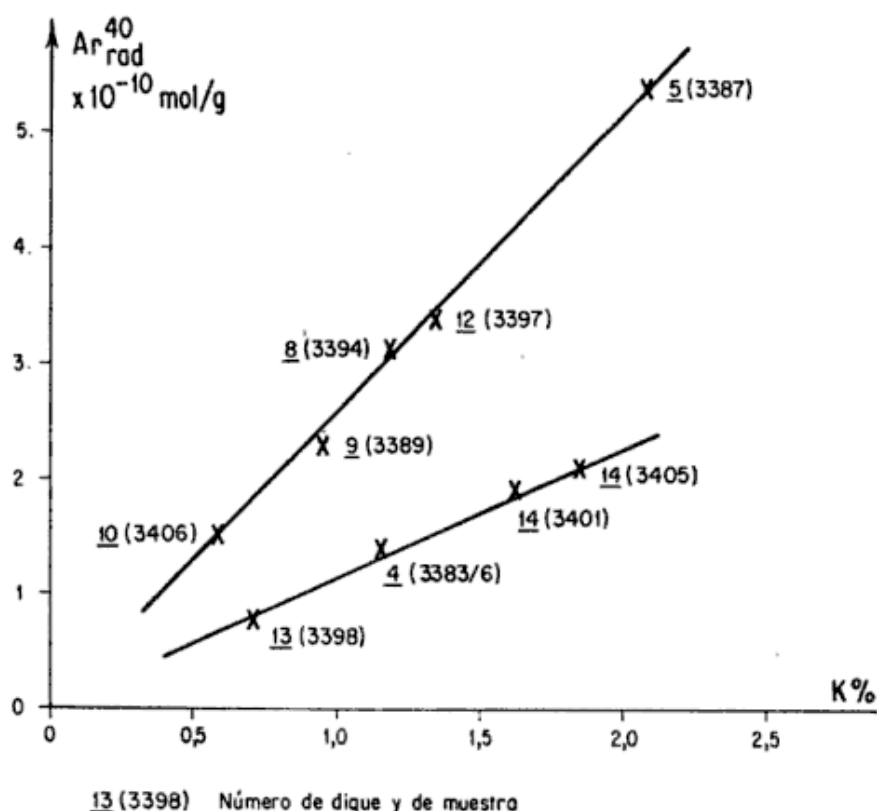


Fig. 2. — Isochronas correspondientes a las muestras del área del río de Los Molinos. Los diques 4, 13 y 14 se disponen sobre la isocrona de 65 m.a., mientras que los diques 5, 8, 9, 10 y 12 se hallan sobre la de 140 m.a.

de 140 m.a., mientras que los correspondientes a los tres restantes sobre otra de 65 m.a. (fig. 2), lo que constituye una evidencia más a favor de la existencia de por lo menos dos ciclos magmáticos en dicha zona. Sin embargo, las evidencias expuestas no permiten descartar totalmente la posibilidad de que las edades K-Ar de los diques 4, 13 y 14 sean debidas a un proceso geológico (metamórfico y/o tectónico) ocurrido con posterioridad a su emplazamiento como consecuencia del cual las mismas son menores que las reales.

Es de destacar que el dique N^o 14 sobre el cual se obtuvo un valor de 60 ± 5 m.a. en el Laboratorio de San Pablo (Gordillo y Lencinas, 1969), fue analizado también en esta oportunidad. La edad media obtenida de cinco determinaciones efectuadas sobre muestras del mencionado dique es de 63 ± 3 m.a., lo que confirma la validez de aquel dato.

2.3. Estudio paleomagnético

El estudio paleomagnético se efectuó aplicando las técnicas convencionales (Valencio, 1965) y se utilizó el método estadístico de Fisher (1963) para computar la dirección media de la magnetización remanente primaria de cada una de las muestras. En el cuadro 2 se presentan las direcciones medias de la magnetización remanente primaria de los diferentes diques traquibasálticos estudiados; las mismas fueron calculadas a partir de la dirección de la magnetización remanente de cada una de las muestras recogidas en dichos diques, utilizando el método estadístico propuesto por Fisher (*op. cit.*). Los diques Nos. 4, 8, 9, 10, 13 y 14 tienen magnetización remanente de polaridad reversa, mientras que los numerados 5 y 12, normal. Si se acepta que los diques fueron intruidos durante dos episodios independientes (ver 2.2.), esto sugiere

CUADRO 2
Sumario de los datos paleomagnéticos de los diques traquibasálticos del área del río de Los Molinos

Dique N°	Muestra N°	Dirección de la magnetización remanente			Polaridad	Polos paleomagnéticos				Nombre del polo	Edad K-Ar en m. a.	
		N	D (°)	I (°)		α_{95} (°)	Lat. (°)	Long. (°)	$d\phi$ (°)			$d\lambda$ (°)
8.....	3392-94	3	163	55	17	R	75	7	17	24	8	150±10
5.....	3387	1	346	-46	--	N	--	--	--	--	--	140±10
10.....	3406-07-10	2	187	55	34	R	82	244	35	48	10	138±10
9.....	3388-91	2	149	40	37	R	61	36	26	44	9	131±10
12.....	3395-97	3	352	-58	15	N	80	332	17	22	12	129±10
4.....	3383-86	4	164	55	8	R	76	24	12	19	4	68±5
13.....	3398-99	2	168	49	19	R	79	30	17	26	13	65±5
14.....	3400-05	6	162	55	13	R	75	4	13	19	14	63±5
4 a 14....	--	23	165	53	5	--	77	12	5	7	--	--

que: i) el episodio magmático más antiguo persistió, como mínimo, durante un lapso del orden de una reversión del campo magnético terrestre (5.000 años), o bien que, ii) durante dicho episodio se produjeron, como mínimo, dos eventos magmáticos entre los cuales debió transcurrir un período mínimo de 5.000 años. El reducido tamaño de los diques, como así también su número y el área pequeña cubierta por los mismos, apoyan la última interpretación, la que también es válida, si se acepta que todos los diques estudiados fueron intruidos durante un único episodio magmático.

3. INTERPRETACION

Los estudios radimétricos sugieren que los diques traquibasálticos de la zona del río de Los Molinos fueron intruidos en por lo menos dos episodios magmáticos ocurridos hace unos 140 y 65 m.a. Sin embargo, no se puede descartar totalmente la posibilidad de que todos los diques hayan sido intruidos en el Jurásico superior-Cretácico inferior. Los datos paleomagnéticos indican que durante el episodio más antiguo hubo como mínimo dos eventos magmáticos. Esta interpretación es también válida si se acepta que los diques han sido intruidos durante un solo episodio magmático.

Sobre la base de los datos paleomagnéticos y radimétricos de rocas ígneas de la Formación Vulcanitas Cerro Colorado, Valencio (1972), sugirió la existencia de un evento de polaridad reversa aproximadamente a los 118 m.a. El alto error analítico de las edades K-Ar no permiten verificar esta interpretación a partir de los datos paleomagnéticos-radimétricos de los diques de la zona del río de Los Molinos. Sin embargo, es posible discutir estos datos a partir de la cronología de los cambios de polaridad del campo magnético propuesta para el Mesozoico (McElhinny

y Burek, 1971; Pechersky, en Creer, 1971). Así, de acuerdo a los datos hallados los diques Nos. 5, 8, 9, 10 y 12 deben incluirse dentro de la zona de frecuentes cambios de polaridad del campo magnético terrestre definida desde el caloviano al barremiano por los autores mencionados.

En el cuadro 2 han sido indicados los polos geomagnéticos virtuales para siete de los diques traquibasálticos estudiados, calculados a partir de la dirección media del magnetismo remanente primario de los mismos. La posición polar promedio de estos siete polos geomagnéticos virtuales es 78° S 13° E, $\alpha_{95} = 8^{\circ}$ (SAK₃). Asimismo, la posición polar correspondiente a estos diques puede ser calculada a partir de la dirección media de la magnetización remanente de los mismos obtenida dando peso unitario a cada una de las veintiseis muestras recogidas (cuadro 2); como puede observarse, al nivel de probabilidad aceptado, ambas posiciones son coincidentes.

El polo SAK₃ sería válido para los diques estudiados, si se admite que todos ellos fueron formados durante un único episodio magmático en el Mesozoico. Si en cambio se acepta que dichos diques fueron intruidos en dos episodios, los polos correspondientes para los diques de edad mesozoica y cenozoica estarían situados a 79° S 8° E, $\alpha_{95} = 18^{\circ}$ y 77° S 18° E, $\alpha_{95} = 5^{\circ}$, respectivamente. Al nivel de probabilidad aceptado, las posiciones de estos polos y la de SAK₃ son coincidentes. El polo calculado para los cuatro diques con edades radimétricas mesozoicas o bien aquél correspondiente a los siete diques (aceptada para todos ellos esa edad, SAK₃), forma un grupo de edad con los polos paleomagnéticos de edad cretácica correspondientes a las Formaciones Serra Geral, Brasil (Creer, 1962) y Vulcanitas Cerro Colorado, Argentina (Valencio, 1972); la media de estos tres polos (79° S 29° E, $\alpha_{95} = 8^{\circ}$) define con mayor probabilidad la posición polar cretácica relativa a América del

Sur. Cuando este subcontinente y Africa son rotados de manera de ajustar sus litorales atlánticos, la posición de este polo promedio difiere en 26° de aquella obtenida por Briden (1967) de la combinación de polos paleomagnéticos de edad cretácica del Africa, lo que sugiere que América del Sur y Africa estaban ya separados para ese entonces.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean hacer llegar su agradecimiento al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Universidad de Buenos Aires, por el apoyo recibido que permitió llevar a cabo este trabajo.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Briden, J. M., 1967. *A new palaeomagnetic result from the Lower Cretaceous of East Central Africa*. Geophys. Journ. R. Astron. Soc. 12, 375.
- Cox, A. and Dalrymple, G. B., 1967. *Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium-argon dating*. Journ. Geophys. Res., 72, 2603.
- Creer, K. M., 1962. *Paleomagnetism of the Serra Geral Formation*. Geophys. Journ. R. Astron. Soc., 7, 1-22.
- 1971. *Mesozoic Palaeomagnetism Reversal Colum.* Nature, 233, 545-546.
- Fisher, R. A., 1953. *Dispersion on a sphere*. Royal Soc. London Proceedings, Sect. A. 217, 295-306.
- Gordillo, C. E. y Lencinas, A. N., 1967. *Geología y petrología del extremo norte de la Sierra de Los Cóndores, Córdoba*. Bol. Acad. Nac. Cs., Rep. Arg., XLVI, 73-108.
- 1969. *Perfil geológico de la Sierra Chica de Córdoba en la zona del río de Los Molinos, con especial referencia a los diques traquibasálticos que la atraviesan*. Bol. Acad. Nac. Cs., Rep. Arg., XLVII, 27-50.
- Hayatsu, A. and Carmichael, C. M., 1970. *K-Ar isochron method and initial argon ratios*. Earth and Planetary Sc. Lett., 8, 71-76.
- Linares, E.; Kawashita, K. y Kleiner, L., 1973. *Constantes de calibración y factores de corrección para la aplicación del método potasio-argón en el laboratorio del INGEIS*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVIII, 2, 133-146.
- Linares, E. and Valencio, D. A., 1974. *Palaeomagnetism and K-Ar ages of some trachybasaltic dykes from río de Los Molinos, Province of Córdoba, República Argentina*. Journ. Geophys. Research (en prensa).
- McDonald, J. D. and Opdyke, N. D., 1972. *Tectonics rotations suggested by palaeomagnetic results from Northern Colombia, South America*. Journ. Geophys. Res., 77, 29, 5720-5730.
- McElhinny, M. W. and Burek, P. J., 1971. *Palaeomagnetic Stratigraphy*. Nature, 232, 98.
- Opdyke, N. D. and McDonald, J. D., 1973. *Palaeomagnetism of Late Cretaceous Poos de Caldas Alkaline Complex, Southern Brazil*. Earth and Planetary Sc. Lett., 18, 37-44.
- Valencio, D. A., 1965. *Resultados preliminares del estudio paleomagnético del basalto de la Barda Negra, provincia de Neuquén*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XX, 1, 7-28.
- 1972. *Palaeomagnetism of the Lower Cretaceous Vulcanites Cerro Colorado Formation of the Sierra de Los Cóndores Group, Province of Córdoba, Argentina*. Earth and Planetary Sc. Letters, 16, 370-378.

Recibido el 17 de abril de 1974.

MODELO DE SEDIMENTACION EN EL LAGO MASCARDI, PROVINCIA DE RIO NEGRO

POR MARTIN H. IRIONDO¹

RESUMEN

Se realiza un análisis del tipo de sedimentación que tiene lugar actualmente en el lago Mascardi (provincia de Río Negro), en base a métodos desarrollados en Hidráulica Fluvial. Su cuenca imbrífera tiene una extensión de 700 km² y está situada en una región de frío húmedo (B, B', r a' en la clasificación de Thornthwaite) de los Andes Patagónicos. El mayor afluente del lago es el río Manso superior, con un caudal promedio de 13,5 m³/seg que transporta anualmente 25.300 toneladas de sedimento en suspensión, 2.500 toneladas por arrastre y 17.000 toneladas de sales disueltas. La erosión de su cuenca progresa a razón de 22 milímetros cada mil años. La densidad del sedimento que forma el lecho del lago es de 0,55 gr/cm³ al depositarse y de 0,87 gr/cm³ después de 100 años de compactación. Se estima que la colmatación total del lago en condiciones similares a las actuales tardará 228.000 años. Aplicando el método de Lara (1962) para sedimentación en lagos se obtuvo la distribución de la sedimentación por profundidades, comprobándose una acumulación máxima en las mayores profundidades.

ABSTRACT

A model of the sedimentation in the Mascardi lake (Patagonian Andes of Argentina) is developed. The climate of its 700 km² basin is cold and humid (B, B', r a' in Thornthwaite's classification). The most important tributary of the lake is the upper Manso river, which has a mean discharge of 13.5 m³/sec. The Manso provides 25.300 ton/year of suspended sediments, 2.500 ton/year of bedload and 17.000 ton/year of dissolved salts, resulting in an erosion rate of 22 mm per thousand years. The density of the sediment in the bottom of the lake is 0.55 gr/cm³ at the deposition time and 0.87 gr/cm³ after 100 years of compaction. At the present rate of sedimentation the lake will be completely filled up in 228.000 years. Applying Lara's method for sedimentation in lakes, the deposition for different depths was estimated, resulting in a maximum sedimentation in the deeper areas.

INTRODUCCION

El lago Mascardi es, en varios aspectos, un cuerpo de agua típico de la Cordillera Patagónica. Su origen, morfología, régimen hídrico y sedimentación son en líneas generales comunes a un considerable número de cuerpos de agua de la región. En este trabajo se hace un análisis de una de las principales características de la evolución del

lago: la distribución de la sedimentación en el mismo, que es el principal indicador de la colmatación. Considerando que el aporte sedimentario es sumamente pequeño y que la medición directa de la sedimentación por medio de trampas o métodos equivalentes está sujeta en estos casos a errores considerables, se optó por el desarrollo de un modelo basado en fórmulas y relaciones semiempíricas. Aunque son muy poco empleadas en Geología, estos métodos son de uso corriente en Ingenie-

¹ Instituto Nacional de Limnología. Investigador del CONICET.

ría Hidráulica, disciplina en la que han alcanzado un grado de operatividad considerable.

GEOGRAFIA

El lago Mascardi es un cuerpo de agua de origen glacial ubicado en la provincia de Río Negro entre los $41^{\circ}15'$ y $41^{\circ}25'$ de latitud sur y los $71^{\circ}28'$ y $71^{\circ}39'$ de longitud oeste, en un valle de los Andes Patagónicos septentrionales dominado por rocas graníticas, metamórficas precámbrico-paleozoicas y rocas volcánicas del Pleistoceno inferior.

Su cuenca imbrífera tiene una superficie de algo menos de 700 km^2 (Drago,

1972) y un derrame anual promedio de 1141 hm^3 . El caudal medio anual del río Manso al salir del lago es de $36 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Agua y Energía, 1970), resultando un caudal específico de $51 \text{ l}/\text{seg}/\text{km}^2$.

Este cuerpo de agua tiene una forma similar a una herradura; en su extremo occidental recibe las aguas del río Manso superior, su principal afluente, que tiene sus nacientes en los glaciares del cerro Tronador y que es engrosado antes de llegar al lago por el aporte de numerosas corrientes menores. En su extremo oriental desemboca el arroyo Fresco, de cierta importancia; un número de arroyos y torrentes pequeños descargan sus aguas por todo el perímetro del lago y por el sudoeste recibe los

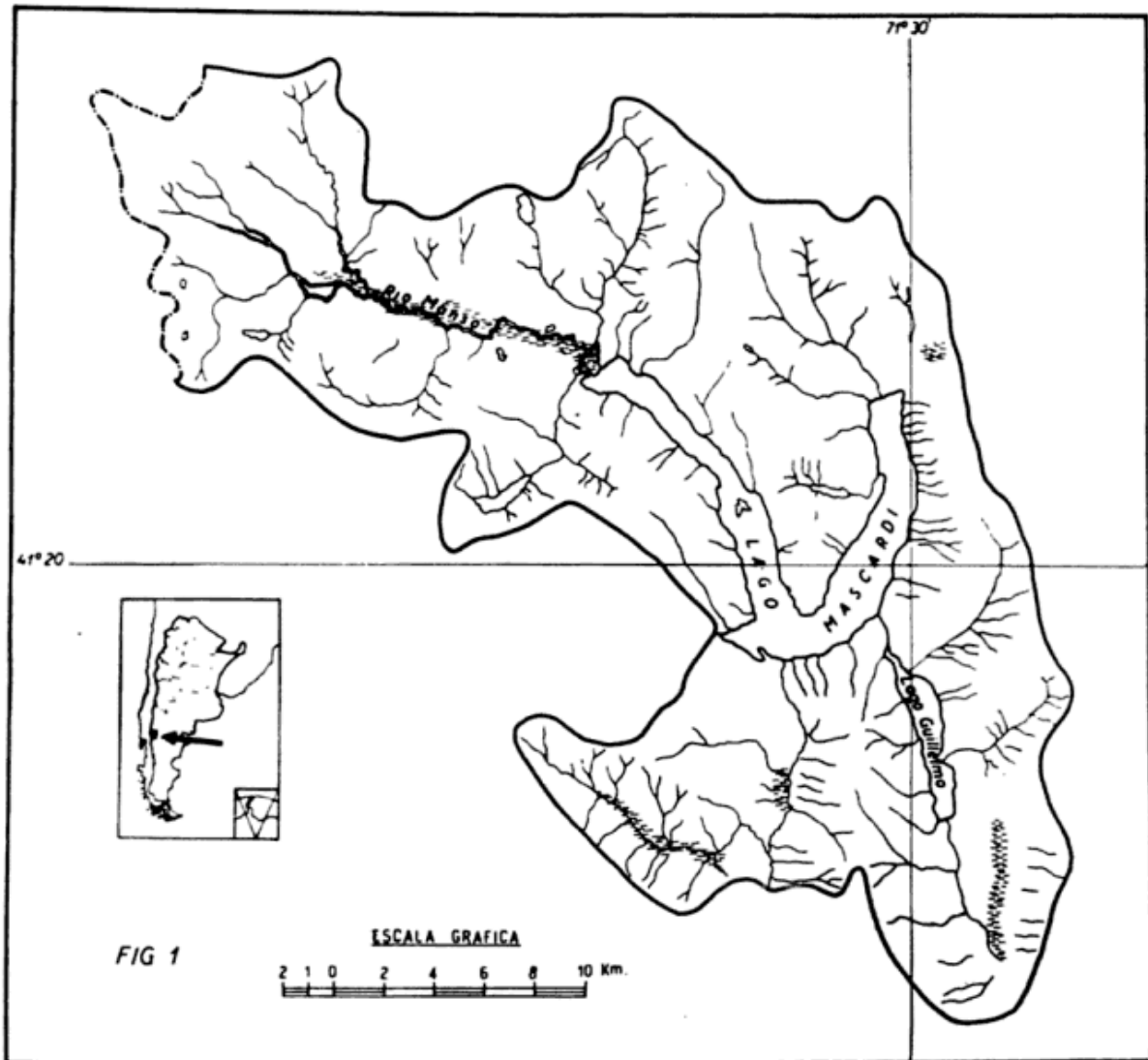


Fig. 1. — Cuenca del lago Mascardi

derrames del lago Guillermo (Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina, Recursos Hidráulicos superficiales, 1961). Ocupa una superficie de 38 km² y tiene un volumen total de 4,24 km³ (Drago, 1972) (fig. 1).

La cuenca está situada en una zona de clima frío húmedo, con un promedio térmico anual inferior a 10° C; las lluvias son superiores a los 1.000 mm anuales con un máximo invernal que precipita en forma de lluvia y nieve (Chiozza y Domselaar en Drago, 1973). Según la clasificación de Thornthwaite el área corresponde al tipo climático B₄, húmedo con índice hídrico entre 80 y 100; la deficiencia estacional de agua es nula o muy pequeño (*r*). Desde el punto de vista térmico corresponde al tipo mesotermal B'₁ (con evapotranspiración potencial entre 570 y 712 mm) con una concentración estival inferior al 48 % (*a'*) (Burgos y Vidal, 1951). La clasificación climática de la cuenca sería, entonces, según Thornthwaite B₄ B'₁ *r a'*. Indudablemente, el cuadro climático de la cuenca es más complejo que lo que revela la simple clasificación, puesto que existen diferencias considerables de exposición a la radiación solar entre las laderas norte y sur de las montañas y un fuerte gradiente de precipitaciones de oeste a este, lo que influye en la vegetación y procesos geológicos exógenos.

El grado de infiltración de las precipitaciones presenta también gran variabilidad, desde prácticamente cero en ciertas áreas donde aflora roca fresca hasta valores considerables en los depósitos aluviales y coluviales.

El único afluente del lago aforado durante un tiempo considerable es el río Manso superior; su descarga representa el 37 % del efluente del lago, el resto es aportado por los demás afluentes, aguas subterráneas y lluvias caídas directamente sobre el espejo de agua. Aunque no posemos datos fehacientes, suponemos que la mayor parte de ese

caudal corresponde al agua subterránea, dada la escasa importancia aparente de las corrientes superficiales menores. Esta opinión se ve apoyada en el hecho de que la permeabilidad lumínica de las aguas del lago crece constantemente desde la desembocadura del Manso hasta el extremo opuesto, indicando que no hay ninguna otra fuente importante de sedimentos en suspensión (Bonetto, Dionni y Depetris, 1971).

El río Manso superior desemboca en el Mascardi después de recorrer durante varios kilómetros su llanura aluvial caracterizada por su curso meandroso y gran desarrollo de mallines en su parte inferior (Drago, 1973). El lecho está formado principalmente por rodados, mientras que las áreas inundables adyacentes son predominantemente limosas (Iriondo, 1973). El caudal medio es de 13,5 m³/seg., habiéndose observado valores inferiores a 3 m³/seg. durante el 1 % del tiempo, es decir 3 ó 4 días por año. La máxima creciente registrada durante el intervalo julio de 1971-mayo de 1973 fue de 63 m³/seg. Extrapolando los datos obtenidos durante ese lapso se estima una creciente de 85 m³/seg. cada cien años (fig. 2); esta estimación debe ser tomada sólo como una aproximación grosera debido a que el lapso de tiempo de aforos es relativamente corto.

Las crecientes obedecen a dos factores: lluvias y deshielo, siendo mayores las producidas por la primer causa. Los caudales máximos se alcanzan cuando lluvias cálidas provocan deshielo que suma su efecto al del caudal directamente provisto por la lluvia. El 24 de diciembre de 1970, con una tormenta de estas características, se alcanzó un pico de 70 m³/seg. Durante las crecientes (más de 20 m³/seg) se produce excavación del lecho, el que se rellena lentamente después de las mismas; con crecientes de más de 50 m³/seg. la recuperación del perfil anterior puede tardar varios meses en completarse (Rubulis, com.pers.).

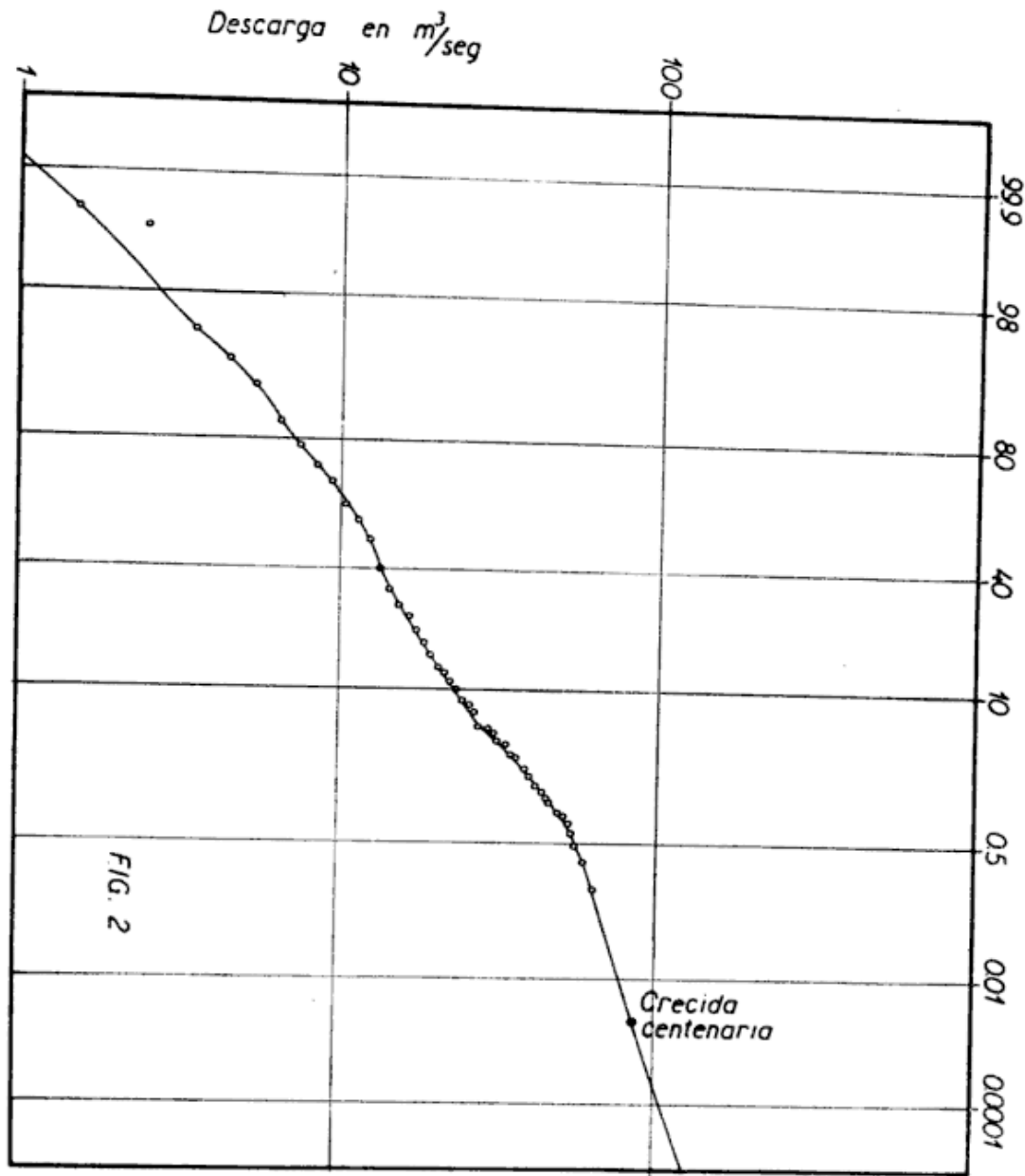


Fig. 2. — Curva de caudales del río Manso superior

Sedimentos en suspensión

Durante el intervalo julio de 1971-marzo de 1973 se tomaron 180 muestras de agua coincidentemente con los aforos de caudal a fin de determinar la concentración de sedimentos en suspensión. Estos sedimentos son en general finos y muy finos, predominando la fracción arcilla con porcentajes subordinados de limo. El análisis mineralógico de los minerales arcillosos del lecho del Mascardi en la zona de la desembocadura reveló el predominio de

montmorillonita y clorita, con proporciones menores de illita (Depetris, 1971).

Las muestras fueron tratadas mediante floculación con nitrato de lantano en medio alcalino casi saturado. Después de 48 horas los flóculos eran separados, llevados a estufa y pesados. La corrección por el peso del floculante agregado se hizo mediante la comparación con una ampolla testigo llena de agua destilada a la que se le agregó floculante.

Se determinaron concentraciones que varían entre 10 y 586 partes por millón,

observándose las concentraciones más altas durante las crecientes de los meses de enero y febrero (lluvias cálidas con deshielo) y las menores durante períodos invernales. La curva de descarga de sedimentos de la figura 3 indica la relación entre el caudal líquido del río y el peso del sedimento que acarrea por día al lago. La curva correspondiente a la descarga producida por deshielo es indicativa de deshielo puro, es decir sin lluvias que lo acompañen, lo mismo la de lluvias, se escogieron días durante los cuales no hubo deshielo significativo. Es de hacer notar que las lluvias aparecen como agente erodante más efectivo que el deshielo.

Con las curvas de las figuras 2 y 3 se calculó la descarga anual de sedimentos del Manso superior al lago: aproximadamente 25.300 toneladas.

Sedimentos transportados por arrastre

El cálculo del material transportado por arrastre y saltación en los cauces fluviales es uno de los problemas más importantes y difíciles de la Sedimentología. En Ingeniería Hidráulica se trabaja intensamente en este campo des-

de hace largo tiempo sin que todavía se haya llegado a resultados satisfactorios. Existe gran número de fórmulas para calcular la descarga de sedimentos, de las que se utilizan frecuentemente ocho o diez (ver por ejemplo Vanoni *et al.*, 1971) que, aplicadas a un mismo caso, no siempre suelen dar como resultado cifras coincidentes. Se las debe utilizar, entonces, para obtener resultados indicativos de la magnitud del transporte, no para precisiones mayores. La confiabilidad se hace menor al aplicarlas en corrientes con lecho de rodados, como el Manso, puesto que las fórmulas generalmente fueron diseñadas para lechos de arena y suelen contener en forma explícita o implícita alguna limitación en ese sentido.

Para la estimación del transporte por arrastre en el Manso superior se utilizaron dos fórmulas que ofrecen algunas ventajas para este caso, la de Meyer-Peter y Müller y la de Bagnold. La primera ha sido aplicada con éxito en ríos y arroyos con rodados de Europa central y la segunda ha demostrado gran versatilidad, sirviendo para calcular transporte fluvial, transporte a lo largo de playas, corrientes de barro, etc.

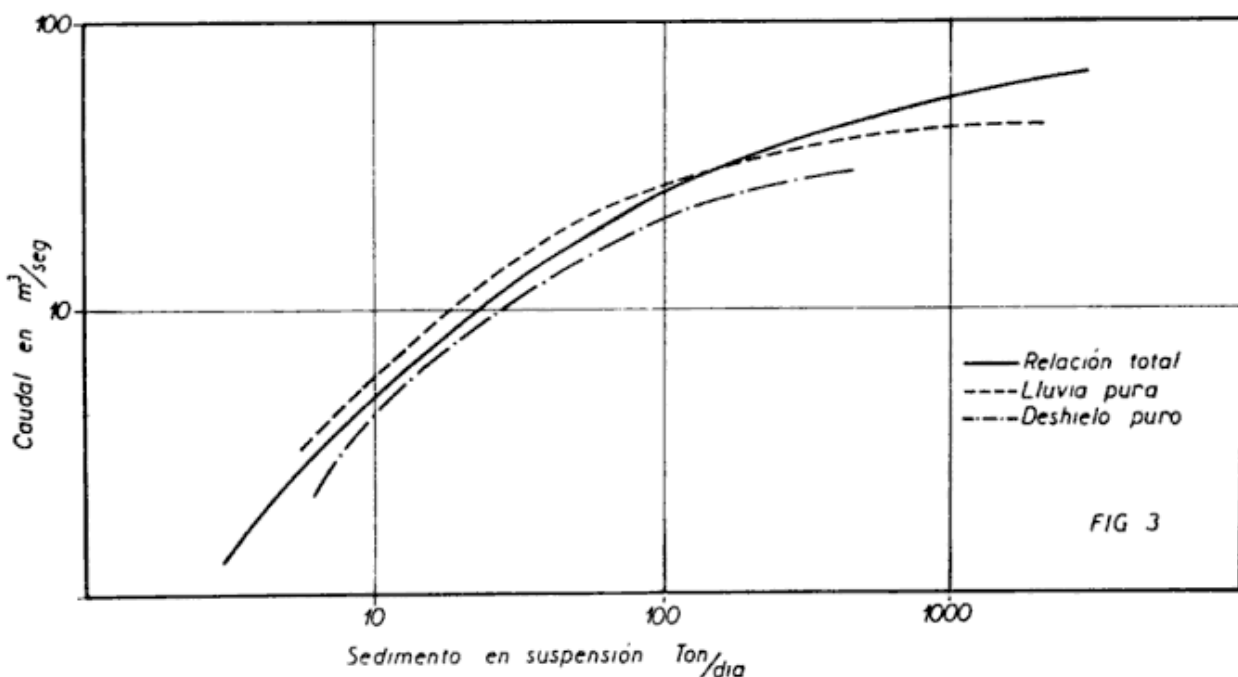


Fig. 3. — Curva de descarga de sedimentos en suspensión del río Manso superior

La fórmula de Meyer-Peter y Müller se basa en una relación de caudales, partiendo del postulado que los ríos no arrastran sedimentos continuamente sino que lo hacen en aguas altas a partir de un caudal crítico cuyo valor depende del tamaño de los clastos del sedimento del lecho (Meyer-Peter y Müller, 1948) (Graf, 1971). La ecuación es la siguiente:

$$\frac{\gamma R_h (k/k')^{1/2} S}{d (\gamma_s - \gamma)} = 0,047 = 0,25 \frac{\rho}{\rho_s} \frac{(g'_s)^{1/2}}{d (\gamma_s - \gamma)} \quad (1)$$

donde

- γ : peso específico del agua
- γ_s : peso específico del sedimento
- R_h : radio hidráulico del río, en este caso aproximadamente igual a la profundidad
- k/k' : parámetro relacionado con la resistencia que oponen al flujo los clastos y las estructuras sedimentarias del lecho
- S : pendiente
- ρ : densidad del fluido
- d : diámetro de los clastos
- g'_s : peso sumergido del sedimento arrastrado por unidad de ancho en la unidad de tiempo.

La aplicación de esta fórmula a los datos del Manso superior da por resultado un arrastre de alrededor de 2.650 toneladas por año.

Según Bagnold (1966) los sedimentos acarreados por una corriente pueden ser considerados como una carga transportada por un vehículo. Este vehículo necesita realizar un trabajo mediante algún mecanismo determinado para contrarrestar las fuerzas que tienden a depositar ese peso. El mecanismo es el siguiente: el fluido, debido a su viscosidad, ejerce sobre las paredes y el lecho del cauce una tensión de arrastre, que es una especie de tensión de corte. El lecho, en el caso de cauces aluviales, está formado por sedimento suelto; cual-

quier esfuerzo de corte al que un conjunto de granos sólidos sea sometido requiere un cierto grado de dispersión. La dispersión es posible aquí solamente hacia arriba, contra la fuerza de gravedad.

Para que exista un equilibrio, es necesario que la tensión soportante sea igual al peso sumergido de los sólidos en transporte. Esta tensión soportante es transmitida del lecho a los sólidos dispersos en transporte:

a) Mediante la transferencia de momento de sólido a sólido realizada por contacto continuo o intermitente (clastos en arrastre y saltación).

b) Mediante la transferencia de momento de una masa de fluido a otra y de ésta al sólido en suspensión (clastos en suspensión).

Por otra parte, si se considera a la corriente de agua como una máquina que realiza un trabajo, se debe tener en cuenta también la *eficiencia*, factor que ha de tener siempre un valor inferior a la unidad.

La potencia disponible para el transporte de sedimento por unidad de ancho está dada por la siguiente relación:

$$\omega : \gamma D S V \quad (2)$$

donde

- γ : peso específico del agua
- D : profundidad del cauce
- S : pendiente de la energía
- V : velocidad promedio de la corriente

Siguiendo el razonamiento, la ecuación para el cálculo del sedimento en arrastre es

$$i_b = \frac{e_b \omega}{\text{tg } \alpha} \quad (3)$$

donde

- e_b : factor de eficiencia
- ω : potencia disponible
- $\text{tg } \alpha$: pendiente del ángulo de fricción interna del sedimento

La aplicación de la fórmula de Bagnold dio como resultado un arrastre de aproximadamente 2.300 toneladas por año. Considerando el resultado obtenido en la aplicación de la fórmula (1) se puede estimar el transporte por arrastre y saltación en alrededor de 2.500 toneladas anuales.

Sedimentos disueltos

Los sólidos disueltos acarreados por el Manso oscilan entre 30 y 50 ppm., obteniéndose los mayores valores en períodos de deshielo (Bonetto, Dioni y Depetris, *op. cit.*), lo que resulta en aproximadamente 17.000 toneladas anuales.

Velocidad de erosión en la cuenca del Manso superior

La carga anual total de sedimentos transportada, de acuerdo a las estimaciones que figuran en los párrafos anteriores, es de 44.300 toneladas, de las cuales 58 % corresponde a sedimento en suspensión, 38 % a sólidos disueltos y 4 % al sedimento en arrastre.

Se aplicó la fórmula de Judson y Ritter para la velocidad de erosión con la transformación al sistema métrico decimal que figura en Cucchi (1972):

$$D = 5,2 \times 10^{-3} \times 65,8 \text{ (ton/km}^2 \text{ año)}$$

donde D es la erosión en milímetros cada mil años. El valor obtenido es de 22 milímetros cada mil años, de los cuales 3 mm corresponden a erosión química y el resto a erosión física, valor sumamente bajo comparado con otras cuencas argentinas.

Sedimentación en el lago Mascardi

La acumulación de sedimentos fluviales al llegar a un lago puede distribuirse de forma muy variada. Básicamente existen en este sentido tres "términos extremos": sedimentación inmediata a la desembocadura, que se va desarro-

llando mediante agradación deltaica; sedimentación en la parte más profunda de la cubeta producida por corrientes de turbidez o por disminución de la turbulencia; y distribución de sedimentos por oleaje a lo largo de las costas.

La manera en que los sedimentos de un río determinado son distribuidos en un lago depende de varios factores, tales como tamaño de los clastos del sedimento, oscilaciones en el volumen del lago, magnitud de las crecientes del río, relación de temperaturas entre el agua del lago y el agua del río, intensidad y duración de los vientos, etc.

Estudios de sedimentación realizados en 30 grandes lagos artificiales (Borland, 1971) indican que la distribución de la sedimentación depende principalmente de la forma del lago. Lara (1962) ha perfeccionado un método para estimar la distribución considerando el tipo de lago (de garganta, de colina, de pie de monte y de llanura). La clasificación del lago se obtiene gráficamente en un plano logarítmico que tiene como coordenadas la profundidad y el volumen del cuerpo de agua (Lara, *id.*, fig. 9). El lago Mascardi corresponde al tipo IV (garganta).

La sedimentación estimada, calculada en toneladas por día por los métodos citados más arriba, debe ser convertida en volúmenes para conocer la velocidad de colmatación. Miller (1953) desarrolló un procedimiento que consiste en multiplicar densidades determinadas empíricamente para arena, limo y arcilla, por los porcentajes de esas fracciones granulométricas halladas en el lecho del lago. El fondo del Mascardi está compuesto en promedio por 66 % de arcilla, 27 % de limo y 7 % de arena. Multiplicando estos porcentajes por los coeficientes correspondientes se obtiene la densidad del sedimento recién depositado:

$$W_1 = 0,66 \times 13 + 0,27 \times 67 + 0,07 \times 88 = 32,83 \text{ lb/pie}^3 = 0,55 \text{ gr/cm}^3 \quad (4)$$

Para conocer el grado de compacción sufrido por el sedimento en un tiempo determinado, a esta densidad se le debe adicionar un factor que depende de la granulometría y del tiempo transcurrido

$$W = W_1 + 0,4343 K \left[\frac{1}{T-1} \log_e T - 1 \right] \quad (5)$$

donde

W_1 : densidad inicial

K : coeficiente dependiente de las oscilaciones del cuerpo de agua, para el Mascardi es igual a 12,10

T : tiempo en años

En el Mascardi, según esta fórmula, el sedimento depositado hace 100 años tiene

$$\begin{aligned} W_{100} &= 32,83 + 1,588 \times 12,10 = \\ &= 52,04 \text{ lb/pie}^3 = 0,87 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Con estos datos ya se puede realizar el cálculo de distribución de la sedimentación propiamente dicho. La ecuación básica es la siguiente:

$$S = \int_0^{y_0} A dy + \int_{y_0}^H K a dy \quad (6)$$

donde

S : total del sedimento incorporado
 o : altura original del lecho del lago sobre el nivel del mar

y_0 : altura del lecho del lago sobre el nivel del mar después de la sedimentación

A : superficie del lago

H : profundidad máxima del lago

K : constante de proporcionalidad

a : área relativa

Moody (1962) integró y simplificó la ecuación mediante una serie de pasos intermedios, haciéndola aplicable en ca-

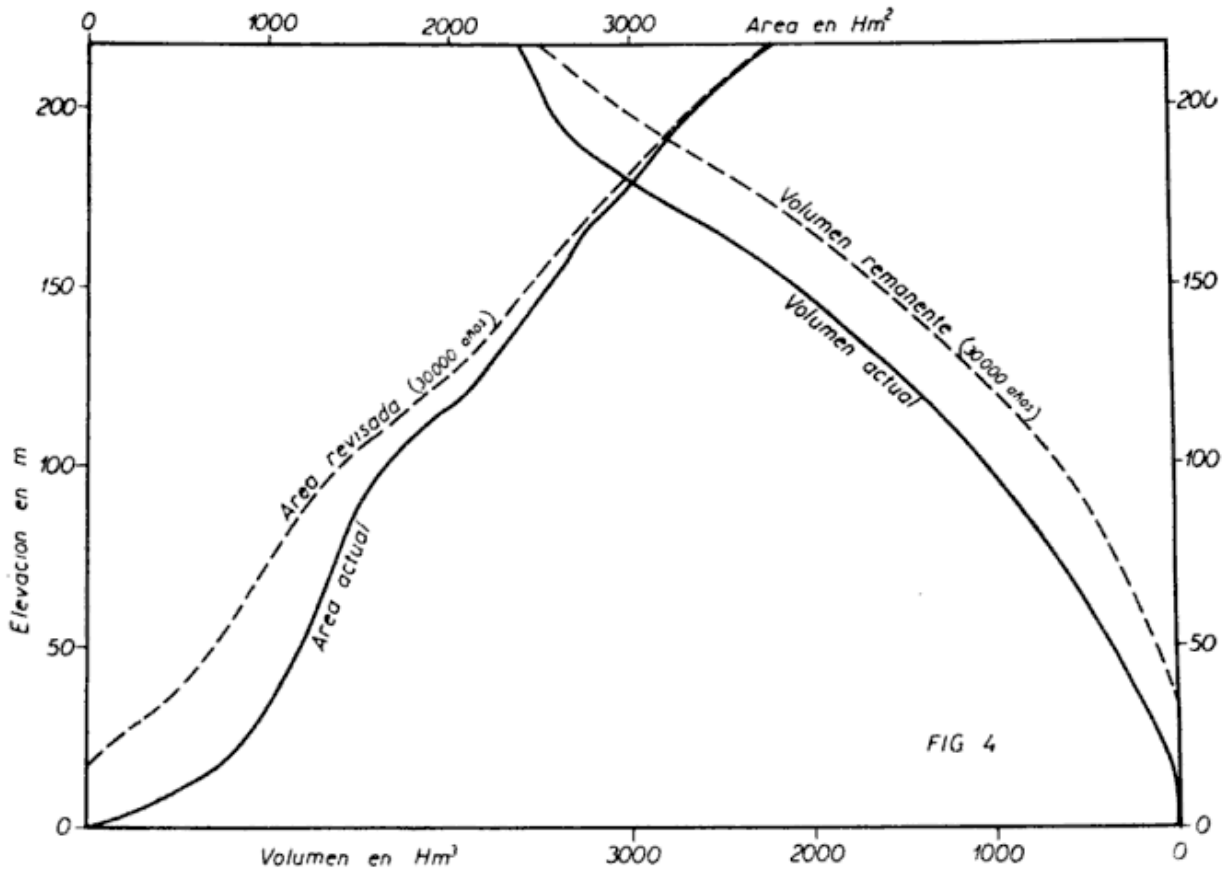


Fig. 4. — Área y volumen actuales del lago Mascardi y área y volumen estimados para treinta mil años de acuerdo a la tendencia actual

tos prácticos. En el trabajo de Lara se pueden resolver gráficamente los pasos principales.

Dado el gran volumen del lago con respecto a la sedimentación anual en el mismo, para tener una idea más o menos adecuada de la distribución de los sedimentos hubo que calcularla en un lapso de tiempo extremadamente largo, 30.000 años. Se ha calculado la compacción según Miller, obteniéndose una densidad de $1,36 \text{ gr/cm}^3$. Las áreas y los volúmenes actuales y los calculados para 30.000 años después están representados en la figura 4. Observando el gráfico puede notarse una acumulación casi nula en las cotas cercanas a la superficie, que va aumentando paulatinamente hacia abajo. La forma del relleno coincide razonablemente con lo que puede esperarse con un aporte sedimentario predominantemente arcilloso, es decir, la sedimentación en la parte más profunda de la cubeta.

En cuanto a la velocidad de colmatación, considerando $1,36 \text{ gr/cm}^3$ de densidad se obtiene un valor de 228.000 años, lo que configura una evolución considerablemente lenta.

CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo debe tomarse como un esfuerzo tendiente a hacer una estimación de la *tendencia actual* de la sedimentación en el lago y no como una predicción de lo que será el mismo dentro de treinta mil años. En efecto, es bien conocido que en el Cuartario se han producido cambios climáticos de envergadura en lapsos de tiempo más cortos. Tampoco son de desdeñar acontecimientos catastróficos como erupciones volcánicas o fenómenos sísmicos como alteradores de la actual tendencia. El autor se vio obligado a considerar ese tiempo simplemente porque la sedimentación es tan escasa con relación al volumen del lago que para períodos

menores la tendencia es muy poco visible.

Los métodos y fórmulas empleados en los distintos pasos del modelo poseen la limitación de que en última instancia están fundados sobre bases empíricas, pero se debe tener en cuenta que son utilizados rutinariamente por ingenieros hidráulicos en distintas partes del mundo para diseño de presas, canales, etc., con límites de seguridad mucho más severos que los usuales en Geología. El eslabón más débil de todo el razonamiento es, quizás, el cálculo de la compacción para un lapso de 30.000 años mediante la fórmula de Miller, que está diseñada para períodos considerablemente más cortos.

El hecho de considerar a Manso como única fuente importante de sedimentos se justifica en primer lugar por el aumento constante de la transparencia de las aguas del lago desde su desembocadura hasta el otro extremo; y en segundo lugar por la ausencia de deltas o llanuras aluviales de otros arroyos que avancen sobre el lago.

AGRADECIMIENTOS

Al señor Sigfrido Rubulis por el valioso apoyo que brindó al realizar la recolección de muestras, proveer información hidrológica y observaciones de campaña. A la doctora Hetty B. de Pomar, por facilitar datos de granulometría del lecho del Mascardi.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Agua y Energía y Eléctrica, 1970. *Resumen de la estadística hidrológica hasta 1967*. 150 p., Buenos Aires.
- Bagnold, R., 1966. *An approach to the sediment transport problem from General Physics*. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 422-J.
- Bonetto, A.; Dioni, W. y Depetris, P., 1971. *Investigaciones limnológicas en la cuenca del río Manso y lago Mascardi*. Fund. Ba-

- riloche, Dpto. de Rec. Nat. y Energía, Publ. N° 4, 62 p., San Carlos de Bariloche.
- Borland, W., 1971. *Reservoir sedimentation en River Mechanics*, ed Hsien Wen Shen, Cap. 9, Fort Collins (Colorado), EE.UU.
- Burgos, J. y Vidal, A., 1951. *Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite*. Meteoros, Año I, n 1, pp. 3-32.
- Consejo Federal de Inversiones. *Evaluación de los recursos naturales de la Argentina, 1962*, Tomo IV. *Recursos hidráulicos superficiales*. Vol. II, 879 p., Buenos Aires.
- Cucchi, R., 1972. *La actual velocidad de erosión detrítica y química en algunos ríos de la República Argentina*. Rev. de la Asoc. Arg. de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, T. III, pp. 63-72.
- Depetris, P., 1971. *Mineralogía de la fracción arcilla en sedimentos del lago Mascardi, provincia de Río Negro, República Argentina*. Rev. de la Asoc. Geol. Arg., T. XXVI, N° 3, p. 412.
- Drago, E., 1972. *Relevamiento batimétrico y notas morfológicas. Lago Mascardi*. Fundación Bariloche, Dpto. de Rec. Naturales y Energía, 8. p., San Carlos de Bariloche.
- 1973. *Algunas características geomorfológicas de la llanura aluvial del río Manso superior (prov. de Río Negro)*. Rev. de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral, N° 4, pp. 187-200.
- Graf, W., 1971. *Hydraulics of sediment transport*. Mc Graw Hill Book Co., 513 p., Nueva York.
- Iriondo, M., 1973. *Granulometría de los sedimentos del valle aluvial del río Manso superior, prov. de Río Negro*. Rev. de la Asoc. Geol. Arg., T. XXVIII, N° 1, pp. 61-69.
- Lara, J., 1962. *Revision of the procedure to compute sediment distribution in large reservoirs*. Bureau of Reclamation, Hydrology Branch, Sedimentation Section, 7 p., Denver (Colorado), EE.UU.
- Meyer-Peter, E. and Müller, R., 1948. *Formulas for bed-load transport*. Intern. Assoc. Hydr. Res., 29 Meeting, Estocolmo.
- Miller, C., 1953. *Determination of the unit weight of sediment for use in sediment volume computations*. Bureau of Rec., Hydrology Branch, Sedim. Section, 5 p., Denver (Colorado), EE.UU.
- Moody, W., 1962. *Determination of the maximum elevation of complete sedimentation in a reservoir*. Memorandum, U.S. Bureau of Reclamation, 4 p., Denver (Colorado), EE.UU.
- Vanoni, V. et al., 1971. *Sediment transportation mechanics: H. Sediment discharge formulas*. Journ. of the A.S.C.E., HY 4, pp. 523-567.

Recibido el 17 de abril de 1974.

GEOLOGIA DE LA COMARCA ENTRE EL RIO JURAMENTO Y ARROYO LAS TORTUGAS, PROVINCIAS DE SALTA Y JUJUY, REPUBLICA ARGENTINA

Por JORGE A. GEBHARD¹, ALFONSO R. GIUDICI² y JOAQUIN OLIVER GASCON²

RESUMEN

El área estudiada se encuentra en el ámbito de las Sierras Subandinas, en un sector de las provincias de Salta y Jujuy.

Se hace especial referencia a los depósitos, fluviales y lagunares, del Terciario Subandino (en el sentido de Zunino), asignándole carácter formacional a cinco entidades: Formaciones Río Seco, Anta, Quebrada Jesús María, Río Guanaco y Piquete. Las mismas comprenden desde el Eoceno hasta el Plioceno inclusive, disponiéndose dos discordancias erosivas entre las tres últimas.

La secuencia mencionada suprayace con igual relación al Grupo Salta, bien representado por sedimentitas litoral-marinas y continentales, de edad cretácica y terciaria.

Las unidades más antiguas pertenecen al Devónico inferior.

Los rasgos estructurales de mayor significación se orientan con rumbo NNE-SSW.

ABSTRACT

The area studied is located in the region of the Sierras Subandinas, in the provinces of Salta and Jujuy.

Special reference is made about fluvial and lacunar deposits of the Subandean Tertiary (in Zunino's sense), assigning formational rank to five entities: Río Seco, Anta, Quebrada Jesús María, Río Guanaco and Piquete formations. These comprise from the Eocene to the Pliocene, with two erosive unconformities, one between Quebrada Jesús María and Río Guanaco Formations and another between Río Guanaco and Piquete Formations.

The mentioned sequence overlies in the same way the Salta Group well represented by marine-litoral and continental sedimentites, of cretacic and tertiary age.

The oldest entities belong to the Lower Devonian.

The most significant structural features are oriented in a NNE-SSW direction.

I. INTRODUCCION

I 1. OBJETO DEL TRABAJO Y NOMENCLATURA UTILIZADA

El presente estudio tiene por objeto principal tratar con cierto detalle la

estratigrafía del denominado Terciario Subandino (Bonarelli, 1913) en un sector de la provincia de Salta y válida, al menos en parte, para otras regiones de la misma y la de Jujuy.

Salvo que se indique lo contrario el sentido que se da al término Terciario Subandino es el de Zunino (1944), que divide al mismo en tres partes: inferior, sin contenido de tobas; medio con tobas grises y gris oscuras y superior, con tobas blancas y gris blanquecinas.

¹ Supervisión General de Estudios Especiales, Gerencia de Exploración, Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

² Comisión Geológica N° 6, Gerencia de Exploración, Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

La última división coincide además, aunque no siempre, con la irrupción de conglomerados.

Por debajo del Terciario Subandino yacen en muchos casos las Areniscas Superiores (Bonarelli, 1913), Formación Tranquitas: Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1938) y las Areniscas de Garganta (Schlagintweit, 1936). Estas dos entidades guardan una relación lateral por cambio de facies.

A efectos de aclarar lo expresado se adjunta el Cuadro I. En el mismo se visualiza que Terciario Subandino (Zunino, 1944) incluye al Jujeño (Bonarelli, 1921) o Ts (Hagerman, 1932) o Formación Jujuy (Schlagintweit, in op cit., 1938).

La Formación Chaco (Schlagintweit, in op. cit., 1938) fue definida en reemplazo del Terciario Subandino de Bonarelli. Con el transcurso del tiempo el topónimo Chaco, a veces con el rango de grupo, se utilizó con intención más amplia, especialmente en Cordillera Oriental, incluyendo a la Formación Jujuy y términos equivalentes a las Areniscas Superiores. Por su parte, en Bolivia equivale al Terciario Subandino medio y superior.

Ante tal diversidad de criterios los autores han omitido el uso de Chaco, encasillando las formaciones aquí tratadas en las unidades mayores propuestas por Russo (1972). Entre éstas sobresale el Grupo Orán, topónimo ya empleado para un rango mayor que la Formación Chaco (Schlagintweit, in op. cit., 1938).

I 2. MÉTODOS DE TRABAJO

Las tareas de campo fueron realizadas por los autores integrando la Comisión Geológica nº 6 de Yacimientos Petrolíferos Fiscales durante los años 1970 y 1971. Las mismas consistieron en el levantamiento de 691 km de poligonales a escala 1:25.000, abarcando una superficie aproximada a los 4.100 kilómetros cuadrados.

El mapa geológico adjunto es producto de la integración de observaciones efectuadas exclusivamente en quebradas, dada la gran cobertura vegetal de la comarca. Varias interpretaciones fueron hechas o mejoradas con fotografías aéreas.

CUADRO I

CUADRO COMPARATIVO							
STEINMANN ET. AL. (1904)	BONARELLI (1921)	HAGERMAN (1932)	SCHLAGINTWEIT in op cit. 1938 (general.)	ZUNINO (1944)	PROPUESTO (1974)	RUSSO (1972)	
conglomerados	ESTRATOS DE JUJUY	T _s	COMPLEJO DE ORAN	Formación de Jujuy	Terciario Subandino superior	Formación Piquete Fm Río Guanaco	SUBGRUPO JUJUY
				Formación del Chaco	Terciario Subandino medio	Fm. Quebrada Jesús María Formación Anta	
				Formación de Tranquitas	Terciario Subandino inferior	Formación Río Seco	
marcas arenosas	Terciario Subandino	T _c T _i					SUBGRUPO METAN
Areniscas Superiores	U		Areniscas Superiores				

Los perfiles comenzaron casi siempre en afloramientos del Subgrupo Salta Bárbara y por lo tanto la reseña y compilación geológica de entidades más antiguas se hicieron generalmente en base a trabajos de Mauri (1944, 1946), Jakulica (1948), Gebhard (1970), Moreno (1970) y Mingramm y Russo (1972) (ver Investigaciones Anteriores).

II. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

La región a considerar está ubicada en las Sierras Subandinas, no obstante lo cual algunas de sus partes orientales corresponden ya al ámbito del Chaco salteño.

Políticamente queda encuadrada por los departamentos de Anta y Metán, de Salta, y el de Santa Bárbara de Jujuy. A efectos prácticos su límite este está dado por la línea férrea que une las localidades de Joaquín V. González y Pichanal. El deslinde occidental lo constituye una alineación de serranías con rumbo general NE-SW que enumeradas de norte a sur son: sierras del Maíz Gordo, del Piquete, de González y de San Antonio, con alturas máximas de 2.300 m.s.n.m. El arroyo Las Tortugas y el río Juramento ofician de límites latitudinales.

Por lo general existe un relieve acentuado, formado por pequeños filos, que aumenta en magnitud hacia las serranías principales y hacia el nacimiento disminuye hasta llegar a la llanura. Las cotas más frecuentes oscilan entre 400 y 800 m.s.n.m., superando en algunas partes los 1.000 m.s.n.m.

La provisión de agua suele ser abundante, destacándose como cursos principales los ríos Maíz Gordo, de los Salteños, Dorado, Seco, del Valle y arroyo Los Noques, componentes de la cuenca del río Bermejo.

Entre los afluentes del río Juramento son importantes los ríos Castellanos, Guanaco y de Las Cañas.

Una espesa vegetación dificulta el tránsito y las observaciones. Según Cabrera (1971) queda comprendida en los Distritos de las Selvas Montanas y de las Selvas de Transición, pertenecientes a la Provincia de la Yunga. En la parte oriental se producen ingresiones del Distrito Chaqueño Serrano integrante de la Provincia Chaqueña, con árboles de menor altura y un estrato arbustivo más raleado.

El tránsito caminero se hace por la ruta provincial salteña nº 5 y por las numerosas huellas madereras que suelen permanecer con tránsito dificultoso o cortado en la época de lluvias, es decir entre los meses de noviembre y abril.

Como poblaciones de alguna importancia se localizan Las Lajitas y Apolinario Saravia. Ciudades próximas y de acceso directo son Metán y Joaquín V. González. Una porción del Parque Nacional El Rey queda comprendida en el área de estudio.

III. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Bonarelli (1921) hace brevísima mención de una recorrida en el departamento de Anta en el año 1914.

En 1932 Hagerman como parte de una contribución mayor estudia la porción ubicada al norte del río de Los Gallos. Schlagintweit (1937) comenta la secuencia existente en el río Juramento, aguas abajo de la estación homónima, al igual que Herrero Ducloux en 1941.

El aporte más significativo para la región que nos ocupa fue realizado por Mauri (1944, 1946). A su acertada y objetiva labor se debe la división con criterio litoestratigráfico del Terciario Subandino en cinco entidades.

Jakulica (1948) levanta el sector de las sierras de la Lumbra y de San Antonio. Padula *et al.* (1967) e Irigoyen (1969) al tratar respectivamente el Devónico y Terciario de Argentina, incluyen los del noroeste.

CUADRO II

CUADRO ESTRATIGRAFICO					
UNIDADES TIEMPO	UNIDADES R O C A	LITOLOGIA	ESPESOR MEDIO (m)		
CUARTARIO	DEPOSITOS INDIFERENCIADOS.	CONGLOMERADOS Y LIMOS.	4		
T E R C I A R I O	G R U P O O R A N	FORMACION PIQUETE	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, ROJOS.	> 870	
		FORMACION RIO GUANACO	ARENISCAS Y CONGLOMERADOS, GRISES.	2120	
		FORMACION QUEBRADA JESUS MARIA	ARENISCAS Y ARCILITAS, ROJAS.	500	
		FORMACION ANTA	ARENISCAS Y ARCILITAS, ROJAS Y VERDES.	600	
	E O C E N O	G R U P O M E T A N	FORMACION RIO SECO	ARENISCAS Y ARCILITAS, ROJAS.	200
			FORMACION LUMBRERA	MARGAS Y ARCILITAS, ROJAS.	400
	P A L E O C E N O	S U B G R U P O S. B A R B A R A	FORMACION MAIZ GORDO	ARCILITAS Y MARGAS, VERDES.	190
			FORMACION MEALLA	MARGAS Y ARCILITAS, ROJAS.	70
			FORMACION OLMEDO	MARGAS, VERDES Y AMARILLENAS.	40
	M A E S T R I C H T I A N O	S U B G R U P O B A L B U E N A	FORMACION YACORAITE	CALIZAS, CALIZAS ARENOSAS; AMARILLENAS Y GRISES	110
			FORMACION LECHO	ARENISCAS, GRISES, GRIS AMARILLENAS.	90
			FORMACION PIRGUA	ARENISCAS, LIMOLITAS; ROJAS.	200 1100
	C A M P A N I A N O				
	D E V O N I C O	S I E G E - S I E G E N - E M S I A N	FORMACION ARROYO COLORADO	ARENISCAS, LUTITAS; GRISES.	350
S I E G E - N I A N O		FORMACION CACHIPUNCO	LUTITAS, ARCILITAS; GRISES OSCURAS.	—	

Gebhard (1970) efectúa levantamientos de detalle del Grupo Salta en el flanco oriental de la sierra del Maíz Gordo. Del mismo tema pero a nivel de cuenca sedimentaria se ocupa Moreno (1970), definiendo formalmente varias unidades roca.

Mingramm y Russo (1972) tratan la geología de las Sierras Subandinas y chaco salteño. Russo (1972) dispone al Terciario Subandino del noroeste integrando un grupo, constituido a su vez por dos subgrupos. Las últimas observaciones sobre la comarca se concretan en los informes de Gebhard (1972) y Oliver Gascón (1973). Pascual y Odreman Rivas (1973) realizan una interpretación general de la distribución en Argentina de los sedimentos terciarios portadores de mamíferos.

IV. DESCRIPCION GEOLOGICA

IV 1. ESTRATIGRAFÍA

La totalidad de las rocas aflorantes en el sector estudiado es de origen sedimentario y piroclástico muy subordinado. Según se visualiza en el Cuadro II sobre un basamento de lutitas y areniscas devónicas se apoyan en discordancia las sedimentitas rojas de la Formación Pirgua. De la misma manera prosiguen los depósitos de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. El primero está constituido por las Formaciones Lecho, Yacoraité y Olmedo, integradas por areniscas, calizas y pelitas respectivamente, de edad cretácica al igual que Pirgua. Las arcilitas y margas de las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera se reúnen en el Subgrupo Santa Bárbara. Las dos últimas pertenecen al Terciario y la restante al ¿Cretácico superior?

Discordantemente sobre Santa Bárbara yacen los depósitos continentales del Grupo Orán en el que intercalan tobas. Comienza con las areniscas y pelitas del Subgrupo Metán, en el que se distingue a las Formaciones Río Seco (Eoceno),

Anta (Eoceno-Oligoceno) y Quebrada Jesús María (Oligoceno).

Mediante discordancias erosivas suprayacen las Formaciones Río Guanaco y Piquete, reunidas en el Subgrupo Jujuy. Compuestas por areniscas y conglomerados se las considera miocena y pliocena respectivamente. Se refieren al Pleistoceno sedimentos de poco espesor sobrepuestos en discordancia angular.

IV 1.1. BASAMENTO PALEOZOICO

a) *Formación Cachipunco* (Hagerman 1933, *nom. subst.* Padula *et al.*, 1967)

Aflora en unas pocas localidades. Se compone de arcilitas y lutitas micáceas, de color gris negruzco, gris y verde oscuro y pardo amarillento. Intercalan en tramos areniscas cuarcíticas silicificadas. Se han medido los siguientes espesores parciales: arroyo Los Noques, 115 m; arroyo Mealla, 615 m; río Seco, 20m; y río de Las Víboras, 465 m. Se trata de depósitos marinos en condiciones euxínicas dominantes.

Las evidencias paleontológicas asignan a Cachipunco una edad devónica inferior. Así lo indican determinaciones de trilobites, cefalópodos, braquiópodos y plantas (Cuerda y Baldi, 1971; Harrington, 1967).

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

También de origen marino está compuesta por areniscas cuarcíticas y cuarcitas gris claras, blanquecinas, moradas y rosadas, finas, micáceas, bien estratificadas, en partes con laminación entrecruzada. Intercalan escasas arcilitas y lutitas, moradas y micáceas.

Con frecuencia dislocaciones dificultan el cálculo de espesores, oscilando los mismos entre 300 y 400 metros.

Se la asigna al Devónico, Siegeniano y Emsiano inferior (Mingramm y Russo, *op. cit.*).

IV 1.2. *Grupo Salta* (Brackebusch, 1883, *nom. subst.* Turner, 1958)

A. FORMACIÓN PIRGUA (Vilela, 1956)

Es la unidad más antigua con buenos asomos en las distintas quebradas. Su componente principal son areniscas rojo "ladrillo" o morado, medianas y finas, con estratificación poco marcada o entrecruzamiento en niveles. Participan limolitas de igual color en bancos de 10 a 20 cm.

Un hecho de destacar, a diferencia de lo que suele darse en extensas regiones, es que no presenta conglomerado basal. Precisamente cerca de la base pueden encontrarse dispersos rodados de cuarzo y cuarcitas paleozoicas de hasta 15 cm de longitud. Sólo en el río Dorado llegan a formar algunos lentes conglomerádicos.

Estos depósitos continentales, en discordancia angular sobre el sustrato paleozoico, presentan grandes variaciones de espesor, el que se aproxima a los 1.000 m en el río Seco y arroyo Mealla y Saravia y a los 200 m en el río de los Salteños y arroyo Los Noques.

Constituye también parte de las sierras de La Lumbera, de San Antonio y de González. Afloran allí areniscas rosadas, rojas y violáceas con frecuentes intercalaciones de arcilitas rojo violáceas.

Si bien Pirgua ha sido elevada a la categoría de subgrupo (Reyes y Salfity, 1972) no se reconocieron aquí sus formaciones integrantes, manteniéndola por lo tanto en su rango original.

De acuerdo con los registros paleontológicos es asignada al Campaniano (Cretácico superior), pero tal vez sea posible atribuirle un mayor desarrollo en el tiempo. Una muestra de basalto de Pírgua, proveniente de una perforación de Y.P.F. en la localidad de El Tunal (Salta), datada por el INGEIS (Instituto de Geocronología y Geología Isotópica) dio una antigüedad de $108 \pm$

± 5 m.a., es decir, Albiano-Cenomaniano. Reyes y Salfity (1972) admiten una edad similar para la formación más antigua del Subgrupo Pírgua.

B. SUBGRUPO BALBUENA (Moreno, 1970)

En un ambiente litoral y marino se depositó una sucesión divisible en tres entidades.

a) *Formación Lecho* (Turner, 1958)

Está constituida por areniscas blanquecinas, gris blanquecinas y rosadas, medianas y finas, algo friables y con cemento calcáreo. Intercalan escasas calcarenitas oolíticas de iguales colores.

Su pasaje a las unidades infra y suprayacente, vale decir Pírgua y Yacoraite suele ser transicional. La presencia de un pequeño conglomerado basal en algunos sectores de la cuenca indica una discordancia entre Pírgua y Lecho, como ocurre en Iruya (Vilela, 1960), sierra de Santa Bárbara (Cellini, 1970), río Pírgua (Cellini, comunicación verbal) y cuenca del río Tonco (Oliver Gascón, 1972). Registros de inclinación continua en pozos del chaco salteño confirman el contacto discordante (Moreno, comunicación verbal). También fue reconocido en un entorno regional por Reyes y Salfity (*op. cit.*).

Los espesores oscilan entre los siguientes valores: sierra del Maíz Gordo, 55 a 165 m; sierra de La Lumbera, 35 a 65 m, y arroyo Los Noques, 170 m.

Al igual que Yacoraite se la considera de edad maestrichtiana.

b) *Formación Yacoraite* (Turner, 1958)

Se compone de calizas y calizas dolomíticas, en partes arenosas y oolíticas y escasas areniscas calcáreas, amarillentas, grises y blanquecinas. También participan niveles poco importantes de lutitas grises micáceas.

Las potencias predominantes se encuentran en el rango de 90 a 130 m.

Son frecuentes biostromas algáceos, *Pucalithus*. En los ríos Seco y de Las Víboras y arroyo de Las Cortaderas se encontraron gasterópodos del género *Zigopleura* subgénero *Katosira*.

Yacoraite está asignada por el momento al Maestrichtiano.

c) *Formación Olmedo* (Moreno, 1970)

Se presenta en escasas oportunidades con reducido espesor y en una facies algo distinta a la del área tipo. En el río de Los Gallos y arroyo Los Noques se encuentran hasta 7 m de margas verdes con algunas intercalaciones de *Pucalithus*. La secuencia aumenta en arroyo Mealla a unos 60 m. En la sierra de La Lumbrera se mantiene en el orden de 40 m con margas verdes y amarillentas, guías calcáreas azuladas y algunos bancos de *Pucalithus*.

Esta formación denominada anteriormente en superficie Margas Verdes Basales (Mauri, 1944), guarda relaciones concordantes con Yacoraite y Mealla. Pertenece también al Maestrichtiano.

C. SUBGRUPO SANTA BÁRBARA (Vilela, 1956, *nom. transl.* Moreno, 1970)

Engloba depósitos continentales con predominio pélico. Las unidades que lo componen son concordantes entre sí:

a) *Formación Mealla* (Moreno, 1970)

Son margas y arcilitas rojo moradas, rojas y violáceas, con escasas intercalaciones verdosas o de calizas amarillentas. En algunos perfiles adquiere cierta importancia la participación de *Pucalithus*.

Su espesor en el arroyo Mealla alcanza a 210 m y al sur del mismo rara vez supera los 100 m. Muestra una variación relativamente amplia, con valores

mínimos de hasta 15 m, oscilando los más comunes entre 50 y 80 m.

En cuanto a su edad existen dudas si pertenece al Cretácico superior o al Terciario.

b) *Formación Maíz Gordo* (Moreno, 1970)

Es una secuencia de arcilitas y margas verdes compactas y de fractura semiconcoide. Alternan con bancos de *Pucalithus* de hasta 2 m de potencia que pueden predominar en sectores.

Los espesores totales más frecuentes se ubican en el rango de 170 a 210 m llegando a 280 m en arroyo Los Noques.

Vertebrados hallados en la Formación Maíz Gordo (Margas Verdes) indican que esta unidad pertenece al Terciario inferior (Pascual y Odreman Rivas, *op. cit.*).

c) *Formación Lumbrera* (Moreno, 1970)

También se compone de margas y arcilitas pero de color rojo y rojo violáceo. Con un espesor de 20 m, intercala en su tercio inferior la denominada Faja Verde constituida por igual litología y lutitas, verdosas y negruzcas y finos bancos de *Pucalithus*; en algunas localidades contiene élitros de coleópteros y escamas de peces.

El desarrollo de Lumbrera suele verse reducido por la discordancia que la separa del Terciario Subandino; los valores máximos están en el orden de 500 m.

A esta formación se la ubica en el eoterciario en base a restos de primitivos notoungulados (Pascual y Odreman Rivas, *op. cit.*).

IV 1.3. *Grupo Orán* (Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1930, *nom. subst.*, Russo, 1972)

Schlagintweit denominó Complejo de Orán, con explícito sentido litoestratigráfico, a una potente secuencia continental con predominio de capas rojas

en la cual englobó a las Areniscas Superiores, Terciario Subandino según Bonarelli y Formación Jujuy (ver Cuadro I).

Russo (1972) define de igual forma al Grupo Orán, dividiéndolo en dos subgrupos: Metán y Jujuy.

Su espesor aflorante oscila en la comarca estudiada entre 2.500 y algo más de 4.000 metros.

A. SUBGRUPO METÁN (Russo, 1972)

En el área de trabajo es divisible en tres formaciones: Río Seco, Anta y Quebrada Jesús María.

a) Formación Río Seco

Se propone este término para una secuencia compuesta por areniscas y pelitas rojas. Hagerman (1932) asimila a los depósitos del arroyo Las Tortugas a sus horizontes U (Areniscas Superiores) y Ti. Posteriormente en 1937 Schlagintweit adoptó igual criterio para la sección del río Juramento, equivalente sólo a Areniscas Superiores según Herrero Ducloux (1941).

Mauri (1944) tras reconocer a esta entidad en numerosas localidades la designa Serie Estratificada Inferior. Mingramm y Ruso (op. cit.) optan por el nombre de Complejo Estratificado Inferior.

La sección tipo se encuentra bien expuesta en el río Seco, aguas arriba del aserradero San Fernando.

Distribución areal y relaciones. Se la localiza principalmente a lo largo de una angosta franja que bordea los flancos orientales de las sierras del Maíz Gordo, del Piquete, de González, de San Antonio y de La Lumbera. Entorna además a una estructura anticlinal a la altura del río de Las Cañas.

Todas las unidades del Subgrupo Santa Bárbara, especialmente Lumbera y Maíz Gordo, infrayacen en discordancia erosiva a la Formación Río Seco. Esta a su vez es superpuesta concordante

mente por la Formación Anta. La distinción con Santa Bárbara se funda sobre todo en la composición pelítica y mayor compacidad de este subgrupo.

Es de hacer notar la magnitud de la discordancia arriba mencionada, pues ha eliminado, total o parcialmente, términos de Lumbera y Maíz Gordo e incluso algunos de Mealla.

Litología y espesores. Se integra primordialmente por areniscas "naranja rojizo moderado" 10R 6/6 *, "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "rojo moderado" 5R 5/4, finas a medianas, de selección moderada a buena, algo arcillosas, cuarzosas y con escasa muscovita en unos pocos niveles. Eventualmente contienen clastos aislados y lentes conglomerádicos intraformacionales de pelitas y areniscas, discoidales y de 5 cm de diámetro medio.

Alternan arcilitas, limoarcilitas y eventuales margas, "rojo moderado" 5R 5/4, "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "rojo grisáceo" 5R 4/2, fractura concoide a subconcoide, en bancos de hasta 60 cm de potencia.

El conjunto litológico se presenta con estratificación mediana a gruesa. Los niveles con laminación, a veces entrecruzada, son bastantes frecuentes. Incluso puede localizarse a las areniscas y pelitas en repetida alternancia laminar.

En unas pocas localidades existe un conglomerado basal fino, de 50 cm de espesor máximo. Sus clastos son de margas y arcilitas, verdes y rojas, reclutadas del Subgrupo Santa Bárbara: son subangulosos a subredondeados y por lo común no exceden del centímetro de longitud. Las mismas partículas pueden presentarse aisladas o conformando lentes en posición estratigráfica unos pocos metros más alta. En el río de Las Cañas el banco conglomerádico aflora con 1 m de espesor conteniendo

* En adelante los colores de las descripciones litológicas corresponden a la Rock-Color Chart, distribuida por The Geological Society of America.

clastos de cuarzo redondeados de 1,5 cm de largo máximo.

Independientemente de la existencia de un conglomerado basal los niveles inferiores de esta unidad poseen en escasas quebradas características distintivas. En el arroyo Las Tortugas asoman 19 m de areniscas "naranja rojizo moderado" 10R 6/6, "gris muy claro" N8, "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "rosado naranja moderado" 5Y 8/4, medianas y finas, cuarzosas, friables por lo general. En el río Dorado los 8 m basales son algo similares. La secuencia de base en río Seco está compuesta por unos 30 m de areniscas "naranja amarillento pálido" 10YR 8/6, "rojo moderado" 5R 5/4, "púrpura rojo pálido" 5RP 6/2, "gris muy claro" N8 y "verde amarillo grisáceo" 5GY 7/2, finas a medianas y muy finas, cuarzosas, con escasa biotita y/o muscovita.

En definitiva en el norte de la comarca puede localizarse a veces infrayaciendo a la Formación Río Seco hasta una treintena de metros de areniscas policromas, finas hasta gruesas, friables, que corresponderían a las Areniscas Superiores.

Sobrepuestas a la sección basal comentada para el arroyo Las Tortugas prosiguen areniscas "naranja rojizo moderado" 10R 6/6, medianas y medianas a gruesas, bien seleccionadas, cuarzosas, friables, con estratificación gruesa poco definida y un espesor mínimo de 81 m. Serían equivalentes a las Areniscas de Garganta.

Los máximos espesores de Río Seco del orden de 300 m, se registran entre los arroyos Los Noques y González, para mantenerse en principio alrededor de 200 m en el resto de las quebradas.

Ambiente de depositación. Se trata de una secuencia continental de origen fluvial. Eventualmente las corrientes sufrieron un incremento en su velocidad produciendo laminación entrecruzada y diagonal. El color rojo vivaz de las sedimentitas indica condiciones marcadamente oxidantes.

Edad. Restos de mamíferos de las Areniscas de Casa Grande (Stingl, 1947) han sido referidos al Eoceno inferior (Pascual y O. Rivas, op. cit.). En principio puede afirmarse que las Areniscas de Casa Grande estratigráficamente son inferiores a la Formación Río Seco. De tal manera se puede asignar a ésta una edad eocena teniendo en cuenta además que suprayace a la Formación Lumbreira, del Paleoceno superior.

Correlación estratigráfica. La Formación Río Seco es correlacionable con el Terciario Subandino inferior debido a sus similares litologías y posiciones estratigráficas y ausencia de tobas, las que se disponen en término más altos de la columna terciaria.

Por razones prácticas debido a sus escasos espesores y afloramientos, se han incluido en el tratamiento de esta unidad ciertas secciones basales con características diferentes, que como se comentara, pueden corresponder a las Areniscas Superiores y eventualmente a las Areniscas de Garganta. Por iguales motivos no se las puede representar en el mapa.

b) Formación Anta

Se ha dado el carácter de formación a la Serie de Anta de Mauri, quien tomara el nombre de dicho departamento de la provincia de Salta.

Se trata de sedimentitas rojas y verdes que varían entre areniscas finas y arcilitas.

Hagerman (1932) la incluye en su Tc; Schlagintweit (1937) la denominó "facies multicolor o tucumana del Terciario Subandino" y Herrero Ducloux (1941) Areniscas Superiores. Tal como se mencionara Mauri (1944) creó el término de Serie de Anta, denominada Complejo de Anta por Mingramm y Russo (1972).

La sección tipo se ubica en la quebrada Piquete, afluente del río del Valle. La misma está aflorada a unos 5 km al poniente del caserío de Piquete.

Distribución areal y relaciones. La Formación Anta guarda en general la misma distribución que la unidad anterior, aunque por lo común desarrollada algo más hacia el este. Constituye además parte de diversas estructuras anticlinales.

Se apoya concordante sobre la Formación Río Seco y es sobrepuesta de igual manera por la Formación Quebrada Jesús María. Su base y techo quedan determinados por el primer y último banco verdoso, casi siempre pelítico. En forma esporádica y que no debe inducir a error, puede localizarse alguna intercalación de similares características en la unidad infrastante.

Litología y espesores. Está compuesta por areniscas "naranja rojizo moderado" 10R 6/6, "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "rosado naranja grisáceo" 5YR 7/2, finas a muy finas hasta medianas, de selección moderada, a mala, cuarzosas, en niveles muscovíticas y/o biotíticas, arcillosas en partes.

Intercalan arcilitas, limolitas, margas y areniscas muy finas, que pueden predominar en sectores, "rojo moderado" 5R 5/4, "pardo rojizo pálido" 10R 5/4, "verde amarillo grisáceo" 5GY 7/2, "verde pálido" 5G 7/2, "verde muy pálido" 10G 8/2 y en menor cantidad "gris claro" N7 hasta "gris oscuro" N3. La participación de colores verdes y grises es característica para esta formación.

Al norte del río del Valle y dentro del tercio superior de la entidad pueden encontrarse a veces dos y tres bancos de calizas oolíticas y calizas arenosas, "gris pardusco" 5YR 4/1, "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "verde muy pálido" 10G 8/2, con un espesor que oscila entre 0,15 y 1,50 m. Schlagintweit (1937) menciona intercalaciones similares en el río Juramento.

Son comunes nódulos de yeso de hasta 45 cm de largo, como así también capas de 10 cm de espesor máximo y venas y venillas producto de depositación primaria y secundaria. A expensas de este último proceso el yeso alo-

jado intersticialmente confiere en tramos gran compacidad a las areniscas.

Salvo en su cuarto inferior y como tipo litológico muy subordinado participan tobas "gris claros" N7 a "gris medio N5, "gris verdoso oscuro 5GY 4/1 y "verde grisáceo" 5G 5/2, cuarzosas y con biotita que puede ser muy abundante.

Las intercalaciones no suelen exceder los 15 centímetros. En casos eventuales se observaron tobas "gris muy claro" N8, color debido tal vez a fenómenos de alteración.

Predominan estratificación fina y muy fina y laminación con entrecruzamiento en algunos niveles. Las óndulas, de corriente y simétricas, varían entre 3 y 10 cm de longitud de onda y 0,5 y 2 cm de amplitud. Se han detectado algunas grietas de desecación.

Los espesores más frecuentes de la formación oscilan entre 500 y 700 m registrándose valores de 1.000 m en el río de Los Gallos y arroyo Sauce Ladeado.

Ambiente de depositación. Son depósitos continentales de tipo fluviolagunar. Un equilibrio inestable entre condiciones de oxidación y reducción, con predominio de las primeras, han producido capas alternantes rojas y verdes. La presencia de depósitos químicos, yeso y calizas, y las grietas de desecación indican un clima árido con una estación húmeda en una cuenca de drenaje cerrado.

La aparición eventual de calizas oolíticas señalan aguas cálidas y agitadas. Esta última circunstancia se interpreta también ante la presencia de ondulitas. Laminación entrecruzada, diagonal y ondulitas asimétricas responderían a corrientes fluviales.

Edad. Dos elementos de juicio permiten asignar en principio una edad eocena-oligocena a esta entidad: 1) En un contexto regional su parte inferior resulta de la variación facial de la eocena Formación Río Seco, tomando la edad de ésta (Mingramm y Russo, op. cit., fig. 9, p. 204). 2) Su contenido

de tobas grises, las primeras en esta secuencia del Terciario Subandino, que pueden ser oligocenas (Kriz *et al.* in Mingramm y Russo, op. cit.).

Correlación estratigráfica. Dada la presencia de tobas grises aproximadamente los tres cuartos superiores de Anta corresponden al Terciario Subandino medio y el resto al inferior.

Además esta formación sería equivalente a las siguientes unidades: Grupo de margas yesíferas-calizas oolíticas (Keidel, 1913). Serie yesífera arena y margosa (Bonarelli y Pastore, 1918), parte de Formación Carahuasi (Ruiz Huidobro, 1949), Formación Río Salí (Ruiz Huidobro, 1960), según redefinición de Bossi (1969), Formación Tolombón (Galván y Ruiz Huidobro, 1965) y sección superior de Formación Las Cañas (Ruiz Huidobro, 1966).

c) Formación Quebrada Jesús María

Se adoptó esta denominación para una sucesión de areniscas rojas con intercalaciones pelíticas de igual color.

Para Hagerman (1932) forma parte de su Ts. En 1944 Mauri la designó Serie Estratificada Superior y Mingramm y Ruso (op. cit.) Complejo Estratificado Superior.

El nombre proviene de la quebrada afluente del río Seco, donde sus afloramientos están normalmente expuestos de base a techo con una potencia de 540 m. Se puede acceder a los mismos desde el aserradero San Fernando.

Distribución areal y relaciones. Es una unidad con buena participación areal, hecho evidenciado, sobre todo en los sectores nor y surorientales.

Guarda respectivamente relación concordante y discordante erosiva con las formaciones infra y suprayacente: Anta y Río Guanaco. El límite estratigráfico con aquella queda definido por su última intercalación verdosa. El primer banco conglomerádico marca el comienzo de río Guanaco. El pasaje puede

operarse también por una rápida transición: las areniscas pierden contenido arcilloso, ganan en tamaño de grano y friabilidad y los colores tienden a la gama de los grises y rosados. En este contacto transicional se acentúa aún más el carácter pseudoconcordante de la relación.

Al no poder establecerse la posición estratigráfica, afloramientos aislados de la Formación Quebrada Jesús María pueden atribuirse a río Seco y viceversa, aunque los de esta última presentan en general colores rojos más vivaces, estratificación mejor definida y menor participación arcillosa, además de ausencia de tobas.

Litología y espesores. Predominan en la constitución de esta entidad areniscas "rosado naranja grisáceo" 5YR 7/2 finas y muy finas, de selección moderada a mala, cuarzosas y con matriz arcillosa abundante.

Alternan arcilitas y limolitas "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "rojo moderado" 5R 5/4, de fractura subconcoide a concoide.

Son relativamente frecuentes niveles conglomerádicos intraformacionales, a veces lenticulares, de 10 a 20 cm de espesor, con rodados de las pelitas mencionadas, redondeados, discoidales a laminares y de 25 cm de largo máximo.

Las tobas, escasas y en bancos de 0,10 a 0,30 m de espesor, son biotíticas y de color "gris claro" N7 a "gris medio" N5 y "gris verdoso oscuro" 5GY 4/1. Por excepción la potencia de las piroclastitas excede los 50 centímetros.

Los afloramientos se exponen con estratificación mediana hasta muy gruesa; puede apreciarse además laminación paralela o entrecruzada de bajo ángulo y rara vez grietas de desecación, estratos convolutos y estructuras de corte y relleno.

Los espesores más frecuentes oscilan en los 500 m y nunca son menores a los 320 m: quebrada de Piquete y río Guanaco. Por su parte el máximo se regis-

tró en el río Castellanos con 895 m, único valor de ese orden.

Ambiente de depositación. Es un ambiente fluvial con cauces divagantes anostomosados y de poco gradiente, con neto predominio de sedimentos transportados en suspensión. Los cursos durante las crecientes dieron origen a extensas llanuras aluviales.

Edad. Una muestra de toba proveniente del perfil del río Castellanos, datada en el INGEIS por el método de potasio-argón, dio una antigüedad de $32 \pm 3,5 \times 10^6$ años., considerándosela por lo tanto oligocena.

Cabe señalar que en el río de los Salteños se localizaron restos óseos indeterminables.

Correlación estratigráfica. Al igual que la unidad anterior sus tobas grises permiten equipararla con el Terciario Subandino medio.

B. SUBGRUPO JUJUY (Steinmann, *et al.*, 1904, *nom. transl.* "Formación Jujuy" (Russo, 1972), *nom. subst.* "Estratos de Jujuy" (Schlagintweit in Fossa Mancini, 1938), *emend.* (Bonarelli, 1921)).

Su principal característica es la intervención de conglomerados, encontrándose mejor desarrollado entre los ríos Guanaco y Castellanos.

Se distinguen en la región a las Formaciones Río Guanaco y Piquete.

a) *Formación Río Guanaco*

Corresponde a la Serie Conglomerádica en la cual Mauri (1944) englobara a areniscas grises con intercalaciones de conglomerados. En 1972 Mingramm y Russo la denominan Complejo Conglomerádico.

El nombre proviene del curso afluyente del río de las Cañas, en el que se considera que está la sección tipo, muy bien aflorada. La misma comienza unos

22 km aguas abajo de la intersección del río Guanaco con la ruta provincial N° 5.

Distribución areal y relaciones. Sus afloramientos son los más extensos de la comarca adquiriendo importancia al sur del río Seco en una faja de ubicación central. En contraposición desaparecen al norte del río Dorado.

Mantiene relaciones pseudoconcordantes, en realidad discordantes de tipo erosivo, con las formaciones que la limitan. Con la infrastante tal hecho se pone de manifiesto por la aparición de conglomerados y con la Formación Piquete por un leve aumento del tamaño de los rodados y una distinta fuente de origen de los mismos, ahora con predominio calcáreo. Estos últimos criterios se utilizan para dictaminar el pase formacional, teniendo en cuenta además las características cromáticas de Piquete con neto predominio de los rojos.

Litología y espesores. Su litología consta principalmente de areniscas "gris claro" N7, "rojo pálido" 10R 6/2, "gris muy claro" N8, medianas hasta muy gruesas, mal seleccionadas, con escasa matriz limosa, cuarzosas, con biotita y cemento calcáreo, friables. Participan además areniscas "pardo rojizo pálido" 10R 5/4 y "rosado naranja grisáceo" 5YR 7/2, finas a medianas, arcillosas en partes.

En ciertos tramos predominan en forma alternada conglomerados semiconsolidados, con clastos redondeados y subredondeados, esferoidales, prolados y discoidales. Se componen de cuarcitas paleozoicas verdosas y violáceas, cuarzo y líticos varios muy subordinados: granitos, andesitas, arcilitas y tobas. El rango de tamaños más común oscila entre 0,2 y 8 cm, pudiendo llegar excepcionalmente a 50 cm. La matriz, rara vez proporción mayoritaria, es arenosa gruesa a sabulítica, friable, con cemento calcáreo.

En muy pocas oportunidades alternan arcilitas y limoarcilitas "pardo rojizo pálido" 10R 5/4, de fractura subconcoide a concoide.

Solamente se encontró una toba en el techo de la formación en río del Valle; la misma es de 5 cm de espesor, biotítica y de color "púrpura rojo pálido" 5RP 6/2. Una muestra extraída para datación absoluta procede de un corte de la ruta nacional n^o 34, en el km 1354. Se trata de una lapillita "blanco" N9 y "blanco" N9 a "gris muy claro" N8.

El conjunto presenta estratificación gruesa y muy gruesa, poco insinuada en largos trechos. Los bancos conglomerádicos pueden alcanzar 12 m de espesor, no faltando los de desarrollo lenticular o rodados dispersos en las areniscas. No es infrecuente observar éstos con cierta imbricación.

El espesor total medio es de 2.120 m; río Guanaco 2.087 m; arroyo Sauce Ladado-río de Las Cañas 2.120 m y arroyo González-río Castellanos 2.150 m. En el sector del río del Valle se reduce al orden de los 800 m.

Ambiente de depositación y procedencia. Durante la depositación de las ruditas y arenitas de la Formación Río Guanaco predominó un ambiente fluvial de alta energía, producto del ascenso de las áreas de aporte con el consiguiente rejuvenecimiento de la red hidrográfica.

Los valores más altos en cuanto a espesores, tamaños de rodados y porcentajes de conglomerados se encuentran en el área del río Castellanos, disminuyendo hacia el NW y W. Por lo tanto puede inferirse una proveniencia del SE y E.

Edad. El análisis radiométrico de la toba citada precedentemente dio una edad de $11,6 \pm 3,5 \times 10^6$ años, es decir miocena.

Correlación estratigráfica. Debido a la presencia de tobas blanquecinas y también por su carácter conglomerádico esta entidad puede ubicarse dentro del Terciario Subandino superior o Jujeño (Bonarelli, 1921).

b) *Formación Piquete*

Se agrupa bajo esta denominación a un conjunto de areniscas rojizas y conglomerados. Mauri en 1944 detectó por primera vez a esta unidad en el río del Valle, en las cercanías de la localidad de Piquete. De allí tomó el nombre para su serie, posteriormente llamada Complejo de Piquete (Mingramm y Russo, op. cit.).

El perfil tipo se localiza en el río de Las Cañas, afluente izquierdo del río Juramento. Desde la localidad de El Galpón se toma un camino vecinal hacia el norte que llega a la finca San Ignacio, a orillas del mencionado río.

Distribución areal y relaciones. Sus asomos principales se restringen al sur del río del Valle y están entornados por lo común por la Formación Río Guanaco.

El techo está siempre erosionado; las relaciones con la unidad que antecede han sido discutidas en el tratamiento de ésta.

Litología y espesores. Se trata de areniscas "pardo rojizo pálido" 10R 5/4, "rosado naranja grisáceo" 5YR 7/2 y escasas "naranja rojizo moderado" 10R 6/6 y "rojo pálido" 10R 6/2, muy finas hasta gruesas, cuarzosas, arcillosas a limolíticas en partes.

Alternan lentes y bancos de conglomerados polimícticos, con rodados de calizas, muchas veces dolomíticas o estromatolíticas; subordinadamente participan los de cuarcitas, cuarzo y escasas tobas y arcilitas. Estas inclusiones son redondeadas, esferoidales a proladas, con tamaños frecuentes de 1 a 10 cm. La matriz es arenosa mediana, con cemento calcáreo por lo común.

También se encuentran escasas arcilitas "rojo grisáceo" 5R 4/2. Las secuencias se disponen con estratificación gruesa a muy gruesa. Los espesores medidos son siempre parciales, ya que como se hiciera mención su techo no aflora: río de Las Cañas: 870 m; arroyo

González: 830 m; quebrada Piquete: 400 m y río Guanaco: 195 m.

Ambiente de depositación. Continúa el tipo de sedimentación fluvial iniciado para la Formación Río Guanaco y con la elevación de nuevas áreas de aporte, lo cual se refleja en la composición de los clastos. Las mismas están compuestas al menos por la Formación Yacoraite.

Edad. En la Formación Piquete, al sur de la comarca cerca de la estación Arenal, se disponen tobas blancas y gris blanquecinas (Oliver Gascón, 1973 a). Este tipo de piroclastitas terciarias son pliocenas en su mayoría (Kriz *et al.*, 1966 in Mingramm y Russo, *op. cit.*).

La Formación India Muerta con la cual podría corresponder en parte contiene fósiles del Plioceno (Peirano, 1957 y Bossi, 1969).

Por lo tanto Piquete debe ser asignada a esta edad.

Correlación estratigráfica. Son válidas las mismas afirmaciones que para la entidad anterior.

IV 1.4. Depósitos indiferenciados

Están constituidos básicamente por conglomerados pleistocenos gruesos, con clastos de cuarcitas y calizas, como respuesta a la emersión de las serranías. Muchas veces sobrepuestos, pero también en forma intercalada, se disponen limos de aspecto loessoide. El conjunto no sobrepasa los 7 u 8 m de espesor, manteniéndose en el orden de cuatro metros y suprayace en discordancia angular a distintas formaciones.

La rica vegetación ha favorecido el desarrollo de suelos ricos en humus.

IV 2. ESTRUCTURA

Las principales lineaciones estructurales se orientan en sentido NNE-SSW.

Se destacan una serie de estructuras anticlinales y sinclinales de las que participan por lo común terrenos terciarios.

Suelen ser simétricas con los planos axiales verticales o levemente inclinados, ya sea hacia el este u oeste. En la parte sur y occidental adquieren mayor magnitud y están elaborados en muchos casos en entidades cretácicas y paleozoicas.

La mayoría de las fallas se interpretan como de empuje, guardando la referida orientación submeridional. Salvo alguna excepción las ubicadas en el sector occidental poseen su labio bajo hacia el oeste y las orientales hacia el este.

Por su importancia de tipo regional merecen mención dos fallas: una nor-oriental evidente desde arroyo Las Tortugas hasta río del Valle y otra de similar longitud en el flanco occidental de la sierra del Maíz Gordo. La primera fue ubicada mayormente en base a líneas sísmicas.

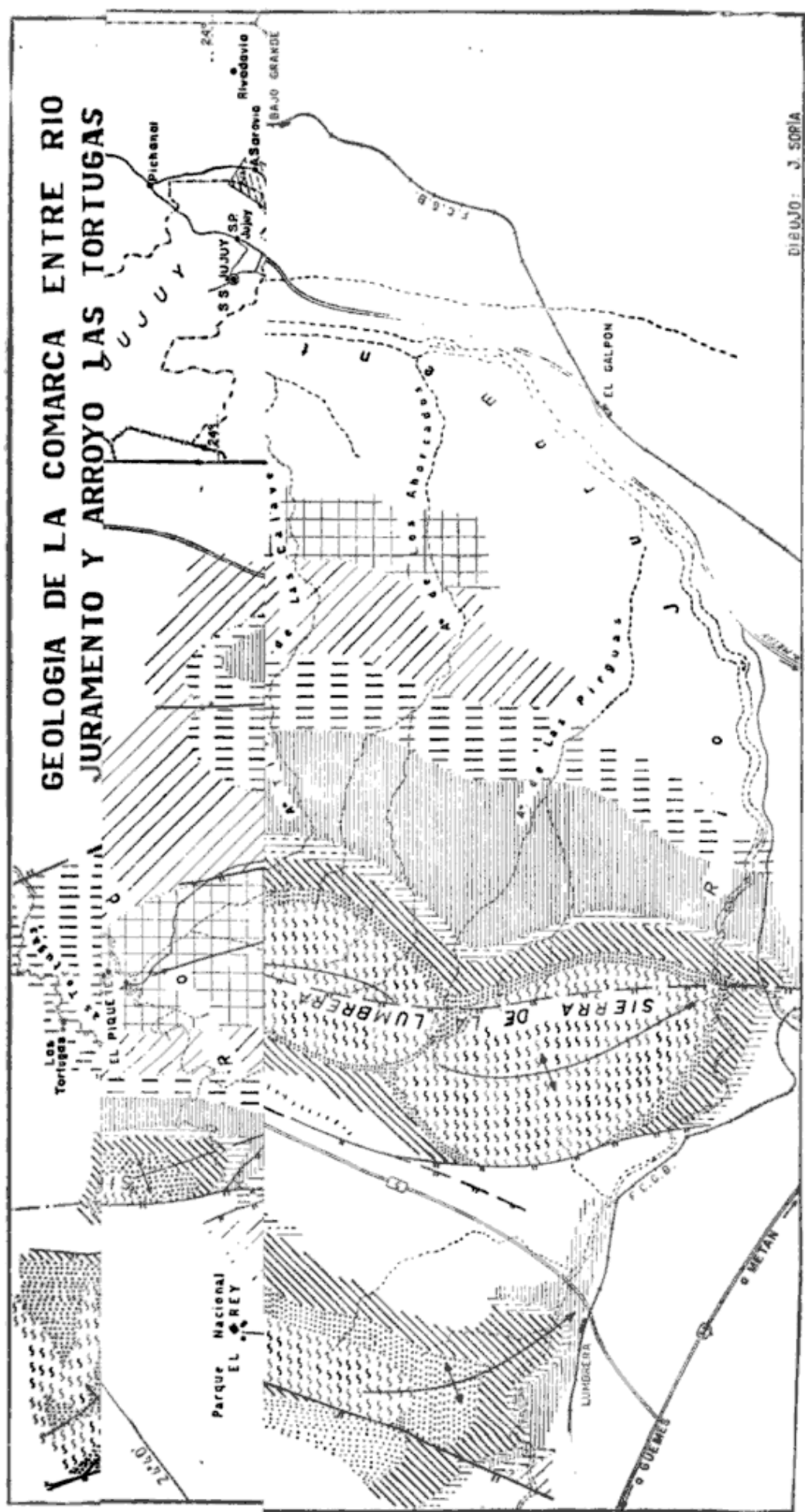
Algunas fracturas minoritarias se disponen con rumbo NNW-SSE y NE-SW.

En el poniente se insinúa un fallamiento en bloques, el que se confirma fuera de los límites del trabajo y del que interviene el Subgrupo Santa Bárbara como entidad más joven en la mayoría de los casos.

Es evidente que la comarca no encuadra en una tectónica de cobertura tipo subandino provocada por fracturamiento de bloques y posibilitada por las incompetentes lutitas paleozoicas. Dicha tectónica está representada por pliegues asimétricos desplazados hacia el este por importantes sobrecorrimientos (Mingramm y Russo, *op. cit.*).

Tampoco poseería, al menos parcialmente, los atributos comprobados por Mon (1972) en la sierra de la Candalaria, ubicada hacia el sur en la parte meridional de la provincia de Salta. Allí las metamorfitas del Proterozoico o Cámbrico han resuelto por plegamientos la mayor parte de los esfuerzos reflejándose aquellos directamente en las sedimentitas suprayacentes. Este esquema podría ser válido para el sector de nuestras serranías en una etapa previa al fallamiento.

GEOLOGIA DE LA COMARCA ENTRE RIO JURAMENTO Y ARROYO LAS TORTUGAS



DIBUJO: J. SORIA

Parecería que las características estructurales de la mayor parte de la región estudiada son productos de esfuerzos compresivos, provenientes de las serranías orientales y/o del área del chaco salteño, hecho este último mencionado por Mingramm y Russo (*op. cit.*).

IV 3. HISTORIA GEOLÓGICA

En el Devónico inferior en un mar de procedencia pacífica se produjo la depositación de las pelitas euxínicas de la Formación Cachipunco. A expensas del levantamiento de áreas occidentales prosiguió la de areniscas de igual edad englobadas en Arroyo Colorado.

La regresión marina se debería a los movimientos acádicos; de esta manera sobrevino un gran hiatus que abarcó el resto del Paleozoico y Mesozoico hasta Cretácico, al menos inferior, inclusive. Los movimientos intrasenosianos, o como alternativa los austrícos-oregonianos, serían los responsables de un relieve cuyas depresiones fueron rellenadas por las sedimentitas rojas de la Formación Pirgua, probablemente desde el Cenomaniano hasta el Campaniano.

Sobre esta entidad en el Maestrichtiano, tal vez en sus comienzos, se produjo una ingresión marina, también del área del Pacífico. Está evidenciada por los depósitos del Subgrupo Balbuena, litorales por lo común, predominantemente calcáreos y arenosos.

Las margas y arcilitas del Subgrupo Santa Bárbara se deben a un posterior régimen continental. El límite Cretácico-Terciario no ha podido ser definido pero ya Lumbrera y Maíz Gordo pertenecen al Eoterciario (Pascual y Odreman Rivas, *op. cit.*).

Con el advenimiento del Eoceno y en fuerte discordancia erosiva sobre Santa Bárbara, causada probablemente por la 1ª Fase del I Movimiento Andino, comenzó la sedimentación fluvial de areniscas y pelitas de la Formación Río Seco. Este ciclo, también lagunar, se prolongó hasta el Oligoceno inclusive,

representando a las Formaciones Anta y Quebrada Jesús María. La participación de tobas en éstas refleja actividad volcánica.

La 1ª Fase del II Movimiento Andino produce el levantamiento de nuevas áreas de aporte a comienzos del Mioceno. De esta manera en un ambiente fluvial de alta energía se depositan las areniscas y conglomerados de la Formación Río Guanaco, en discordancia erosiva sobre su infrayacente.

La situación antedicha se repite a fines del Mioceno; en este caso se debe a la 3ª Fase del II Movimiento Andino y la entidad resultante es Piquete.

En el límite plio-pleistoceno sobreviene la Fase Principal del III Movimiento Andino primordial responsable de las estructuras impresas a los sedimentos cretácicos y terciarios y del levantamiento de las serranías. Como consecuencia de este último se producen depósitos pleistocenos de neto predominio conglomerádico, discordantes sobre las distintas unidades.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales permitirles la publicación del presente trabajo y al señor Juan A. Soria por el excelente apoyo topográfico prestado.

Además expresan su especial reconocimiento al doctor Aniello Russo por las fructíferas conversaciones mantenidas acerca de la geología del Terciario.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bonarelli, C., 1963. *Las sierras subandinas del Alto Aguragüe y los yacimientos petrolíferos del Distrito minero de Tartagal, departamento de Orán, provincia de Salta*. An. Min. Agric. Sec. Geol., VIII, 4, Buenos Aires.
- 1921. *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas*

- subandinas del Norte (provincias de Salta y Jujuy)*. An. Min. Agric. Secc. Geol., XV, 1, Buenos Aires.
- y Pastore, F., 1918. *Bosquejo geológico de la Provincia de Tucumán*. Soc. Arg. Cienc. Nat. De la Primera Reunión Nacional en Tucumán, 1916, Buenos Aires.
- Bossi, G. E., 1969. *Geología y estratigrafía del sector sur del valle de Choromoro*. Acta Geol. Lilloana, X, 2, 17-64. Tucumán.
- Brackebusch, L., 1883. *Estudio sobre la formación petrolífera de Jujuy*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, V (Córdoba), 137-252.
- Cabrera, A. L., 1971. *Fitogeografía de la República Argentina*. Bol. Soc. Arg. Bot., XIV, 1-2, Buenos Aires.
- Cellini, N., 1970. *Informes mensuales*. Y.P.F., Inédito, Buenos Aires.
- Cuerda, A. J. y Baldis, B. A., 1971. *Silúrico-Devónico de la Argentina*. Ameghiniana, VIII, 2, 128-164, Buenos Aires.
- Fossa Mancini, E., 1938. *Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol., 171, 31-95. Buenos Aires.
- Galván, A. F. y Ruiz Huidobro O. J., 1965. *Geología del valle de Santa María. Estratigrafía de las formaciones mesozoicas-terciarias*. Acta Geol. Lilloana VII, 217-230. (Tomo III Segundas Jornadas Geológicas Argentinas), Tucumán.
- Gebhard, J. A., 1970. *Estudios realizados en un sector de la cuenca del Neocretácico, en especial del Subgrupo Balbuena, provincia de Salta y Jujuy*. Y.P.F. Informe inédito, Buenos Aires.
- 1972. *Estratigrafía del Terciario en los departamentos de Metán y Anta, provincia de Salta*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- Hagerman, T., 1932. *La geología de las serranías: Santa Bárbara, Cachipunco, Centinela, Ronda y Maíz Gordo en las provincias de Salta y Jujuy y las relaciones petrolíferas de la zona*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- 1933. *Informe preliminar sobre el levantamiento de Santa Bárbara en la provincia de Jujuy*. Bol. Inf. Petrol., X, 107, Buenos Aires.
- Harrington, H. J., 1967. *Devonian of South America*. Proc. Symp. on the Devonian System, I. Calgary.
- Herrero Ducloux, A., 1941. *Reconocimiento geológico de la Cuenca de Metán, provincia de Salta*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- Irigoyen, M. R., 1969. *Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina*. Ameghiniana, VI, 4, 314-329, Buenos Aires.
- Jakulica, D., 1948. *Estudio geológico de la zona de la sierra de La Lumbre, Metán, Salta*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- Keidel, J., 1913. *Composición y estructura geológica del Cajón de Cadillal*. An. Min. Agric. Secc. Geol., Min. é Hidr., VIII, 3, Buenos Aires.
- Kriz, S. J., Everden, J. F. y Cherroni, M. C., 1966. *Correlaciones de las formaciones de la Cuenca Altiplánica a base de edades absolutas, determinadas por el método Potasio/Argón*. Serv. Geol. de Bolivia, Hoja información N° 1, La Paz.
- Mauri, E. T., 1944. *Estudios geológicos de la zona comprendida entre el río de los Gallos y el río del Valle, al este de la sierra El Centinela en el departamento de Anta, provincia de Salta*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- 1946. *Estudios geológicos de la zona comprendida entre el río del Valle, Cabeza de Buey, río de Las Cañas y Lumbre, departamento de Anta, provincia de Salta*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- Mingramm, A. y Russo, A., 1972. *Geología de la región de las Sierras Subandinas y del chaco salteño*. En Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 185-211, Córdoba.
- Mon, R., 1972. *Esquema estructural de la provincia de Tucumán, República Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXVII, 2, 223-228, Buenos Aires.
- Moreno, J., 1970. *Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico Superior en la Cuenca del Noroeste Argentino, con especial mención de los subgrupos Balbuena y Santa Bárbara*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXV, 1, Buenos Aires.
- 1973. *Observaciones geológicas del Terciario al oeste del Ferrocarril General Belgrano entre las estaciones Martínez del Tineo y Piquete Cabado, departamento de Anta, provincia de Salta*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- 1973 a. *Informes mensuales*. Y.P.F., Inédito, Buenos Aires.
- Padula, E. L., Rolleri, E. O., Mingramm, A., Criado Roque, P., Flores, M. A. y Baldis, B. A., 1967. *Devonian of Argentina*. Proc. Int. Symp. on the Devonian System, II, Calgary.
- Pascual, R. y Odreman Rivas, O., 1973. *Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos*. Actas V. Cong. Geol. Arg., III, 293-338, Buenos Aires.
- Peirano, A., 1944. *Estudio Geológico de la cuenca de Tafí y las serranías aledañas. Consideraciones especiales sobre la tectónica de la parte occidental de la provincia de Tucumán*. Univ. Nac. de Tucumán, Publ. 350, Cuad. Min. y Geol., III, 10, 7-37, Tucumán.
- Reyes, C. F. y Salfity, J. A., 1972. *Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (subgrupo Pirgua) del Noroeste Argentino*. Actas V Cong. Geol. Arg. III, 355-386, Buenos Aires.
- Russo, A., 1972. *La estratigrafía terciaria del*

- Noroeste argentino*. Resúmenes de los trabajos presentados al V Congreso Geológico Argentino. Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. J., 1949. *Estudio geológico de la región de los cerros Quiailipi y Pirgua, departamento de Guachipas, provincia de Salta*. Rev. Asoc. Geol. Arg., IV, 1, 40-75.
- 1960. *El horizonte calcáreo-dolomítico en la provincia de Tucumán*. Acta Geol. Lilloana, III, 147-171, Tucumán.
- 1966. *Contribución a la geología de las cumbres calchaquíes y sierra del Aconquija (Tucumán-Catamarca)*. Acta Geol. Lilloana, VIII, 215-247, Tucumán.
- Schlagintweit, O., 1936. *Observaciones geológicas entre el cerro Calilegua y la sierra de Zapla*. Y.P.F., Informe inédito, Buenos Aires.
- 1937. *Observaciones estratigráficas en el noroeste argentino*. Bol. Inf. Perol., 156, 1-49, Buenos Aires.
- Steinmann, G., Hoek, H. u. Bistram A., 1904. *Zur geologie des südöstlichen Bolivien*. Centralbl. f. Min. Geol. u. Pal., 14, Stuttgart.
- Stingl, W., 1947. *Estudio geológico de la zona de Casa Grande, departamento de Humahuaca, provincia de Jujuy*. Tesis inédita. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- Turner, J. C. M., 1958. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIII, 1, 15-39, Buenos Aires.
- Vilela, J. R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 7 d, Rosario de Lerma (Salta)*. Bol. Dir. Geol. Min., 84, Buenos Aires.
- 1960. *Algunos rasgos particulares de la geología de Iruya*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XV, 3-4, Buenos Aires.
- Zunino, J. J., 1944. *Estructura de la Sierra de Aguarañe desde el paralelo 22 hasta la Estación Cornejo*. Y.P.F., Informe inédito. Buenos Aires.

Recibido el 27 de setiembre de 1973 y 8 de agosto de 1974.

II CONGRESO IBERO-AMERICANO DE GEOLOGIA ECONOMICA

"LA GEOLOGIA EN EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS"

Entre el 15 y 19 de diciembre del año próximo, la Ciudad de Buenos Aires será la sede de este congreso que reunirá, fundamentalmente, a participantes procedentes de todos los países de habla española y portuguesa.

Es auspiciado por la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano del Ministerio de Economía de la Nación, y la organización está a cargo de un Comité Ejecutivo, que funciona en la órbita de la Subsecretaría de Minería, integrado por representantes de distintos organismos vinculados con las actividades geológicas del país.

Se ha previsto un temario general amplio, consignado más abajo, así como excursiones técnicas y turísticas previas y posteriores al congreso. El detalle de todas las actividades a desarrollar será incluido en la Segunda Circular que se remitirá a quienes se hayan inscripto de acuerdo con la Primera Circular que se distribuirá en el próximo mes de enero. Se invita a todos los miembros de esta Asociación a contribuir con trabajos que sin duda prestigiarán este importante acontecimiento geológico internacional de la comunidad Ibero Americana.

TEMARIO GENERAL

1. La investigación geológica fundamental aplicada al desarrollo y bienestar de los pueblos (Geomorfología, Geología estructural, Petrología, Paleontología, etc.).
2. Geología de los combustibles y fuentes de energía. Combustibles convencionales, nucleares y geotérmicos. (Recuperación secundaria, terciaria, etc.).
3. La geología aplicada a la evaluación de los recursos hídricos.
4. La participación de la geología en el desarrollo de materias primas. Prospecciones de grandes áreas continentales y oceánicas.
5. La geología aplicada a las grandes obras civiles.
6. Métodos y técnicas operativas de apoyo a la Geología. (Geofísica, Geoquímica, Perforaciones, Fotogeología, etc.).
7. Política Minera, Legislación y Financiación.

COMITE EJECUTIVO

Dirección Postal:

Av. Santa Fe 1548 - Buenos Aires

NOTA BREVE

REUBICACION ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION EL CORDOBA, PAMPA DE AGNIA, PROVINCIA DEL CHUBUT, REPUBLICA ARGENTINA

POR FRANCISCO NULLO *

Durante los meses de febrero a mayo, el autor realizó el levantamiento geológico de la Hoja 45 c, Pampa de Agnia, en apoyo al Plan Patagonia-Comahue, por cuenta del Servicio Nacional Minero Geológico.

La literatura existente sobre las características geológicas de la comarca es abundante; los últimos trabajos estratigráficos publicados son los de Robbiano en marzo de 1971 y de Musacchio y Riccardi en junio del mismo año. En los mismos se han empleado diferentes nombres formacionales y se han hecho distintas consideraciones estratigráficas. Ello impuso que uno de los objetivos para el levantamiento de la Hoja, fuera aclarar dichas diferencias por medio de la observación cuidadosa de las evidencias en el campo. En esta nota breve se tratará solamente la posición estratigráfica de la Formación Puntudo Alto en relación con la Formación El Córdoba y la edad de esta última.

De la observación del autor tanto al norte como al sur de la quebrada El Córdoba, y sin considerar prioridades en cuanto a los nombres formacionales, la sección estratigráfica de abajo hacia arriba es:

- a) *Formación Menuco Negro* (Robbiano) se apoya en discordancia angular sobre el Granito Catreleo.
- b) *Formación Puntudo Alto* (Robbiano) se encuentra en discordan-

cia sobre la Formación Menuco Negro. Es la portadora de parte del conjunto florístico estudiado por Herbst (1964, 1966, 1968) sobre cuya base le fue asignada una edad liásica tanto por este autor como por Stipanovic y Bonetti en 1970.

- c) *Formación El Córdoba* (Robbiano). Esta unidad se apoya sobre la formación anterior; no es posible observar discordancia. En la quebrada algo al norte del cerro Fortín, entre los niveles inferiores de esta formación se intercalan niveles tobáceos pertenecientes a la Formación Puntudo Alto. En la quebrada El Córdoba, en los niveles superiores de la formación homónima (niveles conglomerádicos) se encontraron restos bien conservados de *Scleropteris* sp.
- d) *Formación Lomas Chatas* (Robbiano). En discordancia erosiva con la formación anterior, descansa esta unidad cuyo contenido paleontológico determinado por Riccardi (en Musacchio y Riccardi, 1971) le asigna edad toarciana inferior a media.

Musacchio (1972) confirma la secuencia estratigráfica expresada anteriormente, pero al considerar las edades de las formaciones Puntudo Alto y Olte (quizá por correlacionar a esta última con otra que fuera definida a mucha distan-

* Servicio Nacional Minero Geológico.

cia de esta zona) fue inducido a un error; la secuencia estratigráfica dada por Musacchio es la que sigue:

Formación Osta Arena
Formación Olte
Formación Puntudo Alto
D-
Grupo Tepuel

Aquí puede observarse que la Formación Puntudo Alto es ubicada por debajo de la Formación Olte; por otra parte, ubica a la Formación El Córdoba en sinonimia con la Formación Olte.

Ambas consideraciones son correctas. Según nuevas observaciones efectuadas por el autor de esta nota, la definición de la Formación Olte dada por Musacchio y Riccardi (1971) como "...la parte inferior del complejo homónimo..." (= Complejo de Olte, Feruglio, 1949) es incorrecta, ya que la parte inferior del Complejo de Olte es equivalente a las formaciones Cajón de Ginebra, Cañadón Puelman y Cerro Carnerero (Robbiano).

Es correcta, en cambio, la equiparación de Robbiano (1971) de su Formación El Córdoba con la "Serie Porfirítica Liásica; complejo inferior" de Suero (1946) con la salvedad de que su posición estratigráfica está limitada por el Liásico continental por debajo y el Toarciense inferior a medio, por arriba.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis antes efectuado se puede concluir que la Formación Puntudo Alto es de edad liásica. El conjunto florístico estudiado por Herbst (*op. cit.*) y tratado por Stipanovic y Bonetti (1970) indica esa edad.

La Formación El Córdoba yace sobre la Formación Puntudo Alto, tanto en la quebrada El Córdoba como en otras al sur y al norte de ella, debido a esto su

edad debe ser liásica o por ahora, algo más nueva que la Formación Puntudo Alto, no supuesta triásica, como la consideraron Lesta y Ferello (1972) ni triásica, en parte, como la consideró Robbiano (1971).

Sobre la formación anterior descansa la Formación Lomas Chatas = Formación Osta Arena, de edad toarciense inferior a media, de lo que se deduce que la Formación El Córdoba es algo más nueva que el Liásico (*s.l.*) de la Formación Puntudo Alto y algo más antigua que el Toarciense de la Formación Lomas Chatas.

BIBLIOGRAFIA

- Feruglio, E., 1949. *Descripción geológica de la Patagonia*. G.A.E.A. I. Bs. As.
- Herbst, R., 1964. *La Flora Liásica de C. Meschio, Prov. de Chubut, Patagonia*. Ameghiniana, III (8), 227-234.
- 1966. *La Flora Liásica del Grupo Pampa de Agnia, Chubut, Patagonia*. Ameghiniana, IV (9), 337-349.
- 1968. *Las Floras Liásicas argentinas, con consideraciones estratigráficas*. Actas III Jornadas Geológicas Argentinas, I.
- Lesta, P. y Ferello, R., 1972. *Región extrandina de Chubut y norte de Santa Cruz*. Geol. Reg. Arg., 601, en Leanza ed., Córdoba.
- Musacchio, E. A., 1972. *Estratigrafía del Paleozoico superior y el Mesozoico en la Sierra de Agnia a la altura del paralelo 44°, en la Provincia de Chubut*. Tesis inédita. La Plata.
- Musacchio, E. A. y Riccardi, A. C., 1971. *Estratigrafía, principalmente del Jurásico, en la sierra de Agnia, prov. del Chubut, Rep. Arg.* RAGA XXVI (2), 272-273.
- Robbiano, J., 1971. *Contribución al conocimiento estratigráfico de la sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnia, prov. del Chubut, Rep. Arg.* RAGA XXVI (1), 4-56.
- Stipanovic, P. y Bonetti, M., 1970. *Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. I, Floras Liásicas*. Ameghiniana VII (1), 57-78.
- Suero, T., 1946. *Reconocimiento de la zona comprendida entre el A° Genoa y el Río Chubut (Pto. Tehuelches, Paso de Indios y Languineo) Chubut*. Inédito, YPF.

Recibido el 3 de junio de 1974.



HORACIO JAIME HARRINGTON

1910-1973

Nació en Bahía Blanca el 17 de septiembre de 1910, no muy lejos de donde años más tarde sería su predilecto campo de trabajos: las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Curiosamente a éstas dedicó sus primeros estudios geológicos y, también sus últimos. Y, a distinción de Argand, de quien se cuenta que luego de concluir su brillante estudio sobre los Alpes, se recluyó en una isla del Egeo, Harrington siguió elaborando y perfeccionando su trabajo sobre estas Sierras. Quien alguna vez haya tenido la suerte de consultar los detalladísimos perfiles y planos de esta estructura podrá apreciar su extraordinaria capacidad como geólogo de campo. Lamentablemente de estos solo conocemos una excelente y apretada síntesis, las Hojas 33 m y 34 m.

Se graduó de Doctor en Ciencias Naturales en la Universidad de Buenos Aires en 1933 y obtuvo el PhD de la Universidad de Oxford en 1936. Fue geólogo de la Dirección Nacional de Geología y Minería, en un momento de apogeo de esta Institución y además geólogo de la Corporación para la Promoción del Intercambio.

Inició su carrera docente en 1936, como Ayudante y Profesor Adjunto de Hans Keidel en el Cátedra de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. La predilección de Horacio J. Harrington por el Paleozoico fue sin duda por iniciativa de Keidel. Después de alejarse éste ocupó, en 1942, la Cátedra de Geología General e Histórica como Profesor Titular, cargo que retuvo hasta 1953 cuando emigró a los Estados Unidos. También fue Profesor Suplente de Paleontología en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata (1938-1942) y Profesor de Geología Regional (1950) en la misma Facultad. En Estados Unidos de Norteamérica fue nombrado, a su llegada, Profesor de Geología en Hamilton College, luego Research Professor en Geología en la Universidad de Kansas, Profesor Honorario en Sedimentología y "Rose Morgan Professor" en la misma Universidad. Al regresar a la Argentina en 1971, y gracias a varios ex-alumnos fue nombrado profesor del Departamento de Ciencias Geológicas en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires cerrando así un fecundo ciclo de docencia e investigación. Fue invitado por el CONICET a integrarse a la Carrera de Investigador Científico.

Fue Pirucho, para sus íntimos, una personalidad multifacética e incursionó en casi todos los campos de la Geología, y no como al pasar sino evidenciando en todos una profundidad y erudición típicas de una mente privilegiada y de una preparación académica poco común. Sus intereses variaron desde los terremotos de focos profundos hasta los problemas de sedimentación en arrecifes coralinos, y desde deformaciones en pliegues similares hasta geología aplicada.

En Paleontología fue sin duda una autoridad mundial, en la que poseía cualidades de observador nato e incansable. Basta con leer sus descripciones de trilobites del Ordo-

vívico argentino de 1938 o consultar su posterior obra con A. Leanza (1957) publicada por la Universidad de Kansas para comprender el detalle y profundidad de sus interpretaciones sobre este grupo. Mas aún, ésto le valió para que R. Moore le encomendara, como autor principal, el "Treatise on Invertebrate Paleontology" en el volumen correspondiente a Trilobitomorpha. También fue coautor del volumen correspondiente a Cnidaria de la misma serie.

Como geólogo, sus obras son cuantiosas, tanto descriptivas como las Hojas correspondientes a Sierra de la Ventana o Ramblón (Mendoza), o interpretativas, como Devónico de Sudamérica (1967) o el de la Cadena aulacogénica de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires (1970).

Su preocupación por el problema del tiempo en Geología data desde la Universidad y quizás muchos recuerden, en ocasión de su conferencia en la Academia Nacional de Ciencias Exactas y Naturales en 1950, su exposición, clara y profunda de este difícil y crucial problema de las Ciencias Geológicas. Esta conferencia cristalizó, años más tarde, en una publicación del Bulletin of the American Association Petroleum Geologiste titulada "Space, things, time and events", y me animo a decir que es y será un trabajo clásico de la literatura geológica mundial en cuanto a la problemática que en ella establece. Sus dos trabajos de síntesis de la Geología de Sudamérica: "Morphostructural provinces: Argentina, Paraguay y Uruguay", y "Paleogeographic development of South America" fueron el resultado de pacientes investigaciones personales, de más de 10 años de trabajo, que condensa a varios volúmenes de su obra inédita: "Stratigraphy of South America", que lamentablemente jamás vio la luz y que, nuevamente, hoy descansa bajo las aguas en el Tacuarí hundido el 13-4-71, en el cual traía todos sus efectos personales. La pérdida de toda esta documentación fue sin duda un duro golpe como preámbulo del regreso a su país, luego de 18 años en el exterior. Y, sin embargo, perdiéndolo todo, libros, publicaciones, etc., fruto de años de trabajo como geólogo consultor de varias empresas petroleras internacionales, con información desde el Camerón hasta Mozambique y desde Kuwait a Sud Africa, se levantó nuevamente y comenzó a trabajar con intensidad y, al decir de Kipling, fue sin duda un hombre cabal.

Poseía una cultura extraordinaria, leía griego y latín con facilidad. Podía recitar sin equivocarse varios sonetos de Shakespeare, y como amante de la buena música podía tararear a Bach o Debussy. Es decir, se presentaba como una personalidad extrañamente tradicional o romántica.

Heredó de su padre, Don Patricio Harrington, esa rara habilidad de escribir con elegancia y notable perfección. Contestaba a vuelta de correo sus cartas y las escribía directamente en la máquina con una detallada y larga respuesta a una consulta o requerimiento. En ocasión de una discusión acerca del Conglomerado La Lola, me contestó en tres apretadas carillas acerca de una interpretación matemática, personal, de la aplicación de la teoría de la deformación homogénea y finita a estas rocas.

Sus dos libros de divulgación: "Volcanes y terremotos" y "Geología entre bambalinas" son, a mi entender, dos pequeñas joyas de la literatura científica argentina. La primera es desde una introducción acerca de los problemas del vulcanismo y sismicidad, escrito para jóvenes estudiantes, a raíz del terremoto de San Juan de 1944: y el segundo, escrito para colegas, con alto nivel científico y a la vez brillante ironía, acerca de las teorías en boga, que a la luz de los avances actuales en nuestra ciencia representa una obra de vanguardia.

Recibió varias distinciones: Premio Stroebel de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, la beca "Príncipe de Gales" de perfeccionamiento en Gran Bretaña y el "Premio E. L. Holmberg" de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Finalmente, al escribir estas líneas en homenaje a su memoria, y al que fuera uno de los socios fundadores de nuestra Asociación desearía transcribir un párrafo de una de sus cartas que me enviara de Estados Unidos en 1964 a raíz de una consulta que le hiciera acerca de la estratigrafía del Paleozoico superior: "...Quizá dentro de unos 10 ó 15 años tus ideas hayan cristalizado y hayas podido llegar a una conclusión clara y final sobre la estratigrafía y zonas del Paleozoico superior argentino. Que un alumno tuyo, quizás en otros 15 ó 20 años más, probablemente demostrará que no eran del todo tan finales ni tan claras... Pero eso tampoco tiene importancia, porque un alumno de él, en otros 15 ó 20 años, demostrará que él tampoco estaba en la cierto. Y así, *ad infinitum*. Por suerte, porque de otra manera la geología sería una ciencia terminada y muerta. Pero estoy seguro que, cuando llegue tu turno, en vez de criticar a tu ex alumno que con altura científica e imparcial objetividad te rectifica, te sentirás orgulloso de haber contribuido en algo a su formación científica y a haber moldeado su independencia de pensamiento". Claras ideas de un hombre con una personalidad brillante. Lamentablemente su prematura muerte deja un claro difícil de llenar, por su extraordinaria experiencia, fuente constante de consulta y diálogo para alumnos, profesores y colegas argentinos. — *Arturo J. Amos*

INFORMACIONES A LOS SEÑORES ASOCIADOS

MODIFICACIONES DE LA COMISION DIRECTIVA

Con motivo de la renuncia de la Dra. Hildebranda Castellaro, por razones personales, y el pedido de licencia del Dr. Pedro N. Stipanovic, por tener que ausentarse del país, la Comisión Directiva de la Asociación Geológica Argentina, ha quedado constituida de la siguiente manera:

<i>Presidente</i>	Dr. Horacio H. Camacho
<i>Vicepresidente</i>	Dr. Roberto Caminos
<i>Secretario</i>	Dr. Anibal Pozzo
<i>Tesorero</i>	Dr. Félix Rodrigo
<i>Vocales Titulares</i>	Dr. Juan Carlos Riggi
" " 	Dr. Luciano Dienger
" " 	Dr. Juan A. Robbiano
<i>Vocal Suplente</i>	Dr. Carlos Latorre

COMISION DE LA REVISTA

Doctores Horacio H. Camacho, Juan Carlos M. Turner y Roberto Caminos.

DIRECTOR DE LA REVISTA Y PUBLICACIONES

Dr. Horacio H. Camacho.

PREMIOS ANUALES DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Las Comisiones designadas para adjudicar los premios correspondientes a los años 1971 y 1972, se han expedido de la siguiente manera:

PREMIO ANUAL 1971. Premio compartido entre el Dr. Humberto Marchese por su trabajo titulado "Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, Neuquén" y el Dr. Juan Carlos Mirre por su trabajo "Caracterización de una Comarca de Metamorfismo Regional Epizonal de alto grado, Sierra del Valle Fértil. San Juan".

PREMIO ANUAL 1972. Otorgado al Dr. Carlos Roberto Gonzalez por su trabajo titulado "La Formación Las Salinas, Paleozoico superior de Chubut, República Argentina".

Ia. parte. Estratigrafía, Facies, Ambiente de Sedimentación.

IIa. parte. Taxonomía y Paleoecología.

CUOTA ANUAL 1975

El constante y pronunciado aumento en la impresión de la Revista como de los gastos administrativos, han motivado que la Comisión Directiva decidiera un aumento de la cuota mensual para el año 1975. En consecuencia, dicha cuota se ha fijado en \$a. 15,— mensuales pagaderos semestralmente.

En atención a las razones arriba expuestas, la Comisión Directiva ha debido extremar tanto las seguridades de envío de la Revista a los asociados como su recepción por parte de los mismos. Con tal fin es que la Revista se envía por correo certificado con un elevado costo, debido a los extravíos por falta de actualización de domicilio de los interesados.

Debido a ello, la Comisión Directiva ruega a todos los asociados comunicar a la mayor brevedad los cambios de domicilio así como también abonar las cuotas puntualmente ya que, un atraso de 6 (seis) meses provocaría automáticamente la no recepción de la Revista. Además, se recomienda a quienes no hubieran abonado totalmente el año 1973, que deberán hacerlo antes del 31 de diciembre de 1974, pues vencida dicha fecha perderán totalmente el derecho a recibir gratuitamente los números atrasados.

LA COMISIÓN DIRECTIVA

ACTA DE CESACION DE LA JUNTA EJECUTIVA
DEL QUINTO CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO

En la Casa del Geólogo, Maipú 645, piso 1º, Buenos Aires, siendo las 18 horas del día 8 de agosto de 1974, se reúne la Junta Ejecutiva del Quinto Congreso Geológico Argentino, realizado en Villa Carlos Paz, Provincia de Córdoba, entre los días 22 y 28 de octubre de 1972.

El Señor Presidente, Dr. Pedro N. Stipanovic efectuó una reseña de toda la labor desarrollada a partir del momento en que la Junta Ejecutiva fuera designada en la Asamblea de Clausura de las Cuartas Jornadas Geológicas, cumplidas en la ciudad de Mendoza.

De la exposición del Señor Presidente surgió que la Junta Ejecutiva había dado cumplimiento a todos los mandatos asignados, incluyendo la distribución de los cinco tomos de las Actas, quedando en la cuenta corriente bancaria un excedente a nombre del Congreso, el que por otra parte, no adeuda suma alguna a personas o instituciones, según se desprende del Balance presentado por la Tesorería.

Aprobada por unanimidad la exposición del Señor Presidente, se pone a consideración el Balance del Congreso al día de la fecha y, no habiendo observaciones que efectuar al mismo, se lo aprueba por unanimidad. Acto seguido, se acuerda la publicación del Balance y la presente Acta en la Revista de la Asociación Geológica Argentina.

Visto lo expuesto y, considerando la Junta Ejecutiva que no le competen otras funciones por desarrollar, decide transferir el depósito bancario así como toda otra actuación que se pudiere suscitar en relación con el Quinto Congreso Geológico Argentino, al Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos.

La Junta Ejecutiva deja constancia de su agradecimiento a la Comisión Organizadora de Córdoba y demás Miembros, por la importante y eficaz colaboración dispensada.

Siendo las 19 horas se dio por finalizada la reunión.

*Dr. Pedro Stipanovic, Dr. Marcelo Yrigoyen, Dr. Edgardo Rolleri,
Dr. Horacio H. Camacho, Dr. Enrique Linares Dr. Roberto Ferello,
Dr. Roberto Caminos*

Vº CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO

CORDOBA (CARLOS PAZ) 22-28 OCTUBRE 1972

BALANCE

HABER

Inscripciones y donaciones.....	\$	185.694,99
Intereses bancarios.....	»	15.533,14
Exceso de ilustraciones, etc.	»	7.873,00
Separados.....	»	5.444,00
Entradas a cenas.....	»	521,42
Ventas Actas Vº Congreso Geológico Argentino....	»	10.098,00
Superávit IVº Jornadas Geológicas Argentinas.....	»	442,00
Aporte Comisión Organizadora, Córdoba.....	»	9.658,00
	\$	<u>235.266,55</u>

DEBE

Gran Hotel Castell.....	\$	37.507,47
Sueldos.....	»	7.200,00
Comisión Sede Propia.....	»	6.000,00
Impresión Anales.....	»	152.955,30
Impresión circulares, etc.....	»	7.367,10
Gastos de Correo.....	»	4.284,28
Gastos varios.....	»	7.993,01
	\$	<u>223.307,16</u>
Depósitos en Banco Provincia de Buenos Aires....	»	11.959,39
	\$	<u>235.266,55</u>

Buenos Aires, agosto 8 de 1974

Dr. HORACIO H. CAMACHO
Tesorero

Dr. PEDRO N. STIPANICIC
Presidente

PROGRAMA INTERNACIONAL DE CORRELACION GEOLOGICA (PICG)

El PICG es realizado juntamente por la UNESCO y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (UICG). El Programa fue aprobado en la Asamblea General de la UNESCO del año 1972 y confirmado por la UICG durante las sesiones del XXIVº Congreso Geológico Internacional realizado en Montreal (Canadá), en 1972.

Este Programa no tiene precedentes en el campo de las Ciencias Geológicas, siendo grandes las esperanzas puestas en su realización y esperándose que una de sus principales consecuencias será una transformación sustancial de muchos de los conceptos geológicos vigentes.

Si bien el título del Programa alude a la "Correlación Geológica", su contenido es mucho más amplio y abarca a los principales aspectos de la investigación geológica, aunque su finalidad no es concentrarse exclusivamente en la adquisición de conocimientos científicos sino que, además, debido al decrecimiento de las reservas mundiales de minerales y la escasez de energía, deberá propender a la ampliación de las bases para obtener resultados prácticos dentro de un período razonable de tiempo.

Otro objetivo del Programa es tratar de movilizar al mayor número posible de científicos en la realización de proyectos multinacionales cuyos resultados sean aplicables a la elevación del nivel de vida de los pueblos.

La realización del Programa está basada en la siguiente organización:

Consejo
Comités Científicos
Comités Nacionales
Secretaría del Programa
Grupos de Trabajo para los Proyectos del Programa

El Consejo será responsable de la supervisión, desde los puntos de vista organizativo y científico, de la implantación del Programa, estudiar las propuestas de desarrollo y modificaciones del Programa, recomendar los proyectos científicos de interés para los países miembros del Programa, coordinar la cooperación internacional en el marco del Programa y recomendar cualquier medida que pueda ser requerida para el mejor éxito del Programa.

El Consejo se compondrá de 15 miembros designados de común acuerdo entre el Director General de la UNESCO y el Presidente de la UICG quienes además, o sus representantes, actuarán ex-officio y sin derecho a voto.

Los integrantes del Consejo sólo revestirán representación personal y no gubernamental, por lo que las recomendaciones del Consejo no obligan a los gobiernos ni a las organizaciones no gubernamentales.

La duración de los miembros del Consejo será de dos años.

Los Comités Científicos evaluarán los proyectos propuestos en términos de sus méritos científicos, sus necesidades financieras, su interés económico, sus aptitudes con relación a la finalidad general del Programa y hará las recomendaciones de los mismos al Consejo.

Los Grupos de Trabajo estarán integrados por los representantes de los científicos de los diferentes países que participen en algún Proyecto del Programa.

Los Grupos organizarán sus propias reuniones y secretarías y los líderes de los mismos no necesitan ser miembros del Consejo o de los Comités Científicos.

Al finalizar cada Proyecto, los Grupos de Trabajo prepararán los informes finales para su publicación.

Los gastos de los Grupos de Trabajo ocasionados por sus actividades serán costeados por los respectivos países miembros.

Finalidades científicas del PICG

Las mismas fueron agrupadas en 4 Divisiones, cada una de las cuales incluye diversos tópicos.

División 1

El Tiempo y la Estratigrafía.
Su contenido práctico.

Tópicos

Los principios estratigráficos y la necesidad de un lenguaje común.
Los métodos de la correlación estratigráfica.
Definición standard de unidades mayores de una escala cronoestratigráfica global.

División 2

Los acontecimientos mayores en el Tiempo y el Espacio y su trascendencia en los procesos ambientales.

Tipos de procesos erosivos, sedimentarios, climáticos y biológicos.
Tipos de procesos ígneos, tectónicos y metamórficos relacionados.
Tipos vinculados con procesos globales y extraterrestres.

División 3

Distribución de los depósitos minerales en el Tiempo y el Espacio y relación de los procesos de formación de los depósitos metalíferos con otros acontecimientos de la historia terrestre.

Los combustibles y otros depósitos minerales económicos en las rocas sedimentarias.
Los depósitos minerales económicos vinculados con la actividad ígnea.
Los depósitos minerales económicos vinculados con los procesos tectónicos.
Los depósitos minerales económicos vinculados con la meteorización.

División 4

Los métodos cuantitativos y el procesamiento de datos en la correlación geológica.

La standardización y el procesamiento automático de datos.
Los métodos geomatemáticos.

Áreas prioritarias

Dentro de estas Divisiones y sus respectivos Tópicos se han diferenciado ciertas áreas prioritarias o de interés especial, las que pueden involucrar a más de una División o Tópico. Ellas son:

- a) Ordenamiento del Pasado Geológico - Refinamiento del Calendario Geológico.
- b) Pre-Cámbrico.
- c) Cuaternario.
- d) Minerales, combustibles minerales y agua.

Se designó un Comité Científico por cada una de las Divisiones del Programa.

Proyectos del Programa

El PICG se logrará a través de los Proyectos del Programa, los cuales pueden tener su origen en: a) individuos, b) instituciones nacionales, c) UNESCO y d) UICG.

Los Proyectos deberán reunir las siguientes condiciones:

- a) Ser aplicables a la mayoría de los objetivos científicos y prácticos del Programa.
- b) Atender a una necesidad mundial, continental o regional.
- c) Involucrar preferentemente a varias ramas de la Geología y sus aplicaciones y requerir una cooperación interdisciplinaria.
- d) Requerir una acción coordinada internacional y facilitar el común entendimiento entre los especialistas de distintos países.
- e) Que los países participantes no solo obtengan beneficios duraderos sino también resultados prácticos tangibles a corto plazo.

Se estima que los objetivos principales de muchos de los Proyectos podrán ser logrados dentro de un lapso no mayor de ocho años.

Los Proyectos serán realizados por los científicos de los países participantes.

Las propuestas de los Proyectos serán sometidas a los respectivos Comités Nacionales, los cuales después de su evaluación los elevarán a la Secretaría en el caso de los Proyectos aprobados en calidad de "Proyectos propuestos". La Secretaría del Programa procederá a su evaluación y apropiada consideración a través de los Comités Científicos y el Consejo.

Cada Comité Nacional determinará la participación o no de su país en cualquiera de los proyectos.

Cada país interviniente en un Proyecto correrá con los gastos de su participación nacional.

Publicaciones del Programa

Serán de dos tipos:

- a) Publicación de los resultados finales del Proyecto.
- b) Informes periódicos sobre los progresos del Proyecto.

Actividades desarrolladas por el Consejo y los Comités Científicos

La primera reunión del Consejo tuvo lugar entre el 22 y 25 de mayo de 1973, en París, y los documentos de trabajo e informe final fueron publicados y distribuidos en setiembre de 1973 en el nº 1 de la Serie "Correlación Geológica".

La segunda reunión del Consejo se desarrolló entre el 22 y 26 de abril de 1974 y la tercera reunión se efectuará en Londres el 21 de abril de 1975.

A fines de enero de 1974 la Secretaría del Programa había recibido 92 propuestas de proyectos, 73 a través de los Comités Nacionales y 17 por la UICG. Estas propuestas fueron consideradas por los Comités Científicos, en París, entre el 22 de enero y el 8 de febrero de 1974, ocasión en que los Proyectos fueron reunidos en cuatro clases:

- A. Proyectos básicos: Proyectos internacionales bien desarrollados y de la mayor importancia, que comprenden la investigación en una de las divisiones del programa previamente definidas.
- B. Proyectos mayores potenciales: Proyectos aceptados que pueden servir de núcleo para otros internacionales sobre problemas mayores.
- C. Proyectos propuestos que, si bien no aceptados para su inclusión en el Programa, en su actual forma, podrían modificarse y transformarse en Proyectos internacionales a ser incluidos en una etapa posterior.
- D. Proyectos propuestos que no resultan de interés para el Programa o se considera que no despertarán suficiente atracción de apoyo internacional para justificar su inclusión en el Programa.

Proyectos básicos aprobados

Exactitud en el tiempo
Ecoestratigrafía
Límite Precámbrico-Cámbrico
Correlaciones del Precámbrico en las zonas móviles
Precámbrico en los cinturones plegados más jóvenes
Ofiolitas
Plutonismo cirumpacífico
Límite Neógeno-Cuaternario
Glaciaciones cuaternarias en el Hemisferio Norte
Cambios del nivel del mar en el Holoceno
Depósitos minerales separados por deriva continental
Depósitos metalíferos relacionados con magmatismo ácido
Géneros de caolines.

Proyectos mayores potenciales

- A. Cuencas sedimentarias
 - 1—Correlaciones estratigráficas de cuencas sedimentarias en la región ECAFE (India, Corea, Filipinas, etc.)
 - 2—Cronoestratigrafía mesozoica
- B. Gondwana
 - 1—Correlación del basamento del Pacífico Sudoccidental
 - 2—Paleozoico superior de América del Sur
- C. Tetis
 - 1—Triásico superior del Reino Tetis
 - 2—Neógeno del Paratetis-Mediterráneo
 - 3—Tiloides pre-pleistocenos
 - 4—Plataforma oriental europea (borde SW)
 - 5—Acontecimientos del Cretácico medio
 - 6—Metalogenia del Precámbrico

D. Estratolimites de sulfuros

- 1—Correlación de estratolimites caledonianos de sulfuros
- 2—Metales bases en Europa Oriental y Mediterráneo

E. Terminología Geocientífica en América Latina

El Comité Argentino de Correlación Geológica

El Comité Argentino de Correlación Geológica fue constituido, a iniciativas del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en el año 1973, habiendo realizado durante ese mismo año la evaluación de diversos Proyectos argentinos, los cuales fueron elevados a la Secretaría del Programa. Dos de dichos Proyectos han merecido un interés especial y en la actualidad se está considerando la posibilidad de fusionarlos con otros Proyectos presentados por países sudamericanos. Ellos son:

- a) "Correlación del Ordovícico y Silúrico de Argentina, Bolivia y Perú".
Este Proyecto sería factible de ser fusionado con el titulado "Paleogeografía y Sedimentología de la Formación Cancañiri", presentado por el Servicio Geológico de Bolivia.
- b) "Correlación de las Formaciones Neopaleozoicas y Eomesozoicas de América del Sur".
Este Proyecto sería factible de ser fusionado con el titulado "Paleozoico superior de América del Sur", presentado por Brasil.
- c) Por su parte, serían de interés para la Argentina los siguientes proyectos presentados por otros países:
 - "Correlación del Terciario en el Altiplano", presentado por el Servicio Geológico de Bolivia.
 - "Terminología Geocientífica en América Latina".

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

CHORLEY, R. J. (Ed.). *Introduction to fluvial processes*. Methuen and Co., 218 p. London, 1971.

De los tres volúmenes que integran la serie editada por el profesor Chorley referente al estudio del agua en sus diversos aspectos, el presente es, sin lugar a dudas, el que reviste mayor importancia para el cultor de la geomorfología, por ser el sistema morfo-genético fluvial el que ha merecido un tratamiento preferencial desde que esta disciplina se inició como ciencia independiente. Sin embargo, no es frecuente encontrar reunidos y coordinados en un único volumen, conceptos que normalmente se dispersan en el contenido de otras disciplinas como la Ingeniería, Climatología o la Geología misma, propósito que logrado exitosamente el destacado geomorfólogo inglés en este libro.

En forma similar a lo que ocurre con los otros dos tomos conexos, han intervenido aquí varios colaboradores en la redacción de los diversos capítulos que componen el todo, poniéndose de relieve, junto a una clara exposición, el conocimiento actualizado de los autores que los han abordado. Si a ello se agrega la adecuada selección de gráficos y cuadros con que se ilustran los distintos tópicos, puede comprenderse la utilidad didáctica de la obra que comentamos.

Su vasto contenido comienza analizando diversos aspectos morfológicos y morfométricos ligados directamente a los procesos en los cuales el agua es el agente fundamental. Varios capítulos son dedicados al estudio de las leyes dinámicas del fluido, forman de flujo laminar y encauzado, procesos de erosión y meteorización en el suelo y en las rocas, nivelado de las pendientes, geometría de los cauces, relaciones entre descarga, velocidad, profundidad y anchura de las corrientes y otros importantes aspectos vinculados a las implicancias del clima en geomorfología y paleogeomorfología. En síntesis, un amplio contenido que hace de la obra un material imprescindible en la biblioteca de quienes desean familiarizarse con los procesos que el agua desata sobre la superficie de nuestro planeta.—Dr. Augusto Pablo Calmels y Lic. Celestino Miguel Esteban.

CHORLEY, R. J. (Ed.). *Introduction to Physical hydrology*. Methuen and Co., 211 p. London, 1971.

Este libro integra una serie que se completa con otras dos obras, *Introduction to fluvial processes* e *Introduction to geographical hydrology*, del mismo editor, la cual originariamente comprendía un único volumen titulado *El Agua, la Tierra y el Hombre* (1969). El conjunto constituye un estudio integral básico de los ambientes físicos, procesos y formas a los que puede dar lugar la intervención del agua. Los distintos especialistas que intervienen en la redacción de sus capítulos, efectúan un excelente y actualizado tratamiento de sus temas específicos el cual, a pesar de la separación, no ha perdido la unidad que caracterizaba al volumen primitivo, ya que se retuvo la Introducción que asociaba a los tres temas de la obra original.

Componen esta obra los siguientes capítulos: Introducción (R. J. Chorley y R. W. Kates), El ciclo hidrológico en el mundo (R. G. Barry), La cuenca del ciclo hidrológico (R. J. More), La cuenca de drenaje como unidad geomorfológica fundamental (R. J. Chorley), Precipitación (R. G. Barry), La evaluación de la precipitación (J. C. Rodda), Evaporación y transpiración (R. G. Barry), Humedad del suelo (M. A. Carson), Infiltración, flujo interior y flujo superficial (M. J. Kirkby), Agua subterránea (J. P. Waltz), Flujo en canal abierto (D. B. Simons), La hidrología de la nieve y del hielo (M. G. Marcus), El hidrógrafo de crecidas (J. C. Rodda), Regímenes de los ríos (R. P. Beckinsale) y Variaciones de la precipitación a largo tiempo (R. G. Barry).

Este contenido, agregado al de los otros dos volúmenes que integran la obra dedicada al estudio de los diversos aspectos del agua, permite comprender la necesidad de estrechar relaciones entre los sistemas físicos y los sistemas sociales; dicho de otra manera, apretar

lazos entre la Geografía humana y la Geografía física, tema que constituye un permanente desafío a la capacidad intelectual de los científicos actuales.— *Lic. Celestino Miguel Esteban y Dr. Augusto Pablo Calmels.*

CAILLEUX, A. (editor). *Glazial- und Periglazialmorphologie*. Suppl. Zeitschrift für Geomorphologie, 13. Verlag Gebr. Borntraeger, 186 p. Stuttgart, 1972.

El profesor A. Cailleux ofrece aquí, como editor, un libro en el cual se analizan algunos problemas actuales sobre la geomorfología glacial y periglacial y, aun cuando el objeto de estudio de la obra es vastamente dilatado, no puede dejarse de reconocer que los estudios inductivos que se llevan a cabo sobre pequeñas áreas pueden conducir a descubrimientos importantes y crear dudas sobre resultados aparentemente bien conocidos y probados.

Los principales tópicos abarcados por la presente contribución son los siguientes: Estimación del volumen del glaciar a partir del área superficial; Uso de los cantos rodados estriados para la interpretación de los depósitos glaciales; La glaciación pleistocénica alpina en Papúa y Nueva Guinea; La subdivisión areal y temporal de las geoformas criogénicas relictos; Acumulaciones de bloques en la Antártida; Medición del movimiento del manto de soliflucción; El pergelisol en el archipiélago canadiense Artico; La sedimentación en los pantanos salitrosos del río San Lorenzo; La datación absoluta de los mantos de soliflucción en los Alpes Suizos; Fenómenos causados por el congelamiento actual y fósil en el Líbano.

Al igual que las publicaciones anteriores de esta serie dedicada a temas geomorfológicos, contiene una abundante ilustración gráfica, representada por mapas y fotografías con títulos multilingües, y está precedida por detallados resúmenes en alemán, francés e inglés. Se trata, pues, de una obra que será de consulta obligada para los geomorfólogos que desean profundizar, de manera completa y actualizada, en el dominio de los ambientes morfológicos por ella considerados.— *Lic. Celestino Miguel Esteban y Dr. Augusto Pablo Calmels.*

ERHART, H., 1973. *Itinéraires géochimiques et cycle géologique de l'aluminium. Genese des minerais d'aluménen: latéritisation, bauxitisation, aluminification*. Doin ed., 256 p. París.

Segundo de los libros de una serie que se ha propuesto llevar a cabo el autor para exponer sus conocimientos referente a los itinerarios geoquímicos y al ciclo geológico de algunos elementos de importancia económica, cuyo trabajo inicial hemos comentado con anterioridad. Por haberse publicado después de dicha obra, en la cual se profundiza sobre los procesos de catamorfismo de los silicatos y de hidrólisis, este libro pasa por alto los problemas vinculados a la alteración continental, tanto químicos como biológicos, y estudia únicamente los fenómenos concernientes al comportamiento del aluminio en los diferentes tipos de pedogénesis. A la luz de las exposiciones consagradas a los suelos lateríticos, suelos rojos tropicales, terra rossa, podzoles, suelos de pantanos y de planicies litorales, y aun subacuáticos, el autor examina los problemas referidos a la génesis de las bauxitas, encontradas en terrenos de diferentes edades. Pero también efectúa exposiciones consagradas a las arenas y sedimentos que contienen hidróxido de aluminio amorfo o cristalizado, al igual que otros componentes aluminicos no silicatados. De ese modo, llegan a desprenderse puntos de vista nuevos relativos a la génesis de los minerales de aluminio, que el autor compara críticamente con las concepciones clásicas expuestas en trabajos internacionales.

Constituye, pues, una síntesis exhaustiva con poder demostrativo sobre el papel desempeñado por la vida continental como punto de partida innegable de todos los fenómenos geoquímicos y bioquímicos de real interés para la sedimentología y para el estudio de los yacimientos con génesis en la geodinámica exógena.— *Lic. Olga C. Carballo y Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels.*

BELDERSON, R. H., KENYON, N. H., STRIDE, A. H. y STUBBS, A. R., 1972. *Sonographs of the Sea Floor. A picture Atlas*. Elsevier Ed., 185 p., 163 fig. Amsterdam.

La publicación de esta obra nos pone frente a un Atlas científico de un tipo muy particular, tanto por lo poco común como por los incuestionables servicios que proporcionará. En efecto, hace más de una década que el método del *sondeo lateral* es empleado

con éxito por los oceanógrafos, de un modo especial por los ingleses, que han efectuado una estimable contribución a su puesta a punto. Ahora, son los investigadores del Instituto Oceanográfico de Wormley que exponen, no sólo los resultados de sus investigaciones conseguidos mediante el empleo del "longe range sonar Gloria", sino también las conclusiones de otros investigadores pertenecientes a diferentes institutos o equipos que han proporcionado excelentes documentos al respecto.

Se trata de un Atlas compuesto por 162 láminas, sobre cada una de las cuales figura uno o varios "sonografos" y, en frente, un esquema explicativo suministrado por el especialista. Inicialmente, se consagran varias páginas a la exposición del método del sondeo lateral y a la explicación de la manera correcta de interpretar los sonografos. A continuación, se pasa revista los resultados conseguidos en *geología* y *sedimentología* sobre la meseta continental, la pendiente superior y aun sobre los fondos que sobrepasan los 2.000 m de profundidad. Finaliza la obra con una larga lista bibliográfica y un glosario de los términos más empleados.

Los resultados conseguidos son sencillamente admirables. El estudio de las superficies rocosas, cubiertas de gravas o de arenas, permite observar anticlinales, fallas o diaclasas y dunas hidráulicas a centenares de metros por debajo de la superficie del océano. En síntesis, se está en presencia de un verdadero mapa geológico o sedimentológico que registra, por medio de los sonografos, los abarrancamientos de los cañones submarinos, las lentes de deslizamiento sobre las pendientes, los pequeños acantilados sobre el fondo, pequeñas geofomas todas que pasan desapercibidas en los estudios efectuados con el sondeo vertical o con las fotografías submarinas.

Este Atlas magnífico, aparte de los geólogos, podrá servir a los biólogos (plancton, corales), hidráulicos (dunas submarinas vivientes), ingenieros (colocación de cables submarinos), industriales (obtención de canto rodado, arenas), y muchos otros.—*Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels y Lic. Olga C. Carballo.*

**ESTE NUMERO
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 24 DE DICIEMBRE DE 1974
EN LA IMPRENTA CONI, S. A. C. I. F. I., PERU 684
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**

**“CADA ARGENTINO QUE TRABAJA ES UN
PIÑON DE ESTE ENORME ENGRANAJE.
ES MENESTER PRODUCIR, PRODUCIR Y
PRODUCIR”. DECALOGO - 24 de Enero de
1947.**

PERON



YCF

**CORPORACION DE EMPRESAS NACIONALES
YACIMIENTOS CARBONIFEROS FISCALES**

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Vicepresidente:* DR. ROBERTO CAMINOS; *Secretario:* DR. ANIBAL POZZO; *Tesorero:* DR. FÉLIX RODRIGO; *Vocales Titulares:* DR. JUAN CARLOS RIGGI, DR. LUCIANO DIENGER, DR. JUAN A. ROBBIANO; *Vocal Suplente:* DR. CARLOS LATORRE.

COMISION DE LA REVISTA: DOCTORES HORACIO H. CAMACHO, JUAN CARLOS M. TURNER y ROBERTO CAMINOS.

DIRECTOR DE LA REVISTA Y PUBLICACIONES: DR. HORACIO H. CAMACHO.

INSTRUCCIONES Y NORMAS A LOS AUTORES PARA LA PRESENTACION DE ORIGINALES

1. Se recomienda que los trabajos no excedan en extensión las 30 páginas (tamaño carta), escritas a máquina. Se aceptarán trabajos más extensos cuando se disponga de espacio y/o el contenido de los mismos así lo justifique.
2. Los originales, sin excepción, deben ser escritos a máquina, a espacio normal, sobre un solo lado de la hoja.
3. Invariablemente, debe presentarse un "Resumen" en español, con su traducción en inglés, francés o alemán, sugiriéndose el uso del primer idioma citado.
Se recomienda que el "Resumen" no exceda las 150 palabras.
4. La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a*, *b*, *c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; año de la publicación; título completo de la obra; lugar de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.
5. Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo, invariablemente.
6. Las ilustraciones deben cumplir los siguientes requisitos.
 - a) No podrán exceder, en superficie, el 10 % del total de páginas ocupadas por el texto (incluyendo bibliografía).

(Continúa en la retracción de la contratapa)

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

MAIPU 645, Piso 1º, Buenos Aires (Rep. Argentina)

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

La Comisión Directiva sólo considerará la posibilidad de aceptar una mayor proporción de ilustraciones en casos especiales.

- b) Los planos, mapas, perfiles, etc., deberán ser dibujados sobre papel blanco cartográfico o transparente, de buen cuerpo, con tinta china negra.
Se recomienda el dibujo a doble tamaño con respecto al de su publicación, a los efectos de obtener una reproducción y reducción adecuada.
- c) El tamaño de las ilustraciones a publicar no debe exceder las dimensiones máximas de la caja (13,5 x 19 cm), recomendándose que se respete dicha relación de medidas.
- d) Los planos, perfiles, mapas, etc., deben llevar invariablemente la o las respectivas escalas gráficas; no se aceptará la escala numérica.
- e) Los planos de ubicación que comprendan parte del territorio argentino, deben incluir, invariablemente, la plantilla del país con el sector antártico argentino, dibujado en cualquier espacio libre.
- f) En las ilustraciones lineales que deban reproducirse a igual tamaño, la altura mínima de las letras será de 1,5 mm. En caso de uso de rastras, se recomienda las de tipo abierto (mínimo 2 mm entre líneas o puntos), a los efectos de evitar el empastamiento en la impresión.
- g) Cuando los dibujos lineales se presenten a doble tamaño (para su reducción a la mitad), la altura mínima de las letras será de 3 mm, recomendándose el uso de rastras más abiertas que las señaladas en el punto anterior.
- h) Todas las letras contenidas en las ilustraciones deberán ser dibujadas con caracteres cartográficos, recomendándose el uso de letrógrafos (normógrafos).
- i) Las denominaciones de accidentes topográficos, hidrográficos, etc., (cerros, ríos, etc.), como así también sus abreviaturas, deben responder estrictamente a las normas del Instituto Geográfico Militar.
- j) En las ilustraciones lineales y especialmente en los planos y perfiles, se recomienda el mayor aprovechamiento posible de los espacios, evitándose las superficies en blanco, las que deben ser utilizadas para las observaciones, leyendas, etc.
- k) Los títulos, como "Mapa Geológico...", "Perfil transversal...", etc., sólo podrán incluirse en las ilustraciones cuando las mismas tengan espacios libres, permitiendo hacerlo sin aumentar su dimensión. En caso contrario, se colocarán a imprenta al pie de las ilustraciones.
- l) Los perfiles de largo excesivo deberán ser fraccionados y las partes resultantes ordenadas para confeccionar láminas a página entera.
- m) Las fotografías de cortes microscópicos, fósiles, etc., deberán presentar muy buen contraste y sólo deben comprender el objeto que se desea ilustrar. En los casos que corresponda, indefectiblemente deben llevar la escala gráfica.
- n) Cuando las ilustraciones se deben intercalar en el texto (no constituyendo láminas completas), se recomienda que su ancho corresponda con el de 1 ó 2 columnas.

Las ilustraciones que no respondan a los requisitos anteriores no serán aceptadas.

7. No se admitirán ilustraciones a dos o más colores. El autor que las desee, deberá hacerse cargo del gasto completo que demanden las mismas, de acuerdo con el presupuesto que formule la IMPRENTA CONI.
8. Los autores subrayarán con línea los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea cortada los que deban ir en versalita y con línea doble los que deban ser compuestos en negrita.
9. La Asociación Geológica Argentina entregará a los autores 25 separados, sin cargo. Los autores que deseen un número mayor, deberán indicarlo claramente en la prueba y los mismos correrán por su cuenta. El pago de los separados extra debe realizarse invariablemente dentro de los 60 días a partir de su entrega. Cuando se trate de más de un autor de un trabajo, se mantendrá la entrega gratuita de 25 ejemplares únicamente.