

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

S U M A R I O

VICENTE MÉNDEZ, Estructuras de las provincias de Salta y Jujuy a partir del meridiano 65°30' oeste, hasta el límite con las repúblicas de Bolivia y Chile .....	391
JORGE O. KILMURRAY, J. C. MERODIO Y C. W. RAPELA, Las metamorfitas cordieríticas del área Estación Incahuasi-Santa Rosa del Tastil, provincia de Salta. Rasgos petrológicos y geoquímicos.....	425
JUVENAL JORGE ZAMBRANO, Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes.....	443
EDMUNDO C. DRAGO Y PEDRO J. DEPETRIS, Erosión en la cuenca imbrífera y sedimentación en el Embalse de Río Tercero (Córdoba, Argentina) ..	470
NOTA BREVE :	
GUALTER A. CHEBLI Y ROBERTO FERELLO, Un nuevo afloramiento metamórfico en la Patagonia Extraandina .....	479
NECROLOGÍA :	
Doctor Roberto Vitelmo Tezón (1921-1973).....	482
INFORMACIONES A LOS SEÑORES ASOCIADOS.....	485
ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS .....	491
INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XXIX.....	506

BUENOS AIRES  
REPUBLICA ARGENTINA

—  
1974

## ESTRUCTURAS DE LAS PROVINCIAS DE SALTA Y JUJUY A PARTIR DEL MERIDIANO 65°30' OESTE, HASTA EL LIMITE CON LAS REPUBLICAS DE BOLIVIA Y CHILE

POR VICENTE MENDEZ<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se describe someramente el aspecto geológico y estructural de la región ubicada en el noroeste de la República Argentina, en las provincias de Salta y Jujuy, que cubre una superficie de 90.000 km<sup>2</sup>; delimitada al norte por Bolivia, al este por el meridiano 65°30' oeste, al sur por las provincias de Catamarca y Tucumán y al oeste por Bolivia y Chile.

Se considera una columna geológica integrada por sedimentitas y rocas graníticas precámbricas y fanerozoicas, en el ambiente de las provincias geológicas de la Puna, Sierras Pampeanas y Cordillera Oriental y su reacción con los principales acontecimientos orogénicos que han actuado en la región, los ciclos Asintico, Caledónico, Variscico, Cimérico y Andico.

### ABSTRACT

The paper contains a description of the structural geology of the area in Northwestern Argentina which is bounded in the North by the Bolivian frontier, in the East by longitude 65°30' W, in the South by the provinces of Catamarca and Tucumán and in the West by Chile and Bolivia.

The paper considers the geological column which is composed of sediments and granitic rocks of Precambrian and Phanerozoic ages in the geological provinces of Puna, Sierras Pampeanas and Eastern Cordilleras and their relation with the main diastrophisms which took place in the región during, the Assyntic, Caledonian, Variscian, Cimerian and Adian Orogenesis.

### INTRODUCCION

El presente trabajo establece un esquema estructural general de una región que comprende las provincias geológicas de Puna, Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas, comienzo septentrional del cratógeno central.

#### 1. Ubicación

La comarca está ubicada al noroeste de la República Argentina, en las provincias de Salta y Jujuy. Delimita al

norte con la República de Bolivia, al este con el meridiano 65°30' oeste, al sur con las provincias de Catamarca y Tucumán y al oeste con las Repúblicas de Bolivia y Chile.

El trabajo se realizó a partir del 18 de abril de 1969 hasta el 28 de setiembre de 1973, cubriendo un área de 90.000 km<sup>2</sup>.

#### 2. Metodología de trabajo

Sobre la base de la fotogeología, el autor recopiló e interpretó las principales características estructurales y la geología general a partir de fotogramas y mosaicos semicontrolados a escala

<sup>1</sup> Dirección General de Fabricaciones Militares.

1:50.000, los que posteriormente fueron reducidos a las escalas 1:100.000, 1:200.000, 1:400.000 y 1:800.000, que se indican en los mapas que acompañan el presente trabajo.

### 3. Investigadores anteriores

La exploración minera y la geología regional entre otros, fueron los temas fundamentales que captaron el interés científico de una gran legión de geólogos y especialistas idóneos, que actuaron en el amplio escenario que abarca la región de estudio. Entre los principales autores merecen citarse: Brackebusch (1883, 1891); Palmer (1913); Bonarelli (1921); Hausen (1925); Keidel (1934, 1943, 1947); Harrington (1938, 1957, 1962); Schlagintweit (1937, 1938); Groeber (1939, 1947, 1952); Herrero Ducloux (1940); Sgroso (1943); Picard (1948); Angelelli (1950); González Bonorino (1950); Spencer (1950); Vilela (1951, 1956); Peirano (1957); Turner (1958, 1960, 1963, 1966, 1970, 1972); Whiting (1959); Reig (1959); Bellmann y Chomnales (1960); Braccacini (1960); Ibáñez (1960); Dávalos (1963); Papadakis (1963); Ramos (1967, 1972); Rolleri y Mingramm (1968); Danieli y Porto (1968); Borrello (1969); Leanza (1969); Pascual (1969, 1972); Pérez D'Angelo y Aguirre Le Bert (1969); Moreno (1970); Schwab (1970); Aceñolaza (1971, 1972); González (1971); Kilmurray e Igarzábal (1971); Reyes y Salfity (1972); Mirré y Aceñolaza (1972); Méndez *et al.* (1972); Navarini *et al.* (1973); Coira (1973).

### 4. Agradecimientos

Mi especial agradecimiento y reconocimiento al doctor Juan C. M. Turner, bajo cuya orientación y valiosas enseñanzas en el campo y en el gabinete realicé el presente trabajo de tesis doctoral.

Agradezco a la Dirección General de Fabricaciones Militares por haberme

brindado los medios materiales para la concreción del estudio. Al ingeniero Herald Moorhead de las Naciones Unidas por su colaboración técnica. A los colegas David Plaza, José Salfity, Armando Nadir y T. Chafatinos, por los cambios de opiniones constructivas. Hago extensivo el agradecimiento a mis compañeros de la Sección Fotogeología; a los dibujantes Héctor Aguilera, Ricardo Sempere y a la eficiente colaboración de A. Cagliolo y María Reyes.

## GEOGRAFIA

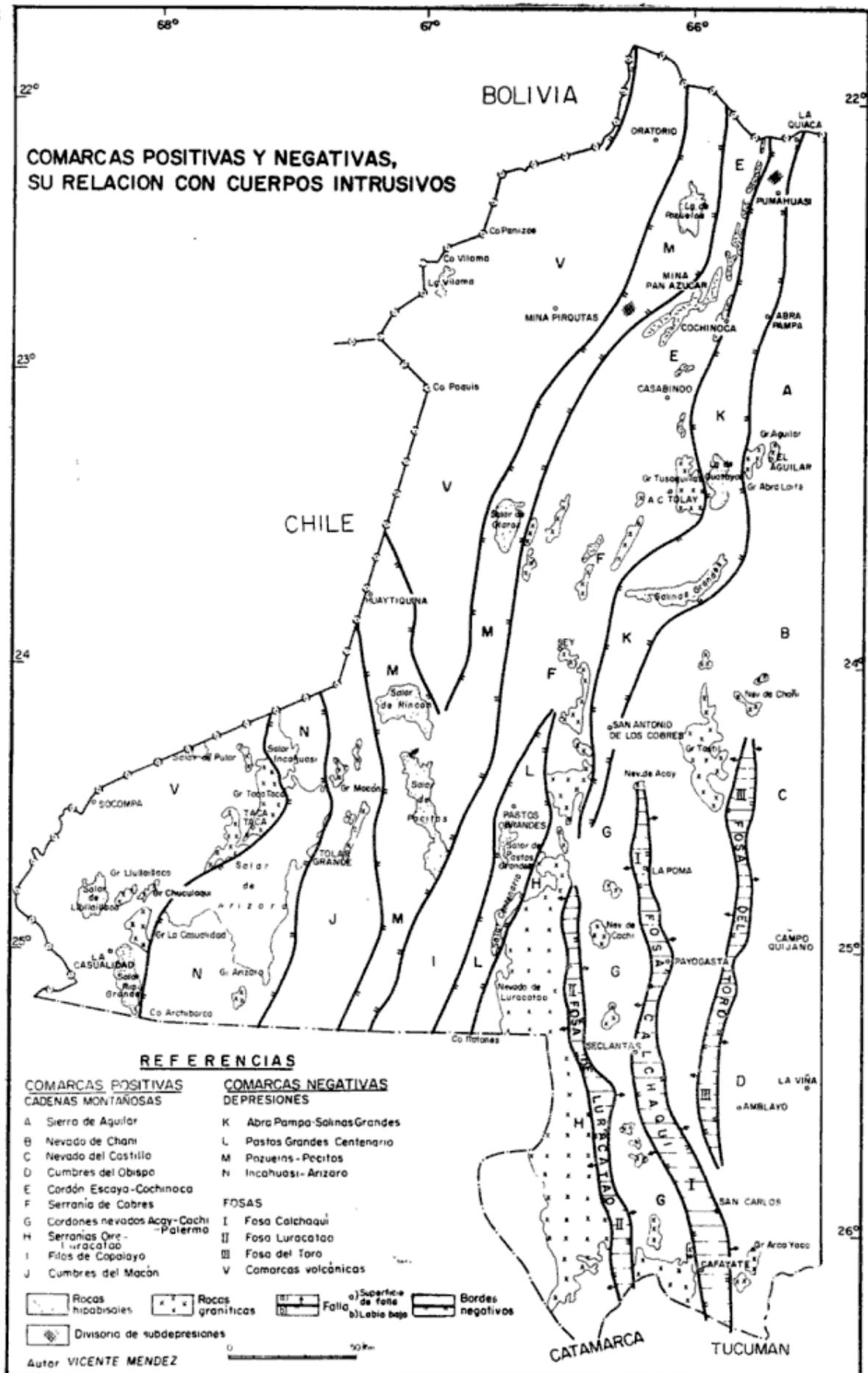
### *Comarcas positivas:* Cadenas montañosas

La región presenta características orográficas singulares que están definidas por rasgos estructurales que identifican a las unidades geográficas de la Puna, parte de los Andes Orientales y Sierras Pampeanas. Dentro de este mosaico complejo, la Puna es un bloque elevado con altitud promedio de 4.000 m, donde predominan los grandes bolsos, con salares y lagunas en los centros deprimidos, cerros de suave topografía en el borde oriental y una faja de cuerpos volcánicos hacia el poniente que cubre una amplia superficie.

Al oriente de la Punta se elevan los cordones de los Andes Orientales, donde se intercalan profundas y angostas quebradas, entre las que se deben mencionar las de Humahuaca, del Toro y Calchaquí. La topografía es abrupta y la acción de los procesos geomórficos muy activa.

Al sur de la región están enclavados los macizos de las Sierras Pampeanas cuyas características fisiográficas revelan una activa acción de los fenómenos erosivos.

Considerando la región en conjunto, se la puede dividir desde el punto de vista orográfico en fajas longitudinales positivas (véase mapa de comarcas...) y negativas que mantienen rumbo norte-sur a nordeste-sudoeste.



This One



Y02D-EBK-OKP2

Las fajas longitudinales positivas, son las que constituyen las principales cadenas montañosas y se agrupan de este a oeste:

1ª

- A. Sierra de Aguilar: de norte a sur las altitudes máximas las constituyen los cerros Lumara (4.050 m), Alto (4.087) y Aguilar (5.125 m).
- B. Sierra de Chañi: el punto de máxima elevación es el Nevado de Chañi con 6.200 m.
- C. Nevado del Castillo (5.400 m), otros cerros importantes son Purma (5.200 m) y Negro (5.000 m).
- D. Cumbres del Obispo: conjunto de serranías que constituyen la culminación austral de la primera faja y las altitudes principales son los cerros Malcante (3.940 m) y Apacheta (3.480 m).

2ª

Esta cadena delimita aproximadamente el borde oriental de la Puna y la parte occidental de los Andes Orientales. Está integrada por un tramo septentrional (E-F) y otro austral que al oriente del salar de Pastos Grandes se subdivide en dos ramas principales mediante la gran fosa de Luracatao (G y H).

- E. Cordón Escaya - Cochinoca: comienza en el límite con Bolivia y se extiende en dirección meridiana hacia el sur registrando los puntos más altos en los cerros Escaya (4.446 m), Picaloma (3.654 m), Tacanaite (4.459 m), Totay (4.366 m) y Chutanay (3.919 m).
- F. Serranía de Cobres: desde el sur de la localidad de Abdón Castro Tolay, la cadena está desplazada ligeramente hacia el poniente e integrando un solo macizo se prolonga hasta el paralelo del salar Pastos Grandes. Los puntos más elevados de esta serranía son los cerros: Pircas, Rangel, Mulato y Llanaleri, entre otros. Por otra

parte las sierras de Santa Catalina y Rinconada, se unen con la serranía de Cobres a través de los cerros Macho Chuz, Guadalupe y Covalonga, sector donde la faja M se subdivide en dos subdepressiones en la latitud de mina "Pirquitas".

- G. Cordones nevados Acay - Palermo - Cachi: el segundo cordón al subdividirse en el paralelo del salar de Pastos Grandes, genera esta rama oriental que constituye una zona de grandes nevados, entre los que se cuentan el de Acay (5.950 m), Palermo (6.120 m) y Cachi (6.380 m).
- H. Serranía Oire-Luracatao: es la rama occidental del segundo cordón que se prolonga en la provincia de Catamarca. Los puntos más elevados son los cerros Oire Grande (5.660 m) y Luracatao (5.400 m).

3ª

- I. Filos de Copalayo: esta cadena montañosa está integrada por los cordones de Pozuelos y del Gallego. Su desarrollo está restringido por la tectónica a un sector constituido por los cerros Pozuelos (4.856 m), Pircas (4.189 m), Unquillar (4.200 m) y Copalayo (5.300 m). La faja penetra en Catamarca donde su desarrollo es considerable.

4ª

- J. Cumbres del Macón: el complejo orográfico integrado por las cumbres, y la Cordillera de Calalaste constituye la cuarta cadena montañosa, que comienza en los cerros del Rincón (5.594 m) en el límite con Chile, al norte, y culmina en la parte septentrional de la Cordillera de Calalaste que se prolonga en la provincia de Catamarca, al sur. Los cerros de máxima altitud son Tultul (5.267 m), Guanquero (5.233 m), Chibinar (4.200 m), Navarro (5.070 m), Macón (5.500 m) y Vizcachera (4.900 m).

5ª

V. Faja Vulcanítica: la quinta cadena montañosa tiene desarrollo en el borde occidental de la Puna y ejerce un amplio dominio territorial en la región. Se caracteriza esencialmente por la presencia de aparatos volcánicos que constituyen cerros de singular importancia, tales como el Panizos (5.228 m), Vilama (5.678 m), Zapaleri (5.648 m), Nevado de San Pedro (5.750 m), Collahuaima (5.688 m), Poquis (5.070 m), Arácar (6.086 m), Socompa (6.031 m), Llullaillaco (6.723 m) y Volcán del Azufre (5.680 m).

#### *Comarcas negativas*

La región se caracteriza por presentar grandes comarcas negativas que se dividen en bolsones y fosas. Los bolsones y las fosas tienen el mismo origen estructural, pero en los primeros, las fallas que los delimitan marginalmente no son visibles, mientras que en las segundas están perfectamente demarcadas.

*Bolsones:* son las depresiones delimitadas por fallas marginales, en la generalidad de los casos poco visibles. Están ubicados preferentemente en la Puna y se presentan con dirección nort-sur o ligeramente desviados al nordeste. Se caracterizan por su desagüe centrípeto y en su centro de depresión hay generalmente una llanura plana, que marca la posición de una salina, salar o laguna.

K. Abra Pampa-salinas Grandes: las características fisiográficas definen una depresión continua, pero al norte de Pumahuasi hay un portezuelo que divide esta faja en dos subdepresiones: una septentrional de 15 km de largo por 12 km de ancho, con desagüe atlántico; otra austral que se extiende hasta poco al sur de San Antonio de los Cobres (laderas orientales de la

sierra de Pastos Grandes). Constituye un bolsón de 230 km de largo por 20 km de ancho promedio y alcanza su máxima expresión en salinas Grandes, donde su ancho se aproxima a los 40 km. A partir de este lugar se va produciendo un acúñamiento paulatino hacia el sur. Los centros de marcada depresión están ocupados por la laguna de Rontuyoc, laguna de Guayatayoc y salinas Grandes.

L. Pastos Grandes - Centenario: esta depresión comienza poco al norte de la localidad de Pastos Grandes, a modo de cuña en creciente ensanchamiento hacia el sur hasta el volcán del cerro Ratonés, cuya efusión reciente ha interrumpido la continuidad de la faja, que luego persiste al sur del cerro mencionado, en la provincia de Catamarca. En el sector correspondiente a Salta, la depresión tiene una longitud de 130 km con un ancho promedio de 16 km. En los centros deprimidos se emplazan los salares de Pastos Grandes, Centenario y Ratonés, cuyas sales son objeto de explotación.

M. Pozuelos-Pocitos: esta faja constituye la depresión de mayor desarrollo. Se extiende desde la frontera con Bolivia hasta el límite interprovincial de Salta con Catamarca, tiene una longitud aproximada de 400 km y un ancho promedio que sobrepasa a los 30 km. En la latitud de mina "Pirquitas" la faja se interrumpe bruscamente por la presencia de un conjunto de cerros como Macho Cruz, Guadalupe y Covalonga. Estos rasgos orográficos permiten dividir la faja en dos subdepresiones. Sin embargo, en los mosaicos fotográficos surge una perfecta continuidad de los alineamientos y los cerros mencionados aparecen como islotes orientados con dirección meridiana dentro de la gran depresión. En el paralelo del sa-

lar del Rincón se desprende una rama lateral con dirección noroeste hasta la localidad de Huaytiquina. En los centros de máxima depresión se sitúan la salina de Pozuelos y los salares de Olaroz, del Rincón y Pocitos.

N. Incahuasi-Arizaro: esta faja comienza en la frontera con Chile y se prolonga hacia el sur a lo largo de 130 km en el sector de la provincia de Salta. El ancho máximo es de 60 km.

*Fosa:* "es un bloque generalmente largo comparado con su ancho, que ha descendido en relación con los bloques de los costados". (Billings, pág. 218, 1954).

#### *Fosa Calchaquí*

Tiene rumbo norte-sur y una longitud de 210 km por 10 km de ancho aproximadamente. Comienza al pie del Nevado de Acay y trasciende los límites de Salta para ingresar en Catamarca, donde su desarrollo es considerable.

#### *Fosa de Luracatao*

Es una fosa de dimensiones menores que la anterior y está situada al oeste de los altos cordones del Nevado de Cachi y Cumbres de Brealito. La longitud es de 160 km por 8 km de ancho.

#### *Fosa del Toro*

Tiene desarrollo en sentido meridiano, con 120 km de largo por 8 km de ancho. Está delimitada por fallas regionales mediante las cuales se elevó el basamento precámbrico.

### GEOLOGIA

#### *Estratigrafía*

En la región considerada la columna geológica está integrada por entidades que se distinguen litológica y estratigráficamente. Un basamento de

edad precámbrica, exclusivamente en el sector oriental, constituido por sedimentitas clásticas finas, en parte metaforizadas y migmatizadas por intrusión ígnea y una sucesión de rocas fanerozoicas marinas y continentales, integradas por areniscas, calizas, arcillas y conglomerados. Paralelamente dos o más ciclos de magmatismo intenso compuesto por rocas graníticas intrusivas y un amplio campo de rocas efusivas y sus derivados piroclásticos.

*Cuadro estratigráfico general* (véase cuadro I).

### DESCRIPCIÓN DE LAS FORMACIONES

#### PRECÁMBRICO

El complejo de edad precámbrica se extiende desde poco al norte de Purmamarca-sur de salinas grandes, hasta el sur de la provincia de Salta. Alcanza su mayor desarrollo en las localidades de Santa Rosa de Tastil, Nevados de Palermo, La Poma, Campo Quijano, Cachi y Brealito. Los afloramientos penetran al sur en el ambiente de Puna y Sierras Pampeanas en las provincias de Catamarca y Tucumán.

La sucesión está constituida por sedimentitas pelíticas con incipiente metamorfismo, gneises, migmatitas y rocas graníticas.

#### *Rocas metamórficas*

Desde el norte de Purmamarca hasta la latitud de Cachi hay un conjunto de afloramientos integrados por sedimentitas pelíticas con metamorfismo incipiente. Desde Cachi al sur, en la faja occidental del complejo, el metamorfismo aumenta gradualmente, las rocas esquistosas se transforman en gneises y migmatitas, como consecuencia de la intrusión de un plutón granodiorítico en la Puna, que ejerce su influencia magmática más evidente en las localidades de Pucará, Tacuil y Pampas de Compuel.

CUADRO ESTRATIGRÁFICO I							
ERA	PERIODO	FORMACIONES	R O C A S			ESPESOR EN METROS	PROVINCIA GEOLÓGICA
			ERUPTIVAS	METAMÓRFICAS	SEDIMENTARIAS		
CENOZOICO	CUARTÁRICO		Basaltos Andesitas Dacitas		Acarreos Tobas Calizas Evaporitas	50-290	P-CO-SP
	TERCIÁRIO	D G CHACO G PASTOS GRANDES D	Dacitas		Tobas Conglomerados Areniscas Arcillas Calizas	150-4500	P-CO
MESOZOICO	CRETÁCIICO	D G SALTA D	Andesitas Basaltos		Arcillas y margas Calizas Areniscas calcáreas Conglomerados	3 300	P-CO-SP
PALEOZOICO	PÉRMICO	D			Calizas	180	P
	CARBÓNICO	D			Limolitas Areniscas Conglomerados	200	P
	DEVÓNICO	D			Limolitas Lutitas Areniscas	100	P
	SILÚRICO	D	Porfidos riolíticos Granodioritas Granites				P-CO SP
	ORDOVÍCIICO	D G SANTA VICTORIA D			Calizas Lutitas Areniscas	550-3000	P-CO
	CÁMBRICO	D G MESÓN D			Areniscas silicificadas Conglomerados	160-700	P-CO-
PRECÁMBRICO			Granitoes	Esquistos Pizarras Filitas			CO-SP

D: Discordancias    P: Puna    CO: Cordillera Oriental    SP: Sierras Pampeanas

Los componentes litológicos del complejo metamórfico son de color gris verdoso, violado y pardo amarillento por meteorización, los más comunes son: *esquistos biotíticos*, *areniscas feldespáticas*, *grauvacas feldespáticas*, *pizarras*, *filitas*. Estas rocas son propias de un ambiente marino de aguas profundas.

Los gneises de ojos son comunes en las localidades de Pucará, Tacuil y Pampas de Compuel.

El conjunto de rocas metamórficas está intruido por vetas y venillas de cuarzo lechoso de potencia variable entre 10 cm y un metro, especialmente en el sector austral de la región.

### *Rocas eruptivas*

*Granodiorita de Tastil* (Borrello, 1969). El plutón granodiorítico aflora desde el Alto Rosado hasta las cercanías de Puerta Tastil sobre la margen derecha de la quebrada del Toro. Keidel (1943) proporcionó los datos referidos a este cuerpo en los afloramientos del cerro Rosado, La Quesera, Lagunillas, Las Cuevas y Santa Rosa de Tastil. Sobre el mismo cuerpo aportan referencias Vilela (1956), Turner (1970) y Kilmurray e Igarzábal (1971).

La roca tiene predominio de ortosa, el mafito más común es biotita, presenta textura granular alotriomorfa compuesta por ortosa, plagioclasa ácida subordinada y cuarzo.

*Granitos*: se han reconocido cuerpos graníticos de neto carácter intrusivo que afectaron a las rocas del basamento, originando aureolas de contacto. Los afloramientos están situados al norte y al oeste de Angastaco, oeste de Cafayate y oeste de Tolombón. Petrográficamente se describen como *granitos calcoalcalino de dos micas*.

*Edad*: las rocas metamórficas se consideran de edad precámbrica superior, con reservas. La continuación de este basamento metamórfico en Catamarca es asignada al Cámbrico, según Mirré y Aceñolaza (1972), sobre la base del hallazgo de trazas fósiles (*Oldhamia* sp.), pero es un criterio muy controvertido.

En el Angosto de la Quesera, la granodiorita de Tastil infrayace a las sedimentitas cámbricas (Grupo Mesón, Turner, 1960, 1963) que se asientan sobre una superficie plana. En el contacto se observa una franja de un metro en la que la granodiorita se halla intensamente meteorizada. La estructura de esta franja es catafilar, observándose formas concéntricas de meteorización. En los niveles inferiores del contacto la granodiorita no presenta disyunción esferoidal y la roca es fresca. Es evidente que se trata de una conspicua su-

perficie de erosión precámbrica, sobre la que se asientan los estratos cámbricos en discordancia erosiva.

Una muestra de la granodiorita de Tastil ha sido datada por Shell Capsa por el método potasio-argón y rubidio-estroncio, resultando una edad de  $530 \pm 20$  millones de años, correspondiendo al Cámbrico medio. Otra datación radiométrica por el método potasio-argón, González *et al.* (1971) arroja  $489 \pm 10$  millones de años.

Respecto a los granitos de Angastaco, Cafayate y Tolombón, se le asigna edad precámbrica superior, con reservas.

### PALEOZOICO

*Cámbrico*: Grupo Mesón (Turner, 1960).

Las sedimentitas cámbricas del Grupo Mesón están integradas de abajo hacia arriba por las Formaciones Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc (Turner, 1963). Están representadas en la Puna y Cordillera Oriental, en la región de este trabajo. Su desarrollo es de regular dimensión. Los afloramientos son fajas discontinuas en una dirección nornordeste, que se extiende desde el sur de la sierra de Aguilar y sur de Tumbaya hasta el norte de Campo Quijano, en una extensión aproximada de 110 km de largo por 85 km de ancho.

Los afloramientos más occidentales se sitúan al oriente de la sierra de Rangel y al norte de San Antonio de los Cobres en la localidad de Potrerillos.

La sucesión se apoya en discordancia angular pronunciada sobre esquistos precámbricos. Los bancos basales conglomerádicos, se observan en la quebrada del Toro y en la comarca de cerro Negro (Cordillera Oriental) al naciente de la región. Al occidente los mismos no están representados (Puna) y sólo se encuentran areniscas cuarcíticas de color blanco amarillento, muy silicificadas y en parte brechadas, con es-

tratificación cruzada bien marcada, al nordeste y sur de la localidad de Cobres, con un espesor de 200 m aproximadamente.

En la quebrada del Toro, sobre el conglomerado basal, siguen areniscas silificadas de color blanco grisáceo, estratificación cruzada. En concordancia sobre estas rocas siguen areniscas rojizas y moradas, caracterizadas por la presencia de tubos de *Skolithos*. Por último y siempre en concordancia, continúan areniscas silificadas color blanco a blanco amarillento, bancos de 1-2 m con estratificación marcada.

Los espesores del grupo disminuyen de norte (perfil de cerro Negro: 700 m) a sur (perfil de la quebrada del Toro: 160 m).

Aparte de los tubos de *Skolithos*, sólo se han encontrado restos orgánicos fósiles indeterminables de braquiópodos mal conservados en tres localidades (Herrero Ducloux, 1940; Keidel, 1943; Ramos en Ramos, Turic y Zuzek, 1967).

Los sedimentos del Grupo Mesón se han depositado en un ambiente marino costero. La estratificación cruzada, óndulas, grietas de desecación y tubos de *Skolithos* indican depósitos neríticos.

*Edad:* se le asigna edad cámbrica sobre la base de su contacto discordante en el techo con rocas ricas en faunas fosilíferas del Ordovícico inferior.

### Ordovícico

Los sedimentos ordovícicos tienen un gran desarrollo en la Cordillera Oriental y Puna. Se encuentran desde el límite argentino-boliviano en el norte y pasan a la provincia de Catamarca en el sur, por el sector central de la Puna, entrando en mayor o menor proporción en la composición de la mayoría de los filos, en una extensión aproximada de 400 km de largo por 160 km de ancho.

Los afloramientos constituyen tres fajas principales:

Una oriental que se extiende desde el sur de La Quiaca, en una dirección

nornordeste, en forma casi continua, a lo largo de Pumahuasi, cerro Huancar, sierra de Aguilar, sierra de Chañi hasta el norte del Campo Quijano.

La faja central se integra con el cordón de Escaya-Cochinoca y la sierra de Rinconada, algo al norte de Casabindo y continúa como un solo cordón hacia el sur, penetrando a la provincia de Catamarca. Al norte está cubierta en gran parte por efusiones volcánicas y sus tobas (Casabindo-norte de Susques).

La faja occidental es discontinua, se extiende desde el límite con Bolivia y está cubierta en parte por tobas, aflorando por primera vez en mina "Pirquitas", Rosario de Collahuaima, sierra de Lina, oeste de Jama (trasciende el límite argentino-chileno en Agua de la Perdiz), y al poniente del salar de Cauchari.

Las formaciones ordovícicas han sido descritas con diferentes nombres en otros tantos perfiles y para un conocimiento detallado se puede recurrir a Keidel (1943), Harrington y Leanza, (1957) y Turner (1960 b; 1972). Los trabajos de Harrington (en Harrington y Leanza, 1957) y Turner (1960 b) contienen una minuciosa investigación paleontológica sobre trilobites y graptolitos, respectivamente.

La base del Ordovícico se puede observar en la Cordillera Oriental, donde sobreyace a los sedimentos del Grupo Mesón (Cámbrico) y de la sucesión precámbrica. En el ambiente de la Puna, la base se observa únicamente en la localidad de Potrerillos (al norte de San Antonio de los Cobres), donde descansa en discordancia sobre las sedimentitas cámbricas.

En la Cordillera Oriental, la sucesión ordovícica está integrada por sedimentos pelíticos, color pardo amarillento, intercalaciones de areniscas calcáreas y silíceas, color gris verdoso, muy fosilíferas, que van del Tremadociano inferior al Llanvirniano.

En la Puna (perfil de la sierra de Lina), la sucesión comienza con una alternancia rítmica de grauvacas y lu-

titas color pardo grisáceo. Las lutitas están bien silicificadas y atravesadas por venillas de cuarzo y limonita. En los últimos años se realizaron importantes hallazgos de fósiles, en la sierra de Rinconada (Turner, 1966), en la sierra de Lina (Ramos, 1972), al oeste de San Antonio de los Cobres (Rolleri y Mingramm, 1968) y al norte del cerro Quebrada Honda (Aceñolaza y Toselli, 1971). Sobre la base de las determinaciones fosilíferas y estudios de las faunas, la sucesión ordovícica de la Puna tiene una edad que va del Arenigiano superior-Llanvirniano (Turner, 1972 a) al ¿Caradociano? (Ramos, 1972).

Espesor promedio del paquete sedimentario ordovícico (en la región de trabajo): Cordillera Oriental: 550-1200 m; Puna: 2500-3000 m.

Los caracteres sedimentológicos y faunísticos del Ordovícico inferior, indican un ambiente deposicional en un mar somero cercano a la costa, por encima de la base del tren de olas. En el Ordovícico medio y superior se registra una deposición tranquila en un ambiente marino de carácter pelágico (por debajo de la base del tren de olas).

Respecto al magmatismo, es probable que su actividad comenzara en el Ordovícico superior<sup>1</sup>, paralelamente con los acontecimientos diastróficos que plegaron y ascendieron los sedimentos ordovícicos por efectos de la fase Tacónica y hayan alcanzado su apogeo en el Silúrico inferior.

### Silúrico

El acontecimiento geológico más importante en el Silúrico es la intrusión de rocas graníticas, granodioríticas y riódacíticas. Hasta el presente no se ha determinado la presencia de rocas sedimentarias silúricas en la región de trabajo<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Podría haber comenzado en el Ordovícico medio (Coira, 1973).

<sup>2</sup> Habría sedimentos silúricos en el cerro Rincón (departamento Los Andes, provincia de Salta), según los estudios de Boucot e Ysaacson (Turner, comunicación verbal).

La actividad magmática está relacionada con los movimientos tectónicos de la región y uno de los propósitos es describir someramente los cuerpos intrusivos más importantes y sus relaciones estructurales.

En el ambiente de la Cordillera Oriental los cuerpos intrusivos son de dimensiones moderadas y entre los principales se mencionan las rocas graníticas de Aguilar, Abra Laite, Chañi y Acay. El conjunto intruye sedimentos del Precámbrico superior y del Cambro-ordovícico. En las Sierras Pampeanas, al oriente de la localidad de Cafayate, se emplaza el granito de Arca Yaco.

En la Puna los afloramientos de rocas intrusivas constituyen fajas alargadas con dirección meridiana y el desarrollo es continuo. Los cuerpos graníticos más importantes son los de Tusaquillas, Peñas Blancas, Cachi, Macón y los de la "faja eruptiva de la Puna Oriental" (Méndez *et al.*, 1972), que atraviesa toda la región con dirección nordeste-sudoeste. Respecto a los afloramientos de Taca Taca, Chuculaqui, Arizaro, Lullaillaco, La Casualidad y Cumbres Calchaquíes, por sus características estructurales (véase mapa de comarcas...) el autor supone que pueden pertenecer a la misma fase magmática (fase Tacónica) y los asigna al Silúrico con reservas.

### Granito Aguilar

Hay referencias generalizadas sobre el granito Aguilar, Brackebusch (1883), Hausen (1925), Spencer (1950), Angelilli (1950), Groeber (1952) y Turner (1970).

Es un pequeño stock granítico situado en el sector central de la sierra de Aguilar. El afloramiento alcanza una longitud de 8 km de largo por 3 km de ancho. Intruye sedimentitas pelíticas y cuarcíticas cambro-ordovícicas. El cuerpo está delimitado por dos fallas con dirección meridiana y atravesado perpendicularmente por diaclasas subparalelas. Diques aplíticos y lamprofi-

dicos lo intruyen en diferentes direcciones.

Petrográficamente está definido como *granito calco-alkalino biotítico*.

### *Granito Abra Laite*

Cuerpo intrusivo ubicado en la ladera occidental de la sierra de Aguilar, en la latitud de la laguna de Guayata-yoc. Alcanza un desarrollo longitudinal de 12 km por 9 km de ancho. Intruye sedimentos cambro-ordovícicos.

La fracturación y el diaclasamiento es intenso, lo que permitió el ascenso de soluciones hidrotermales muy ricas en turmalina, cuarzo y fluorita, en forma de venilas y filones que intruyen profusamente el cuerpo.

La roca granítica es compacta, de estructura granosa, color blanco grisáceo claro con abundantes minerales oscuros. Hay predominio de ortosa, cristales de  $2 \times 2$  cm de lado, plagioclasa subordinada, cuarzo, escasas laminillas de biotita y abundante turmalina. En un *granito calco-alkalino turmalinizado*.

Las características estructurales son similares a las del granito de Aguilar, es probable que corresponda a una misma fase magmática

### *Granito Chañi*

Este cuerpo granítico está situado en las cumbres (6.200 m) y sector oriental del Nevado de Chañi (provincia de Jujuy). El afloramiento tiene un desarrollo de 14 km de largo por 12 km de ancho y está parcialmente cubierto por depósitos morénicos. El intrusivo se emplaza en el núcleo de un anticlinal cambro-ordovícico (véase foto 1), con superficie axial inclinando  $35^\circ$  oeste.

El granito Chañi es de estructura granular, color crema rosado. Textura granular hipidiomorfa formada por ortosa pertítica, plagioclasa subordinada, cuarzo y biotita. Una característica especial del nivel inferior del granito es la presencia de numerosos diques aplíticos. Es un *granito calco-alkalino biotítico*.

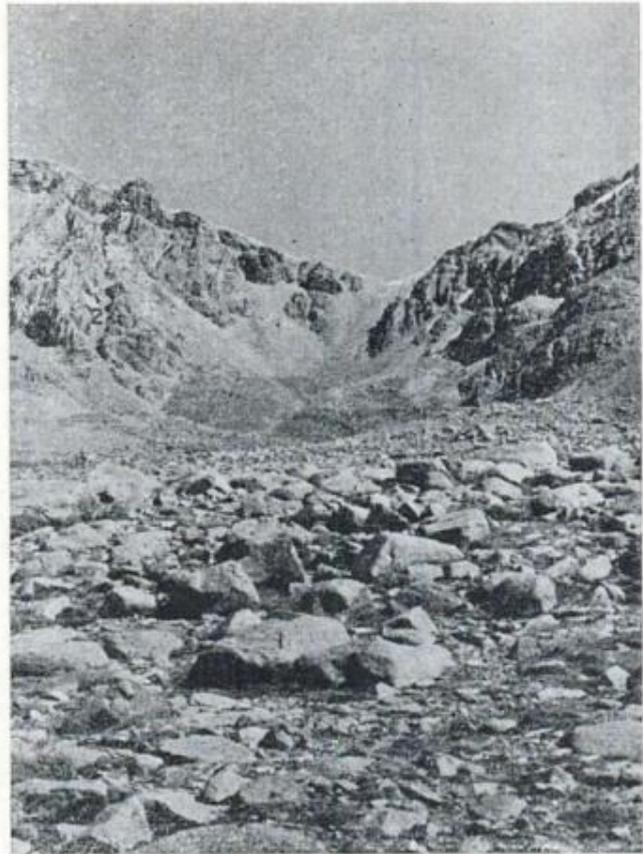


Foto 1. — Vista de la ladera oriental del Nevado de Ghañi. 1. Morena, 2. Granito Chañi, 3. Cambro-ordovícico.

En el sector situado entre el Chañi Grande y Chani Chico (picos más elevados), hay una anomalía de color debido a la meteorización e intrusión. La roca es de estructura porfídica, con pasta fanerítica y fenocristales de 2-5 mm, color crema. Textura porfídica con pasta cristalina gruesa, feldespática cuarzosa y fenocristales de ortosa pertítica, plagioclasa ácida, cuarzo y biotita. Es un *pófido granítico calco-alkalino biotítico*.

La roca descrita es una pequeña diferenciación del granito Chañi y está asociada a vetas de cuarzo lechoso de 20-30 cm de espesor, con abundante piritita y turmalina.

Respecto a las condiciones de emplazamiento, el plutón granítico del Nevado de Chañi esta en contacto intrusivo (véase foto 2), con las sedimentitas pelíticas y cuarcíticas cámbricas.



Foto 2. — Contacto granito-cornubianita moscovítica. (Nevado de Chañi). 1. Granito, 2. Cornubianita.

El análisis petrográfico de las rocas pelíticas dio una cornubianita biotítica moscovítica y para las psamíticas, areniscas cuarzosas cornubianitizadas y esencialmente cuarcitas.

El granito Chañi presenta algunas semejanzas con el granito Aguilar respecto a estructura y forma de emplazamiento.

La datación radimétrica por el método potasio-argón dio  $463 \pm 6$  millones de años (Rundle C., 1973, I.G.U. Inst. Geol. Sc. Geoch., Londres).

Sobre la base de las características señaladas, es probable que el granito Chañi sea de edad ordovícico superior-silúrico inferior.

### Granito Acay

Constituye un afloramiento muy pequeño situado en las altas cumbres del

Nevado de Acay (5.950 m). Del núcleo del cuerpo granítico se desprenden apófisis radiales, con dirección al nacimiento. El sector occidental del granito está intruido y cubierto parcialmente por coladas dacíticas y andesitas cuartáricas<sup>3</sup>.

La roca es de color gris verdoso, estructura granular mediana, con cristales que alcanzan hasta 1 cm de diámetro. Textura granular hipiomorfa, formada por tablillas de plagioclasa ácida, feldespato potásico, cuarzo, biotita y augita subordinada.

Respecto a las formaciones Aguilar y Abra Laite, es probable que correspondan a una edad silúrica baja (fase Tacónica, Turner, 1970). El granito Acay intruye rocas precámbricas, pero no hay suficientes demostraciones que permitan definir la edad. Sobre la base de las características estructurales, podría pertenecer a una fase magmática ordovícica superior a silúrica inferior. Para otros autores podría ser del Cretácico y aún del Terciario (Spencer, 1950).

### Granito Tusaquillas

Es un cuerpo granítico con forma ovoidea, emplazado al poniente de la laguna de Guayatayoc y delimitado al oeste por una falla regional con dirección meridiana. Tiene un desarrollo de 24 km de largo por 9 km de ancho, aproximadamente. En el sector austral intruye sedimentitas ordovícicas y desaparece en las llanuras de las salinas Grandes.

Desde el punto de vista petrográfico es un *granito calco-alcalino biotítico*.

El sector oriental del afloramiento está atravesado por diques aplíticos y abundantes vetas de cuarzo y venillas de fluorita. El borde occidental está intensamente fracturado y penetrado por diques dioríticos subparalelos de

<sup>3</sup> El autor emplea el sufijo *ico* para Sistemas, recomendado por el Congreso Geológico Internacional de 1900. Ejemplo: Sistema Cuartárico.

5 m de espesor por 40-50 m de largo, con dirección norte-sur.

No hay elementos muy definidos para establecer la edad probable, las características afines a los intrusivos de Abra Laite, Aguilar y Chañi permiten asignarle edad silúrica.

#### *Formación Cachi* (Turner, 1960 c).

Corresponde a un conjunto de rocas graníticas que constituyen afloramientos aislados y de superficie reducida, en los nevados de Palermo y Cachi, éste último es el de mayor desarrollo areal. Están situados en los cordones más elevados del borde oriental de la Puna, en el oeste de los departamentos de La Poma y Cachi.

La roca es esencialmente una *trondhjemita* y las variaciones más comunes corresponden a un *granito calco-alcalino biotítico*.

*Edad:* las rocas graníticas de la Formación Cachi intruyen sedimentitas precámbricas y están en la cumbre, como el caso de Aguilar, Chañi y Acay. Por otra parte, si se considera que estos cuerpos pudieran ser apófisis de la faja granodiorítica-riodacítica silúrica de la Puna, que se emplaza pocos kilómetros al poniente, es permisible asignarle igual edad, pero con reservas.

#### *Granito Macón*

Conjunto de rocas graníticas emplazadas al oriente de la comarca de Tolar Grande, que constituye las cumbres de la serranía del Macón y afloramientos aislados al oriente de las vegas de Olajaca, pocos kilómetros al norte del salar de Arizaro. El afloramiento tiene forma alargada con dirección meridiana. Del cuerpo principal se desprenden hacia el poniente paqueñas apófisis cubiertas parcialmente por acarreo cuartáricos. Al oriente está delimitado por una falla inversa que lo sobrepone a sedimentitas continentales del Terciárico superior. En el sector norte intru-

ye sedimentos ordovícicos con restos fósiles de trilobites.

La roca es compacta, de estructura granular mediana, color rosado, Textura granular alotriomorfa formada por grandes cristales de ortosa perítica con plagioclasa ácida subordinada, cuarzo y biotita cloritizada (pennina). La roca muestra efectos tectónicos e incipiente recristalización. Es un *granito calco-alcalino*.

*Edad:* sobre la base de las características geológicas y estructurales, principalmente el alineamiento norte-sur de los afloramientos, carácter intrusivo que afecta sedimentitas ordovícicas y emplazamiento en las cumbres, es probable que este cuerpo granítico sea de edad silúrica, con reservas.

#### *Granito Chuculaqui*

Es un macizo granítico que aflora dos kilómetros al sur de la estación Chucu<sup>\*</sup> laqui (Dpto. Los Andes, prov. de Salta). El afloramiento es de forma alargada con dirección nordeste-sudoeste, la longitud es de 12 km de largo por 2 km de ancho. El sector oriental está delimitado por una falla inversa que lo sobrepone a conglomerados rojos de edad terciárica. Al poniente está cubierto por coladas andesíticas cuartáricas.

La roca es compacta, bastante meteorizada, de estructura granular mediana, color rosado. Textura granular alotriomorfa, formada por ortosa perlítica, plagioclasa subordinada, cuarzo y biotita algo cloritizada. Es un *granito calco-alcalino biotítico*.

#### *Granito Lullaillaco*

Este cuerpo granítico está emplazado al este de la salina de Lullaillaco y se encuentra cubierta parcialmente por coladas y acarreo andesíticos, derivados del cerro Mellado. La estructura granítica tiene forma ovoidea, con el eje mayor en dirección nordeste-sudoeste. El lar-

go máximo es de 12 km por 4 km de ancho. El grado de fracturación y diaclasamiento es muy alto, por consiguiente, los productos de la meteorización cubren amplios sectores de la llanura oriental de la salina de Lullaillaco.

La roca es de estructura granular mediana, color crema amarillento y pátinas ferruginosas. La textura es granular hipidiomorfa, formada por cristales de ortosa pertítica, plagioclasa subordinada, láminas de biotita y hornblenda. Es un *granito calco-alcalino biotítico*. Frecuentemente está atravesado por diques de aplita granítica. Las características estructurales son semejantes al granito Chuculaqui.

#### *Granito La Casualidad*

Es un afloramiento de rocas graníticas emplazado 12 km al nordeste de la comarca La Casualidad, cerca del límite con Chile. El cuerpo granítico tiene forma alargada, con dirección meridiana, sobrepasando los 20 km de longitud por 8 km de ancho promedio, la parte central del macizo granítico está intruida por diques aplíticos, dacíticos y monzodioríticos. La roca es de estructura granular fina, color rojo. Textura granular hipiomorfa, formada por cristales de ortosa pertítica, plagioclasa ácida, cuarzo y escasas láminas de biotita. En los sectores de mayor grado de diaclasamiento se observan pátinas de crisocola, malaquita y mineralización de hierro. En un *granito calco-alcalino*.

#### *Granito Arizaro*

En el borde austral del salar Arizaro se emplea un cuerpo granítico muy tectonizado de 18 km de ancho, con dirección meridiana. Intruye sedimentitas de probable edad ordovícica. El cuerpo es un complejo compuesto por granodioritas y granitos intruidos por diques de dioritas piroxénicas.

La roca granodiorítica es de estructura granular mediana, color blanco cre-

ma, en contacto con bandas de grano más fino de color gris verdoso oscuro. Se trata de una *granodiorita biotítica-hornblendífera*. La banda oscura corresponde a una concentración de biotita y hornblenda con menor cantidad de feldespato.

La roca granítica predominante en el afloramiento, es de estructura granular mediana, color rosado, con mediana cantidad de mafitos, el mayor tamaño de algunos cristales de feldespato confiere a la roca carácter porfiroide. Hay abundante cristales de ortosa pertítica, plagioclasa subordinada, cuarzo y biotita. Es un *granito calco-alcalino-biotítico*.

*Edad:* respecto a la edad de los granitos Chuculaqui, Lullaillaco, La Casualidad y Arizaro, presentan características estructurales similares, con reservas se asigna al Silúrico.

#### *Granito Taca Taca*

El complejo de Taca Taca constituye el mayor afloramiento de rocas graníticas en el sector occidental de la Puna. El plutón es de forma alargada, con dirección meridiana, tiene 48 km de largo por 10 km de ancho. Está situado al poniente del salar Arizaro. El flanco occidental del cuerpo granítico se caracteriza por un fallamiento con dirección nordeste-sudoeste, a lo largo del cual emergen numerosas chimeneas volcánicas, esencialmente basálticas.

Los sectores perimetrales del cuerpo muestran un alto grado de meteorización. Hacia el centro la roca es compacta, de estructura granular gruesa, color blanco rosado, con mediana cantidad de mafitos y pátinas limoníticas. Feldespato potásico, plagioclasa ácida subordinada, cuarzo y biotita castaña. Es un *granito calco-alcalino*.

La roca está intruida por diques de aplita granítica, pórfidos dacíticos y monzodiorita.

*Edad:* la datación radimétrica por el método potasio-argón dio una edad mí-

nima aparente de  $323 \pm 5$  millones de años (Rundle C., 1973, I.G.U. Inst. Geol. Sc. Geoch., Londres).

La falta de elementos litoestratigráficos definatorios permite recurrir al aporte brindado por la datación radiométrica, cuyos valores son estimativos. Sobre esta base es posible asignar una edad silúrica a las rocas graníticas de Taca Taca.

### *Granito Arca Yaco*

En el ambiente de las Sierras Pampeanas, al poniente de las Cumbres de Santa Bárbara, poco al norte de la comarca de Arca Yaco (dpto. Cafayate), aflora un macizo granítico de 20 km de largo por 4 km de ancho. Intruye rocas esquistosas de probable edad precámbrica. Los flancos oriental, occidental y austral del cuerpo granítico están delimitados tectónicamente. Al sur de este afloramiento y siguiendo el mismo alineamiento, se emplazan otros cuerpos con características petrográficas y estructurales similares en las Cumbres Calchaquíes (provincia de Tucumán). La roca es de estructura granular mediana, color rosado. Está formada por cristales de ortosa, plagioclasa, cuarzo y biotita cloritizada. Es un *granito calco-alcalino*.

*Edad:* no hay elementos estratigráficos que permitan definir la edad de este cuerpo. La determinación radiométrica por el método potasio-argón (González, R. R., 1971), sobre muestras de granitos de las Cumbres Calchaquíes, de características similares a las del plutón de Arca Yaco, arrojó valores extremos de  $465 \pm 2$  y  $479 \pm 9$  millones de años. Sobre esta base y las características geológico-estructurales, se podría asignar con reservas, probable edad ordovícica superior a silúrica para el cuerpo de Arca Yaco.

*Faja eruptiva de la Puna* (Méndez et al., 1972).

El acontecimiento de mayor relieve en el Silúrico es el emplazamiento de

una faja eruptiva constituida esencialmente por granodioritas y pórfidos riódacíticos, en menor proporción migmatitas, diques pegmatíticos, aplíticos y odíníticos, en el borde oriental de la Puna.

Los afloramientos sobrepasan los 400 km de largo por 4-30 km de ancho. Se extienden con dirección nordeste-sudoeste, desde la latitud de la Quica al norte, hasta la provincia de Catamarca al sur. Es notable la continuidad de la faja, a excepción del sector Casabindo-Abdón Castro Tolay, donde los elementos volcánicos cuartáricos cubren parcialmente los afloramientos.

Las rocas granodioríticas y riódacíticas están relacionadas entre sí por una composición mineralógica similar y la presencia constante de megacristales de microlino perfitico, de sección rectangular y ovóideos de 10-15 cm de longitud.

La faja intruye sedimentos ordovícicos en la mayor parte de su recorrido, excepto en el sector austral (Molinos, Hualfin, Pampas de Compuel, etc), donde la roca intruida es de edad precámbrica superior.

*Edad:* sobre la base de las características geológicas y estructurales regionales señaladas, la faja eruptiva de la Puna es posordovícico medio a precretácico superior. Pero analizando las observaciones realizadas por Turner (1966, 1970, 1972), es muy posible que a la faja mencionada se le pueda asignar edad ordovícico superior a silúrico inferior.

### *Devónico*

El sector occidental de la Puna salteña, al sudeste del cerro Rincón, en la intersección de las coordenadas de  $24^\circ$  latitud sur y  $67^\circ 15'$  longitud oeste, aproximadamente, aflora un complejo del Paleozoico superior cuyo hallazgo se realiza por primera vez en la región (Turner, 1972; Aceñolaza, et al., 1972).

La sucesión devónica aflora en un sector muy restringido, rodeado por coladas y tobas andesíticas cuartáricas de amplio desarrollo en la comarca. La base del afloramiento no se observa. La litología está integrada por areniscas de grano fino algo cuarcíticas, limolitas y lutitas, de colores amarillos a pardo verdoso, siguen areniscas algo compactas, color blanco amarillento; la sucesión culmina con areniscas cuarcíticas negras. El conjunto totaliza un espesor de 100 m. Los niveles medio a superior contienen una fauna compuesta por *Tentaculites* sp., *Conularia quichua* Ulrich, *Orbiculoidea* sp., *Scheliwieniella* cf. *inca* (d'Orb., cf. *Odontochile*, etcétera.

El ambiente de deposición corresponde a un mar poco profundo.

*Edad:* sobre la base de la fauna fósil, las sedimentitas se asignan al Devónico inferior.

### Carbónico

Coincidente con la ubicación citada para los afloramientos del Devónico, la sucesión carbónica se asienta en discordancia sobre los sedimentos mencionados. En la base hay conglomerados rojos, con clastos de areniscas, lutitas y rodados graníticos posiblemente del Macón. Siguen bancos de lutitas y limolitas bien estratificadas, de colores gris, verde y pardo rojizo, con restos vegetales. Continúan areniscas cuarcíticas de grano grueso, color rojo. El conjunto tiene un espesor estimado de 200 m.

Los restos fósiles indican que la acumulación de estos sedimentos se realizó en un ambiente terrestre.

*Edad:* sobre la base de los restos orgánicos fósiles de vegetales a la sucesión se le asigna edad carbónica superior (Aceñolaza et al., 1972).

### Pérmico

La sucesión pérmica se emplaza al sudeste del cerro Rincón, forma parte del conjunto de sedimentitas que integran el Paleozoico superior de la Puna.

Las sedimentitas pérmicas se asientan en discordancia muy suave, sobre la sucesión carbónica. Está constituida por calizas de grano fino, color gris y calizas laminadas de grano mediano, color ocre, con nódulos de ftanita. El espesor sobrepasa los 180 m. En las calizas se han encontrado abundantes restos fósiles: *Rugosa* indet., *Fenestella* sp., cf. *Meekopora*, *Dialasma* sp., *Composita* sp. (Baldis et al., 1972; Aceñolaza et al., 1972).

La deposición de los sedimentos pérmicos se realizó en un ambiente marino de poca profundidad.

*Edad:* sobre la base de los fósiles mencionados, a la sucesión se le asigna edad pérmica inferior.

### MESOZOICO

*Grupo Salta* (Brackebusch, 1883, nom. subst. Turner, 1959).

La sucesión está representada por el Grupo Salta, pars. (Brackebusch, 1883, 1891; Schlagintweit, 1937; Groeber, 1939, 1952; Turner, 1958; Moreno, 1970; Reyes y Salfity, 1972).

Son sedimentos continentales y marinos de amplia distribución en los sectores de la Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas y muy restringidos en la Puna. Se apoyan en discordancia sobre estratos que varían en edad desde el Precámbrico superior al Ordovícico y rocas graníticas del Silúrico. Una parte del Grupo Salta se asigna al Cretácico superior, otra al Terciario inferior.

Los afloramientos de la sucesión cretácica están relacionados generalmente con fosas tectónicas y líneas de fracturación. Sobre la base de las características litológicas, ambiente de deposición, color etc., se han determinado las siguientes entidades formacionales:

*Formación Pirqua* (Vilela, 1951). Los sedimentos de la Formación Pirqua están situados principalmente en el ambiente de la Cordillera Oriental, Sierras Pampeanas y con poco desarrollo en el sector septentrional de la Puna (Pan de Azúcar, noroeste de Susques y Polvorillas).

En las Sierras Pampeanas y Cordillera Oriental, la sucesión comienza con un conglomerado basal, color rojo oscuro de 15-30 m de espesor (120 m en Brealito y Seclantás Adentro, 10 m en el cerro Tin Tin), en la parte media predominan areniscas lutíticas gris verdosas y lutitas rojas, en los niveles superiores predominan areniscas rojas de grano mediano a fino, con estratificación cruzada en la base.

La entidad descripta es considerada por algunos autores como Subgrupo, integrada desde abajo hacia arriba por las Formaciones La Yesera, Las Curtiembres y Los Blanquitos (Reyes y Salfity, 1972).

El perfil por lo general no se presenta completo. El miembro medio de la Formación Pirqua está intruido por coladas basálticas en la quebrada de las Conchas poco al sur de Alemania y en comarcas vecinas. En la ladera occidental del Cordón de Escaya-sierra de Cochino, se intercalan tobas abigarradas y brechas, asociadas con diques andesíticos y basálticos.

El espesor de la sucesión se incrementa de norte a sur y varía entre 150 m (Puna) y 1.600 m (Sierras Pampeanas).

Ibáñez (1960) halló anuros fósiles (Reig, 1959) cerca del puente Morales, 25 km al sur de Alemania (prov. Salta) y Danieli y Porto (1968) restos de dinosaurios, próximo al límite interprovincial de Salta y Tucumán.

Las características litológicas y los elementos faunísticos de la Formación Pirqua, indican un ciclo de acumulación rápida en un ambiente continental, con actividad volcánica andesítica y basáltica.

*Formación Lecho* (Turner, 1958). Los sedimentos de la Formación Lecho se emplazan en la Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas. En la Puna no se han reconocido hasta el presente. La sucesión cubre concordantemente, a excepción del valle del Tonco, a la Formación Pirgua. Está integrada por areniscas calcáreas, cuarzosas, con cemento calcáreo, abundante feldespato y estratificación cruzada. Espesor 20-300 m.

En el sector austral del valle del Tonco, la Formación Lecho se asienta en suave discordancia sobre las areniscas rojas de la Formación Pirgua (Lencinas y Salfity, 1972). La discordancia aunque de carácter local, es probable que sea consecuencia de la actividad de los movimientos de la fase Intrasenónica.

La deposición de los sedimentos de esta Formación se realizó en un ambiente de transición entre el régimen continental y el marino de aguas someras.

*Formación Yacoraite* (Turner, 1958). Afloramientos de esta Formación se presentan en el sector de la Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas. En la Puna afloran en contadas localidades, entre ellas, el cerro Chaupiorco (Navarini, Méndez, Zanettini, 1973), al noroeste de Santa Catalina sobre el límite con Bolivia, donde se asienta en discordancia sobre sedimentos ordovícicos.

La entidad está integrada por calizas dolomíticas, calizas oolíticas, calizas arenosas, areniscas calcáreas de colores amarillentos con intercalaciones margosas y lutíticas color verde a negro azulado y bancos de *Pucalithus*. Espesor 20-800 m. En la sucesión se ha determinado la presencia de fósiles de foraminíferos, ostracodos, gastrópodos, peces, cocodrilos, dinosaurios, etc.

Al este de la comarca de Molinos (Salta), en el perfil del cerro Negro (finca Banda Grande), las calizas de la Formación Yacoraite se asienta en discordancia angular, sobre el nivel inferior de la Formación Pirgua (Lenci-

## CENOZOICO

nas y Salfity, 1972). Esta discordancia, si bien local, se produjo probablemente por efectos de los movimientos de la fase Intrasenónica.

Dentro de la Formación Yacoraite se incluyen los sedimentos de la "faja verde basal" de la Formación Mealla, por presentar mayor afinidad litológica. La "faja verde basal" sería el equivalente (Lencinas y Salfity, 1972) de la Formación Olmedo (Moreno, 1970).

*Subgrupo Santa Bárbara* (Vilela, 1951; *nom. transl.* Moreno, 1970).

Los afloramientos se emplazan en la Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas donde alcanza su mayor desarrollo. En la Puna afloran al poniente del cerro Chaupiorco (dpto. Santa Catalina).

El Subgrupo Santa Bárbara está constituido de abajo hacia arriba por las siguientes Formaciones:

*Formación Mealla* (Moreno, 1970). Está integrada por arcillas y margas rojizas con intercalaciones de areniscas arcillosas, arcillas limosas y bancos de yeso. Sobreyace en concordancia a la Formación Yacoraite. Las características litológicas indican un régimen de continentalización del ambiente de acumulación. Espesor: 300 m.

*Formación Maíz Gordo* (Moreno, 1970). Sobreyace en concordancia a la Formación Mealla. Litológicamente, está constituida por areniscas verdosas y gris rojizas, areniscas calcáreas y arcillitas blancas grisáceas, interestratificadas. Espesor: 100 m.

En la sucesión citada se descubrieron niveles con restos de *Pucalithus*, insectos, peces, quelonios, ostracodos y polen. Las características litológicas y faunísticas indicarían un ambiente de acumulación terrestre con cortos intervalos lacustres.

*Edad:* sobre la base de los elementos fosilíferos descubiertos, a la sucesión considerada se le asigna edad cretácica superior. La Formación Lumbrera es de edad terciaria inferior y se considerará a continuación.

Se caracteriza por la presencia de dos entidades fundamentales, una sedimentaria y otra volcánica con rocas de composición ácida a básica.

*Terciario inferior:* Formación Lumbrera (Moreno, 1970).

Esta formación constituye la parte más alta del Grupo Salta. Los afloramientos se sitúan en la Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas. En la Puna se observan afloramientos al poniente del cerro Chaupiorco. Está integrada por margas y arcillas pardo rojizas y areniscas rojas con intercalaciones de niveles arcósicos en los bordes de cuenca (cerro Tin Tin). Se asienta en concordancia sobre la Formación Maíz Gordo. Espesor: 200 m.

Las sedimentitas de la Formación Lumbrera contienen restos fósiles de dipnoos, tortugas, cráneos de cocodrilos y un resto de mamífero (Pascual, 1969). Una comunicación verbal de Ravskosky, corrobora que el descubrimiento del cráneo de mamífero se efectuó en los niveles correspondiente a la Formación Lumbrera (cerro Campana Horco., dpto. Guachipas, prov. de Salta).

Durante la acumulación de los sedimentos de la sucesión descrita, predominó un ambiente terrestre con pequeños intervalos lacustres.

*Edad:* los fósiles estudiados, especialmente el cráneo de mamífero, permite asignar a la Formación Lumbrera, edad paleocena superior-eoceno inferior.

*Terciario superior*

*Grupo Pastos Grandes* (Turner, 1960 c). Es una espesa sucesión de sedimentos continentales de amplia distribución en la Puna. Constituye fajas longitudinales que con cierta discontinuidad se extienden con dirección norte-sur, desde el sur de mina "Eureka" hasta Cata-

marca. El Grupo está integrado por las Formaciones Geste, Pozuelos y Sijes. Se asienta en discordancia sobre sedimentitas del Grupo Salta o rocas más antiguas. Está compuesto por conglomerados y areniscas de color morado a pardo rojizo con intercalaciones de lutitas color rojo claro y bancos de sal. La sucesión finaliza con areniscas y tobas dacíticas de color gris claro e intercalaciones de bancos de boratos y calizas coronada por una intercalación de conglomerados rojos. Espesor: 4.500 m.

Las Formaciones cerro Morado (Vilela, 1951) y Peña Colorada (Bellman y Chomnals, 1960), se podrían correlacionar con la parte basal del Grupo Pastos Grandes.

*Edad:* sobre la base de la posición estratigráfica y la correlación con sedimentos similares en las Sierras Pampeanas (Catamarca), atribuidas al Plioceno (Peirano, 1957) y los aportes de Turner (1960 c. 1972) y Pascual (1972), al Grupo Pastos Grandes se le asigna edad mioceno-pliocena, con reservas.

*Grupo Chaco* (Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1938). Estos sedimentos se presentan en los alrededores de las comarcas de Tres Cruces y El Aguilar (prov. de Jujuy). Se asientan en discordancia sobre las sedimentitas del Subgrupo Santa Bárbara, poco al oeste de la escuela de Casa Grande. La sucesión está integrada por areniscas con intercalaciones de capas de yeso, tobas y areniscas tobáceas color gris claro, bandas de arcilitas grises y pardo verdosas. En los niveles superiores predominan areniscas conglomerádicas rojas, cubiertas parcialmente por acarreos cuartáricos. Espesor: 150 m.

Por correlación con sedimentitas similares en comarcas vecinas donde se encontraron restos de vertebrados (*Scelidon* y *Tolyteutes*), al Grupo Chaco se le asigna edad pliocena.

### *Vulcanismo Terciario*

Las rocas volcánicas constituyen pequeñas coladas al sudoeste del salar Centenario. Se asientan en discordancia sobre sedimentitas ordovícicas. Son dacitas biotíticas color pardo, muy meteorizadas, estructura porfídica, con pasta holocristalina macrogranular, con pequeños fenocristales de cuarzo y escasos feldespatos.

Al naciente del cerro Poquis y sector austral del salar de Jama, se emplazan cuerpos intrusivos de pórfidos riódacíticos, que constituyen las raíces de aparatos volcánicos parcialmente erosionados.

Respecto a la edad de estas rocas no hay suficientes elementos litoestratigráficos que permitan corroborarla. Pero sobre la base de la presencia de bancos de tobas dacíticas intercaladas en la sucesión del Terciario superior, en las comarcas de Jama, Rosario de Collahuai-ma, El Toro y Sijes y considerando la datación radiométrica por el método potasio-argón que dió  $15 \pm 0.2$  millones de años (Rundle, C. C., I.G.U., Inst. Geol. Sc. Geoch., Londres), sobre muestras del pórfido de Inca Viejo; es probable que las primeras efusiones volcánicas se hayan producido en el Mioceno superior-Plioceno.

### *Cuartario*

El acontecimiento más destacado en el Cuartario es el amplio desarrollo de la actividad volcánica; las sucesiones sedimentarias clásticas y químicas que constituyen grandes depósitos, le siguen en importancia.

*Vulcanismo:* los procesos efusivos tienen esencial predominio en la región occidental de la Puna. En la Cordillera Oriental y Sierras Pampeanas es un fenómeno poco común y está relegado a unas escasas coladas dacíticas y andesíticas emplazadas en abras de Pives (Ramo, en Ramos, Turic y Zuzek, 1967), ladera occidental del Nevado de Acay y sudeste de la localidad de La Poma.

En la Puna el vulcanismo cubre una superficie de 16.000 km<sup>2</sup> aproximadamente y se asienta en discordancia sobre rocas graníticas y sedimentarias que van del Precámbrico al Terciario superior. Las primeras efusiones de composición dacítica y riódacítica cuartáricas son seguidas por erupciones andesíticas, predominantes en la región. Las manifestaciones póstumas del vulcanismo cuartárico están constituidas por coladas basálticas de desarrollo restringido. Este ordenamiento sucesivo de efusiones ácidas a básicas, hasta cierto punto es real, pero no se puede considerar como una regla general, porque se conocen numerosos ejemplos de coladas dacíticas posteriores a las andesíticas en el Cuartárico, como en el caso de los volcanes Mellado y Archibarea.

El volcán Tuzgle, situado en el sudeste del departamento de Susques, provincia de Jujuy, constituye un ejemplo de características singulares (véase foto 3).

Presenta un núcleo dacítico (A) de estructura porfídica con pasta afanítica



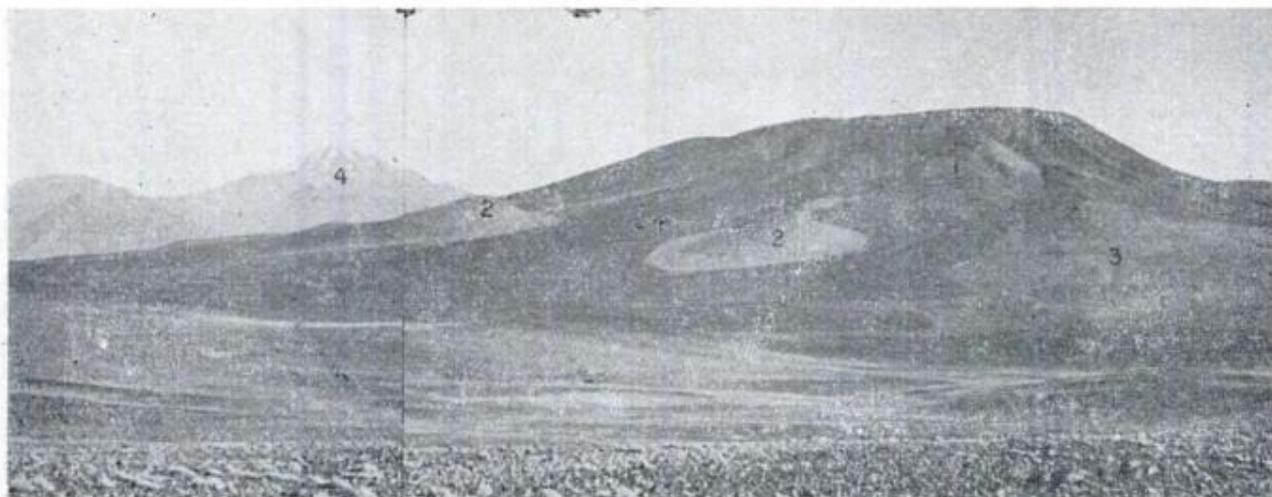
Foto 3. — Volcán Tuzgle (dpto. Susques, Jujuy)

color gris crema, luego tiene lugar la efusión de una colada andesítica (B), de desarrollo restringido, forma subcircular y diámetro de 3,5 km. Una colada andesítica (C) cubre parcialmente la anterior, presenta relieve suave y es de forma subrectangular, ocupa el sector nordeste y sudoeste del volcán. Las líneas de flujo se han borrado por acción de los procesos erosivos que actuaron activamente, constituyendo grandes acumulaciones de tobas andesíticas (D) al pie del volcán. Una nueva efusión andesítica (E), algo pequeña, fluye casi simétricamente, la colada tiene forma de abanico, bordes lobulados, con pronunciadas líneas de fluidalidad. Al culminar la fase efusiva se produce un nuevo derrame andesítico (F), según análisis químico. La colada ocupa el sector sur del volcán, es de forma triangular con bordes lobulados y marcadas líneas de fluidalidad, no afectadas por la erosión.

*Dacitas.* Constituyen núcleos efusivos, actualmente se observan en el fondo de los cráteres volcánicos, como remanentes erosionados o en la generalidad de los casos cubiertos parcialmente por coladas andesíticas y basálticas, según se observa en los cerros Mellado (véase fotos 4 y 5), Poquis, Chipas, etc.

*Andesitas.* Se emplazan principalmente en el sector occidental de la Puna y constituye la línea de altas cumbres que demarca el límite entre la República Argentina y Chile. Es una faja volcánica compleja en la que se pueden determinar comunmente más de tres episodios efusivos, tal el caso de los cerros Panizos, Vilama, Supisaini, Poquis, Rincón, Socompa, Llullaillaco y Moño entre otros.

*Tobas.* Integran grandes depósitos en los sectores aledaños a los cuerpos efusivos y rellenan gran parte de los bolsones de la Puna. Presentan diseños típicos elaborados por la acción eólica y el sistema de avenamiento centrípeto (véase foto 6).



**Foto 4.** — Vista lateral de la ladera oriental del cerro Mellado, volcán cuartárico. 1. Cráter andesítico, 2. Rocas dacíticas, 3. Colada dacítica, 4. cerro Lullailaco, volcán integrado por rocas andesíticas y basálticas.



**Foto 5.** — Vista vertical del cerro Mellado, volcán cuartárico (dpto. Los Andes, provincia de Salta)



Foto 6. — Vista vertical de un complejo andesítico y sus tobas (nordeste de La Casualidad, dpto. Los Andes-Salta).

Los ejemplos típicos se observan al poniente de Casabindo, sur de mina "Pirquitas", alrededores de la laguna de Vilama y norte de Susques.

**Basaltos.** El vulcanismo basáltico está relacionado con fallas modernas con dirección meridiana. A lo largo de estas líneas de fracturación se emplazan cuerpos subcirculares, con líneas de fluididad muy marcadas, bordes dentados y lobulados. Responden a un proceso efusivo muy reciente. Los volcanes más conocidos están situados al este de Caipe y sur del salar de Arizaro (véase foto 7).

Por otro lado están las coladas basálticas que coronan el proceso efusivo en las cúspides de los conos volcánicos de los cerros Arácar, Socompa y Llullailaco, entre los más importantes. La roca es de color negro, estructura por-

fídica fluidal, pasta afanítica castaño oscuro con diminutos fenocristales y abundantes vesículas.

Respecto a la edad del conjunto de las rocas volcánicas, se asignan al Cuartárico inferior y medio con reservas.

#### *Depósitos sedimentarios*

La sucesión sedimentaria que cubre la mayor parte de la región constituye dos o más niveles de terrazas que corresponden a depósitos arenosos con intercalaciones arcillosas, lentes conglomerádicas, tufitas y cenizas volcánicas. Subyace en discordancia a formaciones más antiguas. Espesor 100-200 metros.

Una sucesión suprayacente a la anterior, está constituida por calizas de 0,50-1 m de espesor y depósitos arenosos con intercalaciones de rodados y capas de yeso. Espesor: 50-90 m. La distribución de las entidades es muy amplia en la región.

Asociados con depósitos aterrazados y fluviales, aparecen calizas travertínicas de ambiente lacustre al sudoeste del cordón de Escaya, algo al norte de la

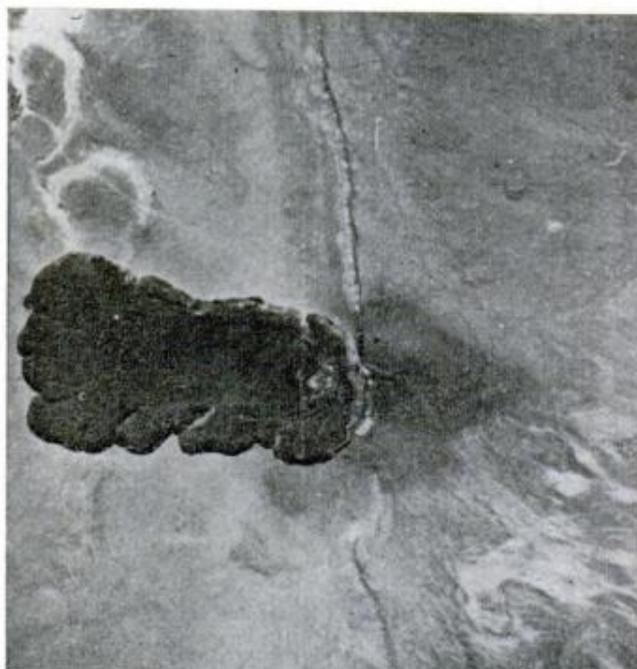
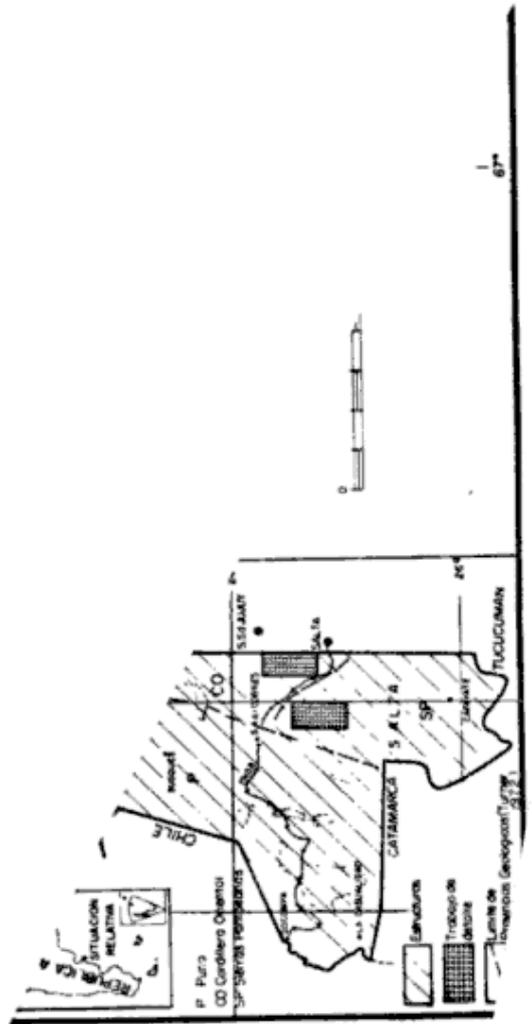
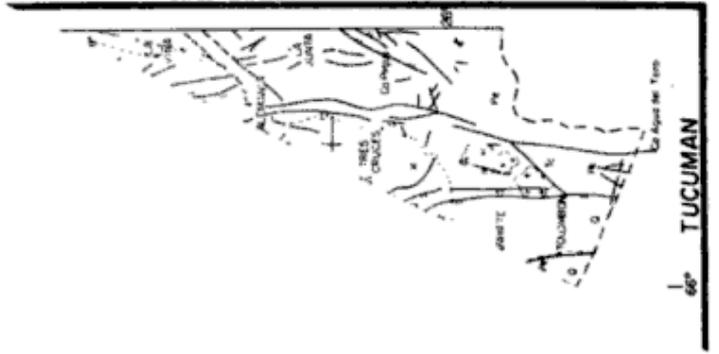


Foto 7. — Vista vertical del volcán Chascha (Dpto. Los Andes, Salta)





localidad de El Toro (depto. Susques, prov. de Jujuy), al sur de Cachiñal al norte de Santa Rosa de Tastil y al noroeste de Tolar Grande.

Los depósitos recientes están integrados por arenas y loess que constituyen los conos de deyección actuales o en formación, que a su vez están cubiertos por elementos clásticos de granulometría variable.

### ESTRUCTURA

Las diferentes sucesiones sedimentarias sometidas a los procesos tectónicos, determinan otras tantas formas estructurales. Cada uno de estos complejos están separados por discordancias.

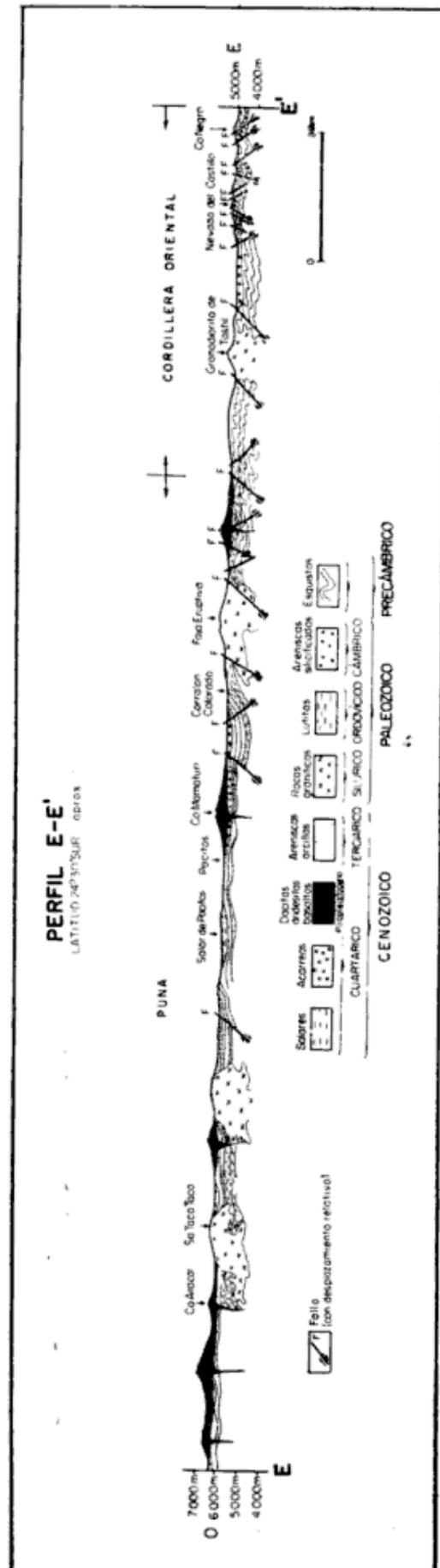
Las características de los tipos de pliegues y el magmatismo, dependen de la intensidad de los movimientos tectónicos. Por esta razón una entidad estructural muy deformada, indica que fue afectada por varios procesos tectónicos. Por otro lado, también es obvio que dos sucesiones distintas con la misma tectónica pueden dar la misma estructura: por ejemplo: Puna y Sierras Pampeanas, montañas de bloque.

Coherente con este punto de vista, la región está caracterizada por dos estilos estructurales básicos (véase perfil E-E'). Para la Puna y Sierras Pampeanas corresponde el de montañas de bloque, mientras que en la Cordillera Oriental es característico el plegamiento y fallamiento.

Los trabajos conspicuos relacionados con el tema son los de Palmer (1913), Picard (1948), Whiting (1959), Braccini (1960), Schwab (1970) y Turner (1972).

#### *Precámbrico superior*

El complejo precámbrico que ha regulado la evolución estructural hasta el presente, se extiende desde el norte de Purmamarca, sur de salinas Grandes, hasta el sur de la provincia de Salta con rumbo norte-sur a nordeste-noroeste.



Se pueden considerar dos bloques estructurales precámbricos, delimitados en parte por un sistema de fallas inversas que se prolongan con dirección meridiana desde el sur de salinas Grandes hasta el Nevado de Acay y desde esta latitud queda claramente definido mediante la fosa Calchaquí. El bloque situado al oriente del límite enunciado se caracteriza por presentar un metamorfismo dinámico incipiente y escasa influencia térmica derivada del magmatismo de los plutones graníticos de Tástil y Chañi. Los procesos hidrotermales póstumos han generado diques y vetas de cuarzo (véase foto 8), en los niveles inferiores de la sucesión.

En las comarcas de Huaico Hondo y Belgrano (depto. Rosario de Lerma, Salta), se integran sistemas complejos de diaclasas que forman juegos con rumbo norte-sur, nordeste-sudoeste y este-oeste. Es común la asociación de los juegos norte-sur y nordeste-sudoeste que constituyen sistemas seudortogona-

les con fracturas rellenas por cuarzo y limonita.

Los anticlinales y sinclinales con rumbo norte-sur a nordeste-sudoeste, constituidos esencialmente por cuarcitas, son de carácter local, varían de asimétricos a volcados y están afectados por replegamiento y fallamiento que originó un ascenso diferencial y cuñas tectónicas, especialmente en los alrededores del cerro Malcante.

El bloque ubicado al poniente comienza al sur de salinas Grandes y hasta San Antonio de los Cobres las características estructurales no varían respecto a las del bloque oriental. A partir de la latitud de abra del Gallo, la faja eruptiva de la Puna Oriental (Méndez *et al.*, 1972), afecta notablemente la estructura, produciendo cambios locales bruscos de inclinación y replegamiento de los estratos. El grado de metamorfismo aumenta gradualmente de norte a sur, simultáneamente la foliación paralela a los planos de estratificación, se



Foto 8. — Vetas de cuarzo en sedimentitas precámbricas. (Río León, prov. Jujuy)

transforma en foliación oblicua en las zonas de mayor deformación, en la latitud de la comarca de Molinos hasta el límite con la provincia de Catamarca. Se desarrollan estructuras secundarias de microplegamientos y pliegues ptigmáticos en las rocas de facies arenosas sin foliación en áreas aledañas al plutón granodiorítico de Tacuil y Pampas de Compuel.

Los fenómenos magmáticos han modelado el comportamiento estructural del bloque occidental y es el que define sus características tan peculiares.

En el sector norte de la estructura los anticlinales y sinclinales son pequeños, esencialmente asimétricos y volcados, con superficie axiles inclinando 45° este u oeste, rumbo norte-sur a noreste-sudoeste y noroeste-sudeste. Poco al sur de Cachi, el plegamiento es caótico y son comunes los fenómenos de milonitización, constituyen franjas de 10-20 km de largo por 200-300 metros de ancho, orientadas con dirección meridiana.

### *Cámbrico*

Las sedimentitas cámbricas están plegadas suavemente, formando anticlinales y sinclinales abiertos, con líneas axiles de rumbo norte-sur a noreste-sudoeste y buzando al norte.

La discordancia de magnitud regional en la base de la sucesión, indica que la actividad de los movimientos del ciclo Asíntico (fase Cadomiánica?) fue intensa.

Al norte de la región, dentro del ámbito de la Cordillera Oriental, aparece un conjunto de estructuras muy desarrolladas, integrando anticlinales y sinclinales asimétricos de amplitud variable, en las sierras de Aguilar y Cajas, nevados de Chañi y del Castillo. En la generalidad de los casos las alas de los pliegues suelen estar falladas y desplazadas. Los fenómenos de replegamiento e inversión son raros.

Poco al norte de Campo Quijano (provincia de Salta), la estructura cám-

brica está muy fracturada, constituye anticlinales y sinclinales suaves con superficie axil inclinando 30° oeste. En el mismo sector aparecen cuñas tectónicas aisladas, insertas en el basamento precámbrico.

En la Puna la estructura es muy reducida y está relacionada con fallas modernas orientadas en dirección meridiana. La sucesión cámbrica está muy brechada y el intenso fallamiento no dejó vestigios de la estructura original.

El magmatismo es un fenómeno desconocido en el Cámbrico hasta el presente, tanto en la Puna como en la Cordillera Oriental.

### *Ordovícico*

La sucesión ordovícica presenta estructuras más complicadas, con plegamientos y replegamientos algo más fuertes, dando lugar a la formación de anticlinales y sinclinales asimétricos, volcados y fracturados con líneas axiles variables y buzamientos entre 30°-70° este u oeste.

En la base de la entidad hay una discordancia angular que varía entre 5°-10°, que pone de manifiesto la actividad de los movimientos de la fase Sárdica. La discordancia se observa en las nacientes del río León, Nevado de Chañi, Pascha, Alto Salamanca, etcétera (Cordillera Oriental); Potrerillos (Puna).

Se han determinado tres fajas geológicas-estructurales ordovícicas: oriental, central y occidental.

La faja oriental está vinculada por la línea Yavi, Cangrejillos, Pumahuasi, mina "Aguilar", Nevado del Castillo y Campo Quijano. Los ejes predominantes tienen dirección norte-sur aproximadamente, al igual que la fracturación y el lineamiento producido por la orogenia Andica.

Los niveles inferiores de la sucesión presentan estructuras secundarias de replegamiento, asociadas con intrusiones de diques lamprofídicos y dacíticos, especialmente en las cercanías de los plu-

tones de la sierra de Aguilar. Los bancos pelíticos basales desarrollan fisilidad paralela a las superficies de estratificación, lo que se observa en las nacientes del río Vicuñaoc, cerro Ronque, Los Colorados y El Moreno (provincia de Jujuy).

La faja central es la de mayor desarrollo y se vincula con una línea determinada por Santa Catalina, Coranzulí, Cobres, Sey, Copalayo y cerro Ratonés. En Santa Catalina, el rumbo normal de las líneas axiles es norte-sur, buzando al norte. En el tramo Yocaba-Rinconada, toma rumbo  $20^\circ$  este, por efectos de una falla inversa de alcance regional. Al sur de Rinconada recupera el rumbo inicial sin mayores complicaciones tectónicas. El tramo enunciado se caracteriza por presentar una gran densidad de plegamientos anticlinales y sinclinales subparalelos con superficies axiles inclinando  $40^\circ$ - $60^\circ$  este. Las líneas axiles están interrumpidas por fallas subtransversales, relacionadas con pequeñas vetas mineralizadas.

Poco al oriente de la laguna de Pozuelos, penetra desde Bolivia el cordón de Escaya-Cochinoca, es una faja de escaso desarrollo, forma tabular, intruida intensamente por un complejo sistema de diques riódacíticos que afectaron las líneas axiles de anticlinales y sinclinales mediante una red de fracturación transversal al rumbo norte-sur, produciendo desplazamientos de la estructura. En la latitud de Arbolito Nuevo, la faja ordovícica del cordón de Escaya-Cochinoca sufre una torsión con rumbo  $50^\circ$  este, que próximo a la comarca de Coranzulí constituye un "nudo estructural" al unirse a la faja de las sierras de Santa Catalina-Rinconada (faja central).

Una porción de la faja del cordón de Escaya-Cochinoca mantiene rumbo  $20^\circ$  este y las líneas axiles buzando al sur, próximo al paralelo de la comarca de Cochinoaca, la estructura es cubierta por una sucesión de elementos piroclásticos cuartáricos. La variación del rumbo de la estructura en el tramo Arbolito Nue-

vo-Coranzulí, se debe al reajuste tectónico de los bloques. Poco al oriente del cordón de Escaya-Cochinoca se presenta una falla regional, a lo largo de la cual se alinea una sucesión de pequeñas lagunas y depósitos de manganeso (véase foto 9).

La faja occidental es visible en territorio boliviano, al oeste del río Grande de San Juan. En la República Argentina, en el tramo Cusi Cusi-cerro Vilama está cubierta por un extenso campo volcánico, aflorando sólo al sur del Nevado de San Pedro, para continuar por la línea El Toro, Olaroz Grande y Catua. La línea axil de anticlinales y sinclinales mantiene rumbo norte-sur y buza al norte. Las superficies axiles inclinan  $70^\circ$  oeste. En la sierra de Lina se desarrollan superficies de fisilidad oblicua  $30^\circ$  a la superficie de estratificación. El sistema de diaclasamiento predominante está integrado por juegos con dirección norte-sur y noroeste-sudeste.

Desde el sur de la comarca de Catua las líneas axiles de anticlinales y sincli-

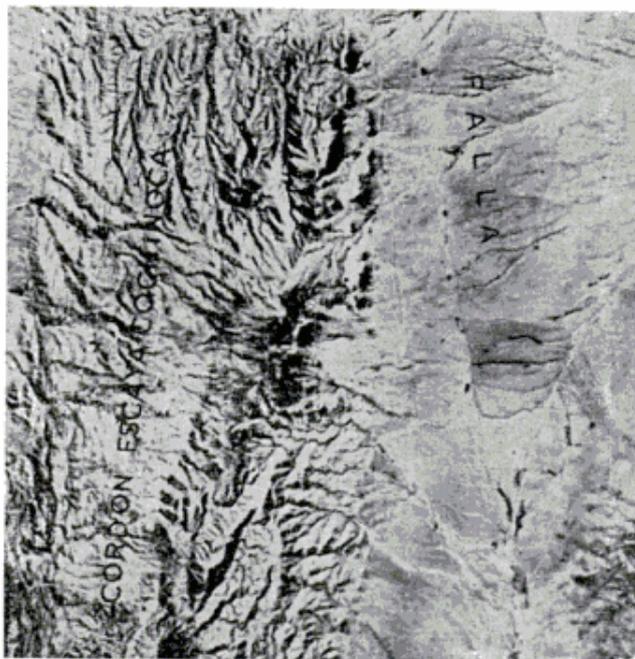


Foto 9. — Vista vertical de una porción de la estructura Escaya-Cochinoca. Al este se observa un alineamiento de lagunas a lo largo de una falla.

nales sufren una fuerte flexión y toman rumbo 30° oeste. Próximo al sector austral del salar de Pocitos, la estructura desaparece bajo una cubierta de sedimentitas terciarias y coladas andesíticas cuartáricas.

### *Silúrico*

A consecuencia de la intensa actividad desplegada por los movimientos posordovícicos, los estratos se repliegan y fracturan, tiene lugar el ascenso de magmas que originaron las rocas graníticas e hipabisales que intruyeron las sedimentitas cambro-ordovícicas. Los afloramientos de rocas graníticas se pueden ordenar en dos grupos: *a*: cuerpos alargados con dirección meridiana y de magnitud regional, tales como la faja eruptiva de la Puna y los granitos Macón y Taca Taca. Son los que provocan mayores complicaciones tectónicas en las rocas que intruyen; *b*: cuerpos subcirculares y ovoideos de dimensiones reducidas, como los granitos Aguilar, Abra Laite, Tusaquillas, Chañi, etcétera. El emplazamiento de estos cuerpos genera fallamiento y diaclasamiento intenso pero localizado, acompañado de intrusiones menores en forma de diques de composición variada.

### *Paleozoico superior*

Las sedimentitas del Paleozoico superior de la Puna, de afloramientos restringidos por la cubierta volcánica, integran un par de estructuras anticlinales y sinclinales simétricas, cuyas líneas axiales mantienen rumbo 40° oeste, difieren ligeramente de los rumbos descritos para las estructuras anteriores.

La sucesión devónica inferior con una fauna marina costera, indica que hubo un hundimiento por efecto de los movimientos de la fase Ardénica.

El contacto devónico inferior con sedimentos continentales del Carbónico superior, señala la presencia de un gran hiato, durante el cual los elementos devónicos fueron ascendidos, por la ac-

ción de los movimientos de la fase Bretonica o fase Sudética. Luego se produce una sumergencia, dando lugar a la deposición de sedimentos marinos pérmicos. Este fenómeno denota posiblemente la actividad de los movimientos de la fase Astúrica.

### *Cretácico*

Las estructuras cretácicas muestran un alto grado de competencia tectónica y configuran un amplio y variado complejo estructural, anticlinales y sinclinales volcados, asimétricos, inversiones de estratos y múltiples replegamientos. Las líneas axiales tienen rumbo nort-sur, con ligeras variaciones que oscilan entre los 20°, tanto al oriente como al poniente.

La discordancia angular y la presencia de lavas basálticas próximo a la base del Cretácico superior, indican los efectos de una moderada tectónica de tracción y magmatismo provocado por los movimientos de la fase Austriaca de la orogenia Cimérica.

Por otro lado, las discordancias locales observadas entre las Formaciones Pirgúa y Lecho en el sector austral del valle del Tonco y entre las Formaciones Pirgúa y Yacoraite en el cerro Negro (depto. Molinos, provincia de Salta), reflejan probablemente la actividad de los movimientos de la fase Intra-senónica.

Las líneas axiales de las estructuras cretácicas son discontinuas e irregulares, los estratos están fuertemente plegados y volcados en los sectores en que predominan las fuerzas de compresión, nordeste y sudeste de Tres Cruces, nordeste de Casa Grande y sur de Los Colorados (depto. Humahuaca, prov de Jujuy). Por el contrario, las estructuras situadas en las fosas, presentan líneas axiales rectas o ligeramente encorvadas y los estratos constituyen pliegues suaves con superficies axiales inclinadas 40°-50° oeste, como se observa al sudeste de La Poma, El Tonco, Pucará y Refugio (provincia de Salta).

Los procesos de inversión de estratos son fenómenos notables en la sucesión cretácica y se pueden seguir a lo largo de distancias que varían entre uno a cinco kilómetros (Vicuñaayoc, ladera oriental del cerro Queñoal; depto. Humahuaca, provincia de Jujuy) y sector nordeste del braquianticlinal del cerro Tin Tin (depto. Cachi, provincia de Salta).

### *Cenozoico*

Las estructuras terciarias están constituidas por anticlinales y sinclinales simétricos hasta ligeramente asimétricos, con líneas axiales de rumbo norte sur y 20° este u oeste.

Con notable peculiaridad, se observan lineamientos muy marcados, determinados en algunos casos por un sistema complejo de fracturas sucesivas en direcciones predominantes. Entre los casos más conspicuos merece citarse el lineamiento con dirección 60° oeste, según las localidades de Campo Quijano, Nevado de Acay, Olacapato y Huaytiquina, pasando a la Puna de Atacama, donde coincide con la presencia de los grandes yacimientos cupríferos de Chuquicamata; lineamiento salar Centenario-salar Ratonés, con rumbo 70° este; lineamiento Pastos Grandes-salar Pozuelos con rumbo 45° este y el lineamiento norte del salar de Antofalla con rumbo 50° este.

El plegamiento es de valor secundario en la conformación de las estructuras terciarias en relación al fallamiento inverso de alto ángulo generador de los procesos de la tectónica de bloques.

Estos rasgos dominantes en toda la región, reflejan la intensa actividad tectónica de la orogenia Andica, para la cual Groeber (1939, 1947) reconoce cuatro movimientos, cada uno dividido en dos o más fases. El primer Movimiento en el Paleoceno, Eoceno y Oligoceno, ejerce efectos tenues, la Puna aún estaba a un nivel bajo. El segundo Movimiento (tercera fase) en el Mioceno medio, produjo el fallamiento en

bloque en toda la región, con la consiguiente acumulación de miles de metros de sedimentos continentales en las fosas resultantes. La Puna se eleva diferencialmente con respecto a la Cordillera Oriental, para originar la zona de cizalla. Las Sierras Pampeanas acompañan a la Puna en el proceso de elevación diferencial. El tercer Movimiento en el plioceno acentuó las estructuras preexistentes, conformando el actual cuadro estructural al final del mismo período. El cuarto Movimiento, en el pleistoceno, elevó la Puna, las Sierras Pampeanas y la Cordillera Oriental a su altitud actual (véase foto 10), siendo el fallamiento el responsable del vulcanismo andesítico a basáltico, localizado al poniente de la región. Los cuerpos efusivos coinciden a veces con fajas traccionales y compresivas con dirección meridiana que permitió el ascenso magmático (cerros Panizos, Vilama, Nevado de San Pedro, Incahuasi, Socompa, Lullaillaco y Archibarca). En comarcas chilenas aledañas se menciona un intenso fallamiento directo (Pérez D'Angelo y Aguirre Le Bert, 1969).

Las andesitas y particularmente los basaltos están relacionados con los movimientos traccionales que actuaron con posterioridad a los movimientos compresivos. Este vulcanismo póstumo cubrió el relieve primario, conformando fallas inversas de alto ángulo y el elemento predominante en la configuración geomórfica de la región. El reajuste de las fallas inversas, en forma de basculamiento de bloques que ellas separan y orientan en la dirección de la superficie de inclinación, afectan a las sucesiones cuartáricas. En cierta forma, el sur de la región se adapta a la tectónica de bloques delimitados por fracturas compresivas, en el sentido de González Bonorino (1950).

La acentuación del movimiento diferencial de bloques, determinó la integración de numerosas fosas en toda la región. Las más importantes por su desarrollo y definida configuración tec-

tónica son las del Toro, Luracatao y Calchaquí.

La fosa del Toro tiene 120 km de largo por 18 km de ancho máximo en la latitud de Alfarcito. Se extiende desde las laderas orientales del Nevado de Chañi hasta el sudoeste de la sierra del Candado. El bloque bajo está constituido esencialmente por una espesa sucesión de elementos cuartáricos en el sector de Gobernador Solá a Ingeniero Mauri. Desde el paralelo de San Bernardo de las Zorras, comienzan los primeros afloramientos de sedimentitas terciáricas, que alcanzan su mayor expansión en las proximidades de Alfarcito. Desde esta localidad con dirección sur, la fosa se deprime tomando un ancho homogéneo (seis kilómetros), a lo largo de la quebrada Las Arcas. En ambos bordes de la fosa se encuentran escamas tectónicas de sedimentitas cre-

tácicas, acuñadas y deslizadas en las superficies de fallas.

Las pequeñas estructuras anticlinales y sinclinales de las localidades de Gobernador Solá y El Manzano tienen línea axial ligeramente inclinada al este.

La margen oriental de la fosa del Toro está delimitada por una falla inversa con superficie axial inclinando  $60^\circ$  este, a lo largo de la cual se supone que accendió el bloque precámbrico, sobre sedimentos cretácico-terciáricos. En las localidades de Rosal y Huasa Ciénaga, las sedimentitas cretácicas (Formación Yacoraite) constituyen escamas tectónicas, en parte rebatidas y desplazadas a lo largo de la falla principal.

La margen occidental con superficie de falla inclinando  $50^\circ$  oeste constituye un arco cóncavo hacia el este, hasta Gólgota, desde donde prosigue con dirección sur, con rumbo norte-sur. La falla principal tiene numerosas ramificaciones secundarias, subparalelas, que dan lugar a escalones tectónicos coronados por sedimentos cretácicos, desprendidos desde las cumbres del cerro Bayo, donde los sedimentos mencionados se presentan en discordancia sobre el basamento precámbrico superior. Los rechazos varían entre 1.500-1.800 metros.

La fosa Luracatao tiene 160 km de largo por 8 km de ancho, está situada en las primeras estribaciones orientales del sector sur de la Puna, entre los cordones Nevados de Palermo y filos del Oire Grande y sus prolongaciones australes.

El bloque bajo está constituido por sedimentitas cenozoicas plegadas suavemente, en el sector septentrional. En la latitud de Molinos, la fuerte erosión pone al descubierto afloramientos de la faja eruptiva. Desde este tramo y poco al sur, predominan nuevamente los sedimentos cenozoicos, algo plegados, constituyendo estructuras homoclinales.

La falla que delimita la fosa en su borde oriental es inversa, con superficie axial inclinando  $70^\circ$  este, rumbo



Foto 10. — En la margen derecha del río León se observan las discordancias: Precámbrico (pC) - Cámbrico (C) y Cámbrico-Ordovícico (O). La vista está tomada hacia el oriente.

norte-sur, con ligeras inflexiones tectónicas.

La falla inversa que delimita el bloque occidental tiene superficie inclinada 65° oeste, rumbo norte-sur.

El bloque oriental está constituido por esquistos precámbricos y el bloque occidental por rocas granodioríticas de la faja eruptiva de la Puna. Los rechazos alcanzan hasta 2.500 metros.

### HISTORIA GEOLOGICA

La historia geológica de una región tan amplia, resulta sumamente compleja al considerarla como un proceso uniforme, ya que los parámetros diastróficos, estructurales, ambientales y geomórficos condicionan características muy heterogéneas, durante los diferentes ciclos geológicos (véase dibujo 1). Considerando lo precedente y los datos disponibles, la historia geológica de la región comienza con la deposición de

sedimentos pelíticos y arenosos en una cuenca precámbrica superior. A consecuencia de los movimientos del ciclo Asíntico los sedimentos son plegados, fracturados y la entidad transformada en un elemento positivo. Instaurado este proceso, se produce el emplazamiento de magma granítico en Tastil y Cafayate, etc. Sobreviene un período de erosión que arrasa prolongadamente la región, labrando una superficie de denudación que afectó tanto a las sedimentitas como a los intrusivos. Se produce la transgresión del mar cámbrico de características epicontinentales y marcada estabilidad, donde se inicia la deposición del Grupo Mesón, en el borde oriental de la Puna y Cordillera Oriental. Depositadas las sedimentitas cámbricas, son poco plegadas y elevadas a consecuencia de los movimientos de la fase Sárdida. Predomina una nueva etapa de erosión y se elabora una superficie de discordancia. Luego la región se sumerge y avanza el mar ordovícico que cubre grandes extensiones en la Puna y Cordillera Oriental, quedando algunas dorsales emergentes, como los filos integrados por los cordones Nevados de Palermo hasta el sudoeste de Tolombón, en el ambiente de las Sierras Pampeanas. Comienza la deposición de sedimentos arcillosos y arenosos en un mar somero hasta algo más profundo con fauna de graptolitos y trilobites. En el transcurso del Paleozoico inferior la Puna surge como tal a consecuencia de la fase Tacónica y la Cordillera Oriental por efectos de las primeras fases de la orogenia Varíscica. En tanto el nesocratón (Harrington, 1962) de las Sierras Pampeanas se mantiene como un núcleo positivo. Las sedimentitas ordovícicas son plegadas por acción de la fase Tacónica y pasan a integrar áreas positivas. Dentro de este ambiente positivo tienen lugar las intrusiones de los plutones de la faja eruptiva, Tusaquillas, Aguilar, Chañi, Taca Taca, etcétera.

Posiblemente en el Silúrico medio o superior haya comenzado un nuevo pro-

### ESTILOS ESTRUCTURALES

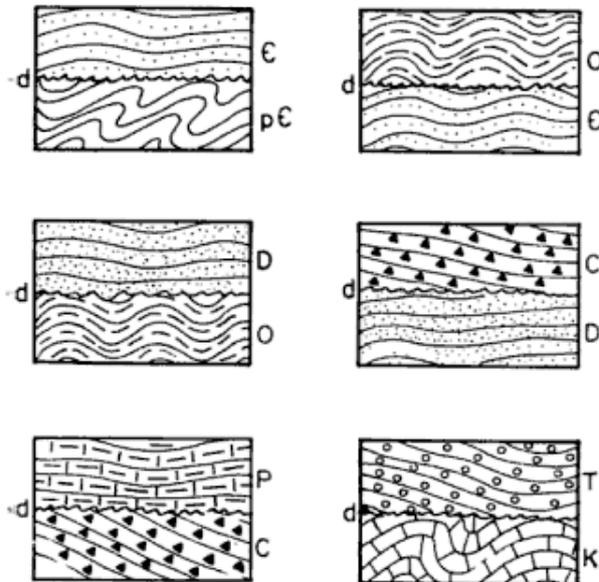


Fig. 1 — Intensidad de plegamiento y discordancias (d)  
 — pC: Precámbrico — C: Cámbrico — O: Ordovícico  
 — D: Devónico — C: Carbónico — P: Pérmico  
 — K: Cretácico — T: Terciario

ceso de oscilaciones que culmina con una sumergencia que se acentúa paulatinamente en el Devónico por efecto de los movimientos de la fase Ardénica. El mar devónico, somero, con fauna costera, invade el sector occidental de la Puna. Allí se inicia la deposición de limos y arenas que integran una sucesión cuyo espesor se desconoce.

La actividad de los movimientos de la fase Bretónica produce un ascenso lento que transforma en positiva la región, iniciándose un período de intensa denudación dentro de un ambiente típicamente terrestre con flora que indicaría una edad carbónica superior. Inmediatamente se instaura un nuevo proceso de sumergencia, dando lugar a la transgresión del mar pérmico inferior en el que comienza la deposición de sedimentos carbonáticos. El hundimiento se produjo por acción de los movimientos de la fase Astúrica.

Las sucesiones devónicas, carbónicas y pérmicas predominan en un ambiente muy local, aún así reflejan la existencia de cortos períodos de oscilación en el borde occidental de la Puna.

Al producirse la interrupción de la deposición en la cuenca pérmica, se registra un nuevo ascenso por acción de los movimientos de la fase Astúrica de la orogenia Cimérica, dando lugar a la discordancia sobre la que se depositan los elementos del Grupo Salta.

Con el Cretácico superior se inicia un ciclo de amplia acumulación terrestre con manifestaciones volcánicas andesíticas y basálticas próximas a la base, con ingresiones menores que generan discordancia locales en el sector sur de la región (valle del Tonco y cerro Negro, provincia de Salta), como consecuencia de los movimientos de la fase Intrasenónica.

Los períodos cortos de sumergencia en el Cretácico trajeron como consecuencia la ingresión de un mar somero en el que se depositaron limos y sedimentos carbonáticos (Formación Yaco-

raite). Inmediatamente comienza un ciclo de ascensos lentos y paulatinos que generan un ambiente lacustre-continental en el que se acumulan limos, arenas y arcillas (Subgrupo Santa Bárbara). Sigue un período prolongado de erosión que afecta las sucesiones anteriores al Plioceno y es el que delinea los rasgos topográficos suaves de características pediplánicas de la Puna.

La orogenia Andica es la generadora de todos los procesos tectónicos del Cenozoico y sus efectos comienzan en el Terciario inferior, en forma muy tenue, simultáneamente con las últimas fases de acumulación del Subgrupo Santa Bárbara.

Por efectos de la tercera fase del *segundo Movimiento*, en el Mioceno medio se produce el fallamiento en bloque de toda la región y continúa a ritmo acelerado la acumulación de sedimentos continentales integrados por limos, arenas, conglomerados y elementos piroclásticos del Grupo Pastos Grandes. Contemporáneamente con la última fase de acumulación del Grupo Pastos Grandes tienen lugar las primeras efusiones dacíticas y luego andesíticas de la Puna, la que se eleva diferencialmente con respecto a la Cordillera Oriental, para originar la zona de cizalla.

La actividad del *tercer Movimiento* en el Plioceno, acentúa las estructuras preexistentes y prosigue la acumulación de arenas, conglomerados y elementos piroclásticos de la Formación Sijes y Grupo Chaco en la Cordillera Oriental.

Los efectos del *cuarto Movimiento* en el Pleistoceno, elevan la Puna, las Sierras Pampeanas y la Cordillera Oriental a su altitud actual y se intensifican los fenómenos volcánicos con derrames de lavas dacíticas y andesíticas, las que son coronadas por el vulcanismo basáltico, localizado al poniente de la región. Finalmente tiene lugar la acumulación de depósitos cuartáricos, normalmente removidos y redepositados en el actual ambiente geológico.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Aceñolaza, F. G. y Toselli, A. 1971. *Hallazgo de graptolites ordovícicos en el supuesto Precámbrico de la Puna de Catamarca y Salta, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., XXVI, 2 (Buenos Aires), pág. 274.
- Aceñolaza, F. G. et al., 1973. *Presencia de sedimentitas devónicas y neopaleozoicas en la Puna de Atacama, provincia de Salta, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVII, 3 (Buenos Aires), págs. 345-346.
- Angelelli, V., 1950. *Recursos minerales de la República Argentina I. Yac. Metalíferos*. Museo Arg. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia, II (Buenos Aires), págs. 1-665.
- Baldi, B.; Levi, R. y Nullo, F., 1972. *Acerca de una fauna devónica de la Punta Salteña*. Actas Vºº Cong. Geol. Arg. (Buenos Aires), págs. 413-421.
- Bellmann, R. G. y Chomnales, R., 1960. *Estudio hidrogeológico del valle de Puesto Grande y sus posibilidades económicas*. Univ. Nac. Tucumán, Inst. Miguel Lillo. Act. Geol. Lilloana, III (Tucumán), págs. 59-84.
- Billings, P., 1965. *Geología Regional*. Edit. Univ. Bs. As. E.U.D.E.B.A., 2ª edic. (Buenos Aires), págs. 1-563.
- Bonarelli, G., 1921. *Tercera contribución al conocimiento de las regiones petrolíferas subandinas del norte (Prov. de Salta y Jujuy)*. An. Min. Agric., Secc. Geol. Mineral. y Min., XV, 1 (Buenos Aires).
- Borrello, A. V., 1969. *Geosinclinales de la Argentina*. An. Dir. Nac. Geol. Min., XIV (Buenos Aires).
- Bracaccini, O., 1960. *Lineamientos principales de la evolución estructural de la Argentina*. Inst. Arg. Petróleo, Petrotecnia, X, 6 (Buenos Aires), págs. 57-69.
- Brackebusch, L., 1883. *Estudio sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. V (Córdoba), págs. 137-252.
- Brackebusch, L., 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina, escala 1:1.000.000*. Gotha.
- Coira, B. L. L., 1973. *Resultados preliminares sobre la petrología del ciclo eruptivo ordovícico concomitante con la sedimentación de la Formación Acoite, en la zona de Abra Pampa, provincia de Jujuy, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XVIII, 1 (Buenos Aires), págs. 85-87.
- Danieli, C. y Porto, J. C., 1968. *Sobre la extensión austral de las Formaciones Mesozoico-Terciarias de la provincia de Salta, límite con Tucumán*. Act. III Jorn. Geol. Arg., I (Buenos Aires), págs. 77-90.
- Dávalos, J. C., 1963. *El viento blanco y otros relatos*. Ed. Univ. Bs. As. (Buenos Aires), págs. 13-27.
- González Bonorino, F., 1950. *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas*. Asoc. Geol. Arg., Rev., V, 3 (Buenos Aires), págs. 81-110.
- González, R. R., 1971. *Edades radimétricas de algunos cuerpos eruptivos de la Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVI, 3 (Buenos Aires), págs. 411-412.
- González, R. R. et al., 1971. *Edades radimétricas de algunas rocas del basamento de las Sierras Pampeanas*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVI, 4 (Buenos Aires), págs. 527-528.
- Groeber, P., 1939. *El Eógeno del Neuquén, el piso de Navidad chileno, la Formación Río Grande y sus relaciones*. An. Mus. Arg. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia, XL, 28 (Buenos Aires), págs. 49-94.
- 1947. *Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70º. II. Hojas Sosneao Maipe*. Asoc. Geol. Arg., Rev., II, 4 (Buenos Aires), págs. 347-433.
- 1952. *Mesozoico. Geografía de la República Argentina*. Soc. Arg. Est. Geog. GAEA, II, 2ª parte (Buenos Aires), págs. 355-510.
- Harrington, H. J., 1962. *Paleogeographic development of South America*. Am. Assoc. Petr. Geol., Bull. XLVI, 10 (Tulsa, Oklahoma), págs. 1773-1814.
- 1938. *Sobre las faunas del Ordoviciano inferior del norte argentino*. Univ. Nac. La Plata, Inst. Mus., Rev. Mus. La Plata (N. S.), Secc. Pal., I, 4 (La Plata), págs. 109-289.
- Harrington, H. J. en Harrington y Leanza, 1957. *Ordovician trilobites of Argentina*. Univ. Kansas Press, Special Public. I, Lawrence.
- Hausen, J., 1925. *Borde Oriental de la Puna de Atacama*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXVIII, 1 (Córdoba), págs. 1-95.
- Herrero Ducloux, A., 1940. *Sobre los fenómenos de corrimiento de ambos lados de la quebrada de Juella, departamento de Tucumán, provincia de Jujuy*. Univ. Nac. La Plata, Inst. Mus., Tesis del Museo Nº 2 (La Plata).
- Ibáñez, M., 1960. *Informe preliminar sobre el hallazgo de anuros en las Areniscas inferiores de la quebrada del río de las Conchas (porv. de Salta, Argentina)*. Act. Geol. Lilloana, III (Tucumán), págs. 137-180.
- Keidel, J., 1934. *Los volcanes gemelos de La Poma y su relación con la tectónica del valle Calchaquí*. Mus. La Plata, Rev., XXXIV (La Plata), págs. 387-410.
- 1943. *El Ordovícico inferior de los Andes del norte argentino y sus depósitos marino-glaciales*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. XXXVI, 2 (Córdoba), págs. 140-229.
- 1957. *Los plegamientos precámbricos y paleozoicos, Geografía de la República Argentina*. Soc. Arg. Est. Geog. GAEA, I (Suplemento) (Buenos Aires), págs. 5-219.
- Kilbunray, J. O. y Igarzábal, A. P., 1971. *Petrografía y rasgos geomórficos del batolito*

- granítico de Santa Rosa de Tastil, provincia de Salta, República Argentina. *Asoc. Geol. Arg., Rve., XXVI, 4* (Buenos Aires), págs. 417-438.
- Leanza, A. F., 1969. *Sistema de Salta. Su edad, sus peces voladores, su asincronismo con el Horizonte Calcáreo Dolomítico y con las calizas de Miraflores y la hibridez del Sistema Subandino.* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XXIV, 3* (Buenos Aires), págs. 392-407.
- Lencinas, A. N. y Salfity, J. A., 1972. *Algunas características de la Formación Yacoraite en el oeste de la cuenca andina, provincias de Salta y Jujuy.* *Actas Vº Cong. Geol. Arg., III* (Buenos Aires), págs. 253-267.
- Méndez, V. et al., 1972. *Faja eruptiva de la Puna Oriental.* *Actas Vº Cong. Geol. Arg., IV* (Buenos Aires), págs. 89-100.
- Mirre, 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 de Aconquija, provincia de Catamarca.* *Ameghiniana, Asoc. Pal. Arg., Rev., IX, 1* (Buenos Aires), págs. 72-78.
- Moreno, J. A., 1970. *Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara.* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XXV, 1* (Buenos Aires), págs. 9-44.
- Navarini, A.; Méndez, V. y Zanettini, J. C., 1973. *Sobre la presencia de la Formación Yacoraite en el anticlinal del cerro Chaurpiorco. Departamenta Santa Catalina (prov. de Jujuy).* *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII, 1* (Buenos Aires), págs. 88-90.
- Palmer, H. S., 1913. *Geological notes on the Andes Northwestern Argentina.* *Am. Jour. Science., XXXVIII* (Nueva Haven), págs. 309-330.
- Papadakis, J., 1963. *Soil of Argentina.* *Soil Science, VC* (Washington), págs. 356-366.
- Pascual, R., 1969. *Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina.* *Ameghiniana, Asoc. Pal. Arg., Rev. VI, 4* (Buenos Aires), págs. 314-329.
- Pascual, R. y Odreman Rivas, O., 1972. *Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastroficos.* *Actas Vº Cong. Geol. Arg., III* (Buenos Aires), págs. 293-338.
- Peirano, A., 1957. *Observaciones sobre la tectónica y los depósitos terciarios del cuadrángulo 26° S, 64°30' O, 28°30' S, 67° O en el noroeste argentino.* *Univ. Nac. Tucumán, Inst. Miguel Lillo, Act. Geol. Lilloana, I* (Tucumán), págs. 61-144.
- Pérez D'Angelo, E. y Aguirre Le Bert, 1960. *Relación entre estructura y volcanismo cuaternario andino en Chile.* *Simp. Panam. Manto Sup. México (1968) II, 22-B* (México), págs. 39-46.
- Picard, L., 1948. *La structure du Nof-Ouest de l'Argentine avec quelques reflexions sur la structure des Andes.* *Soc. Geol. Franc., Bul., XVIII, 5* (Paris), págs. 765-846.
- Ramos, V., 1972. *El Ordovícico fosilífero de la Sierra de Lina, departamento de Susques, provincia de Jujuy, República Argentina.* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVII, 1* (Buenos Aires), págs. 84-94.
- Ramos, V. et al., 1967. *Geología de las quebradas de Huichaira-Pocoya, Purmamarca y Tumbaya Grande en la margen derecha de la quebrada de Humahuaca (provincia de Jujuy).* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XXII, 3* (Buenos Aires), págs. 209-221.
- Reig, O. A., 1959. *Primeros datos descriptivos sobre anuros del Eocretácico de la provincia de Salta (República Argentina).* *Ameghiniana, Asoc. Pal. Arg., Rev., I, 4* (Buenos Aires), págs. 1-7.
- Reyes, F. C. y Salfity, J., 1972. *Consideraciones sobre la estratigrafía del Cretácico (Subgrupo Pirgua) del noroeste argentino.* *Actas Vº Cong. Geol. Arg., III* (Buenos Aires), págs. 355-385.
- Rolleri, E. y Mingramm, A., 1968. *Sobre el hallazgo de Ordovícico inferior al oeste de San Antonio de los Cobres (provincia de Salta).* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XXIII, 2* (Buenos Aires), págs. 101-103.
- Schlagintweit, O., 1937. *Observaciones estratigráficas del norte argentino.* *Inf. Petrol. Bol., XIV, 1956* (Buenos Aires), págs. 1-49.
- Schlagintweit, O. en Fossa Mancini, 1938. *Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la terminología estratigráfica.* *Inf. Petrol., Bol., XV, 171* (Buenos Aires), págs. 31-95.
- Schwab, K., 1970. *Ein Beitrag zur jungen Bruchtektonik der Argentinischen Puna und ihr Verhältnis zu den angrenzenden andenabschnitten.* *Geol. Rundschau, LIX, 3* (Stuttgart), págs. 1064-1087.
- Sgrosso, P., 1943. *Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino.* *Dir. Min. Geol., Bol., 54* (Buenos Aires).
- Spencer, F. N. Jr., 1950. *The geology of the Aguilar Lead-zinc mine.* *Econ. Geol., XLV, 5* (Urbana), págs. 405-433.
- Turner, J. C. M., 1958. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy).* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XIII, 1-2* (Buenos Aires), págs. 15-39.
- 1960 a. *Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias.* *Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol., XII* (Córdoba), págs. 163-196.
- 1960 b. *Faunas graptolíticas de América del Sur.* *Asoc. Geol. Arg., Rev., XIV, 1-2* (Buenos Aires), págs. 1-180.
- 1960 c. *Estratigrafía del Nevado de Cachi y del sector al oeste de Salta.* *Univ. Nac. Tucumán, Inst. Miguel Lillo, Act. Geol. Lilloana, III* (Tucumán), págs. 191-226.
- 1963. *The Cambrian of Northern Argentina.* *Tulsa Geol. Soc. Digest., XXXI* (Tulsa), págs. 193-211.

- 1966. *Perfil transversal de la Puna latitud 22°15' S aproximada*. Univ. Nac. Tucumán, Inst. Miguel Lillo, Act. Geol. Lilloana, VII (Tucumán), págs. 355-378.
- 1970. *The Andes of Northwestern Argentina*. Geol. Rundschau, LIX, 3 (Stuttgart), págs. 1028-1063.
- Turner, J. C. M., 1972 a. *Puna. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba (Córdoba), págs. 91-116.
- 1972 b. *Cordillera Oriental. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba (Córdoba), págs. 117-142.
- Vilela, C. R., 1951. *Acerca del hallazgo del Horizonte calcáreo Dolomítico en la Puna Salto-Jujeña y su significado geológico*. Asoc. Geol. Arg., Rev., VI, 2 (Buenos Aires), págs. 101-107.
- 1956. *Descripción geológica de la Hoja 7 d Rosario de Lerma (Salta)*. Dir. Geol. Min., Bol. 84 (Buenos Aires).
- Whiting, F. B., 1959. *Structural belts and mineral deposits of Northwestern Argentina*. Econom. Geol., LIV, 5 (Urbana), págs. 903-912.
- Vilela, C. R., 1951. *Acerca del hallazgo del*

Recibido el 11 de junio de 1974.

## LAS METAMORFITAS CORDIERITICAS DEL AREA ESTACION INCAHUASI-SANTA ROSA DE TASTIL, PROVINCIA DE SALTA

### RASGOS PETROLOGICOS Y GEOQUIMICOS

Por JORGE O. KILMURRAY<sup>1</sup>, J. C. MERODIO<sup>2</sup> y C. W. RAPELA<sup>2</sup>

#### RESUMEN

El presente trabajo se refiere al estudio de efectos térmicos producidos por el cuerpo granítico de Santa Rosa de Tastil en la denominada Formación Puncoviscana. Fueron seleccionados dos lugares de muestreo: Estación Incahuasi y Santa Rosa de Tastil, al SW del cuerpo intrusivo, por tratarse de un área apropiada para la observación del contacto granito-roca de caja.

Se han reconocido tres zonas de metamorfismo de contacto progresivo en los perfiles estudiados: 'a' Zona de pelitas (incluyendo pelitas parcialmente metamorfoseadas); 'b' Zona de pelitas moteadas, y 'c' Zona de hornfels. Los fenómenos tectónicos posteriores al emplazamiento magmático han sido los responsables de obliteraciones de zonas en la aureola y contactos aparentemente "fríos", como así también algunas inversiones de zonas por ascensos diferenciales de bloques. El contenido de  $H_2O^+$  en las rocas estudiadas, confirma la distribución de las metamorfitas en zonas de transformación progresiva y la inversión de las mismas en uno de los perfiles investigados. El principal mineral indicador de metamorfismo hallado fue la cordierita, asociado a biotita. Desde el punto de vista geoquímico se establece tentativamente un valor resultante de la relación  $MgO/MgO + FeO$  para la formación de este mineral, sujeto a variaciones que resulten de estudios posteriores referentes a este importante hallazgo.

Se muestran en este estudio análisis químicos de roca total y un diagrama de composición ACF; las facies alcanzadas en el metamorfismo son compatibles con la de hornfels albitico-epidóticos para las paragénesis de las zonas *a* y *b* y de hornblendíferos para las de la zona *c*.

#### ABSTRACT

This work deals with the study of thermal effects produced by a granitic intrusion on the so called Puncoviscana Formation at Santa Rosa de Tastil, Province of Salta. Two places were selected for the investigation; Estación Incahuasi and Santa Rosa de Tastil; within the area, the contact aureole is well exposed and the contact between granite and country rock is better developed. Three zones of progressive metamorphism were recognized: 1. Zone of pelites and partially metamorphosed pelitic rocks. 2. Zone of spotted pelites, and 3. Zone of hornfels. Tectonic effects were responsible of the occurrence of inverted zones and the apparently "cold" contacts between granite and the country rock. The main key mineral developed in rocks of zones 2 and 3 as cordierite; it grew as spots and porphyroblasts in pelites and as xenoblastic aggregates in hornfels. The values of  $H_2O^+$  show the distribution of rocks within the classified zones and the inversion of them in one studied section.

<sup>1</sup> Cátedra de Petrología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

<sup>2</sup> Cátedra de Geoquímica, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

According to chemical data, it is thought that the molecular ratio:  $MgO/MgO + FeO$  could provide a compositional threshold to form cordierite under particular metamorphic conditions. Further research will be done to get more evidence about this importante assumption. It is also pointed out that some light metasomatic changes took place in rocks of section III. Chemical analysis and a ACF diagram show the variation of original rocks composition. The facies attained during metamorphism have been referred to hornblende-hornfels in spotted pelites and hornfelses and albite-chlorite hornfels in partially metamorphosed pelites.

## INTRODUCCION

El estudio de las aureolas metamórficas en diversas regiones del mundo, revela características comunes que responden a una clara y estrecha relación entre el cuerpo intrusivo-emisor de energía térmica y las formaciones que los encierran o forman la denominada caja-receptora de calor. Las transformaciones en torno a los cuerpos intrusivos guardan una disposición más o menos constantes de los productos resultantes; éstos dependen en su composición mineralógica, de varios factores tales como la temperatura del cuerpo intrusivo, la temperatura de la roca de caja en función de la profundidad o lo que generalmente los autores prefieren traducir como gradiente geotérmico, y la presión de los fluidos. La zonación metamórfica producida alrededor de un cuerpo intrusivo cualquiera, puede desarrollarse en escala variable según los factores anteriormente apuntados. Así, Grout (1933), en Minnesota, U.S.A. describe transformaciones en pizarras que se extienden hasta 20 km del contacto, sin cambios zonales. Kerrick (1970) asigna una amplitud de hasta 3,5 km para la aureola de la Sierra Nevada en el área de Tioga Pass. En estas consideraciones debemos descartar aquellas manifestaciones magmático-graníticas relacionadas con procesos de alto metamorfismo y migmatización, junto a los cuales el efecto de transformación térmica de las rocas circundantes parece equilibrarse dentro de un panorama regional. Santa Rosa de Tastil constituye un ejemplo de intrusión granítica en niveles superiores de la corteza. En el sentido de Read (1949) se lo ubica como batolito post-tectónico con desa-

rollo de aureola de contacto y fases filonianas finales.

Estudios anteriores realizados por uno de los autores (Kilmurray e Igarzábal, 1971), permitieron establecer la naturaleza compuesta del cuerpo intrusivo. Este está esencialmente formado por dos granitos de aspecto megascópico diferenciable (color y grano); uno de ellos es un "granito" gris de grano grueso (granodiorita) y el otro es un granito rojizo de grano más fino (granito calcoalcalino). Los efectos metamórficos producidos por el cuerpo pudieron ser encuadrados provisoriamente dentro de condiciones compatibles con la facies de hornfels hornblendíferos.

Perales Guzmán (1973), describe en su trabajo sobre las rocas de contacto de Tastil, metamorfitas de naturaleza hornfésica con cordierita.

La información petrográfica existente, en lo referente a aureolas metamórficas en Argentina, como p.e. en Cachuta, Mendoza (Rossi, 1947) o en la cordillera de Colangüil, Mendoza (Quartino y Zardini, 1967), tratan de estudios y referencias aisladas de productos de contacto impuesto en rocas de bajo rango (facies de esquistos verdes-pizarras y filitas). Gordillo (1973), reconoció productos de más alto rango (facies de anfibolitas probablemente) en el batolito de Achala, Córdoba. Las condiciones de formación descriptas en este trabajo indicarían mayor profundidad que aquéllas que prevalecieron en el área de Tastil, ya que la presencia de estaurólitas junto con almandino, da sin lugar a dudas condiciones de presión casi compatibles con facies de tipo Abukuma a intermedias.

Poco se conoce del estudio de variaciones a lo largo de perfiles transversales al contacto de cuerpos intrusivos-roca de caja. De la información existente se deduce que los fenómenos tectónicos posteriores a los emplazamientos de muchos cuerpos graníticos, influyeron notablemente en la discontinuidad y obliteración de las zonas de metamorfismo térmico progresivo. En el caso de Santa Rosa de Tastil, como en los granitos de los cerros Calchaquíes (Rapela en preparación), los efectos metamórficos están restringidos a zonas irregulares y estrechos en los techos y bordes del cuerpo intrusivo. Es evidente entonces que la erosión no ha puesto al descubierto las rocas intrusivas acompañadas por sus cajas transformadas, sino que efectos post-intrusivos, elevaron diferencialmente los cuerpos con restos de aureolas adosadas, no pudiéndose determinar con exactitud la extensión de las transformaciones producidas *in situ*.

## CARACTERES GEOLOGICOS

### MODO DE EMPLAZAMIENTO DEL CUERPO BATOLÍTICO Y SUS RELACIONES CON LA ROCA DE CAJA.

El cuerpo granítico de Santa Rosa de Tastil, posee una forma elongada en sentido N-S con un desarrollo más marcado en la parte nor-occidental del mismo. Las dimensiones del batolito son aproximadamente 35 km de largo por 15 km de ancho, estimándose la superficie aflorante en unos 500 km<sup>2</sup>, razones por las cuales se lo incluye dentro de los cuerpos plutónicos de dimensiones batolíticas. Por sus características tectónicas se define como un cuerpo intrusivo post-tectónico, dado su modo de emplazamiento con efectos de contacto en las rocas de la cobertura. En el decir de Buddington (1959), se trata de granitos epizonales; las rocas de caja están formadas por pelitas y algunas psamitas, con deformaciones producidas

por plegamiento con estructuras de pliegue, cuyos ejes se encuentran orientados en sentido casi N-S. Se destaca asimismo una tectónica de fallas que ha permitido la elevación del cuerpo granítico al nivel de erosión actual, siendo tres las líneas principales, una aproximadamente N-S, otro NW-SE y otra NE-SW. Se infiere asimismo, una dirección E-W, coincidiendo con la quebrada de Almagro, la que produjo un ascenso diferencial del cuerpo granítico descubriendo una zona compuesta por rocas granodioritas, junto con sectores de roca de caja afectadas por metamorfismo térmico.

Observado el notable desarrollo del cuerpo expuesto, se desprende que las transformaciones operadas en las rocas de caja debieron haberse extendido en un área muy considerable; según las observaciones de Jaeger (1959), para un cuerpo intrusivo dado, la temperatura alcanzada en las rocas de caja y la extensión de las transformaciones, están en función directa del tamaño del cuerpo intrusivo, su temperatura interna (sólida o líquida) y el gradiente geotérmico. El batolito de Tastil presenta características muy particulares, entre otras, la de poseer una estrecha y discontinua aureola metamórfica, visible sólo en los bordes o partes proximales del cuerpo batolítico y muy especialmente en el sector sur.

Las localidades donde se han estudiado las formaciones de contacto son al sur de la estación Incahuasi y en las cercanías de Santa Rosa de Tastil; el resto de la Formación Puncoviscana presenta características monótonas y con escasas transformaciones térmicas, por lo que se las define como "pelitas" de muy bajo grado metamórfico.

Según los estudios anteriores se desprende que el cuerpo intrusivo compuesto del área de referencia, se produjo en dos etapas principales, una formadora de un material de naturaleza granodiorítica o tonalítica (granito gris), y otra de composición granítica calcoalcalina (granito rojo); esta últi-

ma formando parte del sector superior o cúpula de la intrusión compuesta. Los fenómenos estudiados se hallan restringidos al área del granito gris y se presentan en rocas de naturaleza hornfésica a esquistosas, con manchas o motas de minerales neoformados.

La configuración actual que caracteriza al cuerpo batolítico en superficie, se produjo por un ajuste tectónico, que llevó en forma diferencial las partes del núcleo y techo al actual nivel de erosión siguiendo planos de falla. No se observaron relaciones netas entre las rocas de caja y los granitos de la parte occidental del cuerpo, dado que se ha formado una cubierta detrítica que impide la observación de contactos. No se conoce asimismo, las relaciones caja-intrusivo en la parte oriental del batolito, por el difícil acceso a la región. Sin embargo, en la parte más septentrional se observaron contactos granito gris-granito rojo según Kilmurray e Igarzábal (1971) y penetraciones de filones graníticos (granito rojo), siguiendo planos de esquistosidad en rocas de filiación pelítica y produciendo transformaciones térmicas. La proximidad al cuerpo intrusivo en el sector mencionado se caracteriza por una paulatina macividad que adquieren las rocas pelíticas con obliteración parcial de las estructuras planares sedimentarias.

## PETROGRAFIA

### 1. LAS ZONAS DE METAMORFISMO DE CONTACTO PROGRESIVO.

Tilley (1924), reconoció en la región de Comrie, Perthshire, tres zonas de metamorfismo de contacto progresivo sobreimpuesto en una zona de metamorfismo regional de grado clorita. La primera zona, de pizarras moteadas tiene clorita en forma de manchas difusas, luego le sigue otra zona con nódulos de biotita y finalmente en contacto con el granito intrusivo, se destacan hornfels con cordierita. Grout (1933) en Minne-

sota, EE. UU., describió en cambio pizarras metamorfoseadas por la intrusión de un granito en una área que va desde 200 metros a unos 18 km desde el contacto mismo; el aspecto de la roca es similar en toda su extensión y no se observaron zonas diferenciables. Kerrick (1970), describe en la Sierra Nevada, EE. UU., un metamorfismo de contacto en rocas de variada composición dada la naturaleza de las formaciones sedimentarias; en las variedades pelíticas halló hornfels con andalusita y cordierita. Este autor asigna una amplitud máxima para la aureola en unos 3,5 km; se observaron zonas con andalusita hacia el contacto y el espesor de la mismas oscila entre 400 metros y 1,5 kilómetros.

En la región de Tastil, se han reconocido tres zonas metamórficas en grado creciente y recompuestas en base a los perfiles estudiados (Perfil I: Estación Incahuasi. II: Sur Santa Rosa de Tastil y III: Santa Rosa de Tastil):

- a) Zona de pelitas (zona de rocas pelíticas parcialmente metamorfoseadas). Se generaliza a casi toda la Formación Puncoviscana; en la zona estudiada abarca unos 4 km a partir de los contactos (Fig. 1).
- b) Zona de pelitas moteadas. La misma se extiende en el perfil II unos 400 metros al SW del río Tastil.
- c) Zona de hornfels. Comprende unos 800 metros a partir del contacto con el cuerpo intrusivo, en el perfil III.

### 2. TIPOS DE ROCAS

Las rocas analizadas son predominantemente metamorfitas derivadas de pelitas y algunas psammitas, presentan una esquistosidad marcada o macividad, según su posición dentro de los sectores de la aureola metamórfica. Algunas muestras, como aquéllas que se hallan más alejadas del cuerpo granítico, mues-

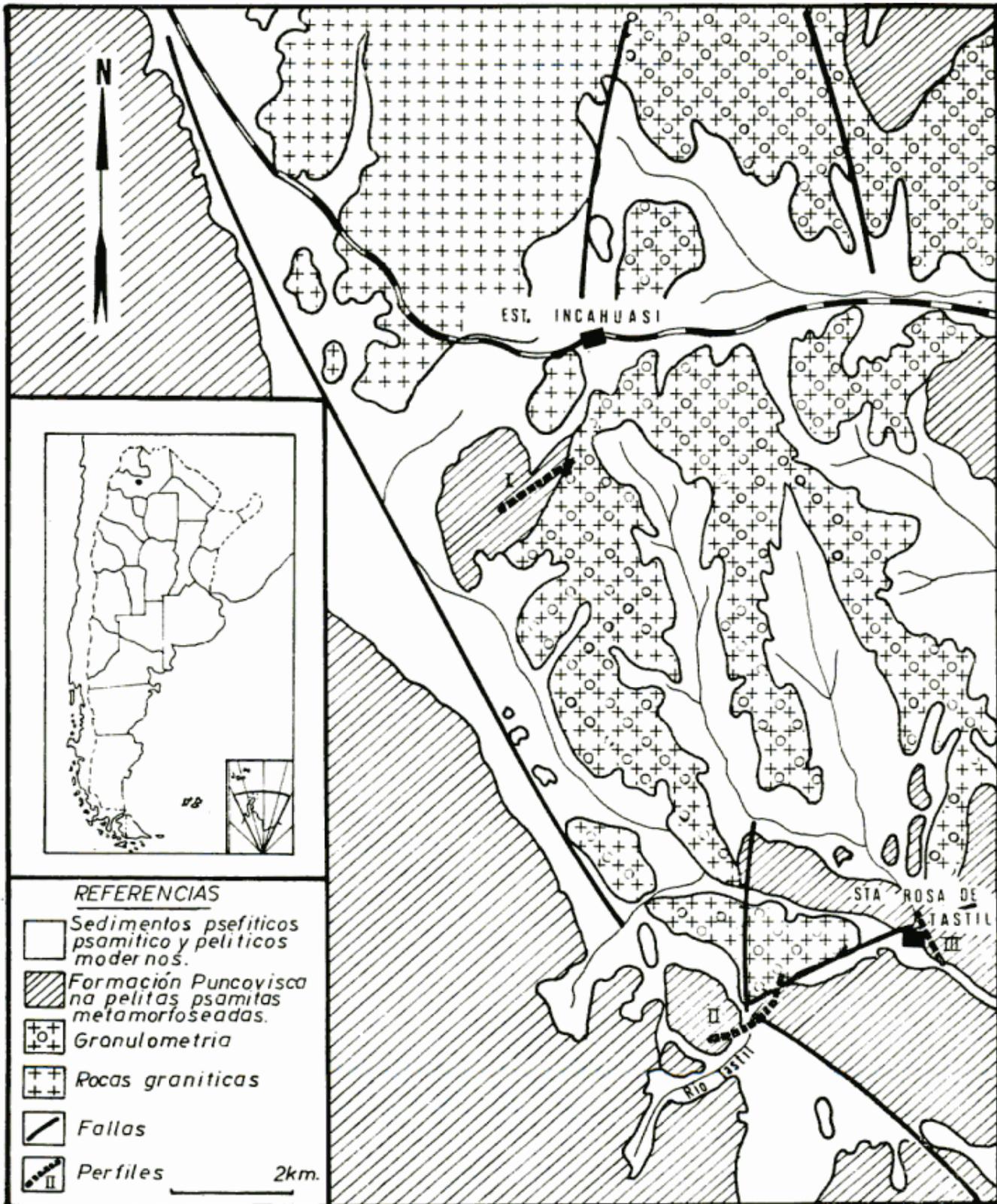


Figura 1

tran una clara estructura sedimentaria con estructuras planares exageradas por una incipiente recrystalización; no poseen brillo en las capitas que se separan y son de colores grises claros a oscuros. En otras muestras se ha observado una separación en láminas con superficies de esquistosidad dadas por la orientación de laminillas de filosilicatos. Existe otro grupo de rocas que pueden clasificarse como pelitas manchadas, en las que se destacan motas de materiales no definidos, esquistosidad marcada y coloraciones grises oscuras. Microscópicamente se puede establecer una subdivisión en pelitas nodulosas; en las mismas se observaron individuos minerales organizados en forma de porfiroblastos. Finalmente, se hallaron rocas con una estructura claramente maciva, color gris oscuras que fueron clasificadas como hornfels. Rocas pelíticas parcialmente metamorfoseadas ("Pelitas")<sup>1</sup>. Están compuestas esencialmente por materiales arcillosos y escamillas de clorita y sericita. No se ha observado una clara estructura planar derivada de una blastesis bajo condiciones dinámicas; en algunas muestras la estructura planar parece derivar de una clara estructura sedimentaria (fisilidad). En otras rocas de filiación más psamítica, se advierte un fenómeno de corte y recrystalización de la matriz arcillosa, o lo que algunos autores como Quartino (*op. cit.*) han preferido denominar esquistosidad mecánica. La herencia sedimentaria en lo referente a textura y estructura, es clara tanto en pelitas como en psamitas en las primeras se observa una disposición paralela de elementos micáceos y ciertos cambios granulométricos en capitas delgadas, mientras que en las segundas, se comprueba

<sup>1</sup> Se utiliza el término "pelitas", usado en nuestro país para el dominio sedimentario, para un conjunto de rocas parcialmente transformadas que no presentan caracteres estructurales que definen a las *pizarras* y *filitas* clásicamente (brillo y clivaje), las que son del dominio del metamorfismo regional de bajo rango.

una subangulosidad y redondeamientos de los clastos, puesto que el único constituyente afectado ha sido la matriz pelítica.

2. Pelitas moteadas. Presentan buena esquistosidad y/o orientación preferencial de individuos de clorita y sericita en una dirección; sobre esta base lepidoblástica se observaron manchas difusas de materiales micáceos, juntamente con otros minerales no identificados ópticamente.

3. Pelitas nodulosas. Se observaron en estas rocas los mismos caracteres de matriz como en el tipo anterior, y una porfiroblastesis representada por agregados o individuos de cordierita con inclusiones de minerales hojosos y otros, granulares finos.

4. Hornfels. Son rocas de estructura maciva y una textura francamente granoblástica a porfiroblástica. En algunas muestras se observaron tanto megascópicamente como microscópicamente, signos de estructuras planares heredadas. Las rocas están compuestas esencialmente por cuarzo, plagioclasa, biotita y cordierita; esta última formando porfiroblastos mayores de 0,5 mm con formas irregulares, y algunos contornos cristalinos limitados por alteraciones arcillosas y micáceas muy finas. La textura puede ser poiquiloblástica, cuando los porfiroblastos de cordierita muestran inclusiones de biotita y gránulos de calcita (lám. I, 4 y 5).

*Texturas.* Del análisis de las muestras seleccionadas se desprende que las texturas estudiadas pueden ser clasificadas genéticamente en dos grandes categorías: A) Clásticas relicto, B) Cristaloblásticas. En el primer grupo se hallan aquellas rocas derivadas de pelitas y psamitas sucias, en las que se observa casi la misma disposición de los materiales en su estructura sedimentaria, notándose una incipiente recrystalización de una parte de los minerales de la matriz.

— PERFILES ESQUEMATICOS —

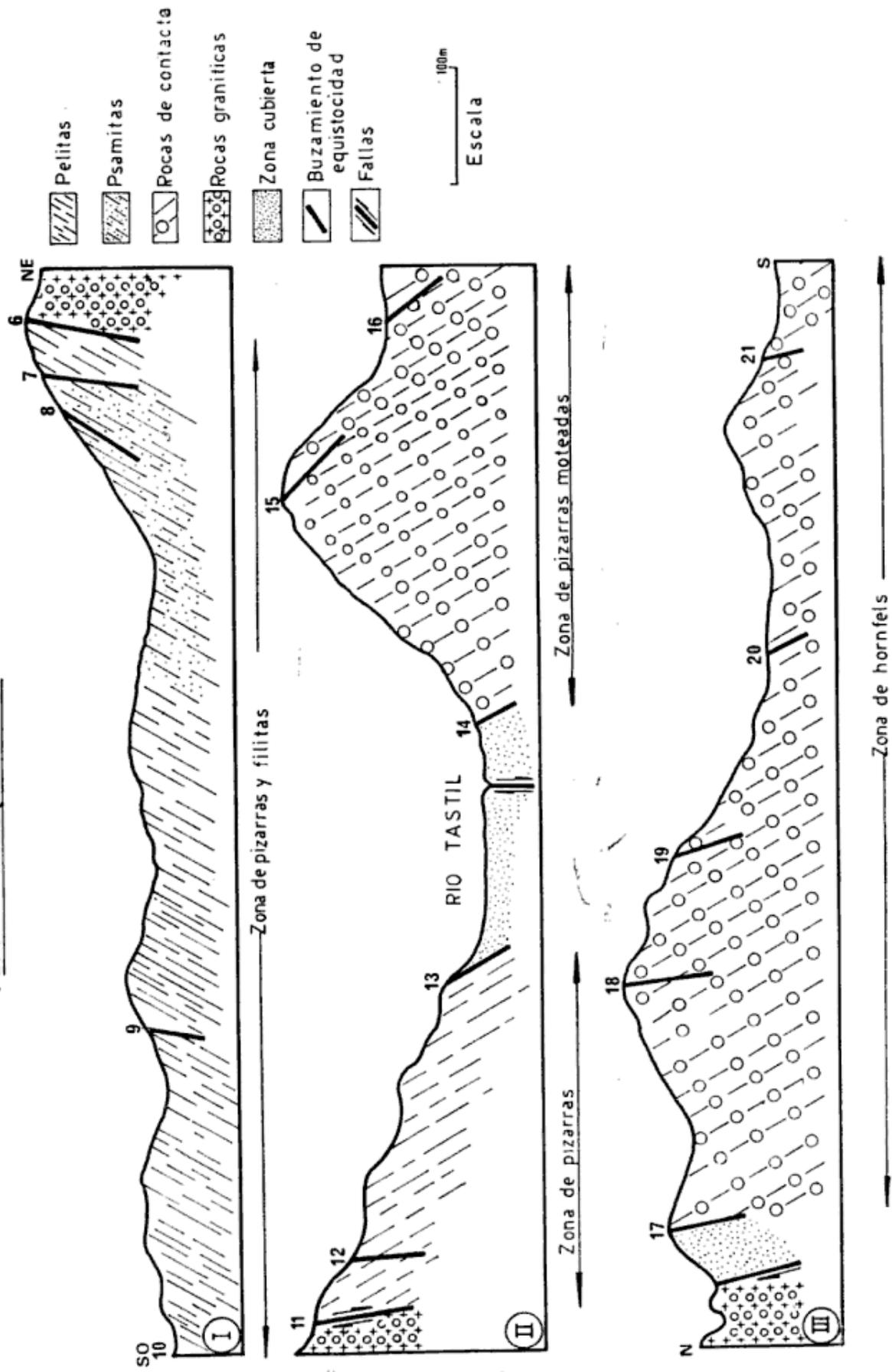


Figura 2

1



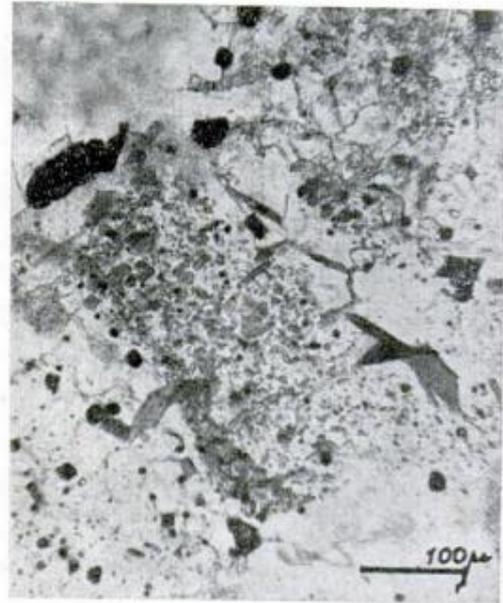
2



3



4



5



En el grupo B se observan aquellas rocas con una blastésis más definida, formando texturas de tipo lepidoblásticas, granoblásticas y poiquiloblásticas (lám. I). Las primeras se hallan en pelitas moteadas y algunos hornfels, especialmente en la parte más foliada de éstos. La textura se evidencia por el ordenamiento preferencial de las escamillas de biotita, sericita o clorita, formando folias de espesor variable.

Las texturas granoblásticas están dadas por la formación de agregados xenoblásticos o mosaicos uniformes, compuestos por granos de cuarzo-plagioclasa y biotita. Las variedades porfiroblásticas se hallan en pelitas nodulosas y algunos hornfels. La matriz es de tipo sericita-clorítica en las primeras, y cuarzo-plagioclástica en las segundas. Los porfiroblastos son en todos los casos, individuos xenoblásticos de cordierita. Las variedades poiquiloblásticas presentan individuos de cordierita con inclusiones abundantes de biotita y calcita distribuídas al azar (lám. I, 4).

Como variedad textural muy especial se incluyen aquellas rocas penetradas por venas de cuarzo o cuarzo-feldespáticas que han producido efectos secundarios en la textura original (muestra nº 19), tales como la formación de salbandas granoblásticas con individuos de cuarzo, clorita o actinolita.

*Estructuras.* Las estructuras de las muestras de la zona "a" son de carácter planar, heredadas de la sedimentita originaria, ya que no se ha podido observar ningún fenómeno de microdeformación, queda como resultado la muy bien conocida estructura o clivaje de flujo, también llamado pizarreño, por ser las pizarras las rocas características que presentan dicha estructura. En algunas muestras se observan intercalaciones delgadas de materiales más gruesos, que revelan ligeros cambios granulométricos del material clástico. En las rocas más metamorfoseadas, como en las de la zona "b", se destacan aún las características antes mencionadas con fenómenos de porfiroblastesis sobreimpuestos. En la zona "c" se observa una estructura planar, marcada por la disposición preferencial de micas en bandas de espesor variable, y que revelan los cambios composicionales de la roca originaria.

## GEOQUIMICA

### 1. METODOLOGÍA ANALÍTICA

El cuadro I consigna los resultados obtenidos en la determinación analítica de elementos mayoritarios de once muestras de rocas, correspondientes a

---

Fotomicrografías 1-5. — 1, Pelita. Se nota una marcada estructura planar dada por la disposición paralela a subparalela de individuos de clorita y sericita íntimamente asociados con granos de cuarzo de origen sedimentario, de formas subangulosas. Algunos individuos presentan laminillas de cloritas rodeando los elastos. Muestra 9; 2, Psamita metamorfoseada. Se nota una incipiente estructura planar, dada por los individuos de clorita y sericita, como producto de recristalización de la matriz originaria. La forma de los granos es subredondeada a subangulosa, con penetraciones de filosilicatos en los bordes de los elastos. Muestra 7; 3, Pelita moteada. Nótese los individuos de formas ovoidales y claros, formados por cordierita con inclusiones de matriz micacea; los bordes de las manchas son difusos con prolongaciones de cordierita en la matriz que las rodea. Muestra 16; 4, Hornfels cordierítico. Se observa un porfiroblasto de cordierita en relación poiquiloblástica, con inclusiones de biotita, de tamaño desigual y algunos opacos. La matriz está formada por cordierita, cuarzo y biotita, con una textura granoblástica. Muestra 17; 5, Hornfels cordierítico. Porfiroblasto de cordierita con textura poiquiloblástica, rodeado por individuos de muscovita y biotita, de mayor tamaño que las escamillas de micas incluidas en el grano mayor. La matriz presenta una textura granoblástica dada por los individuos de cuarzo y biotita; en partes es decusada, por la disposición al azar y entrecruzada de las laminillas mayores de muscovita. Muestra 18.

CUADRO I

Composición química de 11 muestras de rocas de los perfiles estudiados. Su comparación con valores promedio (Wedepohl, 1969)

Composición %	Perfil I			Perfil II			Perfil III					Grauvascas (promedio)	Pelitas (promedio)
	7	9	10	12	14	15	17	18	19	20	21		
SiO <sub>2</sub> .....	62,94	62,20	67,06	64,74	62,96	64,58	69,42	58,20	69,87	72,00	67,68	66,7	58,9
TiO <sub>2</sub> .....	0,78	0,76	0,78	0,67	0,79	0,55	0,79	1,01	0,59	0,61	0,83	0,6	0,78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	19,65	17,61	15,20	17,62	17,39	17,27	14,89	20,50	14,68	14,36	16,27	13,5	16,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,68	2,58	3,42	2,60	2,82	3,19	1,30	1,60	0,76	1,87	1,13	1,6	2,8
FeO.....	3,89	3,18	1,77	2,26	3,11	1,98	3,68	4,68	2,97	2,12	3,68	3,5	3,7
MnO.....	0,09	0,05	0,06	0,02	0,06	0,09	0,06	0,11	0,06	0,04	0,08	0,1	0,09
MgO.....	2,52	2,41	1,96	2,20	2,45	2,24	2,03	2,92	1,18	1,07	2,20	2,1	2,6
CaO.....	1,20	1,20	1,16	0,98	0,98	1,08	1,31	1,54	2,40	1,80	1,44	2,5	2,2
Na <sub>2</sub> O.....	1,83	1,70	1,83	1,89	1,75	1,79	2,10	1,96	3,38	2,90	2,10	2,9	1,6
K <sub>2</sub> O.....	4,56	4,64	3,68	3,58	4,28	4,38	3,30	4,90	3,48	2,00	3,93	2,0	3,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,13	0,11	0,15	0,14	0,11	0,12	0,10	0,13	0,11	0,14	0,10	0,2	0,16
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> .....	0,11	0,47	0,43	0,24	0,19	0,23	0,09	0,24	0,04	0,03	0,09	-	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> .....	1,27	2,35	2,70	3,08	2,50	2,69	0,95	1,52	1,03	1,32	1,25	2,4	5,0
Total.....	100,65	99,26	100,20	100,02	99,39	100,19	100,02	99,31	100,55	100,26	100,78	-	-

MgO  
MgO+FeO  
(Relación  
molecular)

\* En el perfil II se determinó el contenido de H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> de dos muestras adicionales: N° 13 con 3,36% y N° 16 con 2,28%.

los tres perfiles estudiados. La valoración de sílice se efectuó por gravimetría, previa disgregación de las muestras por vía térmica con carbonato de sodio. Titanio y fósforo han sido analizados colorimétricamente (Sandell, 1950 y Jackson, 1958). El hierro ferroso se determinó según la técnica volumétrica desarrollada por Wilson (1960) y el hierro total, aluminio, calcio, magnesio y manganeso por vía de espectrometría de absorción atómica de acuerdo a Abbey (1968), con modificaciones efectuadas por los autores del presente trabajo. Para las determinaciones de sodio y potasio se empleó la espectrometría de emisión con llama, siguiendo la técnica desarrollada por Merodio (1971).

## 2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

*Composición de las metamorfitas.* El diagrama ACF (fig. 3), muestra que

las rocas estudiadas presentan una composición química homogénea, distribuyéndose en campos perfectamente definidos que caracterizan una procedencia sedimentaria pelítica a grauváquica. Efectivamente, dentro de este grupo de muestras que representan a los tres perfiles estudiados, las identificadas con los números 19 y 20 caen en el campo composicional de las grauvacas, mientras que el resto se ubica en el de las rocas pelíticas.

En el cuadro I figuran junto con los datos analíticos de las muestras analizadas, los valores promedios de rocas sedimentarias (pelitas y grauvacas), aportados por Wedepohl (1969). El estudio comparativo de los valores allí consignados denota que mientras algunos especímenes muestran composiciones similares a las rocas pelíticas o grauváquicas, otros en cambio, presentan valores intermedios entre ambos grupos.

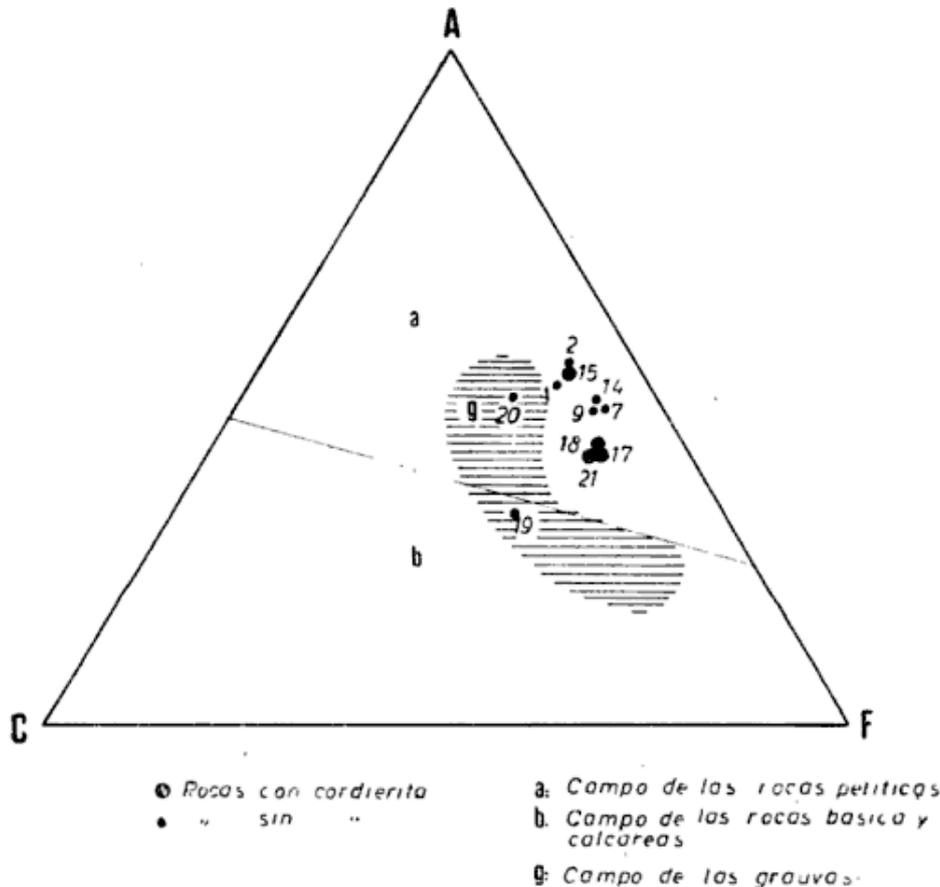


Figura 3

*Características químicas de los distintos perfiles.*

Las figuras 4 a y b muestran las variaciones del contenido en agua de constitución ( $H_2O^+$ ) en los perfiles estudiados, en función de la distancia (real o en escala arbitraria) al cuerpo granítico. La fig. 4 a señala claramente la correlación positiva que se opera en el perfil I entre estas dos variables como resultado normal de un proceso de deshidratación progresivo que se opera con el acercamiento al cuerpo ígneo. En contraposición con este resultado, en el perfil II se observa una inversión de dicha correlación, por cuanto las muestras con mayor contenido de  $H_2O^+$ , se encuentran más próximas a la fuente térmica. Este resultado aparentemente ilógico, sugeriría una inversión de las zonas en el perfil II. El perfil III, no muestra ninguna tendencia definida aunque puede observarse un menor contenido absoluto del agua de constitución de todas las muestras que lo integran, por tratarse del perfil de mayor grado metamórfico.

Por otra parte, es de destacar que las zonas metamórficas determinadas petrográficamente, se ordenan en forma cuantitativa respecto del contenido absoluto de agua de constitución. Esto es denotado en la fig. 4 a donde se señalan las posiciones relativas de dichas zonas. En la fig. 4 b se grafica el contenido promedio de  $H_2O^+$  de las distintas zonas, en función de las distancias (en escala arbitraria) al cuerpo granítico, encontrándose una marcada correlación con el metamorfismo decreciente, lo que posibilita en base a una extrapolación permitida, definir una región "plateau" que establece el nivel regional de las sedimentitas originarias.

El decrecimiento del agua de constitución con el metamorfismo responde, en líneas generales, a transformaciones de minerales con alto contenido de iones oxihidrilos, en especies de bajo tenor o carentes de ellos. Tal es el caso de las transformaciones sucesivas que

se operan en la illita para dar clorita, biotita y cordierita.

La deshidratación progresiva en el metamorfismo de contacto es un fenómeno reconocido desde hace mucho tiempo; sin embargo, la cuantificación de la misma en relación con la energía térmica es un proceso todavía poco conocido. Cualitativamente hay dos aspectos geológicos regionales que influyen en la deshidratación térmica progresiva, excluida obviamente la cantidad de calor emanada del cuerpo ígneo. El primero es el tipo de roca y composición mineralógica sobre el cual se impone el metamorfismo térmico. El segundo aspecto se refiere a la profundidad de la intrusión, ya que la mayor o menor facilidad en el escape de volátiles estará relacionada con la presión que soporta el sistema.

Las sedimentitas intruídas por el batolito de Tastil se adecuan, por su composición mineralógica y emplazamiento poco profundo del cuerpo granítico, a experimentar variaciones significativas en los contenidos de agua composicional en función del metamorfismo creciente. Por otra parte, la circunstancia de que todas las rocas analizadas presenten una composición química relativamente homogénea, posibilita la definición de un nivel regional de  $H_2O^+$ . Esta estrecha correlación entre el grado de metamorfismo y los contenidos de agua de constitución establecida en las rocas estudiadas, permite una separación de zonas metamórficas diferentes en el área de Tastil-Incahuasi (fig. 4 a).

El análisis de la composición química de las rocas del perfil III denota un incremento de los contenidos de calcio y sodio respecto de los otros dos perfiles. Esta diferencia composicional se hace más notable en la muestra n° 19, notándose además un decrecimiento general de los tenores de ambos elementos en las muestras dispuestas a ambos lados de aquélla, y a medida que se alejan de la misma. Dada que este sector de la aureola es el que ha soportado

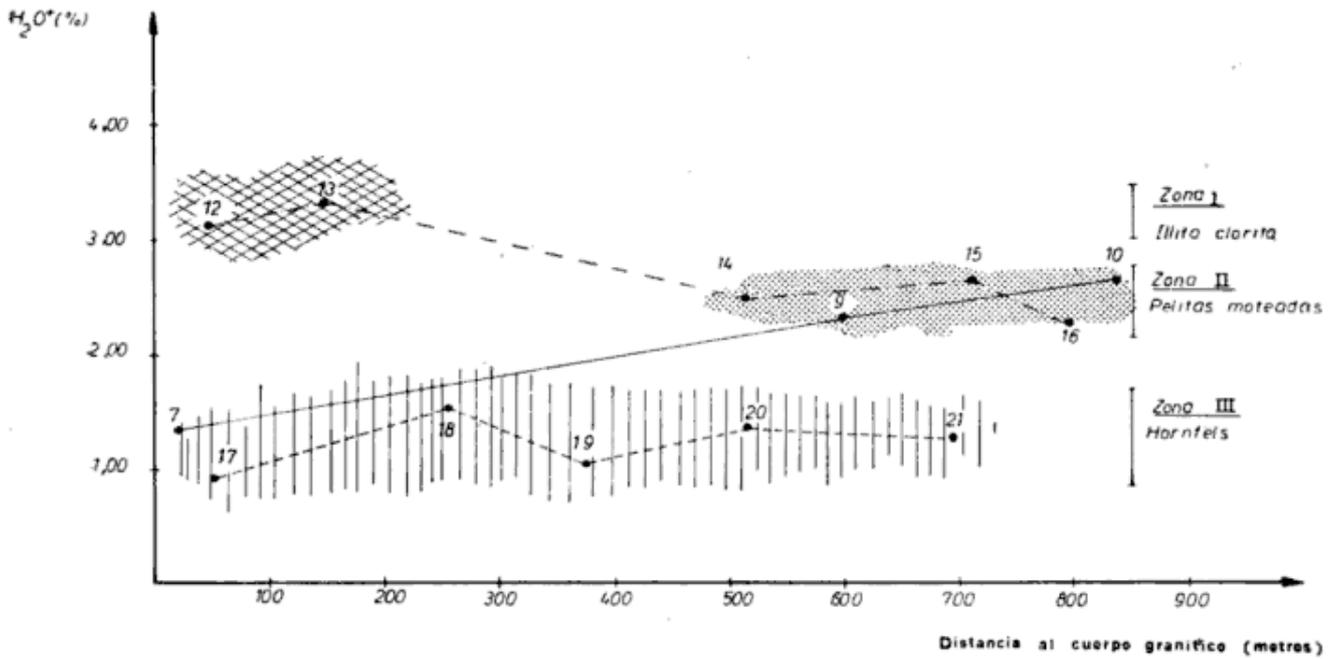


Fig. 4a. — Variaciones del contenido de agua de constitución de los perfiles estudiados, en función de la distancia al cuerpo granítico. — Perfil I; - - - Perfil II; ···· Perfil III

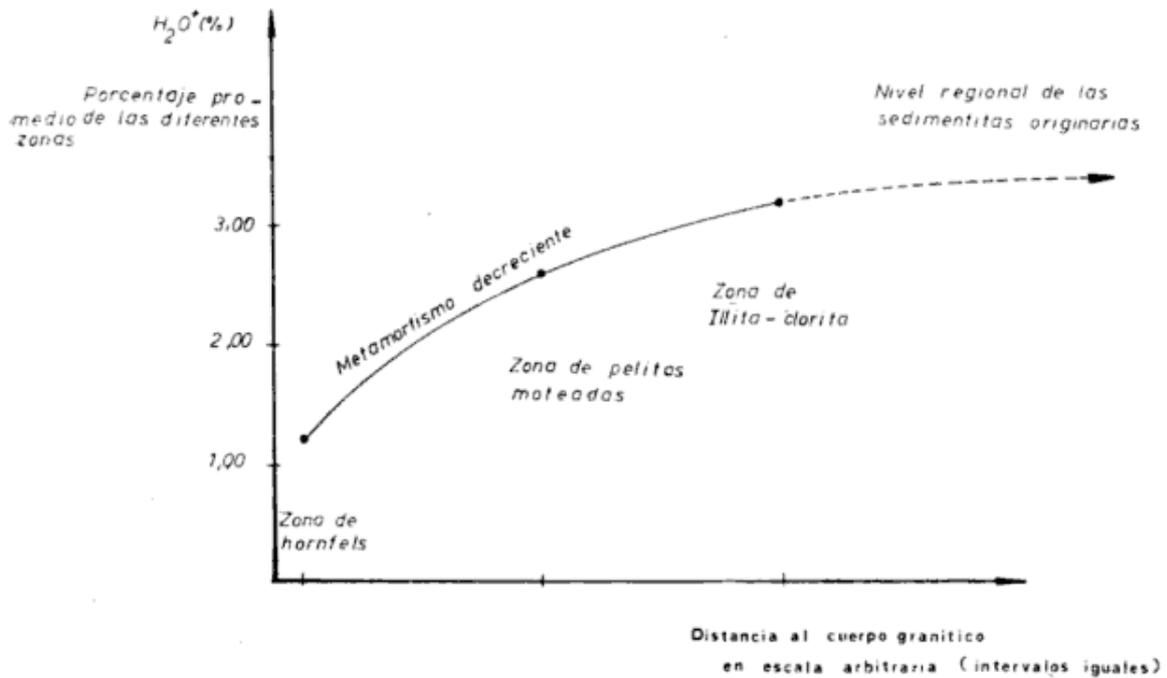


Fig. 4b. — Variaciones del contenido promedio de agua de constitución en las distintas zonas metamórficas en función de distancias arbitrarias al cuerpo granítico

en mayor grado el proceso metamórfico, en virtud de su cercanía con el cuerpo intrusivo, es posible suponer que dichas rocas hayan sufrido un ligero aporte metasomático proveniente del cuerpo batolítico y circunscripto a una zona reducida. Introducciones de este tipo se observan con frecuencia en rocas adyacentes a cuerpos graníticos (Turner y Verhoogen, 1963). En el sector estudiado, la muestra 19 es la que presenta mayores pruebas de un proceso aloquímico, ya que pudo comprobarse petrográficamente la existencia de pequeñas venas de material granítico introducido.

Otro aspecto químico que potencialmente puede ser utilizado para indicar el progreso de la acción térmica metamórfica, está dado por la relación de hierro oxidado ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a hierro reducido ( $\text{FeO}$ ). Efectivamente, en las muestras de los perfiles analizados se observa una tendencia general bastante definida a la disminución de la relación  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  desde la zona de illita-clorita hacia la correspondiente a la de los hornfels.

#### *Umbrales composicionales de aparición de la cordierita.*

El perfil III, integrado por las rocas metamórficas de más alto grado de la aureola estudiada, se caracteriza por la presencia de una zona de hornfels carentes de cordierita, intercalada en una secuencia de dichas rocas que contienen el mineral. La ausencia de evidencias tectónicas en el citado perfil, conduce a considerar que tal carencia obedece a un problema composicional. Si bien el diagrama ACF muestra una diferencia en la composición química (más psamíticas) de las muestras 19 y 20, que son precisamente las que no poseen cordierita, todas los especímenes analizados caen dentro de los campos de asociaciones que contienen cordierita (Facies de hornfels hornblendíferos). Analizando el problema a través del diagrama AKFM (que no se incluye en el trabajo), no se observó diferencia

marcada, o en todo caso las separaciones obtenidas no justifican la construcción de un diagrama de tal complejidad.

Siendo la cordierita un silicato de aluminio, hierro y magnesio, su aparición deberá estar ligada, además de las condiciones metamórficas reinantes, a los contenidos absolutos y relativos de estos tres elementos en la roca madre (para rocas con exceso en sílice).

Winkler (1967), señala la importancia de considerar como componentes independientes al hierro ferroso y al magnesio, cuando se trabaja esencialmente con secuencias de rocas pelíticas metamorfoscadas. Deer *et al.*, (1962), puntualizan que la principal variación en la composición de las cordieritas, esta relacionada con la diadocia  $\text{Mg}^{++}\text{-Fe}^{++}$ , y que la mayoría de las cordieritas son ricas en Mg, señalando variaciones entre 0,466 y 0,909 en los valores de la relación  $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}$  de dicho mineral. Naggar y Atherton (1970), utilizan la relación  $\text{MgO}/\text{MgO} + \text{FeO}$  para analizar la presencia o ausencia de cianita en la aureola de Donegal, en un intento de establecer fundamentos composicionales en la aparición de dicho mineral.

Todos estos antecedentes nos conducen a suponer que los contenidos absolutos de  $\text{Mg}^{++}$  y  $\text{Fe}^{++}$ , y especialmente las relaciones moleculares  $\text{MgO}/\text{MgO} + \text{FeO}$  de las rocas analizadas, pueden ser utilizadas como parámetros dinámicos a los efectos de definir una influencia composicional de la roca madre en la formación de la cordierita. En el cuadro I se han incluido las relaciones moleculares  $\text{MgO}/\text{MgO} + \text{FeO}$  de las muestras de los tres perfiles. Puede observarse que las identificadas con los números 19 y 20 poseen una relación de valor menor que 0,5 (0,42 y 0,48 respectivamente), notándose que en las muestras que contienen cordierita, los valores de dicha relación alcanzan esa cifra o la superan. En la fig. 5 se ha graficado esa relación en función de la suma de los contenidos moleculares de MgO y FeO, para las rocas del perfil III

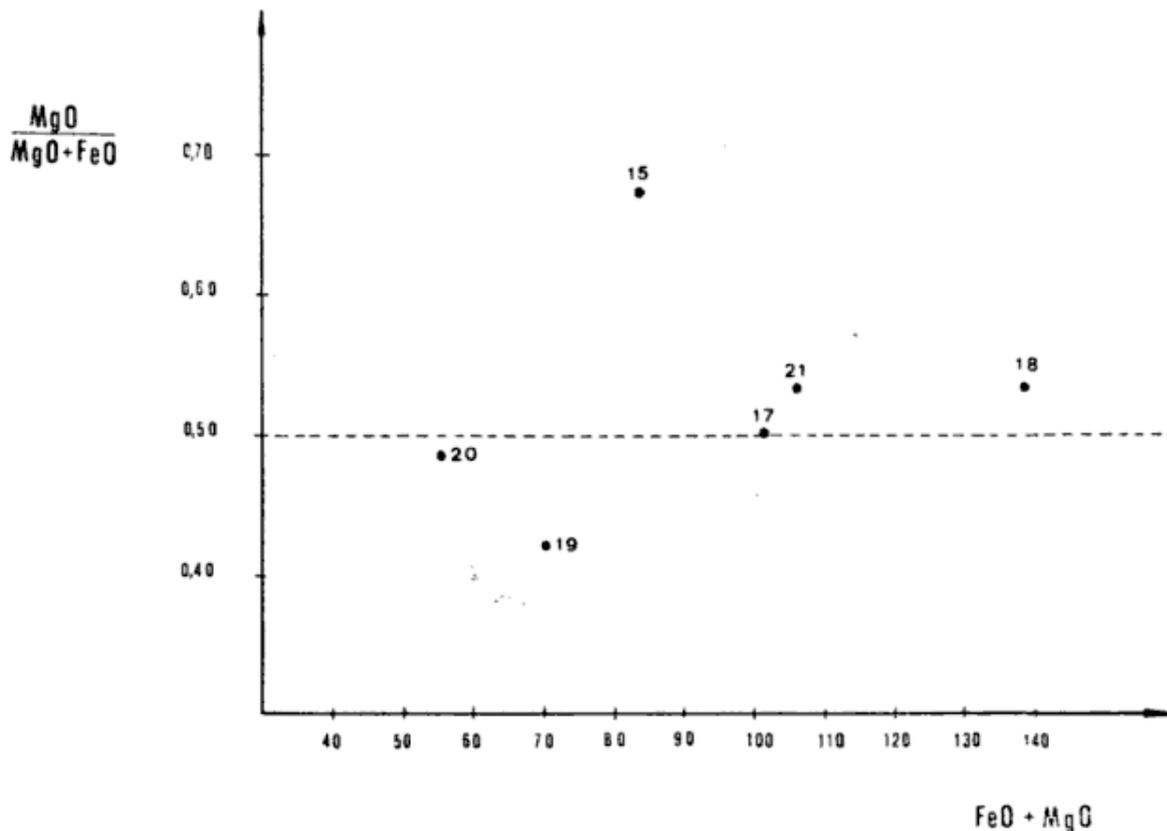


Fig. 5. — 15, Perfil II ; 17, 18, 19, 20, 21, Perfil III ; 19, 20, Rocas sin cordierita

conjuntamente con la muestra 15 del perfil II que contiene cordierita.

Evidentemente, los resultados hasta aquí obtenidos deben considerarse provisionarios, en virtud del poco volumen de muestras analizadas, y la carencia de un análisis comparativo con resultados obtenidos en otras aureolas de contacto, con similares condiciones de roca intrusiva y grado metamórfico. Uno de los autores de este trabajo, (Rapela, C. W.), en el estudio petrológico y geoquímico de la aureola de contacto del cerro Paranilla (Cafayate-Salta), encontró valores de la relación molecular  $MgO/MgO + FeO$  menores de 0,50, en rocas carentes de cordierita, y de comparables características químicas (composición pelítica) y similares condiciones metamórficas, a las de la aureola estudiada en este trabajo. No puede negarse que llaman la atención los resultados aquí obtenidos y la coincidencia observada entre ese límite mínimo

composicional en  $Mg^{++}$  y  $Fe^{++}$  en las rocas con cordierita, y el aportado por la bibliografía para el mineral. Quizá también ese valor de 0,50 pueda sufrir modificaciones, aumentando o disminuyendo en función de bajos o altos contenidos absolutos de Mg y Fe respectivamente.

Los resultados provisionarios aquí obtenidos y los interrogantes que ellos suscitan, se completarán y analizarán en próximos trabajos que los autores desarrollarán en ese aspecto.

#### PETROLOGIA

El batolito granítico de Santa Rosa de Tastil, produjo en su lugar de emplazamiento, una serie de transformaciones térmicas en rocas de la denominada Formación Puncoviscana. La yacencia de metamorfitas de contacto en sectores aislados y adosadas a las par-

tes proximales del cuerpo intrusivo, indicaría una clara influencia tectónica de elevación del batolito a nivel de erosión, con la consiguiente supresión de zonas, inversiones o contactos aparentemente "fríos", de rocas pelíticas con granitos.

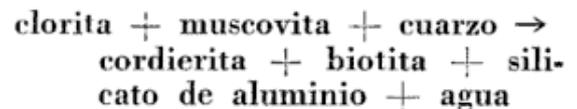
Se han reconocido tres zonas metamórficas en grado creciente en los tres perfiles estudiados, una zona 'a' de pelitas, de aspecto sedimentario con escasas transformaciones térmicas, otra zona de pelitas moteadas, de similares características que la anterior en lo referente a su aspecto megascópico, pero con una porfiroblastesis sobrepuesta, y finalmente una zona de hornfels, en la que se observa una total transformación de los materiales originarios. No se han hallado secciones completas de las zonas, por lo que se deduce un importante efecto de movimientos diferenciales de carácter post-emplazamiento magmático. En el perfil II, se establece que la primer sección del mismo se caracteriza por presentar rocas de bajo rango que han sido puestas en contacto tectónico con el cuerpo granítico; la segunda sección está separada por la falla del río Tastil y presenta una inversión de zonas, atribuyéndose este fenómeno a la probable presencia de una apófisis del cuerpo principal en profundidad o a un fenómeno de elevación diferencial de bloques dentro de la aureola. Las texturas son en la zona "a", de tipo relicto, poniéndose en evidencia la granulometría originaria con escasas transformaciones por recristalización. Las de la zona "b", muestran fenómenos de blastesis con distinto grado de cristalinidad de cordierita sobre una matriz filosilicática. Las texturas de la zona "c" son netamente cristalo-blásticas con mosaico de cuarzo, plagioclasa, cordierita y biotita. Mineralógicamente se destacan las siguientes asociaciones:

Illita-clorita-cuarzo  
Biotita-cuarzo-plagioclasa

Biotita-plagioclasa-cuarzo-cordierita  
(calcita)

Biotita-muscovita-plagioclasa-cordierita-cuarzo.

Las determinaciones de la composición del material más fino por difracción de Rayos X, ha revelado la presencia de illita en aquellas rocas de apariencia sedimentaria. Por este motivo, la primer zona diferenciada podría ser considerada como de pasaje a las zonas de biotita y cordierita. Las asociaciones arriba mencionadas se ubican entonces dentro de la facies de hornfels albitico-epidóticos y hornblendíferos. Winkler (1967), establece en 400° C el comienzo de la facies de hornfels albitico-epidóticos. La facies de hornfels hornblendíferos está caracterizada por la desaparición de clorita y la aparición de cordierita según la reacción:



reacción que se produce entre 510° y 525° ± 10° y entre 500 y 2000 bares de presión. Para otros autores el comienzo de la facies es aún más alto: 560° ± 10° y se refiere a reacciones en rocas más básicas con la formación de hornblenda y grosularita.

Las temperaturas alcanzadas en las zonas correspondientes a la región de Tastil se estiman de la siguiente manera: para la "a" entre 200 y 400° C, es decir entre una fase hidrotermal y comienzos de facies de hornfels albitico-epidóticos; para la "b" entre 400 y 500° C; aquí se observa recristalización de clorita y biotita; y para la zona "c" entre 500 y 550° C. Dentro de este intervalo se produce la cordierita. Las presiones reinantes se estiman, por corresponder a intrusiones de la epizona, entre 500 y 1000 bares. Kerrick (1970) asigna una presión entre 1 y 2 Kb (PH<sub>2</sub>O = P total) y una temperatura de hasta 670° C, para la aureola de Sie-

rra Nevada. La temperatura alcanzada es aquí mayor, ya que se establecen zonas con sillimanita en variedades de filiación pelítica.

Las determinaciones de agua de constitución ( $H_2O^+$ ) en los perfiles estudiados en función de la distancia al cuerpo granítico, mostraron un proceso de deshidratación progresiva, que se invierte en el perfil II. Este resultado confirma los fenómenos de la tectónica de ascenso diferencial que llevó a los productos transformados y al granito a su nivel de erosión. Promediando los resultados de  $H_2O^+$ , es posible definir zonas de metamorfismo y establecer una región "plateau" como contenido regional de agua en las sedimentitas originarias.

No obstante que el diagrama composicional ACF indica que todas las rocas estudiadas derivan de una secuencia sedimentaria compuesta de pelitas y grauvacas, con una composición química adecuada para la formación de cordierita, se determinó la presencia de hornfels carentes de este mineral en una zona de grado metamórfico suficientemente elevado como para prever su presencia. Los estudios geoquímicos realizados revelan la influencia de determinados parámetros moleculares, tal como la relación  $MgO/MgO + FeO$ , en la formación de cordierita. Se ha encontrado como expresión provisoria y sujeta a futuros trabajos ampliatorios, el valor de 0,50 como límite tentativo de aquella relación molecular para definir la ausencia o presencia del mineral en las rocas estudiadas, en una sugestiva coincidencia con los valores mínimos de dicha relación en la propia cordierita.

Si bien el proceso metamórfico es esencialmente isoquímico, las rocas del perfil III, sujetas a una mayor transformación térmica debido a su cercanía al cuerpo intrusivo, revelan un incremento de los contenidos de calcio y sodio respecto de los otros dos perfiles, lo que denota que las rocas han sufrido un ligero aporte metasomático proveniente del batolito granítico.

Los autores agradecen al Lic. Perales Guzmán el material suministrado para esta investigación. Al Dr. A. M. Iñiguez Rodríguez por los análisis de difracción de Rayos X en los materiales finos de las rocas pelíticas. Finalmente, agradecen al Dr. M. E. Teruggi la lectura del manuscrito y sugerencias.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Abbey, S., 1968. *Analysis of rocks and minerals by atomic absorption spectrometry. Part 2. Determination of total iron, magnesium, calcium, sodium and potassium.* Geol. Surv. Canadá. Paper 68-20.
- Buddington, A. F., 1959. *Granite emplacement with special reference to North America.* Bull. Geol. Soc. Am., v. 70, pp. 671-747.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. y Zussman, J., 1962. *Rock-forming minerals.* v. 1, Ortho and Ring Silicates. Longmans.
- Gordillo, C. E., 1973. *Contribución a la petrología del basamento cristalino de la Sierra de Córdoba.* Actas 5º Congr. Geol. Arg. Córdoba, pp. 141-152.
- Grout, F. F., 1933. *Contact metamorphism of the slates of Minnesota by granite and by gabbro magmas.* Geol. Soc. Am. Bull., v. 44, pp. 989-1040.
- Jackson, M., 1958. *Soil chemical analysis.* Prentice Hall, Inc.
- Jaeger, J. C., 1959. *Temperature outside a cooling intrusive sheet.* Am. J. Sci., 257, pp. 44-54.
- Kerrick, D. M., 1970. *Contact metamorphism in some areas of the Sierra Nevada, California.* Geol. Soc. Am. Bull., v. 81, pp. 2913-2938.
- Kilmurray, J. O. e Igarzábal, A. P., 1971. *Petrografía y rasgos geomórficos del batolito granítico de Santa Rosa de Tastil, Prov. de Salta, Rep. Argentina.* Rev. Asoc. Geol. Arg., 25, 4, pp. 417-438.
- Merodio, J. C., 1971. *Estudio de interferencias en la determinación de litio, sodio y potasio por espectrofotometría de emisión con llama.* Anales Asoc. Quím. Arg., 59, pp. 323-333.
- Naggar, M. H. y Atherton, M. P., 1970. *The composition and metamorphic history of some aluminium silicate-bearing rocks from the aureoles of the Donegal granites.* J. of Petrol., 11, 3, pp. 549-89.
- Quartino, B. J. v Zardini, R. A., 1967. *Geología y petrología de la cordillera del Collangüil y las serranías de Santa Rosa y*

- San Guillermo, Cordillera Frontal de San Juan. Magmatismo, metamorfismo y metalogénesis.* Rev. Asoc. Geol. Arg., 22, 1, pp. 5-63.
- Rapela, C. W. *Petrología y geoquímica de las plutonitas y metamorfitas de la región de Cafayate, Prov. de Salta.* (En preparación).
- Perales Guzmán, V., 1973. *Metamorfismo de contactos alrededor del Batolito granítico de Santa Rosa de Tastil, Prov. de Salta.* Trabajo de Licenciatura, Museo de La Plata, Inéd.
- Read, H. H., 1949. *A contemplation of time in plutonism.* Quart. Journ. Geol. Soc. London, 105, 417.
- Rossi, J. J., 1947. *El stock compuesto de Cacheuta (provincia de Mendoza).* Rev. Soc. Geol. Arg., 2, 1, pp. 13-40.
- Sandell, E., 1950. *Colorimetric determinations of traces of metals.* Interscience Publishers.
- Tilley, C. E., 1924. *Contact metamorphism in the Comrie area of the Perthshire Highlands.* Geol. Soc. London Quart. Jour., v. 80, pp. 22-71.
- Turner, F. y Verhoogen, J., 1963. *Petrología ígnea y metamórfica.* Omega, Barcelona.
- Wedepohl, K. H., 1969. *Composition and abundance of common sedimentary rocks.* Handbook of Geochemistry, v. 1, Springer Verlag, Berlin.
- Wilson, A., 1960. *The micro-determinations of ferrous iron in silicate minerals by a volumetric and colorimetric method.* The Analyst, Nov.
- Winkler, H. G. F., 1967: *Petrogenesis of metamorphic rocks.* Segunda Ed. Springer Verlag, Berlin.

Recibido el 18 de abril de 1974.

## CUENCAS SEDIMENTARIAS EN EL SUBSUELO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES Y ZONAS ADYACENTES

POR JUVENAL JORGE ZAMBRANO

### RESUMEN

La provincia de Buenos Aires y zonas limítrofes muestran un basamento fracturado por sistemas de fallas normales de rumbo NE a SW, NW a SE y E a W, e integrado por metamorfitas precámbricas, intrusivas ácidas precámbricas a eopaleozoicas y también permotriásicas, vulcanitas ácidas asignadas al Precámbrico o al Devónico superior y, diferentemente al cratón brasileño y Sierras Pampeanas, por sedimentitas paleozoicas plegadas y metamorfizadas. No se conocen vulcanitas ácidas y mesosilíceas permo-jurásicas, comunes en Patagonia y Cuyo. Faltan las estructuras de bloques fracturados por fallas inversas de rumbo predominante N-S, típicas de las Sierras Pampeanas, excepto, posiblemente, el límite occidental del área que nos ocupa.

Al fracturarse el basamento, en tiempos suprajurásicos o eocretácicos, se formaron las cuencas táfricas del Salado, Santa Lucía, Plata Este, Colorado y Cacachín, rellenas por sedimentitas continentales y marinas cretácicas y cenozoicas con espesores totales que pueden sobrepasar los 7 km.

En la parte norte del área se encuentran las cuencas de Laboulaye y Rosario, poco conocidas, que contienen sedimentos asignados al Triásico, bajo una cubierta cenozoica (localmente quizá en parte cretácica) con espesores casi siempre inferiores a 1 km. Es posible además la existencia de depósitos continentales permocarbónicos.

Durante el Terciario, al ampliarse el área de sedimentación, se produjo la coalescencia de las cuencas y con ello la formación de la extensa región deposicional chaco-pampeana.

Por sus caracteres geológicos y estructurales diferentes a las de las áreas adyacentes, la región que nos ocupa puede considerarse una provincia geológica.

### ABSTRACT

In the province of Buenos Aires (Central-Eastern Argentina) and surrounding areas, the basement, which shows a block or horst-and-graben structural style, because of the existence of sets of normal faults trending NE-SW, NW-SE or E-W, is made up by Precambrian metamorphics, Precambrian-early Paleozoic and Permo-Triassic acid intrusives, some acidic volcanics considered as Precambrian or Late Devonian in age, and, unlike the Brazilian shield or the Pampean Ranges, strongly folded and metamorphosed Paleozoic sequences. Permo-Jurassic acid and intermediate volcanics and pyroclastics, such as those exposed in Patagonia and Western Argentina, have not been reported in the area. Predominantly N-S trending compressional faulted blocks, like those making up the Pampean Ranges, are lacking in the possible exclusion of its Western boundary.

Inception of the taphric basins (Salado, Santa Lucía, East Plata, Colorado and Macachín) took place in Late Jurassic-Early Cretaceous times, after basement fracturing. Their sedimentary filling consists in up to 7 km thick continental and marine Cretaceous and Cenozoic deposits. Two relatively little known basins, Laboulaye and Rosario, lie in the Northern part of the area. Their sedimentary pile includes pyroclastic rich layers ascribed to the Triassic, overlain by a Cenozoic cover generally less than 1 km thick. The occurrence of deeper lying Permo-Carboniferous sequences is also possible. Beneath the Tertiary sediments, thin Cretaceous layers may also be present locally.

During Cenozoic times the basins coalesced gradually and thus gave rise to the modern extensive Chaco-Pampean depositional region.

The area under study shows, then, different geological features from the surrounding ones (Brazilian shield, Pampean Ranges, North Patagonia, Central and Western Argentina, and the Chaco-Paraná basin area). Therefore, it must be regarded as a geological province.

## 1. GENERALIDADES

Los rasgos geológicos superficiales de la llanura pampeana, cuyo estudio se inició en los primeros tiempos de las investigaciones geológicas en territorio argentino, permiten inferir la existencia de extensas áreas de sedimentación ocultas debajo de la cubierta cenozoica. Sin embargo, sólo en los últimos años ha sido posible reunir información en cantidad suficiente como para delinear las cuencas sedimentarias existentes en la región.

Caracteriza a la zona considerada en el presente trabajo (figura 1) la restringida distribución regional de afloramientos de rocas más antiguas que el Neógeno. Si se exceptúa el territorio uruguayo, los mismos se reducen a las Sierras Australes y Septentrionales bonaerenses y la isla de Martín García.

Por este motivo, la interpretación explicada en las páginas que siguen se basa fundamentalmente en datos de subsuelo. Solamente parte de éstos ha sido accesible al autor como información primaria; líneas sísmicas de reflexión, pruebas de refracción, perfiles eléctricos y muestras de pozos exploratorios de hidrocarburos. Este material fue obtenido en las operaciones realizadas a partir de 1968 por empresas petroleras en la plataforma continental adyacente a la provincia de Buenos Aires y en zonas emergidas al sur del río Salado.

En un artículo anterior se presentó una interpretación geológica regional de estos trabajos (Zambrano, 1971).

Los restantes datos geofísicos y gran parte de los geológicos de subsuelo se recolectaron en trabajos efectuados por YPF; se publicaron en años recientes

interpretaciones de los mismos que incluyen espesores y velocidades de horizontes sísmicos, profundidades de formaciones, etc. (Padula y Mingramm, 1967; Padula, 1972; Braccini, 1972; Zambrano y Urien, 1970).

En resumen, para preparar el presente trabajo, se utilizó el siguiente material:

1. Perfiles eléctricos y descripciones de muestras de pozos exploratorios de hidrocarburos perforados en la plataforma continental argentina, y en las provincias de Buenos Aires, Río Negro, Entre Ríos y República Oriental del Uruguay. Solamente en el territorio argentino considerado en este artículo existen 15 de estos sondeos.

2. Descripciones de muestras de pozos de agua subterránea.

3. Resultados de pruebas de refracción efectuadas por el Observatorio Geológico Lamont-Doherty, de la Universidad de Columbia, Nueva York, conjuntamente con el Servicio de Hidrografía Naval argentino en la plataforma continental de nuestro país, y por la institución mencionada en primer término, en la plataforma continental uruguaya.

4. Líneas sísmicas de reflexión relevadas por diversas empresas exploradoras de hidrocarburos en la provincia de Buenos Aires y plataforma continental adyacente.

5. Pruebas de refracción realizadas por YPF en el área estudiada publicadas en diversos trabajos.

6. Datos geológicos de superficie dados a conocer en diferentes publicaciones que figuran en la lista bibliográfica a final del presente artículo.

## 2. CRITERIOS EMPLEADOS PARA DELIMITAR LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS

Para la preparación del mapa isopáquico representado en la figura 2, se consideró como cuencas sedimentarias a aquellas áreas de la corteza terrestre donde existen actualmente grandes volúmenes de sedimentos con diversos grados de consolidación y litificación, pero sin metamorfismo, y cuyo espesor, en líneas generales, aumenta de la periferia a las partes centrales.

Se adoptó asimismo la subdivisión que realizó Levorsen (1956), al diferenciar dos grupos de cuencas sedimentarias sobre la base del tectonismo experimentado por las mismas: cuencas deposicionales y estructurales. Las primeras son aquéllas cuya forma y extensión no evidencian haber variado, en sus grandes rasgos, desde la formación de la cuenca. Las cuencas estructurales, por el contrario, debido a procesos tectónicos, han sufrido importantes cambios en su forma y extensión a lo largo de su historia geológica.

De lo expresado se desprende que en los bordes de las cuencas estructurales frecuentemente se encontrarán sedimentos depositados en zonas originalmente situadas en las partes centrales de la cuenca o alejadas de la periferia de la misma.

Los eventos tectónicos podrán también causar la división de una cuenca deposicional en dos o más cuencas estructurales por formación de dorsales de basamento. Si el ascenso de éstas es poco pronunciado, la separación será incompleta y se originarán subcuencas.

Es frecuente el caso que en un área se superpongan dos o más cuencas sedimentarias, como ocurre con las cuencas devónica y permocarbonífera del noroeste argentino, o con las permo-jurásicas y cretácicas en la Patagonia. En estos casos, se habla de cuencas compuestas.

De lo expresado puede deducirse que aquellas áreas donde existan rocas de

origen sedimentario fuertemente plegadas o con diversos grados de metamorfismo no se considerarán como integrantes de cuencas sedimentarias en el presente trabajo.

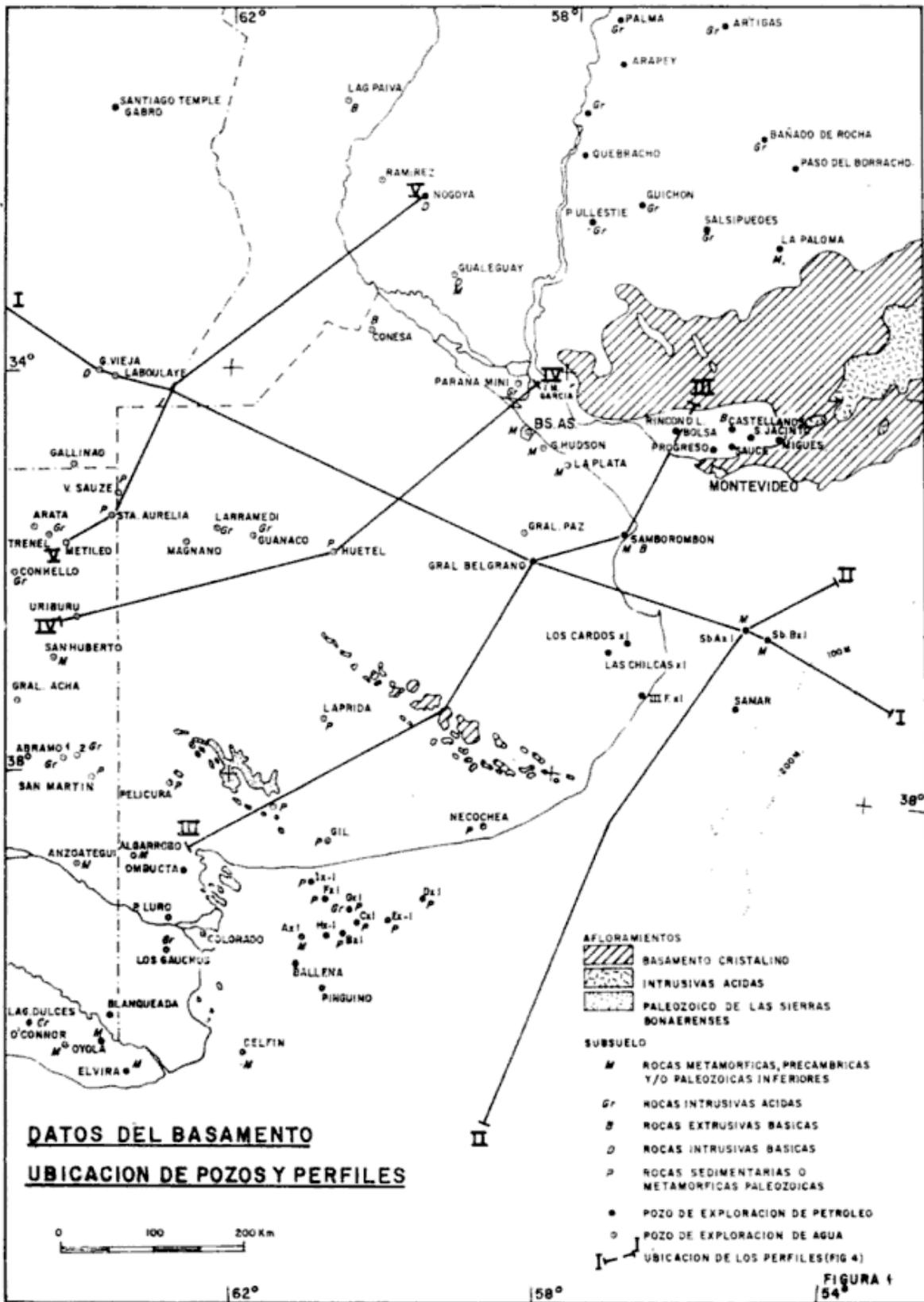
Sobre la base de estos criterios se interpretaron los datos geológicos y geofísicos disponibles. La elaboración de los mismos se representa en las figuras 2, 3 a, 3 b y 4.

La figura 2 muestra las isopacas del relleno sedimentario no metamorfozado. Donde falta información geológica de subsuelo, se tomó como indicación de metamorfismo a la velocidad de onda sísmica igual o superior a los 5 km/seg. Al alcanzar este valor de propagación cualquier roca sedimentaria está fuertemente compactada y ha sufrido cambios mineralógicos. La porosidad se torna muy reducida. En estas condiciones se adquieren propiedades sísmicas similares a las mostradas por las rocas ígneas y metamórficas del basamento. Por otra parte, la mayor parte de las sedimentitas con velocidades de 5 km/seg presenta indicios de metamorfismo incipiente.

Este criterio tiene, además, un fundamento práctico. Salvo casos excepcionales, las rocas con porosidades muy bajas pierden interés desde el punto de vista de la prospección de hidrocarburos o aguas subterráneas. Por este motivo, en los trabajos exploratorios de dichos fluidos, a tales rocas, sean ígneas, sedimentarias o metamórficas, se las considera como basamento técnico o económico de la cuenca.

Las figuras 3 a y 3 b muestran la distribución en el subsuelo de las principales unidades litoestratigráficas de edad paleozoica y mesozoica conocidas hasta el presente. En muchos casos, los límites de las mismas son solamente tentativos, mientras que en otros están avalados por información muy confiable<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Por razones de claridad de dibujo no se indicó en la figura 3 b la extensión en subsuelo de los sedimentos suprajurásicos a infracretácicos en la cuenca de Santa Lucía



Se indica también la distribución probable en el subsuelo de las rocas sedimentarias paleozoicas plegadas y metamorfizadas que afloran en las sierras bonaerenses y su posible vinculación con las existentes en la cuenca del Paraná. En ambas figuras se muestra la ubicación de las principales fallas comprobadas o inferidas hasta el presente.

La figura 4 expone en forma esquemática las relaciones verticales entre las principales unidades que integran el relleno sedimentario de las distintas cuencas.

La figura 5 es un plano estructural cuyas isobatas corresponden al tope de los sedimentos marinos de edad miocena o pliocena, llamados Formación Paraná por muchos investigadores. Excluyen, por lo tanto, a los sedimentos marinos acumulados cerca de la actual costa atlántica y en la plataforma submarina y de edad más reciente. El objeto de este mapa es utilizar las líneas isobáticas como indicadores de la situación de los bloques de basamento elevados o hundidos, tema que se tratará más ampliamente en la parte estructural.

### 3. BASAMENTO

Como se indicó previamente, en el presente trabajo se considera como basamento al conjunto de unidades litoestratigráficas cuya velocidad de onda es igual o superior a 5 km/seg.

En el estado actual de los conocimientos sobre el área, el basamento queda integrado por las siguientes unidades, cuya ubicación se indica en la figura 1.

—donde ocupan un área aproximadamente coincidente con la ocupada por los de edad cretácica media superior— ni en las del Salado, Colorado, Macachín y Plata Este, en las cuales es posible la existencia de intervalos de las edades indicadas en primer término, posibilidad señalada en el esquema cronológico y más adelante en el texto.

1. Rocas metamórficas precámbricas, como las aflorantes en Uruguay meridional y Sierras Septentrionales Bonaerenses. Diversas determinaciones radimétricas confirman la edad pre-paleozoica de estas rocas, entre las cuales figuran las más antiguas datadas hasta el presente en territorio argentino (Zambano y Urien, 1970).

2. Rocas intrusivas ácidas, halladas tanto en afloramientos (Uruguay, Sierras Australes y Septentrionales) como en pozos, donde generalmente se las ha descrito como granitos.

Se han efectuado diversas dataciones radimétricas en rocas graníticas de las Sierras Australes (Cingolani y Varela, 1973).

Los granitos aflorantes en Aguas Blancas y Las Lomitas así determinados como precámbricos o eopaleozoicos; en dos muestras se obtuvieron 598 y 574 millones de años respectivamente. En los granitos situados en la localidad de López Lecube se obtuvieron edades rubidio-estroncio de 225 y 240 millones de años, por lo que su intrusión se habría producido entre el Pérmico y el Triásico.

El sitio más próximo al área donde se han datado intrusivas ácidas como eotriásicas es el pozo Lagunas Dulces 1, ubicado en la parte nororiental de la provincia de Río Negro, como lo indica la figura 1 (Stipanovic, 1967).

3. Rocas efusivas. En las Sierras Australes se han datado edades rubidioestroncio de 348 y 317 millones de años en las riolitas aflorantes en La Mascota y La Ermita, cuya edad sería entonces devónica superior o carbónica inferior. Según Harrington (1970, 1972), rodados de dichas vulcanitas ácidas forman parte de los conglomerados de la Formación Lola, asignada por dicho autor al Silúrico. En el estado actual de los conocimientos no es posible expedirse sobre el problema así planteado, cuya resolución posiblemente se obtendrá con estudios tectónicos detallados.

No se han hallado en el área que nos ocupa rocas efusivas o piroclásticas per-

mo-jurásicas similares a las existentes en las regiones patagónica y cuyana, si bien, según Salso (1966) un sondeo perforado en Trenel (La Pampa) encontró en su fondo un pórfiro granítico para el cual dicho autor no descarta una edad triásica (figura 1).

4. Sedimentitas plegadas y metamorfizadas paleozoicas, aflorantes en las Sierras Bonaerenses, y encontradas en diversos pozos, cuya ubicación se indica en la figura 1. Dichos depósitos se acumularon en una extensa cuenca sedimentaria, cuya extensión original no es posible reconstruir con los datos actualmente disponibles y cuya extensión mínima en el subsuelo es aproximadamente la señalada en la figura 3a. En el presente trabajo esta cuenca se denominará de las Sierras Bonaerenses, en razón de que diversos sondeos perforados entre las Sierras Septentrionales y las Australes (figura 1) muestran los depósitos paleozoicos a escasa profundidad, de manera que debe existir en el subsuelo una continuidad de dichas sedimentitas entre ambos sistemas crográficos.

Los trabajos de Harrington (1970, 1972) y Holmberg (1972) proporcionan una panorámica actualizada de las condiciones geológicas imperantes en los afloramientos existentes en dichas sierras.

Según el primer autor la cuenca sedimentaria paleozoica fue plegada como resultado de una sola fase tectónica que habría acaecido durante el jurásico. Esta asignación es tentativa y se basa en consideraciones geológicas regionales, ya que el plegamiento pudo haber ocurrido entre el Pérmico superior y el Terciario superior.

De acuerdo con la datación rubidio-estroncio del granito de López Lecube (Cingolani y Varela, 1973), dicho evento tectónico habría tenido lugar a fines del Pérmico o principios del Triásico. Se apoya esta interpretación en el hecho de no observarse indicaciones de dinamometamorfismo en esa roca intrusiva, que, como se dijo precedentemente, se

determinó como permo-triásica. Con estos antecedentes los mencionados autores concluyen que el emplazamiento del granito fue posterior al plegamiento, puesto que parece muy poco probable que un proceso tectónico de la intensidad del observado en las Sierras Australes no hubiera afectado a esa roca intrusiva, ubicada unos 40 km al oeste de los afloramientos paleozoicos.

Como consecuencia del plegamiento o de episodios posteriores se originaron además varios sistemas de diaclasas. Quizás estas últimas vinculadas a los movimientos que, a fines del Jurásico o principios del Cretácico, fracturaron el basamento del área y dieron origen a las cuencas cretácicas y cenozoicas.

En las Sierras Australes el sistema de diaclasas más conspicuo en fotografías aéreas y tomadas desde satélites tiene dirección este-oeste. Reviste especial interés la zona de fracturas de esa dirección que se observa en el Abra de la Ventana en dichos fotogramas, localidad donde Amos y Urien (1968) hallaron indicaciones de una falla. Para algunos autores, esta diaclasas con rumbo este-oeste pueden corresponder a fallas de desplazamiento lateral incipiente.

La cuenca paleozoica de las Sierras Bonaerenses finalizó su existencia al plegarse los materiales acumulados en la misma. Como consecuencia de ello, las sedimentitas adquirieron velocidades sísmicas superiores a los 5 km/seg (Zambrano, 1972). Por esta causa no es posible, en las pruebas de refracción realizadas hasta el presente, diferenciar estas rocas del basamento precámbrico.

Como se dijo precedentemente, se han descrito sedimentitas asignadas al Paleozoico, por su semejanza litológica con las aflorantes en las Sierras Australes, en diversas perforaciones, tanto en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires como en la plataforma continental (figura 1). En Laprida aparecieron a 150 metros y en Huetel a 304 metros de profundidad.

En líneas sísmicas de reflexión relevadas por cuenta de las empresas Phillips y Hunt en la plataforma continental aparecen también indicaciones de sedimentos plegados debajo de la cubierta cretácica.

Con estos datos puede reconstruirse en parte la extensión de esta antigua cuenca. Hacia el este de las Sierras Australes, los materiales paleozoicos yacen bajo una delgada cubierta cenozoica. Las rocas paleozoicas que afloran en las Sierras Septentrionales muy probablemente pertenecen a la misma cuenca sedimentaria, como se señaló precedentemente.

Hacia el sudeste, esta cuenca continúa bajo la plataforma continental. Aquí no pueden precisarse sus límites, debido a la ya mencionada dificultad para distinguirlos, en las líneas sísmicas, de los materiales prepaleozoicos. Como lo muestra la figura 3 a, es muy probable que se extienda hasta el borde continental.

En dirección noroeste, como se esboza tentativamente en la mencionada figura, puede existir en el subsuelo una conexión con la cuenca del Paraná, si bien faltan datos que permitan dar más apoyo a esta hipótesis, sugerida por los lineamientos estructurales observados en las zonas aflorantes. Es posible que, al aproximarse en esta dirección a zonas tectónicamente menos perturbadas, se reduzca la intensidad del plegamiento de las rocas paleozoicas, concomitantemente con sus velocidades sísmicas. En este caso, sería factible identificar a estos materiales en el subsuelo en pruebas de refracción y líneas de reflexión.

Con nuestros actuales conocimientos no es posible estimar confiablemente la extensión y volumen sedimentario que tenía esta cuenca al iniciarse su plegamiento.

Debe destacarse la singularidad estructural de esta área. Es la única, en el continente sudamericano, donde se ha observado una zona intensamente plegada, con metaforfismo de sus sedimentos, alejada de la región andina, si

se exceptúan las áreas con rocas precámbricas.

#### 4. CUENCAS SEDIMENTARIAS

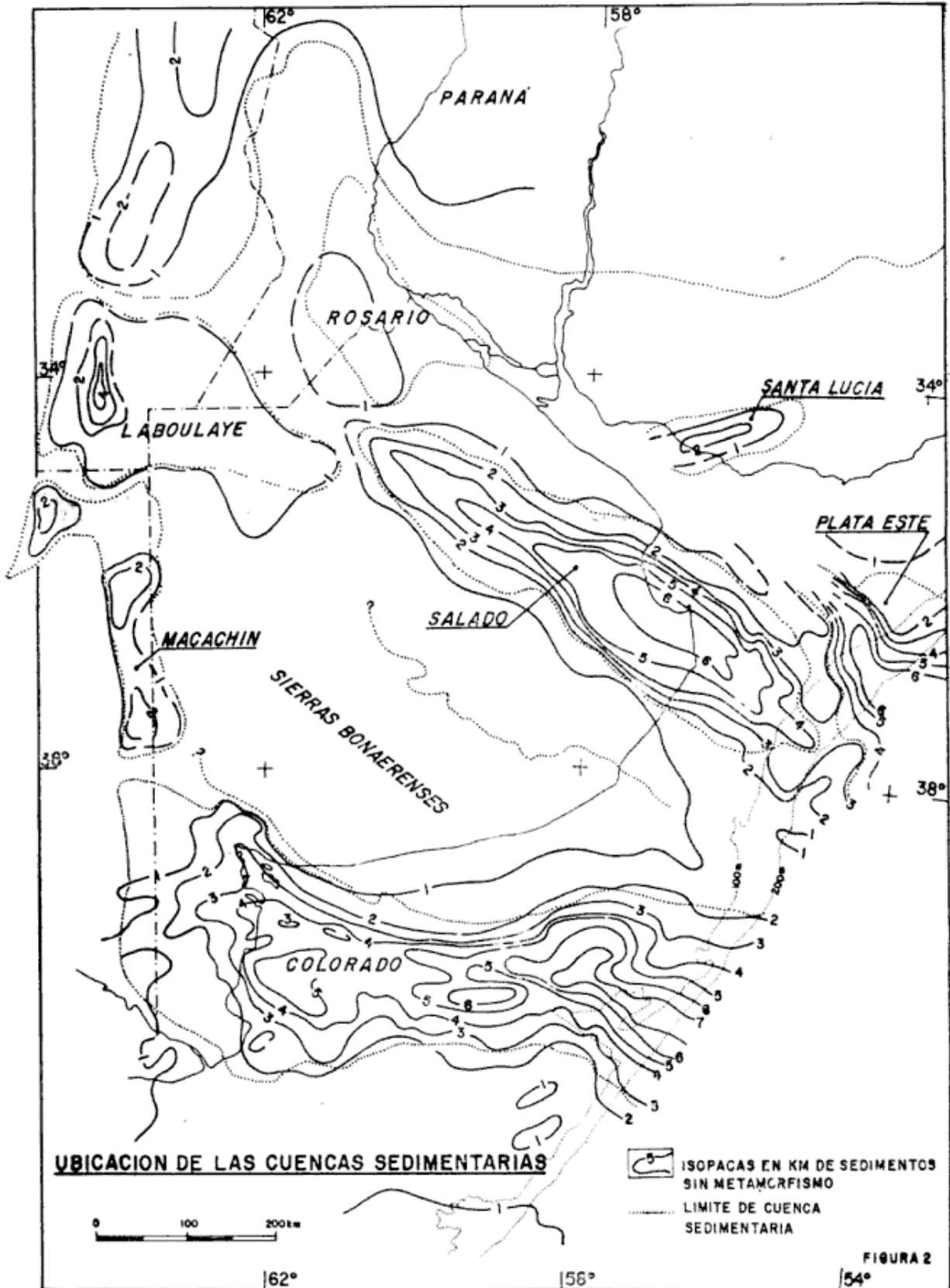
Se considerarán brevemente los rasgos geológicos y estructurales más salientes de las cuencas sedimentarias descubiertas en la región que nos ocupa. En el cuadro cronológico adjunto se indican las edades comprobadas o inferidas de las principales unidades sedimentarias y los períodos de erosión o no deposición de sedimentos en cada cuenca. Se señalan asimismo, como hipótesis de trabajo, las edades que pueden tener los sedimentos que se encuentran en las partes poco conocidas de las mismas. Dichas hipótesis se basan en los conocimientos que actualmente se tienen sobre cuencas sedimentarias ubicadas en las márgenes brasileñas y africanas del Atlántico Sur.

En el cuadro figuran también los ambientes deposicionales comprobados o inferidos.

Obsérvese el cambio de escala para los tiempos paleozoicos, arbitrio al que se debió recurrir por razones de espacio.

##### 4.1. CUENCA DEL PARANÁ

Desarrollada en su mayor parte en territorio brasileño, esta cuenca sedimentaria abarca también el noroeste del Uruguay, este del Paraguay y nordeste argentino. Sus bordes austral y occidental están ocultos bajo la cubierta cenozoica. Según lo muestran los trabajos de subsuelo realizados bajo la dirección de A. Mingramm, publicados en sucesivos artículos (Padula y Mingramm, 1967 a y b, 1968; Padula, 1972), así como los datos aportados por Bracaccini (1972), la cuenca del Paraná llega hasta el sur de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos (figura 2). Hacia el sudoeste, limita con las Sierras Pampeanas más orientales; por ende, se tiene aquí un



borde estructural, determinado por fallas inversas. Por el sur, esta cuenca se extiende hasta el umbral de Martín García (Padula y Mingramm, 1967), conjunto de bloques positivos del basamento. Por consiguiente, también aquí existe un borde estructural, determinado por las fallas que dieron origen a dichos bloques.

En el centro de la Provincia de Santa Fe existe otro umbral, que puede ser una prolongación del de Martín García, orientado de norte a sur., y cuya existencia surge, no sólo del plano isobático del tope del Terciario superior marino (figura 5), sino también de los planos isopáquicos publicados en los trabajos de Padula y Mingramm ya mencionados. En el estado actual de los conocimientos, no puede asegurarse que aquí exista un borde de cuenca deposicional, como podría suponerse al observar esos mapas. El estilo tectónico del área hace igualmente factible la posibilidad de un límite estructural.

Lo expresado permite concluir que, contrariamente a lo observado en la mayor parte de las porciones brasileña, uruguaya y paraguaya de la cuenca del Paraná, en el área que nos ocupa, los límites de la misma estarían determinados por líneas tectónicas.

Posiblemente este límite sudoccidental sea un resultado de los movimientos que dieron lugar a la estructura de bloques de las Sierras Pampeanas; al elevarse estos últimos para formar las cadenas montañosas se destruyó cualquier conexión entre la cuenca del Paraná y las paleozoicas del oeste argentino que pudiera haber existido.

De acuerdo con los datos disponibles, en la parte sur de la cuenca y dentro del área considerada en el presente trabajo, puede encontrarse la siguiente columna sedimentaria:

1. Sedimentos neocarbonicos y pérmicos, fluviales, lacustres y muy probablemente glaciales, pertenecientes a las Formaciones Sachayoj y Charata o similares a éstas. Intervalos de esta edad

se comprobaron en los pozos Santiago Temple (Córdoba) y Nogoyá (Entre Ríos), próximos a la región estudiada.

2. Sedimentos triásicos, depositados en ambiente continental bajo condiciones predominantemente oxidantes, afines a los que integran las Formaciones Buena Vista y Laboulaye (Padula, 1972).

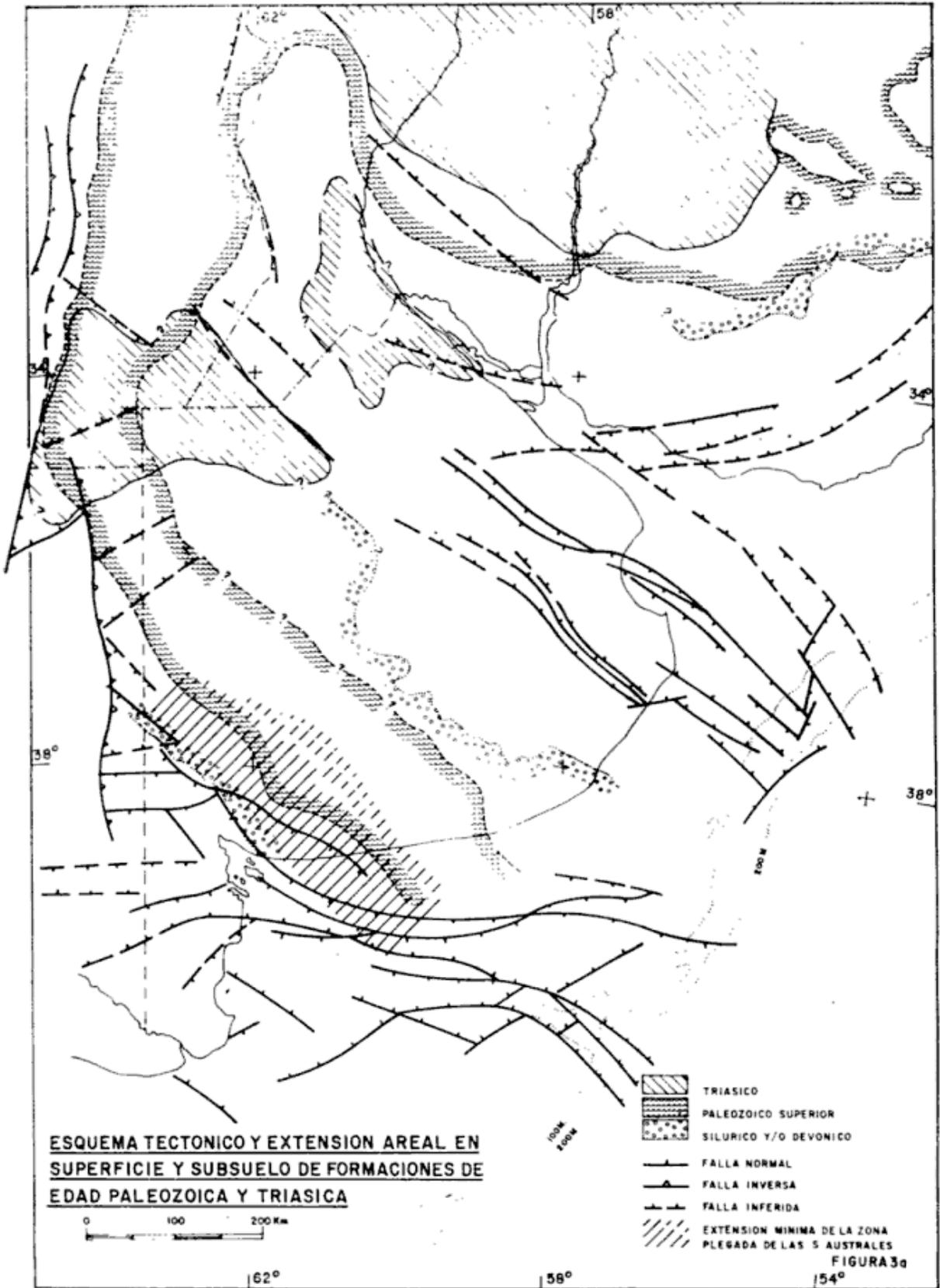
3. Depósitos continentales en ambientes oxidantes, de edad cretácica inferior, comparables con las Formaciones San Cristóbal o Tacuarembó, alternantes con rocas efusivas básicas. La presencia de estas últimas en el área está comprobada.

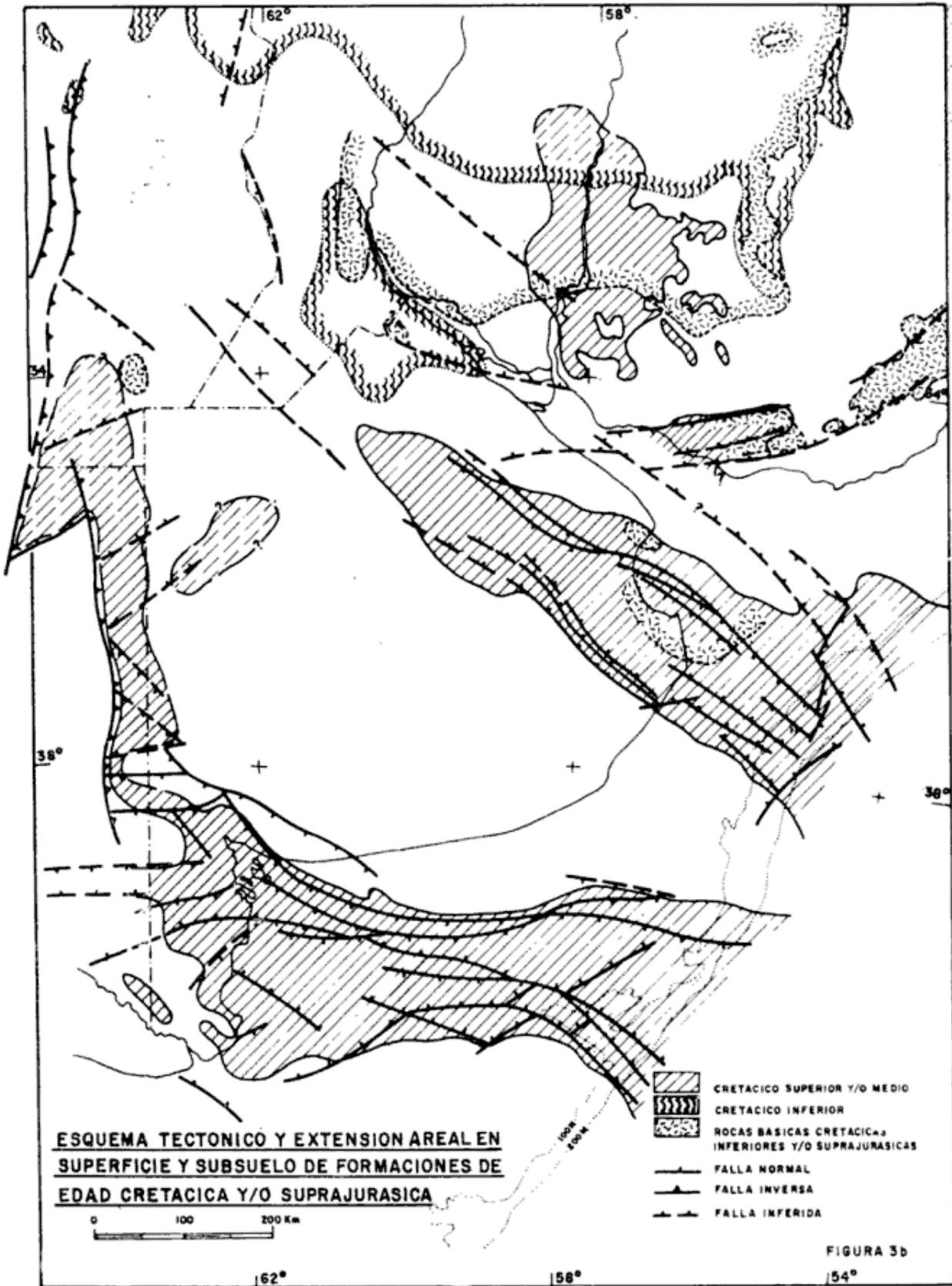
4. Sedimentos continentales, en parte lacustres, y que en la zona podrían tener intercalaciones marinas localmente, comparables a la Formación Mariano Boedo (Bracaccini, 1972) cuya edad se estima cretácica superior a paleozoica sobre la base de correlaciones regionales.

5. Cubierta cenozoica, integrada por depósitos marinos y continentales, probablemente neógena en su totalidad.

En gran parte de la porción argentina de la cuenca del Paraná existen en el subsuelo efusivas básicas, generalmente clasificadas como basaltos, de edad cretácica inferior según dataciones radimétricas, además de diabasas suprajurásicas, también datadas radimétricamente. La distribución areal de estas rocas, de acuerdo con la información actualmente disponible, se indica en las figuras 3 a y 3 b; las mismas cubren o intruyen las secuencias paleozoicas y triásicas.

Los pozos perforados por Kerr McGrec, cerca de la ensenada de Samborombón y por Gas del Estado en Conesa, a pocos km de San Nicolás (figura 1), hallaron rocas basálticas debajo de sedimentos, cretácicos en el primer caso y cenozoicos en el segundo. Con ello se demuestra que la extensión areal de estas rocas básicas es mayor que la indicada en el trabajo de Padula y Mingramm (1967) y que trasciende los





límites de la cuenca del Paraná. Por otra parte las pruebas de refracción efectuadas en la plataforma continental frente a la ensenada de Samborombón (Ewing y otros, 1963; Zambrano y Urien, 1970) muestran incrementos de velocidades en la capa sísmica "D", horizonte que se interpreta como integrado por sedimentitas cretácicas inferiores o medias. Es posible que estas mayores velocidades indiquen la presencia de estas rocas efusivas en el área.

La existencia de esta cubierta basáltica hace difícil la exploración de grandes extensiones de la cuenca del Paraná por métodos sísmicos y con ellos la interpretación de las condiciones estructurales de las secuencias paleozoicas y triásicas.

No obstante, en el área estudiada existe información suficiente como para poder inferir un basamento fracturado en bloques por fallas normales, cuyos rumbos predominantes son aproximadamente NW-SE y NE-SW, fallas que controlan el comportamiento estructural de la cubierta sedimentaria. De acuerdo con la magnitud de los desplazamientos producidos en las mismas, dicha cubierta estará subhorizontal, levemente plegada, o fracturada (figura 4).

#### 4.2. CUENCA DE LABOULAYE

La existencia de esta cuenca en el noroeste bonaerense y sudeste cordobés se comprobó con diversas perforaciones efectuadas en la zona, sondeos cuya ubicación se indica en la figura 1, y con las pruebas sísmicas de refracción realizadas por YPF, conocidas a través de los trabajos publicados por Padula y Mingramm (1968) y Padula (1972).

Los pozos perforados en el sur de Córdoba (Guardia Vieja, Laboulaye, El Gallinao, Levalle y otros) encontraron, debajo de la cubierta cenozoica, rocas efusivas básicas y sedimentos continentales, depositados en condiciones predominantemente oxidantes, que recibieron la denominación informal de "Paganzo" por los primeros geólogos que los descri-

bieron. La mayor parte de estos materiales se llamó después "Formación Laboulaye" (Padula, 1972) y se asignó tentativamente al Triásico superior, no sólo por su contenido tobáceo, sino por otras afinidades litológicas con depósitos triásicos de la cuenca del Paraná, y del oeste argentino.

En el trabajo de Padula (1972) se indica que la Formación Laboulaye está integrada por tres intervalos, en el pozo perforado en la localidad de ese nombre; el más somero se encuentra, en dicho sondeo, entre 558 y 655 metros de profundidad; el intermedio entre 655 y 782 metros, y el más profundo entre este último valor y el fondo (1053 metros). Según las descripciones, el intervalo inferior es muy rico en materiales piroclásticos, no así los dos superiores.

La asignación de estos estratos tobáceos al Triásico parece fuera de cuestión y puede afirmarse lo mismo con los situados entre 655 y 782 metros de profundidad, debido a las notorias afinidades litológicas con la Formación Buena Vista de la cuenca del Paraná mencionadas por Padula (op. cit.) cuya edad triásica está demostrada por estudios regionales (Padula y Mingramm, 1968).

Las descripciones publicadas del intervalo más alto de la Formación Laboulaye, no sólo no mencionan materiales piroclásticos, sino que de las mismas pueden inferirse ciertas analogías litológicas con las Formaciones Arata, de la cuenca Macachín, y Fortín, desarrollada en la del Colorado. Ambas unidades se asignan, sobre la base de datos sísmicos y correlaciones regionales, al Cretácico inferior o medio. Por lo tanto, no puede descartarse esta edad para la parte más alta de la Formación Laboulaye.

La existencia de sedimentos permocarbónicos en esta cuenca puede suponerse de los datos sísmicos de refracción, puesto que no se tiene conocimiento de ningún pozo perforado en la misma que haya alcanzado al basamento



(Padula, 1972). De existir estos materiales paleozoicos debajo de la Formación Laboulaye, serían la conexión entre la cuenca de las Sierras Bonaerenses y la del Paraná, hipótesis esbozada en la figura 3 a.

De acuerdo con lo expresado, puede esperarse la siguiente columna estratigráfica en la cuenca que nos ocupa.

1. Basamento cristalino precámbrico a paleozoico inferior, probablemente con intrusiones más modernas.

2. Sedimentitas permocarbónicas, depositadas en ambientes fluviales, lacustres o glaciares, similares a las existentes en la cuenca del Paraná.

3. Formación Laboulaye, de edad triásica superior, excepto su intervalo más alto, que podría haberse depositado en el Cretácico inferior o medio. En este caso habría una laguna deposicional que abarcaría todo el Jurásico, al igual que en la cuenca del Paraná entre las Formaciones Santa María (triásica superior) y Botucatú (cretácica inferior).

4. Cubierta cenozoica casi seguramente formada por sedimentos marinos y continentales de edad miocena, pliocena y cuaternaria. Sin embargo, no puede descartarse totalmente la posibilidad de que existan en el subsuelo de esta cuenca, localmente, depósitos cretácicos superiores o paleocenos vinculados a la Formación Mariano Boedo, de la cuenca del Paraná, o al Grupo Chical (cuenca del Salado).

Con la información actualmente disponible, puede estimarse que la cuenca de Laboulaye abarca unos 42.00 km<sup>2</sup> de extensión, con un relleno sedimentario que ocuparía unos 60.000 km<sup>3</sup>.

Como se indica en las figuras 2, 3 a y 4, es una cuenca estructural, que probablemente formó parte de la del Paraná en tiempo paleozoicos y triásicos. Al fracturarse el basamento cristalino, evento que puede ubicarse a fines del Jurásico o principios del Cretácico sobre la base de datos regionales cada vez más numerosos, se produjo la separación estructural de ambas cuencas. Con-

comitantemente con ese fallamiento tuvieron lugar efusiones e intrusiones de rocas básicas, comprobadas en diversos pozos.

Hacia el oeste, la cuenca de Laboulaye está limitada por fallas de rumbo aproximado norte sur, reveladas por varios pozos de agua, como el de Buena Esperanza (provincia de San Luis), que muestran el basamento metamórfico a pocas decenas de metros de profundidad. El conjunto de datos de perforaciones y sísmicos de refracción señalan que en esta zona existe un estilo estructural de bloques de basamento alargados de norte a sur, casi siempre separados por angostas áreas sedimentarias generalmente orientadas paralelamente a dichos bloques. Este cuadro estructural continúa en la provincia de La Pampa, posiblemente hasta las proximidades del río Colorado, como se sugiere en las figuras 3 a y 3 b, siempre sobre la base de interpretaciones de datos de subsuelo.

De acuerdo con lo expresado, el estilo tectónico de esta zona ubicada al oeste de la cuenca de Laboulaye indicaría la prolongación sur, en subsuelo, de las Sierras Pampeanas. En este caso, las fallas norte-sur que configuran este límite occidental serían inversas, y se trataría de fracturas formadas principalmente durante el Terciario superior, como consecuencia de la fuerzas compresionales que dieron origen a la actual estructura de dichas sierras.

#### 4.3. CUENCA DE ROSARIO

La existencia de esta cuenca sedimentaria surge de los datos proporcionados por YPF en el sur de Santa Fe, publicadas por Padula (1972), y por el pozo por las pruebas de refracción realizadas perforado por Gas del Estado en las vecindades de Conesa, a unos 5 km al SW de San Nicolás (figura 1).

Como ya se mencionó, este sondeo de unos 800 metros de profundidad reveló la presencia, debajo de la cubierta cenozoica, de basaltos similares a los ha-

llados en superficie y subsuelo de la cuenca del Paraná, datados en esta última por métodos radimétricos como cretácicos inferiores.

Con estos pocos datos ha sido posible delimitar la cuenca que llamaremos de Rosario, con unos 20.000 km<sup>2</sup> de extensión y unos 30.000 km<sup>3</sup> de volumen sedimentario. De acuerdo con la interpretación presentada en el trabajo de Padula (op. cit.) se tendría la siguiente columna estratigráfica:

1. Cubierta cenozoica, integrada por sedimentos continentales y marinos con velocidades sísmicas entre 1,5 y 2,5 km/seg.

2. Sedimentos triásicos que serían similares a la Formación Laboulaye por sus velocidades de 4,4 a 4,9 km/seg.

3. Basamento cristalino, probablemente precámbrico.

Según esta publicación, los basaltos cretácicos tendrían una distribución areal restringida en esta cuenca (pag. 223) y estarían ausentes en la mayor parte del subsuelo de la misma.

En el presente artículo se presenta una interpretación alternativa, al considerar que la capa sísmica con velocidades de 4,4 a 4,9 km/seg representa esencialmente a esos basaltos, con sedimentos interpuestos entre las distintas coladas, al igual que lo observado en la cuenca del Paraná. Estas intercalaciones serían similares a las Formaciones San Cristóbal y Tacuarembó que ocupan amplias áreas en las porciones argentina y uruguayana de esta última.

En apoyo de esta interpretación citaremos, no solamente los basaltos del pozo de Conesa, sino también el perfil publicado por Padula (1972, pág. 226) donde la mencionada capa sísmica se encuentra a profundidades similares a las que se hallaron estas rocas en el nombrado sondeo. En la vecina cuenca del Paraná aparecen rocas basálticas correlacionables con dicho horizonte sísmico en Nogoyá y otros pozos. Por otra parte, estas efusivas básicas generalmente muestran velocidades entre 4 y

5 km/seg en regiones de características estructurales a la que nos ocupa.

Con estos antecedentes, se propone la siguiente interpretación de los pocos datos disponibles sobre la estratigrafía de la cuenca de Rosario:

1. Cubierta cenozoica.

2. Rocas basálticas eocretácicas, sin descartar que en parte fueran suprajurásicas, con sedimentos continentales intercalados. Estas rocas enmascaran, en las líneas sísmicas de refracción o reflexión, cualquier relictos de sedimentos paleozoicos o triásicos que pudiera existir en el subsuelo.

3. Basamento cristalino.

Los cambios de espesor observados en los horizontes sísmicos indican que el basamento está fracturado, tal como la señala Padula (op. cit.). El origen de la cuenca de Rosario, como unidad geológica independiente de la de Paraná, debe atribuirse a los movimientos verticales de los bloques formados a consecuencia de ese fallamiento. Por lo tanto, se trata de una cuenca estructural (figuras 2, 3 a y 3 b).

En el estado actual de nuestros conocimientos, los eventos tectónicos que condujeron a la formación de la misma parecen haber sido aproximadamente contemporáneos a los que originaron la cuenca de Laboulaye, o sea que se los puede ubicar a fines del Jurásico o principios del Cretácico. Los datos disponibles permiten inferir reactivaciones de las fallas del basamento durante el Cretácico y Cenozoico, pero no existen mayores indicios de que las fracturas hayan afectado a los terrenos terciarios y cuaternarios.

#### 4.4. CUENCA DEL SALADO

Es una de las mejor conocidas del área; se han perforado en la misma 8 pozos exploratorios de hidrocarburos, tres de ellos costa afuera, además de numerosos sondeos para agua subterránea, tanto en el inferior de la cuenca como en sus bordes.

Se han llevado a cabo numerosos trabajos sísmicos en la misma; comprenden las pruebas de refracción realizadas por YPF en tierra firme, y por el Observatorio Geológico Lamont y el Servicio de Hidrografía Naval argentino en la plataforma continental; comprenden, también, importantes relevamientos de reflexión, realizados por YPF y las empresas petroleras Astra y Signal en tierra firme, y por Esso, Shell, Unión Oil y Sun Oil en la plataforma continental. Se cubrieron en total unos 2.700 km de líneas en tierra firme y 8.300 costa afuera.

Con esta información es posible delimitar bastante bien a la cuenca y conocer la naturaleza de sus bordes. Puede estimarse su extensión en unos 70.000 km<sup>2</sup>, 44.000 de ellos en tierra firme y 26.000 en la plataforma continental. Las estimaciones de volumen sedimentario, respectivamente, son 260.000, 160.000 y 100.000 km<sup>3</sup>, valores que incluyen a la cubierta cenozoica.

Los límites norte, sur y este de la cuenca del Salado están constituidos por fallas directas, a veces de varios km de rechazo vertical (figuras 3 a, 3 b y 4), comprobadas por datos de subsuelo en su mayor parte. Este fallamiento ha dado origen a áreas positivas integradas por bloques de basamento que están cubiertos por pocas decenas o centenares de metros de sedimentos cenozoicos y que afloran en la isla de Martín García. Se han determinado hasta el presente dos de tales áreas; la primera, llamada por Mingramm "umbral de Martín García", separa la cuenca del Salado de las de Rosario, Santa Lucía y Paraná, mientras que la segunda zona positiva, el "horst" del Plata, se interpone entre la primera cuenca y la del Plata Este (figura 2).

También el límite sudoeste de la cuenca del Salado está determinado por fallas directas, con rechazos algo menores a los indicados precedentemente, que la separan del bloque elevado de basamento constituido por las Sierras Bonaerenses (figuras 3 a y 3 b).

El límite noroeste es el menos conocido, si bien los datos disponibles señalan a esta zona como la que tiene más posibilidades de que en ella se haya conservado el borde deposicional de las secuencias cretácicas.

Donde el basamento ha sido alcanzado por perforaciones se lo ha descrito como integrado por materiales metamórficos, casi seguramente precámbricos, similares a los aflorantes en territorio uruguayo, y en algunos casos, por intrusivas ácidas. La posibilidad de que se hayan conservado relictos e cuencas paleozoicas, integradas por materiales similares a los hallados en las Sierras Septentrionales Bonaerenses o en la cuenca del Paraná parece dudosa, si bien no es factible, con la escasa información obtenida sobre el particular, descartarla totalmente. Las sedimentitas asignadas al Paleozoico en trabajos anteriores, son de edad cretácica, según lo demostraron revisiones litológicas y características sísmicas, como lo explica Bracaccini (1972).

Por encima del basamento se encuentra la siguiente columna estratigráfica:

1. Rocas basálticas, posiblemente cretácicas inferiores o jurásicas superiores en parte, similares a las existentes en la cuenca del Paraná<sup>1</sup>.

2. Sedimentos cretácicos, de los cuales, en la parte profunda de la cuenca, se han perforado unos 2.200 metros (pozos General Belgrano y Las Chilcas) y faltan uno 1.500 a 2.000 metros para llegar al basamento, de acuerdo con datos sísmicos de refracción.

En esta parte desconocida de la columna cretácica, por comparación con otras cuencas sedimentarias situadas en las adyacencias del Atlántico Sur, pueden esperarse depósitos continentales, quizás acumulados en ambientes reduc-

<sup>1</sup> Los máximos gravimétricos determinados en la parte profunda de la cuenca probablemente indican la ubicación de cuerpos intrusivos o extrusivos básicos en el basamento o en los sedimentos cretácicos próximos a éste.

tores en su mayor parte, de edad neocomiana y tal vez jurásica superior.

Los estratos más antiguos alcanzados por el trépano en esta cuenca, según estudios palinológicos, serían de edad no mayor que aptiana. Se depositaron en ambientes oxidantes y están integrados por areniscas finas, limolitas y algunos niveles lutíticos. El conjunto tiene colores rojos, violáceos y marrones. Las areniscas tienden a ser más gruesas en la parte superior.

Diferencias litológicas y de compactación permiten dividir la parte conocida de estos terrenos cretácicos en dos formaciones (Zambrano y Urien, 1970). La inferior, denominada Río Salado en dicho trabajo y cuya litología se resumió en el párrafo precedente, tiene velocidades de onda generalmente iguales o superiores a los 4 km/seg; valores de 4,2 a 4,5 km/seg son frecuentes. El intervalo superior, Formación General Belgrano, es de granometría más gruesa, especialmente en los niveles más altos, donde son comunes areniscas conglomerádicas, de colores rosados, grisáceos o rojizos. El resto de la formación está integrado por areniscas rojo ladrillo o marrones con lutitas rojizas, marrones y, en la parte más alta, grises y verdosas. Abundan las intercalaciones de yeso y anhidrita en las partes media y superior de esta formación. La misma presenta velocidades sísmicas entre 3 y 3,8 km/seg en casi todos los casos.

Por diferencias de litología y compactación entre ambas formaciones, se piensa que entre las mismas puede existir un intervalo erosivo, causado por movimientos intercretácicos, que han afectado a otras cuencas ubicadas sobre las márgenes del Atlántico sur.

Los intervalos más altos de la Formación General Belgrano pasan, en transición litológica, a depósitos marinos de edad maestrichtiana y paleocena, conocidos como Formación Chilcas (Zambrano, 1971).

3. Cubierta cenozoica, que sigue en transición aparente a la Formación Chilcas. Comprende depósitos conti-

mentales a los que se asigna edad eocena a oligocena inferior (Grupo Los Cardos); sedimentos continentales posiblemente oligocenos superiores o miocenos (Formación Fray Bentos); depósitos marinos miocenos (Formación Paraná) y una sucesión de sedimentos marinos y continentales que abarca el resto del Terciario y el Cuaternario. Corresponden a estos terrenos velocidades sísmicas entre 1,8 y 2,5 km/seg en la generalidad de los casos.

Los principales rasgos estructurales de la cuenca del Salado se esquematizan en las figuras 3 a, 3 b y 4. El basamento está fracturado por fallas directas, de las cuales las más importantes tienen generalmente rumbos aproximados ESE-WOW, paralelamente al eje de la cuenca. Existen también fallas más o menos perpendiculares a esa dirección, especialmente en las vecindades del "horst" del Plata. Este último está cubierto parcialmente por una delgada capa cretácica (figuras 3 b y 4), cuyo espesor aumenta hacia el sur, pero igualmente existe una separación casi completa entre las cuencas del Salado y del Plata Este, como lo indica la figura 4.

En pocos casos las fallas llegan a dislocar las capas cenozoicas, que se encuentran subhorizontales, con muy leve buzamiento regional hacia el eje de cuenca. Hacia los bordes de esta última, los terrenos terciarios se disponen transgresivamente sobre los cretácicos; ello indica que en tiempos cenozoicos se fue reduciendo paulatinamente la extensión de los asomos del basamento.

#### 4.5. CUENCA DEL PLATA ESTE

Está íntegramente desarrollada en la plataforma continental. Hacia el sudeste llega al talud, mientras que al sudoeste y oeste el "horst" del Plata la separa de la cuenca del Salado. No están definidos los límites norte y noroeste de esta cuenca. La única información disponible en esta zona consiste en las pruebas de refracción del observatorio geológico Lamont-Doherty, cuya

ubicación no permite definir dichos bordes. Posiblemente las líneas sísmicas de reflexión relevadas por la Compagnie Générale de Geophysique para la empresa estatal uruguaya a cargo de la exploración de hidrocarburos permitan aclarar esta cuestión, pero los resultados de dicho trabajo se han mantenido confidenciales. Por este motivo no se conocen las relaciones de esta cuenca con la de Santa Lucía (figuras 2 y 3b), pero es posible que exista una vinculación entre ambas.

La parte conocida de la cuenca del Plata Este tiene unos 20.000 km<sup>2</sup> de extensión con unos 70.000 km<sup>3</sup> de sedimentos, incluyendo el relleno cenozoico.

Como aún no se han efectuado perforaciones, todos los datos referentes a esta cuenca son geofísicos. Los resultados de refracción publicados (Ewing y otros, 1963; Ludwig y otros, 1968; Leyden y otros, 1971) indican un espesor sedimentario que supera los 7 km en las proximidades del borde continental (figura 2). Si se comparan las velocidades sísmicas de estos materiales con las registradas en la cuenca del Salado, puede esperarse la columna sedimentaria esquematizada tentativamente en el cuadro cronológico y resumida a continuación:

1. Basamento metamórfico e intrusivo precámbrico, posiblemente con intrusiones suprajurásicas.

2. Sedimentos cretácicos, quizás en parte jurásicos superiores. Esta última suposición se basa en la existencia de materiales de esa edad en cuencas ubicadas en las proximidades del borde continental brasileño. Por estar la cuenca del Plata Este en una situación marginal similar a la de aquéllas, puede esperarse una columna sedimentaria más completa que la observada en las partes exploradas de las del Salado y Colorado. De esta manera, es posible hallar en la misma sedimentos cretácicos marinos más antiguos que el Maastrichtiano, debido a un avance del

Atlántico Sur más temprano que en las cuencas cretácicas argentinas más alejadas del borde continental. El espesor de estos depósitos asignados tentativamente el Cretácico, con velocidades sísmicas generalmente entre 3 y 4 km/seg, debe llegar a unos 4,5 a 5 km.

3. Sedimentos cenozoicos, con velocidades sísmicas inferiores a 2,8 km/seg, posiblemente marinos en su casi totalidad y cuyo espesor llegaría a unos 2.500 metros, con tendencia a aumentar hacia el borde continental.

También es de esperar una posición subhorizontal de los estratos, excepto en las proximidades del talud, donde puede haber deformaciones producidas durante la deposición de los sedimentos, o poco después, cuando éstos aún no estaban consolidados.

Los cambios de espesor de las capas sísmicas indican también que el basamento está fracturado, al igual que en las restantes cuencas próximas al margen continental.

#### 4.6. CUENCA DE SANTA LUCÍA

Situada al norte de Montevideo, ocupa una angosta depresión del basamento alargada de este a oeste. Sus límites en tierra firme están bien definidos por fallas directas con este rumbo (Bossi, 1966). Hacia el oeste penetra en el río de la Plata (figura 2), donde los bordes de cuenca no están bien determinados por carecerse de datos sísmicos. Como se dijo previamente, en esta zona no es posible descartar una conexión con la cuenca del Plata Este. De acuerdo con lo expresado, la cuenca de Santa Lucía es estructural. La porción emergida de la misma tiene unos 10.000 km<sup>2</sup> de extensión rellenos por unos 12.000 km<sup>3</sup> de sedimentos.

Sobre el basamento cristalino, metamórfico e intrusivo, las perforaciones han revelado la siguiente columna sedimentaria:

1. Basaltos similares a los aflorantes en la cuenca del Paraná, y cuya edad

se asigna al Jurásico superior y cretácico inferior.

2. Sedimentos cretácicos continentales, que pueden dividirse en tres formaciones.

- a) Formación Castellanos, que abarca los intervalos inferiores, consistentes en lutitas negras, en parte muy bituminosas, que alternan con limolitas y areniscas generalmente finas, verdosas y grises. Estos materiales no se conocen en afloramientos, sino en pozos (Castellanos, Sauce, Progreso, etc.) perforados para exploración de hidrocarburos por la empresa estatal uruguaya. Sobre la base de datos palinológicos, se asigna esta formación al Cretácico inferior sin descartar la posibilidad de una edad suprajurásica.
- b) Formación Migués, constituida por lutitas, arcilitas limolitas y areniscas de colores rojizos, violáceos y marrones. Yace sobre la Formación Castellanos y aflora en las partes marginales de la cuenca. Se considera de edad cretácica inferior o media, y posiblemente sea en parte coetánea con la Formación Río Salado, de la cuenca de ese nombre, unidad con la que tiene un notable parecido litológico.
- c) Formación Asencio, integrada predominantemente por areniscas en su mayor parte gruesas y por conglomerados, de colores rosados o rojizos, asignada al Cretácico superior.

Los materiales bituminosos contenidos en la Formación Castellanos dieron lugar a la intensa labor exploratoria de hidrocarburos llevada a cabo por ANCAP, empresa estatal uruguaya, en esta cuenca, lamentablemente sin resultados positivos en la parte emergida. Por esta causa, se efectuó el relevamiento sísmico en la plataforma continental,

cuyos resultados, como se dijo previamente, permanecen confidenciales.

3. Cubierta cenozoica, con sedimentos continentales y marinos comparables a los de la cuenca del Salado, pero de pocos metros, o decenas de metros, de espesor en la de Santa Lucía, como se indica en la figura 4.

El estilo estructural es similar al observado en las restantes cuencas mesozoicas situadas en la parte sudamericana del Atlántico Sur; un basamento fracturado por fallas que afectan a la cubierta cretácica. Debido al reducido espesor de los terrenos cenozoicos, algunas fallas, especialmente en las partes marginales de la cuenca, llegan a la superficie. Con respecto a la cuenca del Salado, la de Santa Lucía se diferencia por la escasa subsidencia durante el Cenozoico y la mayor densidad de fracturas en el basamento.

#### 4.7. CUENCA DEL COLORADO

Desarrollada en su mayor parte en la plataforma continental, se superpone dentro de ésta a la de las Sierras Bonaerenses, como ya se explicó (figuras 2, 3 a y 3 b). La cuenca del Colorado tiene una extensión de unos 126.000 km<sup>2</sup> y un volumen sedimentario estimable en unos 425.000 km<sup>3</sup>. En tierra firme abarca unos 36.000 km<sup>2</sup> con unos 55.000 km<sup>3</sup> de sedimentos, mientras que en la plataforma continental los 90.000 km<sup>2</sup> restantes tienen un relleno sedimentario que se estima en 370.000 km<sup>3</sup>.

Los datos que anteceden se refieren a materiales sin metamorfismo; excluyen, por lo tanto, a los terrenos paleozoicos infrayacentes de la prolongación sudo-oriental de las Sierras Bonaerenses, mientras que comprenden al relleno cenozoico.

De esta cuenca se dispone de abundante información obtenida en tierra firme, proveniente de nueve pozos exploratorios de hidrocarburos, por lo menos otros tantos para agua subterránea y pruebas de refracción (Zambra-

no, 1972). En la plataforma continental se perforaron 12 sondeos de exploración de petróleo y gas natural, se relevaron pruebas de refracción y 18.900 km de líneas sísmicas de reflexión, por cuenta de las empresas Phillips, Agip, Hunt, Esso y Shell, que abarcan prácticamente la totalidad de la porción submarina de la cuenca.

En páginas precedentes se indicó la constitución más probable del basamento cristalino (figura 1). En las zonas perforadas de la cuenca, es decir en tierra firme y la mitad oeste de la porción situada en la plataforma continental no se han hallado vulcanitas jurásicas ni cretácicas. Tampoco se han obtenido, en los registros sísmicos, indicaciones de la existencia de tales rocas en las zonas no perforadas. Aparentemente no se extenderían al norte del área indicada en la figura 1, salvo el caso que existieran en volúmenes y extensiones reducidos.

Sobre el basamento se disponen las sedimentitas cretácicas, las cuales, en tierra firme, pueden dividirse en dos formaciones:

- a) Formación Fortín, que comprende los intervalos inferiores conocidos, y cuya parte basal no ha sido alcanzada por perforaciones. Está integrada por limolitas y lutitas de colores rojizos, violáceos, grises oscuros y marrones, que alternan con areniscas generalmente finas, rosadas y rojizas. Se han determinado en esta formación velocidades sísmicas entre 4 y 4,5 km/seg. Se la ha asignado al Cretácico inferior a medio (Zambrano, 1972).
- b) Formación Colorado, constituida por areniscas y conglomerados rojizos o rosados, que alternan con arcilitas y lutitas rojas o marrones. En la parte superior aparecen intervalos grisáceos o verdosos del mismo material, que indican un gradual

cambio a condiciones más reductoras en el ambiente deposicional. Las velocidades sísmicas observadas en esta formación están comprendidas entre 2,8 y 4 km/seg en casi todos los casos. Se la ha asignado al Cretácico superior (Zambrano, 1972).

En los pozos perforados en la plataforma continental no se pudo distinguir entre ambas formaciones. Es posible que, en los sondeos más profundos, la parte inferior de la columna cretácica, donde hay mayor predominio de materiales finos que en la superior, sea un equivalente lateral de los intervalos más altos de la Formación Fortín.

Puede esperarse que exista una superficie de erosión entre ambas formaciones por los motivos indicados al tratar la cuenca del Salado.

Los sedimentos cretácicos conocidos, con excepción de los depósitos maestrichtianos que se considerarán más adelante, se han acumulado en ambientes continentales, oxidantes, probablemente en planicies aluviales (Zambrano, 1971). Se desconoce lo que ocurre en las partes más profundas de la cuenca, que aún no han sido perforadas. Los pozos que han llegado al basamento, en la plataforma continental, atravesaron unos 2.000 metros de depósitos cretácicos, mientras que en las áreas de máximo espesor, sobre la base de los registros sísmicos, se estima que estas sedimentitas alcanzan una potencia de 5.000 metros.

Durante el Maestrichtiano se depositan los sedimentos marinos más antiguos conocidos en la cuenca, que integran la parte inferior de la Formación Pedro Luro, que yace en aparente transición litológica sobre la Formación Colorado.

La cubierta cenozoica alcanza un espesor de unos 2.500 metros en las partes más profundas de la cuenca. Comienza a depositarse en el Paleoceno, con la parte media y superior de la

Formación Pedro Luro. Se superponen a ésta sedimentos marinos en casi toda la extensión de la cuenca (Formación Elvira) y continentales en algunas áreas periféricas (Formación Ombucta). La edad de estas unidades se estimaba terciaria superior (Zambrano, 1972), si bien estudios micropaleontológicos realizados en las perforaciones costa afuera indican una edad eocena a oligocena inferior.

Las Formaciones Ombucta y Elvira están cubiertas por la Formación Barranca Final, marina, cuyos intervalos más bajos se asignan actualmente al Oligoceno superior sobre las base de su contenido en microfósiles, y los restantes al Mioceno. Los sedimentos que se superponen a la Formación Barranca Final son marinos en la mayor parte de la cuenca, estando restringida la deposición continental a las márgenes de la misma (Formaciones Belén, Chasicó y Pampa).

El estilo estructural de la cuenca del Colorado es muy similar al observado en la del Salado. El basamento está fracturado por fallas normales, de las cuales las más importantes tienen rumbo este-oeste (figuras 3 a y 3 b) y rechazos verticales frecuentemente superiores al kilómetro (figura 4).

Como consecuencia de los movimientos de los bloques resultantes del fallamiento, se formaron varios "horst" en las partes centrales de la cuenca. La magnitud de los desplazamientos, empero, no fue suficiente para dar origen a subcuencas. No obstante, se han determinado varias áreas con máximos cerrados de espesor (figura 2). El más importante de éstos se encuentra en la parte no perforada de la cuenca, sobre la plataforma continental, y se acumularon en el mismo más de 7 km de sedimentos.

Los trabajos de refracción (Ewing y otros, 1963) indicaron un espesor máximo de unos 6 km en la zona axial de la cuenca del Colorado. Los 7 km arriba nombrados surgen de la interpretación de las líneas de reflexión. La di-

ferencia puede explicarse porque, debido a la carga geostática originada por la pila sedimentaria suprayacente, los sedimentos cretácicos más profundos se han compactado hasta alcanzar velocidades sísmicas del orden de los 4,8 a 5 km/seg, y con ello se presentan con propiedades de basamento en las pruebas de refracción.

La parte este de la cuenca llega al borde continental. Por las razones apuntadas al tratar la cuenca del Plata Este, también aquí existen posibilidades de hallar sedimentitas jurásicas superiores y depósitos marinos cretácicos más antiguos que el Maestrichtiano.

#### 4.8. CUENCA DE MACACHÍN

Los datos sísmicos y de perforaciones disponibles en la actualidad permiten delimitar con bastante seguridad el borde occidental de esta cuenca, con algo menos exactitud al norte y al sur, pero con escasa definición al este (figuras 1, 2, 3 a y 3 b).

La extensión de la parte conocida llega a unos 18.000 km<sup>2</sup> con un volumen sedimentario de alrededor de 24.000 km<sup>3</sup>. Los datos publicados hasta el momento muestran un espesor máximo de 2.400 metros de sedimentos en la perforación de Uriburu (Salso, 1966); sin embargo, recientes trabajos sísmicos de YPF indicarían cifras bastante mayores.

Con la información actual, la cuenca de Macachín aparece como una larga y angosta depresión del basamento alargada de norte a sur; en gran parte de su extensión, el ancho no pasa de los 10 a 20 km.

Según los datos de afloramientos y subsuelo disponibles, el basamento está integrado por rocas metamórficas asignadas al Precámbrico o, en parte, al Paleozoico inferior, y por intrusivas ácidas, en gran parte granitos. Datos radimétricos relativamente próximas a la cuenca señalan que éstos, en gran parte, deben tener edad paleozoica superior o triásica. También es de espe-

rar la presencia de vulcanitas ácidas y mesosilíceas triásicas o jurásicas, similares a las aflorantes en zonas cuyanas y patagónicas, o a las que asoman en diversos lugares del centro y oeste de la provincia de La Pampa (Criado Roque, 1972). Pueden, además, formar parte del basamento, sedimentitas paleozoicas afines a las que forman la antigua cuenca plegada de las Sierras Bonaerenses o a las halladas en el oeste pampeano. Las figuras 1 y 2 dan una idea de estas posibilidades.

El relleno sedimentario de la cuenca de Macachín está formado por las siguientes unidades, cuya descripción figura en el trabajo de Salso (1966):

1. Formación Arata, asignada al Triásico superior por el autor mencionado, sobre la base de similitudes litológicas con depósitos de esa edad aflorantes en el oeste argentino. En un trabajo precedente (Zambrano, 1972) le atribuyó una edad cretácica inferior a media a esta formación debido a sus velocidades sísmicas (alrededor de 4 km/seg) y litología semejante a la de la Formación Fortín de la cuenca del Colorado. En favor de esta interpretación se puede mencionar que en las descripciones publicadas de la Formación Arata no se indica la presencia de materiales tobáceos, contrariamente a lo que ocurre con los depósitos triásicos de las regiones cuyana y patagónica. Por el momento se carece de datos para resolver esta cuestión.

2. Formación Abramo, asignada al cretácico superior por su litología y velocidad de onda sísmica, alrededor de 3 km/seg.

Ambas formaciones se han depositado en ambientes continentales bajo condiciones oxidantes.

3. Relleno cenozoico, integrado por la Formación Macachín, marina, depositada en el Mioceno o Plioceno inferior, y la Formación Pampa (llamada Formación Pampeano por Salso) de edad cuaternaria, si bien es posible que

sus horizontes inferiores sean en parte pliocenos, sedimentada en ambiente continental. No se conocen en esta cuenca sedimentitas de edad terciaria inferior o media.

El estilo estructural de la cuenca de Macachín difiere del observado en las restantes consideradas en el presente artículo, si bien presenta algunas afinidades con el descrito para la de Laboulaye.

Los datos disponibles pueden interpretarse como indicativos de bloques de basamento, alargados de norte a sur, limitados por fallas inversas. Esta suposición se basa en la circunstancia que el área que nos ocupa parece ser la prolongación sur de las Sierras Pampeanas, como se explicó al considerar la cuenca de Laboulaye. Una falla importante, con rechazos verticales a veces mayores de un kilómetro, es la que ocupa el límite occidental de la cuenca de Macachín. Numerosos sondeos la han comprobado, como por ejemplo, Abramo 1 y 2, perforados a uno y otro lado de la fractura. El primero, ubicado sobre el bloque elevado, mostró 266 metros de sedimentos sobre el basamento. Abramo 2, situado pocos km al este, encontró una columna sedimentaria de 963 metros de espesor. En la zona de Uriburu el rechazo de esta falla es mayor y parece estar en el orden de los 2 km.

De ser correcta esta interpretación, que presenta para la zona de la cuenca de Macachín un estilo estructural similar al de las Sierras Pampeanas, el sistema de fallas de dirección aproximada norte-sur se habría originado por las fuerzas compresionales producidas por los movimientos andinos. Por lo tanto, se trataría de fracturas de edad neógena, en contraste con las fallas normales jurásicas superiores o cretácicas inferiores que afectan a las restantes cuencas del área estudiada.

Hacia el este y nordeste el límite de la cuenca es poco conocido; los pocos datos de subsuelo existentes indican la posibilidad de un gradual adelgaza-

miento de la cubierta sedimentaria, con acuñamiento de los depósitos cretácicos y parte de los terciarios contra el bloque elevado de las Sierras Bonaerenses (figuras 1 y 2).

Dentro de la cuenca parecen existir, además, sistemas de fallas normales orientadas perpendicularmente u oblicuamente al conjunto de las consideradas precedentemente. La interpretación gráfica en las figuras 3 *a* y 3 *b*, que muestra fracturas que corren de E a W o ENE-WSW, se apoya en datos de subsuelo. Puede tratarse en este caso de fallas formadas en el Jurásico superior o Cretácico inferior.

Las consideraciones que anteceden muestran que la cuenca de Macachín tiene bordes estructurales al oeste y norte. Es mayor la posibilidad de conservación de acuñamientos deposicionales al este y noreste, donde puede haber una conexión con la de Laboulaye. Hacia el sur no puede descartarse una vinculación con la cuenca del Colorado (Zambrano, 1972).

## 5. RASGOS ESTRUCTURALES DEL AREA ESTUDIADA

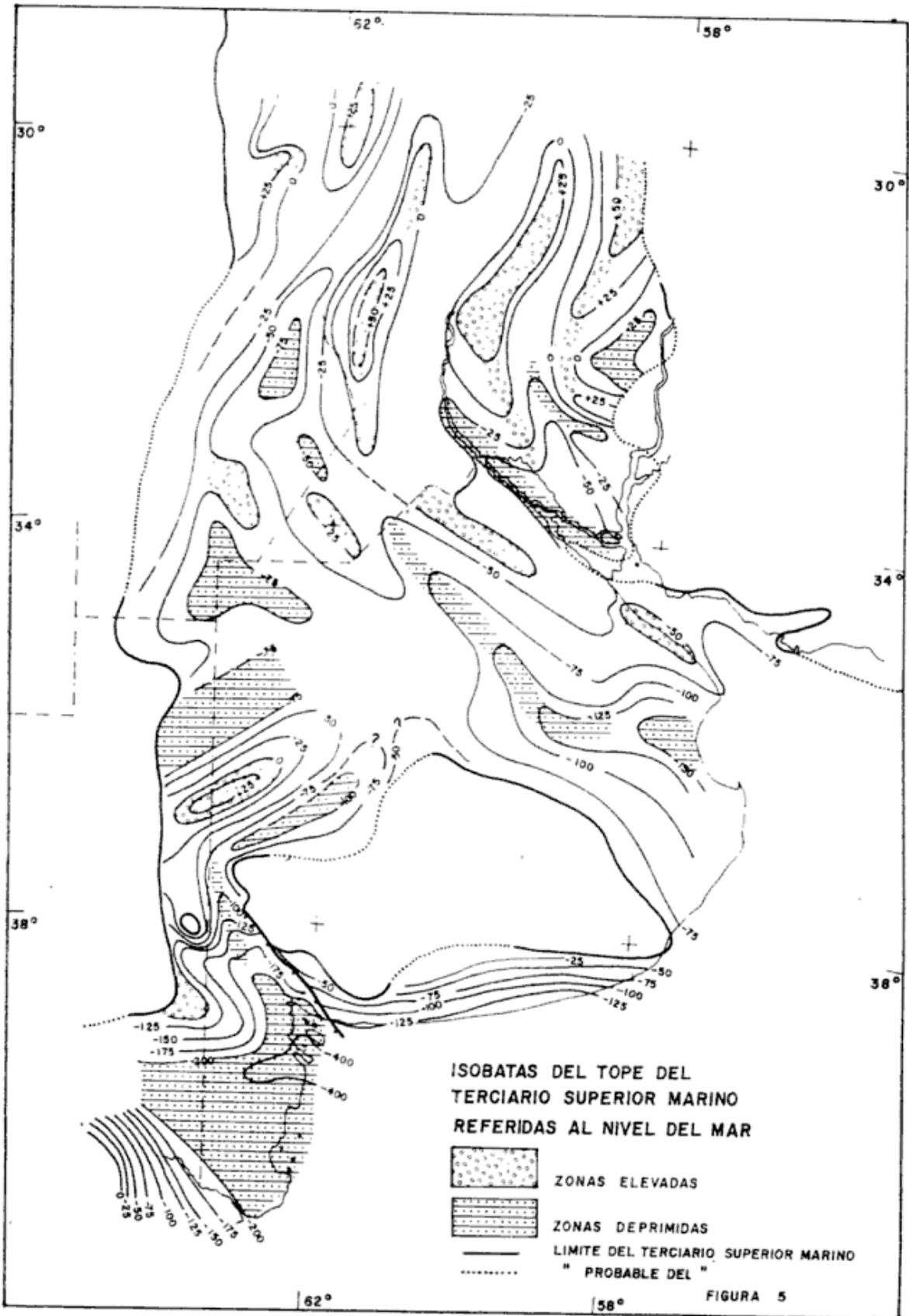
1. La provincia de Buenos Aires y sus zonas vecinas (sur de Santa Fe, sudeste de Córdoba, este de La Pampa, el área ocupada por el río de La Plata y la plataforma continental al norte del paralelo 40) constituyen una región con características geológicas que la distinguen de las zonas adyacentes. Se diferencia de la región chaco-paranense por su tectónica de bloques fallados que permitieron la acumulación de grandes volúmenes de sedimentos cretácicos y cenozoicos, y por la presencia de secuencias paleozoicas plegadas y metamorfizadas en el basamento. Con respecto a la Patagonia extraandina y a la región cuyana, el área que nos ocupa se distingue por el considerablemente menor desarrollo de las intrusiones y efusiones mesozoicas, por la ausencia de manifes-

taciones ígneas terciarias superiores o cuaternarias, por las escasas y arealmente restringidas deformaciones tectónicas en los sedimentos cretácicos y cenozoicos. Se diferencia de las Sierras Pampeanas por la ausencia de estructuras compresionales neógenas y concomitante deformación de los sedimentos miopliocenos, excepto los bordes occidentales de las cuencas de Laboulaye y Macachín. También se diferencia del escudo brasileño por la presencia de materiales paleozoicos plegados y metamorfizados en el basamento, por la tectónica de bloques, por la presencia de intrusivas mesozoicas y por la ausencia de manifestaciones de actividad ígnea alcalina terciaria como la observada en algunas partes periféricas de dicho cratón.

2. El basamento del área estudiada está fracturado por fallas normales con rumbos predominantes NW a SE, ENE a WSW, ESE a WNW y E a W. La edad de iniciación del fallamiento, según los datos obtenidos en las cuencas más estudiadas, es no mayor que el Jurásico más alto ni menor que el Cretácico medio. Es posible, sin embargo, que algunas fracturas sean el resultado de la reactivación de líneas tectónicas más antiguas, posibilidad que por el momento no es factible verificar. Gran parte del límite oeste del área parece corresponder a un sistema de fallas más moderno, producido por fuerzas compresionales en tiempos neógenos.

3. En el norte y nordeste del área se ha comprobado que el fallamiento suprajurásico o infracretácico estuvo precedido y tal vez acompañado por procesos magmáticos que produjeron intrusiones y efusiones de rocas básicas.

4. En pocos casos las fallas afectan a la cubierta cenozoica, con excepción de las compresionales del borde occidental del área. Durante este tiempo la subsidencia de las cuencas produjo, prácticamente como única característica estructural, un leve aumento de la pendiente regional de los sedimentos hacia el eje de la cuenca. Este hundi-



miento, que probablemente sea el resultado, tanto de la compactación del relleno sedimentario como de la reactivación de las fallas del basamento, no alcanzó a plegar significativamente a los terrenos cretácicos.

La incidencia de la tectónica del basamento en los depósitos cenozoicos puede apreciarse en la figura 5, que muestra las líneas isobáticas del tope del Terciario marino en la mayor parte de la zona estudiada. Se observan diversos máximos y mínimos que en muchos casos presentan ubicaciones aproximadamente coincidentes con bloques elevados y hundidos del basamento, respectivamente. Puede así interpretarse que muchos de esos máximos y mínimos son de origen estructural, es decir, que se han producido como consecuencia de los movimientos ascendentes o descendentes de dichos bloques.

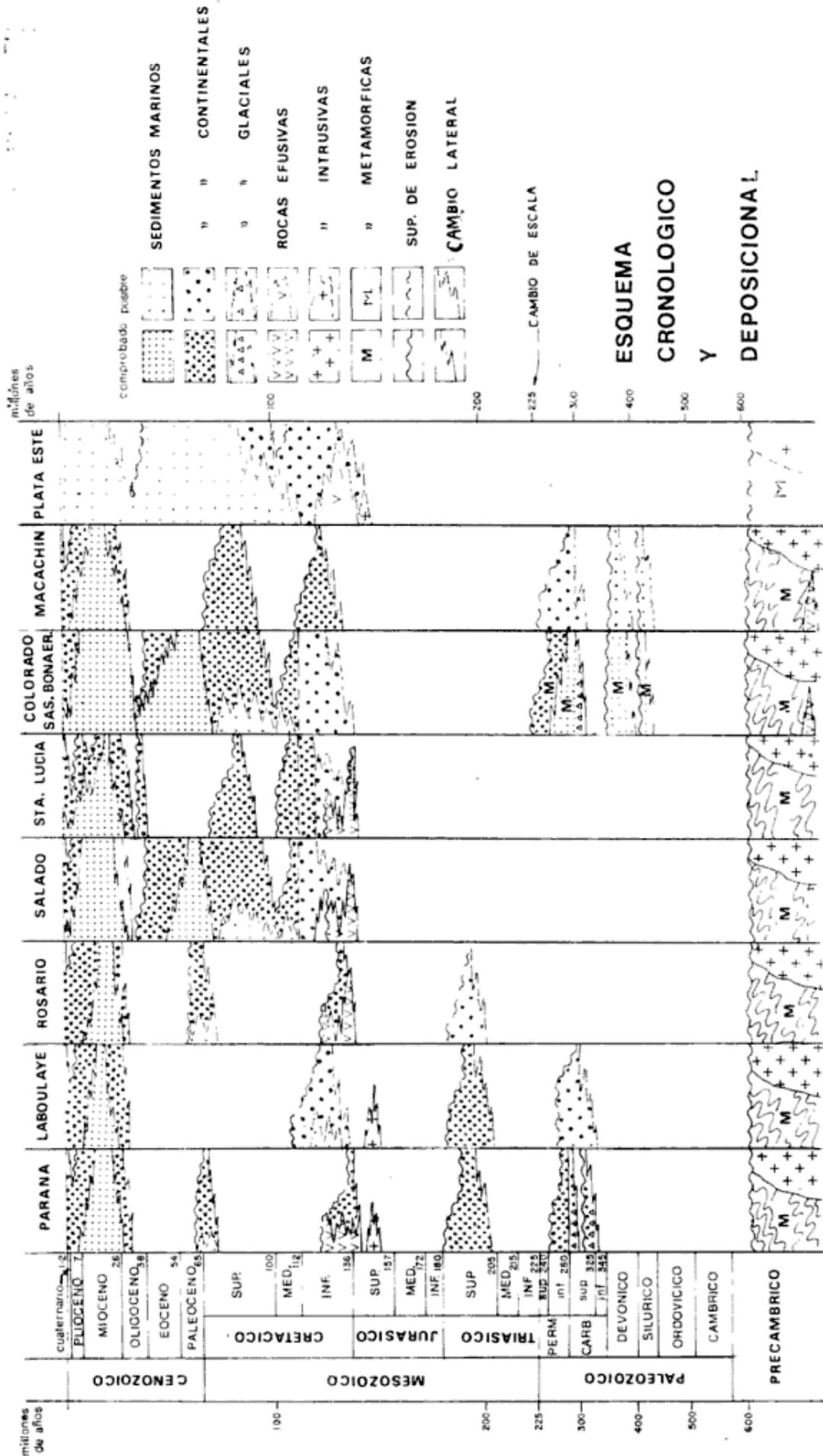
Las zonas donde las irregularidades isobáticas del tope de las capas marinas del Cenozoico no están directamente vinculadas a la tectónica del basamento son aquéllas, como la provincia de Entre Río, donde las curvas guardan relación con la actual red de drenaje, o las proximidades de la actual costa atlántica, donde el régimen de sedimentación marina persistió durante el plioceno y Cuaternario y por lo tanto las isóbatas carecen de valor como indicadores de la estructura del subsuelo.

En la región situada entre Carhué, al sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y el río Salado, a lo largo de una zona de unos 30 km de ancho, se ha comprobado con perforaciones que el tope de las capas marinas se encuentra a mayor profundidad. Sobre la base de la distribución de afloramientos de terrenos terciarios y de la configuración de la red de drenaje, en un publicación anterior se interpretó que ello indicaba la presencia de un "graben" orientado de WSW a ENE (Zambrano, 1972). Sin embargo, se tuvo posteriormente noticia que trabajos sísmicos de

refracción realizados por diversas reparaciones no habrían encontrado indicios de dicha fosa tectónica. De ser así, puede suponerse que en esta zona los estratos marinos fueron erosionados en su parte superior, posiblemente por un río que corría hacia el actual valle del Salado.

5. Las únicas zonas del área donde se han comprobado plegamientos que afecten a terrenos más modernos que el Precámbrico son los afloramientos de las Sierras Bonaerenses. En la figura 3 a se ha indicado la extensión mínima más probable de la zona plegada en el subsuelo.

6. Al igual que en otras cuencas cretácicas del continente sudamericano (Lesta y Ferello, 1972; Zambrano, 1971) en la mayor parte de los bordes puede apreciarse una disposición transgresiva de los sedimentos. Esto se observa mejor en los márgenes deposicionales conservados. En otras palabras, el área de sedimentación fue aumentando paulatinamente su extensión a medida que transcurría el Cretácico. Al acentuarse la subsidencia durante el Maestrichtiano y Paleoceno, los depósitos marinos de esa edad cubrieron una extensión considerablemente mayor que la acupada por los sedimentos continentales infra-yacentes. Se produjo así la coalescencia de las cuencas del Salado, Rosario, Laboulaye y Paraná, que pasaron a integrar una vasta área de sedimentación. Esta situación se mantuvo durante el retroceso del mar durante el Eoceno y Oligoceno. Al ingresar nuevamente el mar en el Terciario superior, se agregaron a dicha área las cuencas de Macachín, Colorado y Santa Lucía; quedaron cubiertas las evidencias superficiales de sus límites en casi todos los casos y únicamente subsistieron los afloramientos aislados de las Sierras Bonaerenses, la isla de Martín García y el sur de Uruguay. Así se originó la gran cuenca sedimentaria neógena chaco-pampeana que perdura hasta la actualidad.



LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Amos, A. J. y C. M. Urien, 1968. *La falla "Abra de la Ventana" en las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIII (3), 197-206. Buenos Aires.
- Bossi, J., 1966. *Geología del Uruguay*. Universidad de la República. Col. Ciencias Nº 2. Montevideo.
- Bracaccini, O. I., 1972. *Cuenca del Salado, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. de Ciencias, 407-418. Córdoba.
- Cingolani, C. A. y R. Varela, 1973. *Examen geocronológico por el método Rubidio-Estroncio de las rocas ígneas de las Sierras Australes Bonaerenses*. Actas V Cong. Geol. Arg. I, 349-371.
- Criado Roque, P., 1972. *Cinturón móvil mendocino-pampeano, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. de Ciencias, 297-303. Córdoba.
- Ewing, M., W. J. Ludwig y J. Ewing, 1963. *Geophysical Investigations in the Submerged Argentine Coastal Plain. I. Buenos Aires to Península Valdés*. Bull. Geol. Soc. Amer. 74 (3), 275-292.
- Harrington, H. J., 1970. *Las Sierras Australes de Buenos Aires: cadena aulacogénica*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXV (2), 151-181. Buenos Aires.
- Harrington, H. J., 1972. *Sierras Australes de Buenos Aires, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. de Ciencias, 395-407. Córdoba.
- Holmber, E., 1972. *Tandilia, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. de Ciencias, 365-394. Córdoba.
- Lesta, P. J. y R. Ferello, 1972. *Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. de Ciencias, 601-654. Córdoba.
- Levorsen, A. I., 1956. *Geology of Petroleum*. W. H. Freeman and Co. San Francisco.
- Leyden, R., W. J. Ludwig y M. Ewing, 1971. *Structure of Continental Margin off Punta de Este, Uruguay, and Rio de Janeiro*. Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 55 (12), 2161-2173. Tulsa.
- Ludwig, W. J., J. L. Ewing y M. Ewing, 1968. *Structure of Argentine Continental Margin*. Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 52 (12), 2337-2368. Tulsa.
- Padula, E. A. y A. Mingramm, 1967. *Subsurface Carboniferous Beds of the Chaco-Mesopotamian Region, Argentina, and their Relatives in Uruguay, Paraguay and Brazil*. I Simposio sobre Estratigrafía y Paleontología del Gondwana.
- Padula, E. A. y A. Mingramm, 1967. *Permian Subsurface Beds of the Chaco Mesopotamian Region, Argentina, and their Correlation with other Parts of the Paraná Basin*. I Simposio sobre Estratigrafía y Paleontología del Gondwana.
- Padula, E. A. y A. Mingramm, 1968. *Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónico-sedimentario del Triásico en el subsuelo de la llanura Chaco-paranense*. Actas III Jorn. Geol. Arg. II, 291-331. Bs. As.
- Padula, E. A., 1972. *Subsuelo de la Mesopotamia y regiones adyacentes, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Ciencias, 213-235. Córdoba.
- Salso, J., 1966. *La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota Preliminar*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXI (2), 107-117. Buenos Aires.
- Stipanovic, P. N., 1967. *Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXII (2), Bs. As.
- Zambrano, J. J. y C. M. Urien, 1970. *Geological Outline of the Basins in Southern Argentina and their Offshore extensión*. Jour. Geoph. Research. 75 (8), 1363-1396.
- Zambrano, J. J., 1971. *Las cuencas sedimentarias en la plataforma continental argentina*. Petrotecnia. Rev. Inst. Arg. Petr. XXI (4), 29-37. Bs. As.
- Zambrano, J. J., 1972. *La cuenca del Colorado, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Ciencias, 419-438. Córdoba.

Recibido el 6 de junio de 1974.

Recibido el 25 de junio de 1974.

## EROSION EN LA CUENCA IMBRIFERA Y SEDIMENTACION EN EL EMBALSE DE RIO TERCERO (CORDOBA, ARGENTINA)

Por EDMUNDO C. DRAGO y PEDRO J. DEPETRIS<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se ha realizado un estudio diferencial entre la carta batimétrica original del Embalse de Río Tercero y la obtenida mediante un relevamiento expeditivo, lo que ha permitido determinar que el volumen de sedimentos acumulados durante el lapso de 38 años (1934-1972), alcanza a 35 hm<sup>3</sup> (12,6 % de la capacidad inicial). En base al espesor de sedimentos acumulados en el embalse ha sido posible estimar la vida útil del mismo en 150 años. Asimismo, se ha podido establecer que la erosión de la cuenca tributaria alcanza a 357 tm . km<sup>-2</sup> . año<sup>-1</sup>; este valor medio representa una degradación de la cuenca de 122 mm . 10<sup>-3</sup> años.

### ABSTRACT

A differential study of the original map of the Río Tercero reservoir area and a recent bathymetric map was performed. It was possible to establish that the volume of sediments deposited during the 1934-1972 period reached 35 hm<sup>3</sup> (12.6 % of its original storage capacity). The resulting useful life of the reservoir is close to 150 years. The average yield of sediments of the tributary basin is 357 tm . km<sup>-2</sup> . year<sup>-1</sup>; this figure represents an erosion rate of 122 mm . 10<sup>-3</sup> years.

### INTRODUCCION

La construcción de diques constituye una de las principales formas de alteración de las cuencas hídricas por el hombre. Los efectos beneficiosos de estas obras, van eventualmente acompañados por alteraciones ambientales adversas, las cuales pueden ser a menudo minimizadas si una adecuada planificación acompaña al desarrollo de los proyectos.

Entre los muchos impactos generados por estas obras, la retención del material sedimentario suministrado por la

cuenca de alimentación, se encuentra entre los más conspicuos. El estudio de esta acumulación de sedimentos permite establecer la probable vida útil de las represas como así también la magnitud de los procesos de erosión en sus cuencas imbríferas. Resulta evidente que la producción de tales sedimentos por las cuencas de avenamiento, no es sólo función de las variables ambientales dominantes en las mismas (geología, clima, relieve y biota), sino también de la intensidad con que la actividad humana altera su cubierta vegetal endémica e introduce técnicas de producción agrícola-ganadera. El conocimiento de la velocidad con que los sedimentos son introducidos en los embalses permite, por otra parte, determinar la necesidad de implementar nue-

<sup>1</sup>Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Instituto Nacional de Limnología, Santo Tomé (Santa Fe).

vas y más acertadas políticas de manejo de recursos.

Siguiendo los objetivos mencionados anteriormente, se procedió a estudiar el Embalse de Río Tercero (Córdoba, Argentina) como un primer paso hacia la investigación de otras obras de embalse situadas en las Sierras Pampeanas, lo cual permitiría lograr una evaluación sobre la magnitud de la erosión en la región mencionada.

#### CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA TRIBUTARIA

El Embalse de Río Tercero se encuentra situado en el valle de Calamuchita (Provincia de Córdoba), siendo aproximadamente las coordenadas de su espejo de agua  $32^{\circ} 13'$  de latitud sur y  $64^{\circ} 30'$  de longitud oeste.

Las rocas dominantes en la cuenca tributaria del embalse (Gordillo y Lencinas, 1972) son fundamentalmente gneises tonalíticos biotíticos o biotítico-granatíferos, anfibolitas, mármoles, vulcanitas y abundantes diques de aplitas y pegmatitas en la Sierra Chica del Sur. En el flanco de la Sierra Grande (sierra de Comechingones), por otra parte, se encuentran los ya mencionados gneises tonalíticos biotíticos, anfibolitas, micacitas, gneises esquistosos y el granito del batolito de Achala.

Según la clasificación climática de Thornthwaite (Burgos y Vidal, 1951), la región se encuentra incluida dentro del tipo  $C_1 B'_2 d a'$ , que corresponde a un clima subhúmedo-seco.

Fitogeográficamente, la cuenca imbrífera se encuentra dentro del dominio Chaqueño (Provincia del Espinal),

siendo la vegetación dominante el bosque xerófilo de mimosoideas espinosas. Las zonas más elevadas de la cuenca son estepas y sabanas a veces formadas exclusivamente por especies herbáceas o con pequeños grupos de árboles (Cabrera, 1958). Es necesario destacar que la vegetación natural y los suelos se encuentran variablemente afectados por la actividad humana, debido fundamentalmente al laboreo agrícola y a la introducción de ganado bovino y caprino.

#### CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS

Las características morfométricas de los lagos, sean éstos naturales o artificiales, inciden sobre los procesos bioproductivos (Rawson, 1955) como así también sobre la distribución de los sedimentos aportados a estos cuerpos de agua por sus cuencas imbríferas.

El relieve sumergido del Embalse de Río Tercero fue determinado mediante un relevamiento expeditivo (inédito), utilizando con tal propósito un ecógrafo portátil Elac-Echomat II y como base una carta topográfica 1: 10.000, anterior a la construcción del dique (fig. 1). En el momento de efectuar este relevamiento (21 de julio de 1972), la escala hidrométrica registró 39,13 m, lo que corresponde a una cota sobre el nivel del mar de 650,13 m. Los parámetros morfométricos que se detallan a continuación están referidos a dicho nivel del lago. La metodología empleada para obtener tales parámetros ha sido detallada por Hutchinson (1957), procesando los datos básicos mediante una computadora digital (Depetris y Drago, 1973).

Superficie (A).....	28,51	km <sup>2</sup>
Perímetro (L).....	75,80	km
Longitud (l).....	17,00	»
Ancho medio ( $\bar{b}$ ).....	1,70	»
Volumen (V).....	0,241057	km <sup>3</sup>
Profundidad máxima ( $z_m$ ).....	34,00	m
Profundidad media ( $\bar{z}$ ).....	8,40	»
Desarrollo línea de costa (D <sub>L</sub> ).....	4,00	

Desarrollo del Volumen <sub>s</sub> (D <sub>v</sub> ).....	0,75
Insularidad (I).....	0,53 %.
Forma.....	subrectangular elongado

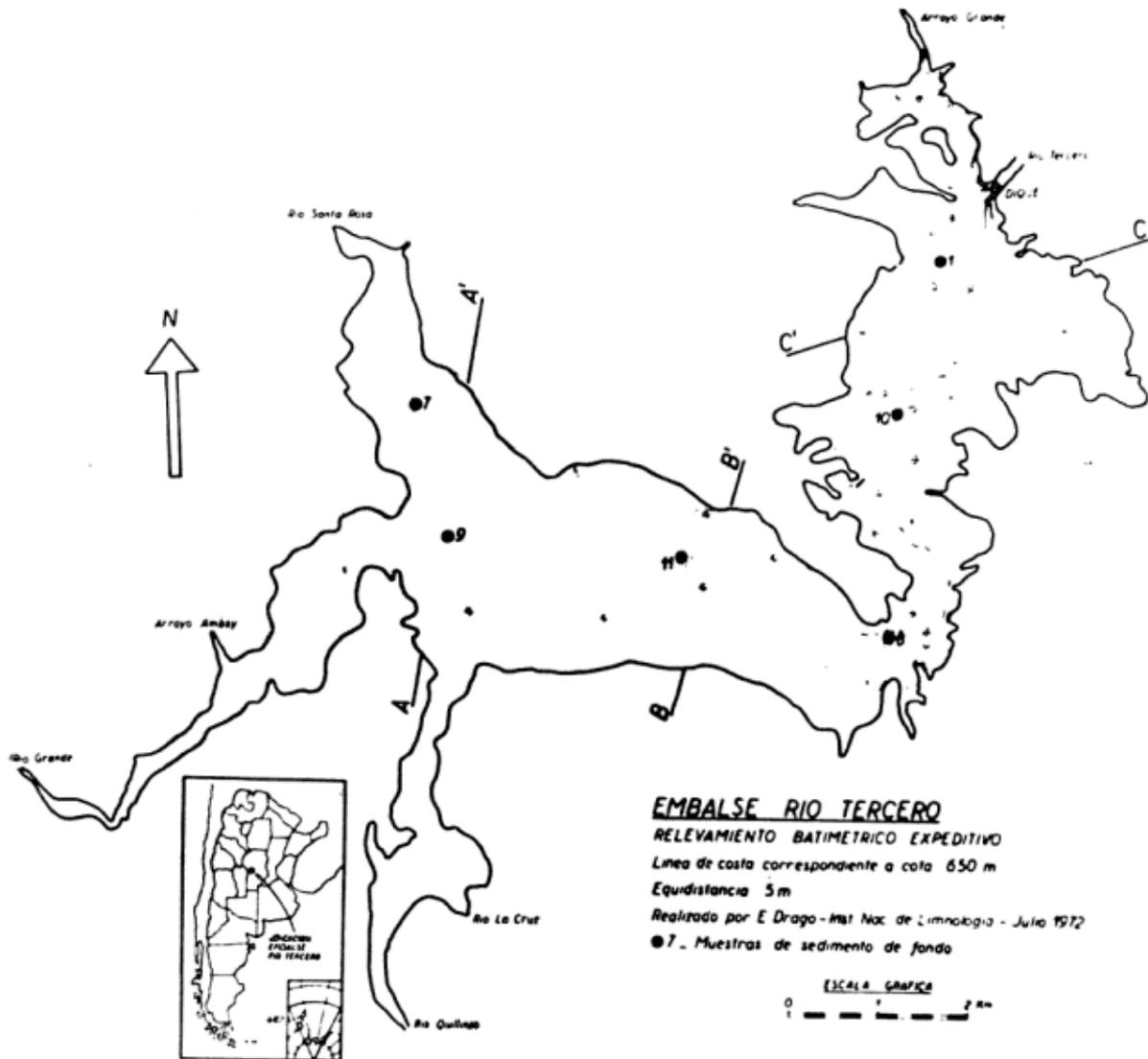


Fig. 1. — Situación de las muestras de sedimentos de fondo analizados y de los perfiles representados en la fig. 2

Los valores para el volumen, profundidad máxima y media correspondientes al año 1934 —año de finalización de obras— son 0,27593 km<sup>3</sup>, 39 m y 9,70 m respectivamente. Ellos reflejan los cambios operados en el vaso del embalse por la introducción de sedimentos.

#### SEDIMENTACION EN EL EMBALSE

El estudio diferencial de las cartas batimétricas ha permitido determinar el volumen de sedimentos acumulados durante el lapso de 38 años (1934-1972). Durante este período, casi 35 hm<sup>3</sup> de sedimentos fueron aportados al embal-

se por la cuenca tributaria<sup>1</sup>, lo cual representa aproximadamente una velocidad media de sedimentación de  $0,92 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}$ . Una simple operación algebraica permite calcular el espesor medio correspondiente, cuyo valor es de

<sup>1</sup> Se estima que hay aproximadamente unos  $20 \text{ hm}^3$  adicionales entre la cota del relevamiento y el nivel de vertedero.

$0,85 \text{ m}$ , el cual representa una velocidad de depositación media de  $2,2 \text{ cm. año}^{-1}$ , siempre suponiendo que el proceso haya tenido características lineales. Merece destacarse que, en base al espesor observado en los sedimentos, ha sido posible determinar una velocidad de sedimentación de  $13 \text{ cm. año}^{-1}$  para la zona adyacente al dique. Un examen

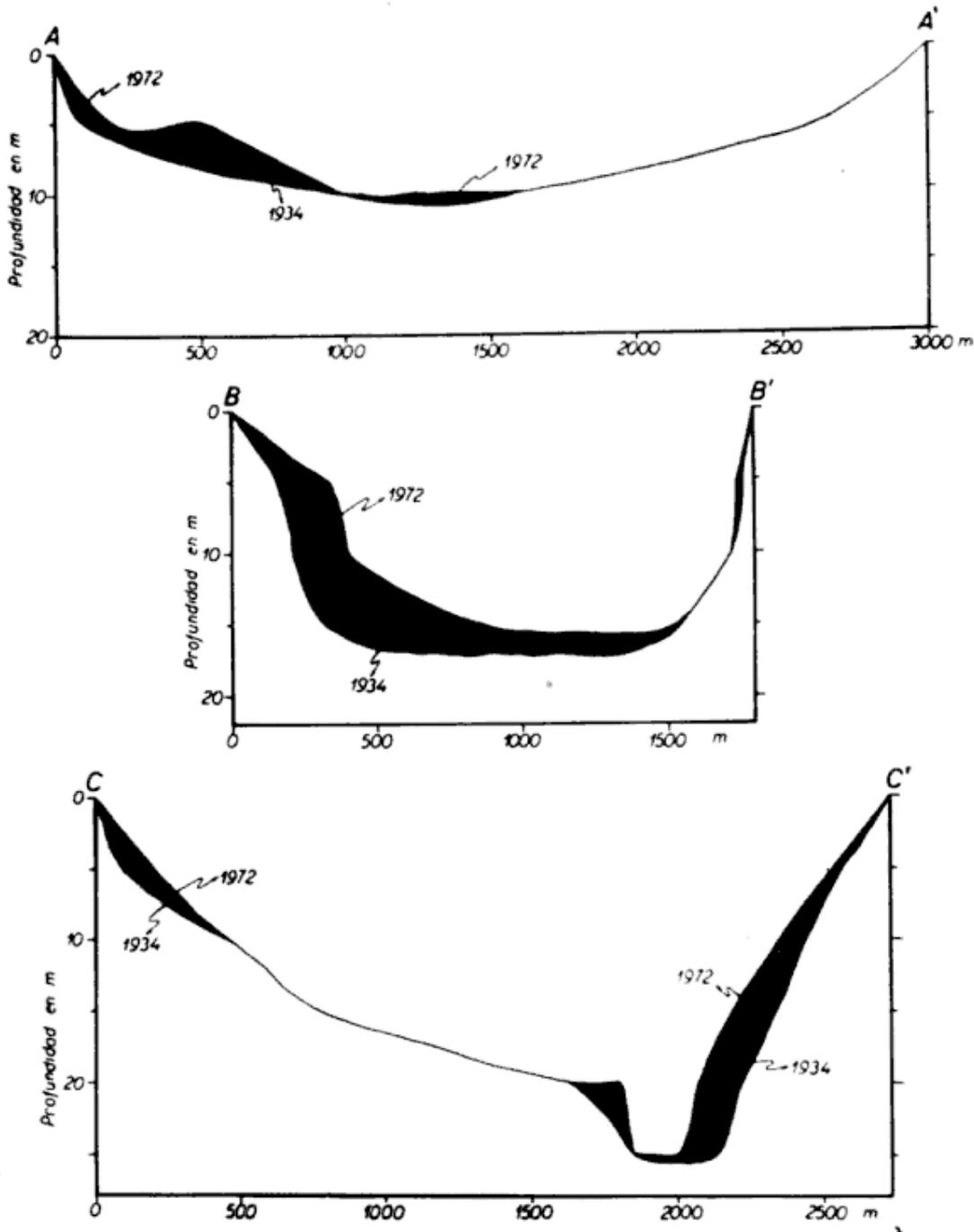


Fig. 2. — Comparación entre los perfiles transversales (1934 y 1972), donde se aprecia la diversa acumulación de sedimentos en el embalse

de la fig. 2 permite establecer velocidades superiores a los 25 cm.año<sup>-1</sup> para otras zonas del embalse.

Los datos precedentes indican que el Embalse de Río Tercero ha sufrido una pérdida total de su capacidad del orden de 12,6 % (0,33 % por año). En a fig. 3 se pueden observar comparativamente las curvas hipsográficas de superficies y volúmenes iniciales y las obtenidas con el relevamiento batimétrico expeditivo del año 1972.

Una confrontación entre estos valores y los publicados en la literatura mundial especializada (Scope, 1972) indican que la colmatación del Embalse de Río Tercero está produciéndose con una velocidad moderada. Así, un estudio efectuado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos ha demostrado que, de 98 embalses investigados, el 39 % prestan menos de 50 años de servicio y solamente un 15 % poseen una vida útil superior

a los 200 años (López Cadenas y Blanco Criado, 1968).

En razón de que el material detrítico suministrado por los ríos se expresa normalmente en unidades de peso, es conveniente transformar en ese sentido el volumen de los sedimentos depositados en el embalse. Para determinar la densidad media, resulta imprescindible contar con valores que describan la granulometría de los sedimentos de fondo y su grado de compacidad. En la fig. 1 se puede observar la situación de las estaciones donde se obtuvieron las muestras de sedimentos mediante el empleo de una draga tipo Ekman-Birge. Estas muestras fueron utilizadas para calcular la granulometría media (arena: 10,5 %; limo: 44,0 %; arcilla: 45,5 %), la cual en conjunción con las características operativas del embalse (moderadas fluctuaciones de nivel), permitió utilizar la ecuación preconizada por Miller (1953)

$$W = W_0 + 0,4343 K [(T/T - 1) (1n T) - 1]$$

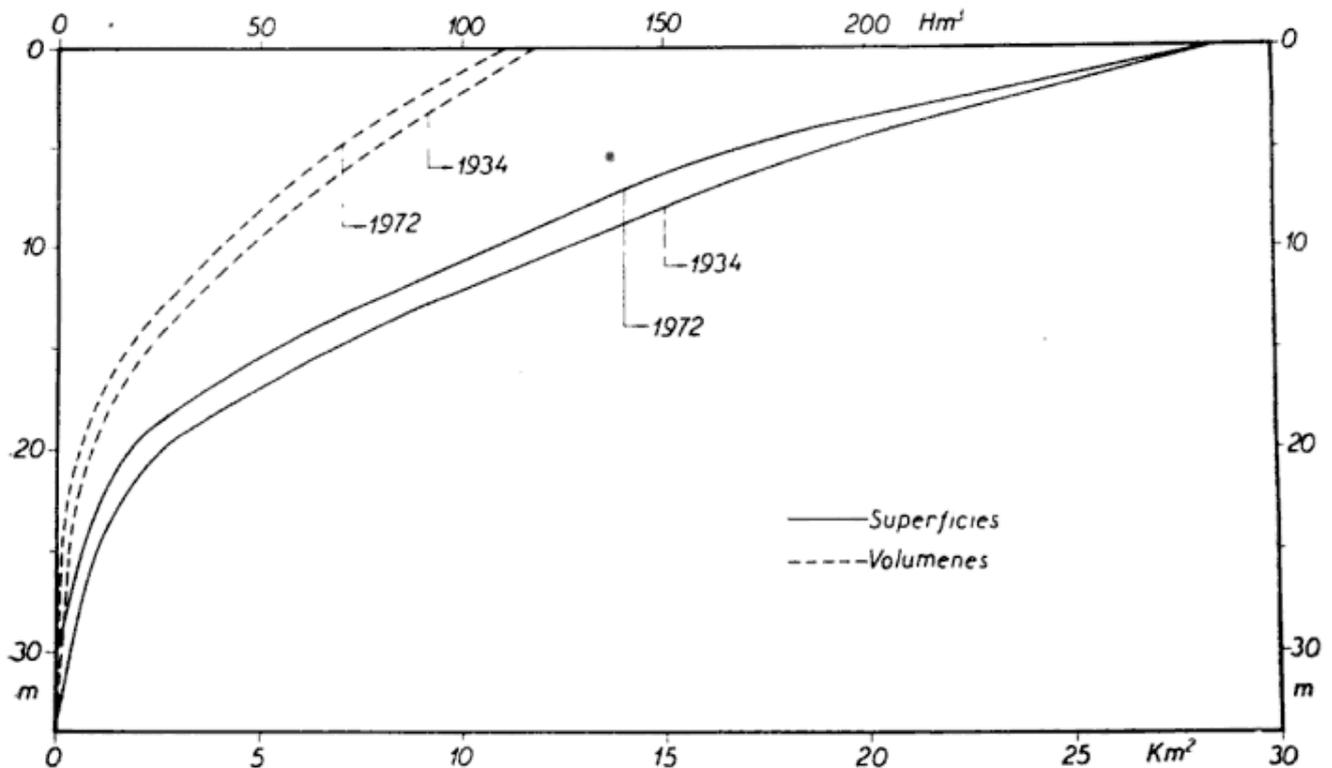


Fig. 3. — Confrontación entre las curvas de volúmenes parciales e hipsográficas de superficies para los años 1934 y 1972

para el cálculo de la densidad (W) de aquellos sedimentos que llevan T años de compacidad. La variable  $W_0$  es la densidad inicial considerada al final de un año y K es un constante vinculada al tipo de operación del embalse.

El valor resultante para W fue de 1.049,5 kg.m<sup>-3</sup>. Consecuentemente, el peso total de los sedimentos acumulados durante el lapso de tiempo considerado alcanza 36,8 . 10<sup>6</sup> tm.

### DENUDACION DE LA CUENCA TRIBUTARIA

La cuenca imbrífera del Embalse de Río Tercero se encuentra integrada por seis subcuencas tributarias principales, desembocando cinco de ellas por el extremo oeste del espejo de agua. A continuación se detallan algunos parámetros de dichas subcuencas, los que permiten diferenciarlas en importancia:

Subcuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	% de la superficie total	Longitud (km)	Pendiente (‰)
Río Grande.....	879,1	29,6	57	3,50
Río Santa Rosa.....	804,1	27,1	60	3,50
Río Quillinzo.....	589,7	19,9	61	2,62
Río La Cruz.....	564,1	19,0	70	2,28
A° Amboy.....	100,3	3,4	20	2,25
A° Grande.....	27,7	0,9	8	1,90

Los materiales, tanto solubles como sólidos, suministrados por estos tributarios al embalse constituyen una evidencia de la naturaleza de la meteorización en la cuenca de avenamiento.

Las muestras de sedimentos de fondo fueron investigadas mediante técnicas ópticas y de difracción de rayos X. La fracción inferior a 2 micrones (arcilla) indicó la predominancia de illita sobre los otros minerales arcillosos. La estimación semicuantitativa de la fracción arcilla en las seis muestras arrojó los siguientes valores: illita, 70-77 %; montmorillonita, 14,23 %; caolinita + clorita, 6-7 %. La illita mostró buena cristalinidad en todos los casos y su origen puede ser fundamentalmente vinculado a la degradación de minerales micáceos. La montmorillonita por su parte, está

acompañada por cantidades variables de minerales interestratificados irregulares y su origen puede vincularse entre otras fuentes, a la presencia de vulcanitas básicas. Finalmente, las muestras evidencian la presencia de caolinita, y en menor proporción de clorita, con pobres características de cristalinidad. Todas las muestras presentan trazas de plagioclasas y algunas un pico de 12,1 – 13,1 Å que podría ser atribuible a sepiolita.

La fracción comprendida entre 63 y 74 micrones fue examinada con ambas técnicas en cuatro muestras. El examen de difractogramas obtenidos a partir de material molido, permitió estimar la abundancia relativa de los componentes principales:

Muestra	Cuarzo	Mica	Plagioclasas	Clorita	Anfiboles	Otros minerales
7....	XXX	XXXX	XXX	X	X	Hematita, pirita?, apatita, dolomita?
9....	XX	XXXX	XX	X	nd	
8....	XXXX	XXX	XXX	X	X	Olivino, hematita, dolomita?
10....	XXX	XX	XXXX	nd	nd	Pirofilita, olivino?, magnetita?

Nota: XXXX, muy abundante; XXX, abundante; XX, presente; X, trazas; nd, no detectado.

Otros minerales detectados microscópicamente fueron: piroxenos, olivino, apatita, magnetita, hematita, pirita, vidrios volcánicos, granate, circón, etc. Difractogramas de preparados no orien-

tados sugieren la existencia de dos politipos de micas, 1 M y 2 M. La cristalinidad de las micas, por otra parte, parece decrecer junto con la abundancia.

	Conductividad micromohs/cm	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	SiO <sub>2</sub>
Río Grande...	72	42,9	1,5	3,0	7,6	2,5	4,6	1,5	10,6
Río Santa Rosa	122	67,5	2,7	6,7	13,2	3,0	9,7	2,1	13,0
Río Quillinzo.	111	62,4	2,3	4,4	12,9	2,9	6,7	2,0	10,5
Río La Cruz..	478	168,2	14,5	109,1	44,2	9,9	55,1	6,5	17,8
Embalse.....	161	72,9	3,9	17,7	14,5	3,7	15,0	3,2	4,0

Nota: Promedios de análisis efectuados en: IX/71, I/72, V/72, IX/72 y I/73.

El cuadro anterior presenta la composición química media del Embalse de Río Tercero y sus principales tributarios. Un exámen del mismo revela salinidades (conductividad específica) uniformes con la sola excepción del río La Cruz, cuya salinidad media es aproximadamente cuatro veces superior a la de los restantes tributarios. Asimismo, puede observarse que el orden de abundancia de los aniones es: bicarbonatos > sulfatos > cloruros. Esta uniformidad no se observa dentro del grupo de los cationes donde la secuencia es: calcio > sodio > magnesio > potasio, para los ríos Grande, Santa Rosa y Quillinzo. El río La Cruz y el Embalse de Río Tercero presentan el siguiente orden: sodio > calcio > magnesio > potasio. La relación Na/(Na + Ca) presenta valores que, para los ríos Grande, Santa Rosa y Quillinzo, se agrupan dentro del rango 0,34-0,42. El río La Cruz y el Embalse alcanzan 0,55 y 0,50 respectivamente. De igual modo, la relación Cl/(Cl + CO<sub>3</sub>H) indica la disparidad del río La Cruz (0,079) con respecto a los otros tres tributarios (0,033-0,038) y su eventual influencia sobre el Embalse (0,050). Los valores de sílice disuelta son uniformes para los tres primeros ríos, pero su concentración es notablemente mayor en el río La Cruz y menor en el Embalse. Esta última característica podría deberse a su utilización por parte

de las abundantes comunidades planctónicas existentes en el Embalse.

Los embalses normalmente retienen la mayor parte de los sedimentos entregados por la cuenca imbrífera. Leopold *et al.*, (1964) afirman que entre el 95 y el 99 % del sedimento aportado a un embalse, queda retenido en el mismo, particularmente en aquellos de mayor capacidad. Resulta entonces de importancia conocer el volumen de los materiales sedimentados para poder obtener una estimación de la magnitud de los procesos erosivos en la cuenca. Otros métodos con igual fin se basan en la determinación directa del flujo de materiales a través de secciones transversales ubicadas en los tributarios.

Con este motivo, se ha calculado el valor medio del aporte de sedimentos para toda la cuenca imbrífera del embalse que nos ocupa. Este valor es de 326,5 tm.km.año<sup>-1</sup>, el cual refleja la intensidad de los procesos mencionados anteriormente dentro de una cuenca con variables ambientales como las existentes en el Embalse de Río Tercero.

Tomando el valor medio del derrame anual de la cuenca (promedio 1913-1962, Agua y Energía Eléctrica, 1966) y la salinidad media, es posible estimar la pérdida de materiales por procesos de disolución, la cual alcanza 30,4 tm.km<sup>-2</sup>.año<sup>-1</sup>. Consecuentemente, la erosión total de la cuenca del Embalse de Río Tercero totaliza 356,9 tm.km<sup>-2</sup>.

año<sup>-1</sup>, del cual un 91,4 % corresponde a aportes detríticos y el 8,6 % restante a procesos de disolución. Aplicando este resultado a la ecuación de Judson y Ritter (1964), se obtiene un valor para la velocidad de la erosión de esta cuenca tributaria, de 122 mm.10<sup>-3</sup> años.

### CONCLUSIONES

En base a los estudios que se describen en este trabajo, ha sido posible obtener las siguientes conclusiones:

1) Durante el lapso de 38 años el Embalse de Río Tercero ha acumulado un volumen de sedimentos de 35 hm<sup>3</sup> (12,6 % de la capacidad inicial), los que representan 36,8 . 10<sup>6</sup> tm. Una comparación entre estos valores y los publicados en la literatura especializada internacional permite establecer que la colmatación en el Embalse presenta características moderadas.

2) La velocidad de sedimentación junto al dique alcanza 13 cm.año<sup>-1</sup>, habiéndose observado en otras áreas del Embalse velocidades de sedimentación superiores a los 25 cm.año<sup>-1</sup>. Considerando que la boca de la torre de toma superior se encuentra aproximadamente a 20 m por sobre el nivel actual de los sedimentos, es posible estimar en 150 años la vida útil del Embalse.

3) La mineralogía de los sedimentos acumulados, así como la naturaleza de las sales presentan una imagen preliminar sobre la intensidad de la meteorización en la cuenca imbrifera. La información existente permite suponer que existe una relación directa entre la salinidad y la longitud de los cursos de agua tributarios. Así, el río La Cruz, de mayor longitud presenta los valores de salinidad más altos. No obstante, diversas relaciones iónicas sugieren la existencia de distintos factores ambientales (geología, cubierta vegetal, suelos, relieve, etc) que interactúan en el control del quimismo de aquel río, el cual posee un marcado efecto sobre las aguas del Embalse. La relación Cl/

(Cl + CO<sub>3</sub>H), por ejemplo, indica una mayor concentración de cloruros en el río La Cruz (0,079) con respecto a los otros tributarios (0,033-0,038).

4) Partiendo de la suposición que los procesos erosivos se han desarrollado linealmente en función del tiempo, resulta posible establecer que la erosión total de la cuenca imbrifera alcanza a 357 tm.km<sup>-2</sup>.año<sup>-1</sup>, de la cual un 91,4 % es atribuible a los sedimentos clásticos y el 8,6 % restante a los sólidos disueltos.

5) La ecuación de Judson y Ritter (1964) permitió establecer la degradación de la cuenca, la cual alcanza 122 mm.10<sup>-3</sup> años.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Dirección de Hidráulica y al Depto. de Náutica, Caza y Pesca de la Provincia de Córdoba, por la colaboración prestada durante las etapas preliminares del trabajo, como así también al personal del Instituto Nacional de Limnología sin cuya asistencia no habría resultado posible la finalización de este primer proyecto sobre la colmatación de los embalses de las Sierras Pampeanas.

*Nota:* Evidencia posterior a la finalización del trabajo indicaría que la cota del embalse sobre el nivel del mar presentada en el mismo, la cual fue obtenida de documentación original de la obra, tendría un error de 128,45 m. Consecuentemente, la cota registrada en el momento del relevamiento expeditivo sería de 521,68 m s.n.m.

### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Agua y Energía eléctrica, 1966. *Resumen de la estadística hidrológica hasta 1962*. Buenos Aires, 318 p.  
Burgos, J. y Vidal, A., 1951. *Los climas de la República Argentina, según la nueva cla-*

- sificación de Thornthwaite. Meteoros (I)* 1: 3-23.
- Cabrera, A., 1958. *Fitogeografía. La Argentina. Suma de Geografía (III)* 2: 101-207.
- Depetris, P. y Drago, E., 1973. *Programa de computadora para el cálculo de las características morfométricas de lagos. Rev. Asoc. Cien. Nat. Lit.*, 4: 161-166.
- Gordillo, C. y Lencinas, A., 1972. *Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. Geología Regional Argentina, Acad. Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina*, 869 p.
- Hutchinson, E., 1957. *A treatise on Limnology. vol. I, Geography, Physics and Chemistry. J. Wiley & Sons*, 1015 p.
- Judson, S. y Ritter, T., 1964. *Rates of regional denudation in the United States. Jour. Geophys. Res.*, 69: 3395-3401.
- Leopold, L.; Wolman, M. y Miller, J., 1964. *Fluvial processes in Geomorphology. W. H. Freeman & Co.*, 522 p.
- López Cadenas, F. y Blanco Criado, M., 1968. *Aspectos cualitativos y cuantitativos de la erosión hídrica y del transporte y depósito de materiales. Inst. Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid*, 187 p.
- Miller, C., 1953. *Determination of the unit weight of sediment for use in sediment volume computations. Bureau of Rec., Hydrology Branch, Sedim. Section, Denver (Colorado, EE.UU.)*, 5 p.
- Rawson, D., 1955. *Morphometry as a dominant factor in the productivity of large lakes. Proc. Inter. Assoc. of Theoretical and Applied Limnology, XII*: 164-175.
- Scope, 1972. *Man-made lakes as modified ecosystem. International Council of Scientific Unions.*

Recibido el 20 de mayo de 1974/15 de setiembre de 1974.

## NOTA BREVE

### UN NUEVO AFLORAMIENTO METAMORFICO EN LA PATAGONIA EXTRAANDINA

Por GUALTER A. CHEBLI y ROBERTO FERELLO \*

#### RESUMEN

En la presente comunicación se da a conocer el hallazgo de una nueva localidad en la que afloran rocas metamórficas referidas al "Basamento pre-Antracolíptico".

La misma se ubica en las inmediaciones del cruce de la Ruta Nacional Nº 3 con el río Deseado, en la Ea. Tres Hermanas, Departamento Deseado, Provincia de Santa Cruz.

#### ABSTRACT

This notice is to report the discovery of a new locality where the rocks of the "Basement pre-Anthracolithic" are represented.

The outcrops are located in the environments of the intersection of Ruta Nacional Nº 3 and Río Deseado, in Estancia Tres Hermanas, Departamento Deseado, province of Santa Cruz.

Durante el último trimestre de 1973 la Comisión Geológica Nº 2 de la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, a cargo de uno de los autores (G.A.C.), tuvo oportunidad de efectuar trabajos de reconocimiento en la zona norte de la provincia de Santa Cruz vinculados al levantamiento geológico detallado de a zona de las estancias La Juanita y La Calandria (aproximadamente en el km 2.065 de la Ruta Nacional Nº 3).

En el transcurso de dichas tareas se localizó en la margen derecha del río Deseado, en las cercanías del casco de la Ea. Tres Hermanas, un afloramiento correspondiente a metamorfitas del "Basamento pre-Antracolíptico" (en el sentido de Lesta y Ferello, 1972) no ci-

tado anteriormente en la literatura geológica.

Considerando la importancia paleogeográfica y geológica que reviste el hallazgo se cree conveniente dar a conocer las características generales observadas en forma preliminar hasta tanto se cuente con los cortes petrográficos y los estudios microscópicos correspondientes.

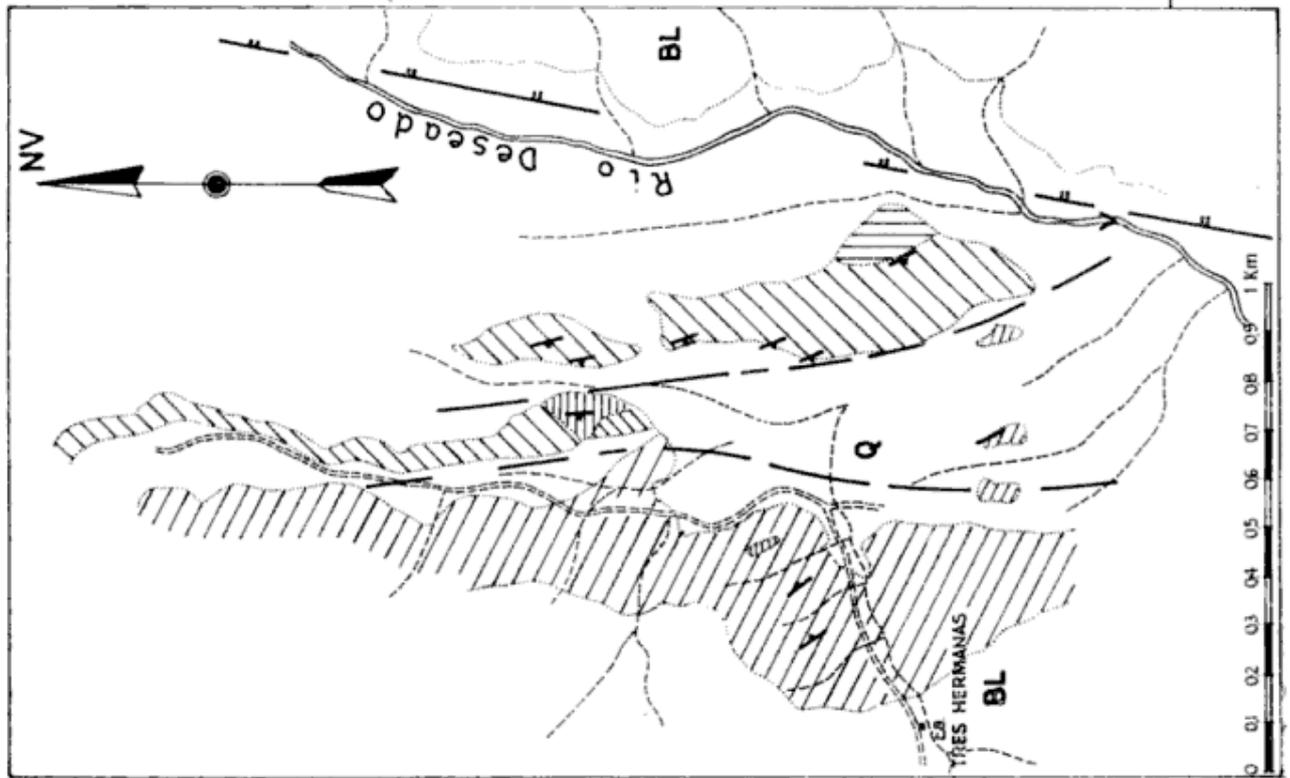
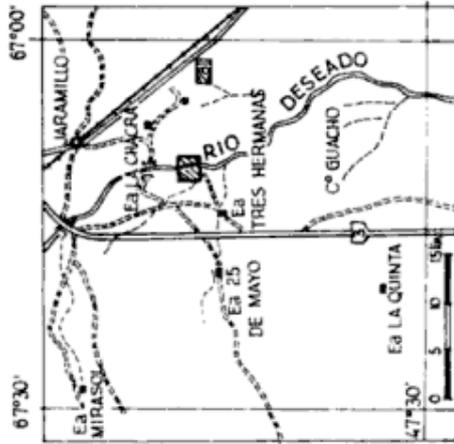
Se deja expresa constancia del agradecimiento a las autoridades de la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales por la autorización concedida para dar a conocer el presente trabajo.

El área en que afloran las rocas metamórficas se localiza en la margen derecha del río Deseado, a unos 5 km al ENE del casco de la Ea. Tres Hermanas y 4 km al S del puente que cruza el

\* Geólogos de la Gerencia de Exploración de Yacimientos Petrolíferos Fiscales.



**PLANOS DE UBICACION**



**REFERENCIAS**

- Q CUBIERTO
  - BL GRUPO BAHIA LAURA
  - CUARCITAS
  - ESQUISTOS MARMOREOS
  - ESQ. MICACEOS, ANFIBOLICOS FILITAS, ETC.
  - ZONA INYECCION MAGMATICA
  - FRACTURA
  - RUMBO E INCL. ESQUISTOSIDAD
- } COMPLEJO METAMORFICO

CHEBLI, G. Y FERELLO, R. "UN NUEVO AFLORAMIENTO METAMORFICO EN LA PATAGONIA EXTRAANDINA"

YPF GERENCIA DE EXPLORACION

rio mencionado ubicado en el camino que vincula la estancia con la población de Jaramillo.

Los asomos se localizan en el cauce aluvional del río, en neto ambiente de vulcanitas y piroclastitas correspondientes al Grupo Bahía Laura (Boyaciano-Batoniano). En su contacto occidental las metamorfitas son cubiertas, en efecto traslapante, por las rocas citadas. Por su parte, el límite occidental del afloramiento ofrece supuesto contacto tectónico con el Grupo mencionado.

Los asomos poseen un arrumbamiento general NNW-SSE, coincidente con la alineación regional de las "metamorfitas y rocas graníticas de la faja oriental del Sustrato Preantracolíptico" de la Región Extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz (Lesta y Ferello, *op. cit.*, pág. 602).

El sector central del afloramiento está constituido por mármoles y esquistos marmóreos, limitados en sus bordes por una brecha de falla mineralizada por cuarzo, calcita, fluorita y minerales opacos. Al poniente de los mismos se disponen cuarcitas cristalinas grises de grano muy fino, ocasionalmente esquistosas y con variado grado de participación micácea. Alojjan innumerables diques de cuarzo de pocos cm de espesor orientados según el rumbo de la esquistosidad de todo el conjunto que oscila entre N-S y NNW-SSE.

Al naciente de las rocas marmóreas afloran esquistos micáceos, migmatitas, micacitas, anfibolitas y filitas. Esta última secuencia muestra difusa inyección magmática que, hacia el este predomina totalmente aprovechando los planos de esquistosidad. El material de la inyección es cuarzoso, aplítico, gra-

nítico y hasta pegmatítico. Las anfibolitas son epidóticas y/o granatíferas.

El rumbo general de la esquistosidad e inyección son coincidentes con los anteriormente mencionados, subverticales a fuertemente inclinados al poniente

El hallazgo permite aportar datos que ayuden a aclarar el panorama en cuanto a las discusiones que giran en torno el carácter intrusivo o basamental de las rocas graníticas de la Formación La Leona con respecto a las sedimentitas permotriásicas de localidades cercanas pertenecientes a las Formaciones La Golondrina, La Juanita y El Tranquilo (vide Arrondo, 1972). En efecto, los rodados de las rocas metamórficas y plutónicas localizados en los niveles sefíticos de las Formaciones La Golondrina (principalmente) y La Juanita aparentan, macroscópicamente, provenir de estos afloramientos. La semejanza litológica del material de los rodados con las metamorfitas y las diferenciaciones magmáticas de las inyecciones aflorantes en la zona de Ea. Tres Hermanas es manifiesta.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Arrondo, O. G., 1972. "Estudio geológico y paleontológico en la zona de la Ea. La Juanita y alrededores, provincia de Santa Cruz, Argentina". Rev. Mus. de La Plata (n. Serie) Sec. Pal., T. VII, págs. 1-194, La Plata.
- Lesta, P. y Ferello, R., 1972. "Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz". Act. Acad. Nac. de Ciencias, Centenario de su Fundación. Geol. Reg. Arg. págs. 601-654, Córdoba.

Recibido el 25 de junio de 1974.

## NECROLOGIA



DOCTOR ROBERTO VITELMO TEZÓN

(1921-1973)

El 2 de diciembre de 1973 se produjo el deceso del Doctor Roberto V. Tezón, a la edad de 52 años, luego de una muy breve dolencia que rápidamente desembocó en un sorpresivo desenlace fatal.

Había nacido en la ciudad de Pergamino el 26 de diciembre de 1921. Después de efectuar sus estudios primarios y secundarios, ingresó en el Instituto Superior de Ciencias Naturales, hoy Facultad de Ciencias Naturales y Museo, de la Universidad Nacional de La Plata, egresando a fines de 1945; pocos meses después tuvo acceso en la entonces Dirección Nacional de Geología y Minería.

En esa Repartición inició sus trabajos sobre geología económica, actuando en los primeros tiempos en calidad de Ayudante Geólogo. Simultáneamente desarrolló su Tesis doctoral en la zona del Distrito Los Arboles-Los Ratones (Catamarca), llevando a cabo un minucioso estudio geológico económico de los depósitos de plomo, plata, zinc, wolfram, estaño y cobre, con el que obtuvo el título de Doctor en Ciencias Naturales, Especialidad Geología, en el año 1948.

Si bien en los comienzos de su actividad profesional, había demostrado preferencia por el estudio de yacimientos de minerales metalíferos, en aquella época, el geólogo debía abordar distintos temas, y a ello se deben sus estudios de calcáreos en lago Argentino, carbonato de sodio en Río Gallegos, fosfatos en Punta Balasto (Catamarca), hierro y arcilla en Barker (Buenos Aires) y muchos otros más. De aquellos años se destacan por su importancia, su participación en la Comisión encargada del estudio del hierro de Sierra Grande (Río Negro), y el relevamiento del depósito de oro, plata y manganeso, de "Farrallón Negro" y del Distrito Agua de Dionisio de Catamarca.

Tuvo el Dr. Tezón el privilegio de haber sido uno de los primeros geólogos que integró un grupo de jóvenes colegas que, bajo la supervisión del Dr. Walter Stoll, comenzó a definir una especialidad no enfocada y abarcada debidamente por los estudios universitarios que entonces se cursaban y por lo tanto pocos profesionales argentinos estaban especializados en la actividad minera. Esta circunstancia confería una auténtica vocación a quienes, como el Dr. Tezón la abordaban con verdadero interés.

Tempranamente en su formación profesional ocupó cargos directivos en la Repartición que le permitieron adquirir conocimientos más sólidos sobre aspectos técnico-administrativos que hacen a la exploración y explotación de los recursos mineros, confección de la Carta Geológico Económica e Hidrogeológica, los que progresivamente lo habrían de habilitar para asumir funciones de la más alta responsabilidad. Y debe señalarse que fue en el quehacer directivo donde el Dr. Tezón desarrolló su más prolongada y destacada actividad de su vida profesional.

Así, después de haberse desempeñado sucesivamente entre los años 1951 y 1954 en las jefaturas de la División Exploraciones Mineras, del Servicio de Economía y Estadística y del Servicio Minero, en 1955 fue designado Asesor del Director Nacional y Consejero Técnico de la Dirección Nacional de Minería; en estas elevadas funciones llevó a cabo diversos estudios y asesoramientos técnicos y económicos, destinados a reactivar la minería y colaboró activamente en múltiples asuntos que hacían a la marcha de la institución, asumiendo finalmente el cargo de Director Nacional que ejerció desde 1957 hasta 1964.

Estos antecedentes hacen ardua la tarea de sintetizar tan variada gama de funciones cumplidas, de temas abordados, de iniciativas y medidas encaradas en un lapso de funciones directivas tan prolongado, durante el cual, su inquieto temperamento lo llevó a encarar empresas muy disímiles que pudo llevar a feliz término a través de sucesivas etapas.

De tal manera al comenzar sus tareas como Director Nacional, otorgó una primera prioridad al trámite que procuraba dar una mayor jerarquía a "Minas", como solía expresarse el Dr. Tezón familiarmente a modo de síntesis de las distintas denominaciones que recibió esta Repartición, proceso administrativo que condujo finalmente a la descentralización de la Dirección Nacional en 1958. Participó luego en la preparación del anteproyecto del Decreto de creación de la Subsecretaría de Minería, ya que a su entender, la Repartición requería una instancia superior que otorgara un mejor y más dinámico accionar a los estudios geológicos, mineros e hidrogeológicos que realizaba.

Paralelamente a su función directiva realizó en esa época el Curso de Defensa Nacional en la Escuela Nacional de Guerra y fue designado, Delegado del Gobierno Argentino ante la Conferencia Panamericana de Economía en 1958, Miembro de la Comisión Asesora del Banco Industrial en 1959, que tuvo por misión reformar la Carta Orgánica de dicha institución y entre otras funciones más, Informante de la Comisión Especial de Minería de la H. Cámara de Diputados de la Nación, en 1959, en la que desarrolló una labor muy encomiable.

En 1960 fue invitado por el Gobierno de los Estados Unidos de América para visitar diversas instituciones estatales y centros de enseñanza universitaria. De este modo tomó contacto con el Geological Survey y el Bureau of Mines, circunstancia que le permitió interiorizarse del funcionamiento de dichos organismos y visitar diversos centros industriales y yacimientos. Fue propicia su estada en el país del norte para efectuar un curso de Administración de Planes de Investigación de los Recursos Naturales en la Universidad de Madison (Wisconsin) y en la Secretaría de Agricultura, en Washington, D. C. y trasladarse luego a Canadá y Méjico donde cumplió también un programa de visitas vinculadas con la actividad minera de dichos países.

Asistió a distintos congresos geológicos y mineros en el país y en el extranjero en representación de la Subsecretaría de Minería; entre otros presidió la Delegación Argentina que participó del Congreso Geológico Internacional de Nueva Delhi (India) en 1964.

Por otra parte, distintas instituciones requirieron en muchas oportunidades su aporte para pronunciar conferencias sobre múltiples aspectos de la Minería y los Recursos Naturales, circunstancias en las que siempre subrayó la importancia de los estudios geológicos en general, en beneficio del desarrollo nacional.

Durante su gestión al frente de la Dirección Nacional y como fruto en buena medida de su esfuerzo personal, pudo concretar una serie de iniciativas de carácter técnico que demostraron su permanente preocupación en la búsqueda de los medios que permitieran divulgar y actualizar la masa de información geológica y minera inédita, resultante de la acción de los profesionales y técnicos que actuaban en los distintos sectores de la Repartición. Dio en consecuencia, un gran impulso a la actualización de la Estadística Minera y del Petróleo, a los mapas Tectónico y Metalogenético de la República Argentina a escalas 1: 5.000.000 y 1: 2.500.000 respectivamente, así como al Mapa de Permeabilidad de Suelos y de Perforaciones también a escala 1: 5.000.000, y concretó la publicación de un Boletín Informativo Mensual Técnico-Estadístico que llegó a cumplir una importante misión informativa en el orden nacional.

Fue también motivo de su mayor interés, mantener el nivel técnico de los profesionales de la Casa, y en tal sentido apoyó toda posibilidad de perfeccionamiento para lo cual prestó su conformidad a distintos planes de becas, habiendo llegado a concretar 17 misiones a Estados Unidos de América, 14 a Francia, 6 a Alemania y varias más a otros países, donde se efectuaron cursos sobre Geoquímica, Geofísica, Fotogeología, etc.; dentro de este conjunto de medidas, también propició la reciprocidad, autorizando la recepción de becarios procedentes de aquellos y otros países que cumplieron diversos períodos de entrenamiento en el campo y gabinete en aspectos de la geología y minería. Para completar esta acción en beneficio de la Repartición, gestionó dentro de las posibilidades de estructura y presupuesto, el nombramiento de profesionales para reforzar las dotaciones correspondientes.

En esta etapa de su actuación, una nueva iniciativa lo llevó a propiciar la modificación del Decreto Ley 517/58, que había otorgado la descentralización de la Dirección Nacional, en procura de una mayor agilitación de los distintos servicios de apoyo a los trabajos de investigación geológica, hidrogeológica y minera, sin descuidar las disciplinas de base, como topografía, cartografía, química, perforaciones, etc., y de una mejor financiación para la marcha general de la institución, objetivos que se materializaron con la creación del Instituto Nacional de Geología y Minería, del que más tarde pasó a integrar su Directorio entre los años 1964 y 1966 y finalmente ejercer su presidencia desde 1966 hasta 1968.

Durante 1968 y parte de 1969, abrió un paréntesis a sus actividades específicas, con motivo de haber sido seleccionado para participar del VII Curso del Colegio Interamericano de Defensa, el que cumplió brillantemente en la ciudad de Washington D. C. A su regreso asumió funciones de Asesor del Secretario de Estado de Minería para culminar su trayectoria técnico-administrativa como Subsecretario de Minería, cargo que desempeñó desde abril de 1972 hasta mayo de 1973. Con anterioridad, ya en el año 1963 había ocupado dicha jerarquía durante breve lapso.

En estas últimas funciones, le cupo al Dr. Tezón apoyar la ejecución de los grandes planes de investigación geológico-minero; así, puso en marcha el Plan Cordillera Norte, luego denominado NOA-I, para el que gestionó la toma de 200.000 km<sup>2</sup> de fotografía aérea de las provincias de Catamarca, Santiago del Estero, Salta, Jujuy y Tucumán, conviniendo más tarde con la Dirección General de Fabricantes Militares la suma de esfuerzos en la ejecución de los estudios a realizar. A su iniciativa se debe también la programación del Plan Patagonia-Comahue, el más importante y trascendental por su magnitud y la expectativa que encierra su vasto territorio, escasamente conocido en la potencialidad de sus recursos naturales, especialmente mineros, actualmente en ejecución.

En otros aspectos de esta etapa de su actuación, se destaca su colaboración en el proyecto de Ley de Promoción Minera, en el anteproyecto del Código de Minería, en el Proyecto de la Ley que grava los cateos improductivos y asimismo en otros instrumentos legales destinados a normalizar y desarrollar las actividades mineras.

No estuvo ausente de su amplio criterio la colaboración con las universidades, a través de distintos convenios de estudios geológicos y para la participación de estudiantes avanzados de geología en comisiones de campo de la Repartición. La Universidad de Buenos Aires por breve lapso lo incorporó a su personal docente para dictar cursos de su especialidad.

Es oportuno señalar aquí, que corresponde al Dr. Tezón el mérito de haber apoyado la realización de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas, al hacerse eco de una inquietud manifestada reiteradamente en el ambiente geológico argentino y en el mismo seno de esta Asociación. En dicha oportunidad y por decisión unánime de la Comisión Provisoria, fue designado para presidir la Comisión Organizadora de tal encuentro, facilitando más tarde, la realización de las Segundas y Terceras Jornadas.

Como resultado de su amplia y variada producción, publicó diversos trabajos profesionales y de su gestión directiva en distintas publicaciones especializadas del país.

Esta reseña, no totaliza la variada actividad del Dr. Tezón y solo intenta exponer una parte de la tarea profesional realizada desde muy distintas funciones jerárquicas, de sus iniciativas, proyectos, misiones y de su permanente interés en volcar la Minería en particular y las Ciencias Geológicas en general hacia el gran contexto de desarrollo económico del país. Y sea finalmente el modesto homenaje que le rinde la Asociación Geológica Argentina a su memoria y en reconocimiento a su positiva labor en favor de la Geología Argentina. — *E. J. Methol.*

## INFORMACIONES A LOS SEÑORES ASOCIADOS

### COMITE PERMANENTE DE CONGRESOS GEOLOGICOS ARGENTINOS

El día 26 de septiembre de 1974 se constituyó el Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos, de acuerdo a una convocatoria de la Asociación Geológica Argentina.

La creación del Comité fue propuesta a la Asamblea de Clausura del Vº Congreso Geológico Argentino (Villa Carlos Paz, Córdoba), la que se adhirió a la misma y recomendó su estudio a la Asociación Geológica Argentina.

La Asociación Geológica Argentina, en cumplimiento de dicha recomendación y ante la imperiosa necesidad de constituir un cuerpo administrador de los bienes existentes originados en los Congresos Geológicos Argentinos realizados, decidió constituir un Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos.

Las primeras actividades del Comité estuvieron dedicadas a la redacción de su Reglamento, aprobado en la sesión del día 18 de noviembre de 1974, que se transcribe a continuación:

#### REGLAMENTO

El Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos, en virtud de su Reglamento, ha quedado constituido por los siguientes Miembros: Dr. Guillermo Furque Young, Dr. Jorge E. Methol, Dr. Pedro Criado Roque, Dr. Pedro N. Stipanovic y Dr. Horacio H. Camacho.

De acuerdo con el Art. 3º de dicho Reglamento, hallándose en uso de licencia el Dr. Pedro N. Stipanovic, asumió la Presidencia el Dr. Pedro Criado Roque.

*Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos*

### REGLAMENTO DEL COMITE PERMANENTE DE CONGRESOS GEOLOGICOS ARGENTINOS

#### *Finalidades*

*Art. 1.* — El Comité Permanente de Congresos Geológicos Argentinos tiene las siguientes responsabilidades:

- a) Ser depositario y administrador de los bienes originados en los Congresos Geológicos auspiciados por la Asociación Geológica Argentina.
- b) Asesorar a las Juntas Ejecutivas de los Congresos y decidir juntamente con las mismas, en todos los casos en los cuales fuere consultado.
- c) Velar por el cumplimiento de las obligaciones que hubieren quedado pendientes de los Congresos realizados y de la ejecución de las Ponencias y Mandatos derivados de las Asambleas de los mismos.

#### *Composición y funciones del Comité*

*Art. 2.* — El Comité estará integrado por los Presidentes de los Congresos Geológicos realizados y el Presidente del que se halla en proceso de realización.

*Art. 3.*—Ejercerá las funciones de Presidente del Comité, el Presidente del último Congreso finalizado. En caso de ausencia temporaria del mismo, será reemplazado por el Presidente del inmediatamente anterior.

*Art. 4.*—El Comité podrá invitar a miembros de las distintas Asociaciones vinculadas al quehacer geológico en el orden nacional, a colaborar con el mismo en las tareas que estime necesarias.

*Art. 5.*—La sede oficial del Comité será la Casa del Geólogo.

*Art. 6.*—El Comité se reunirá todas las veces que lo considere necesario mediante citación del Presidente o de quien ejerciere las funciones de tal. Llevará un Libro de Actas de sus reuniones y sus decisiones serán adoptadas por simple mayoría de sus Miembros presentes. En caso de empate, el Presidente decidirá.

*Art. 7.*—El Comité dispondrá de una Cuenta Corriente en un Banco Oficial, a su nombre, con la firma de tres de sus Miembros y a la orden conjunta de dos de ellos. Podrá efectuar operaciones financieras, contratar personas, realizar publicaciones, adquirir o alquilar muebles, inmuebles y otros objetos que considere convenientes para sus funciones.

*Art. 8.*—El Comité podrá adelantar fondos, con cargo de devolución, a la Junta Ejecutiva del Congreso en realización, a los efectos de facilitarle los trámites iniciales del mismo. Dichos fondos deberán ser reintegrados antes de la ejecución del Congreso.

*Art. 9.*—El Comité presentará anualmente, la Memoria, Balance e Inventario de sus actividades y bienes, los que se publicarán en la Revista de la Asociación Geológica Argentina. El Balance e Inventario deberán contar con el control y firma de un Contador Público.

*Art. 10.*—El Comité recibirá, mediante Acta e Inventario, los bienes provenientes de los Congresos finalizados y llevará permanentemente actualizadas las existencias de Actas y otras publicaciones emanadas de aquellos o del propio Comité.

*Art. 11.*—El Comité podrá desarrollar actividades complementarias de los Congresos así como también, durante los mismos. En este último caso, cuando le sea solicitado por la Junta Ejecutiva correspondiente.

*Art. 12.*—El Comité podrá participar en Congresos y reuniones geológicas nacionales e internacionales. Para tales fines deberá atender y coordinar dicha participación con las distintas asociaciones del país interesadas en los mismos.

## REUNION ANUAL DE LA INTER-UNION COMMISSION ON GEODYNAMICS Y EL INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT CRUSTAL MOVEMENTS (AGOSTO, 1974)

### 1. *International Symposium on Recent Crustal Movements*

Se realizó en Zurich, Suiza, en la sede del Swiss Federal Institute of Technology, desde el 26 al 31 de Agosto próximo pasado. Asistieron más de 180 geólogos, geofísicos, y geodestas provenientes de distintos países de Africa, América del Norte, América del Sur, Centro América, Asia y Europa. Se presentaron 96 trabajos, en los que se relatan los distintos aportes de la geología, geofísica, geodesia y arqueología, al estudio de los movimientos que afectaron a la corteza terrestre en tiempos recientes. Los resúmenes de estos trabajos fueron publicados con anterioridad al Simposio en un volumen de 100 páginas, y se entregó un ejemplar de dicha publicación a todos los inscriptos. El suscripto posee un ejemplar del mismo y lo pone a disposición de aquellas personas interesadas en su consulta. Asimismo se dispone de los pre-impresos de algunos de los trabajos presentados.

Realizar un análisis individual de los trabajos presentados resulta tedioso. Pero llamó la atención del suscripto los detallados estudios realizados en áreas de actividad tectónica comprobada con miras a definir la naturaleza de los movimientos corticales y predecir posibles movimientos que por su intensidad podrían afectar a la población humana y a sus bienes.

Entre las técnicas empleadas para definir movimientos verticales y horizontales de la corteza, los más exitosos fueron: nivelación de alta precisión repetida (hasta diez estudios por año); mediciones angulares y lineales reiteradas, y el empleo de inclinómetros y extensómetros.

En cuanto a la explicación de los movimientos corticales recientes a la localización de recursos naturales, merece citarse el presentado por estudiosos del Instituto de Geología y Explotación de combustibles fósiles de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, en el cual se relacionan dichos movimientos con la distribución de petróleo. El trabajo lleva el título "Application of recent crustal movements in the Study of Crustal Structure and distribution of oil deposits", siendo sus autores A. T. Donabedor y V. A. Sidorov. El suscripto posee un pre-impreso de este trabajo el que está a disposición de quienes quieran consultarlo y valorar su significado e importancia técnico científica.

De los distintos trabajos presentados en relación al empleo de métodos astronómicos convencionales para la determinación de los postulados desplazamientos continentales, se desprende que por causas diversas, estos métodos actualmente no pueden detectar movimientos menores de 20 centímetros por año, y por lo tanto no tienen el poder de resolución necesario. Por tal razón fue escuchado con sumo interés el trabajo presentado por el United State Lunar Ranging Team quienes aseguran que estarán en condiciones de medir desplazamientos continentales con una seguridad de orden de 1 centímetro por año dentro de un par de años. Este grupo ha programado la construcción de un equipo instrumental móvil, con el cual se realizarían observaciones por un período de 3 a 6 semanas en distintas áreas corticales estables de los distintos continentes, con el cual se espera determinar la ubicación del lugar de observación con una precisión de 1 a 3 centímetros en cada coordenada. El citado grupo de trabajo solicita la colaboración de científicos o instituciones que estén interesados en que se realicen observaciones de tal naturaleza en sus países.

En la sesión de clausura de aprobaron dos recomendaciones:

1. Instrumental systems capable of precise geodetic measurements such as Geodetic Satellite Lunar Ranging and VLBL are of the greatest value and importance to the study of Recent Crustal Movements and Geodynamics. The Commission on Recent Crustal Movements (C.R.C.M.) and the Inter-Union Commission on Geodynamics (I.C.G.) together strongly recommend that earnest causes of movements can be investigated.

C.R.C.M. and I.C.G. particularly emphasize that not only is doing the measurements important but it is also important that the measurements be made in the optimum places in the light of geodynamics. Resolución presentada por el Grupo de Trabajo 7 y el Grupo de Estudio 1 del Grupo de Trabajo 10 del I.C.G.

2. To encourage the studies of the mechanical and physical background of recent crustal movement and their driving mechanisms (as far as possible on the basis of modelling and especially proceeding from the observation on variations of geophysical fields during recent movements).

*El próximo simposio de C.R.C.M. se realizará en 1977*

## *2. Reunión Anual de la Inter-Union Commission on Geodynamics*

La Inter-Union Commission on Geodynamics se reunió los días 27 y 28 de agosto próximo pasado en la sede del Swiss Federal Institute of Technology. Asistieron a dichas sesiones los siguientes miembros: C. L. Drake (EE. UU.); F. Delany (Francia); A. L. Hales (Australia); V. A. Magnitsky (U.R.S.S.); J. Sulton (Reino Unido); F. F. de Almeida (Brasil); S. Uyeda (Japón); H. Berckhemer (Alemania Occidental); G. Palmason (Islandia); O. L. Anderson (EE. UU.); G. Barta (Hungria); M. P. Bott (Reino Unido); V. V. Belousov (U.R.S.S.) y D. A. Valencio (Argentina). Asimismo asistieron representantes de la UNESCO, International Union of Geological Sciences, International Union of Geodesy and Geophysics, de los Comités Nacionales del I.C.G., etc.

Entre los principales puntos discutidos y las resoluciones adoptadas merecen mencionarse:

- a) Apoyar la realización de estudios que por su alcance estén vinculados simultáneamente con el Geodynamics Project y el International Geological Correlation Programme.
- b) Aconsejar un contacto más estrecho entre los Comités Nacionales para el Geodynamics Project y el International Geological Correlation Programme.
- c) Publicar trimestralmente un boletín de informaciones que sirva como medio de intercambio de noticias para todos aquellos vinculados al Geodynamics Project.

- d) Se comunicó que la American Geophysical Union está dispuesta a publicar los resúmenes de los trabajos presentados en las reuniones de los grupos de trabajo del I.C.G.
- e) Se acordó que la I.C.G. sólo auspiciará aquellos simposios o conferencias que publiquen los trabajos científicos presentados en ellas.
- f) Se aprobó incluir en el calendario de reuniones de interés para la I.C.G. la Penrose Conference a realizarse en Vail, Colorado, EE.UU. en Enero de 1975. El tema de esta conferencia (Pre Mesozoic Drift) está íntimamente asociado a los objetivos del Grupo de Trabajo 10 de la I.C.G.
- g) Se acordó que la reunión anual de la I.C.G. correspondiente al año 1977, se realice en ocasión del Tercer Congreso Latinoamericano de Geología a realizarse en México.

En la sesión del día 27 de Agosto, los Presidentes de los diez Grupos de Trabajo del I.C.G., presentaron los informes de las actividades realizadas en el último año. El suscripto posee copia de tales informes las que están a disposición de toda persona o institución que desee consultarlos.

Particularmente el informe de actividades del Grupo de Trabajo 10 que preside el suscripto, ha sido enviado a las instituciones vinculadas al quehacer geodinámico con anterioridad a la Reunión Anual.

En la sesión del día 28 de Agosto los representantes de los distintos Comités Nacionales del I.C.G. presentaron los informes de actividad: Así lo hicieron los representantes de Canadá, Reino Unido, Turquía, Brasil, Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, Suiza, Sud Africa, Alemania Occidental, India, Islandia, México, Australia, Nigeria y Estados Unidos de América del Norte. El suscripto posee copias de aquellos informes que fueron reproducidos con anterioridad a la sesión, y los pone a disposición de quienes deseen consultarlos. La Argentina no presentó informe de actividades.

El representante de la I.C.G., ante el Committee on World Data Centers and Data Exchange informó que ha sido publicada la "Third Consolidated Guide to International Data Exchange through the World Data Centers". Ejemplares de esta publicación pueden ser solicitados al Dr. E. R. Dyer, Secretary I.C.S.U. Panel WDG., c/o National Academy of Sciences, 2101 Constitution Ave. N. W., Washington, D. C. 20418 U.S.A.

En la última sesión fueron aprobadas las siguientes resoluciones:

i. The I.C.G. requests that the Commission for the Geological Map World form a working group before the I.U.C.G., meeting at Grenoble 1975 to produce specific plans for the production of paleogeographic maps of the platforms of the world showing approximate coastlines, facies, thicknesses, structure and structural trends, for stages in the geological column represented by the sedimentary cover each platform. The purpose is to provide reliable quantitative information on the vertical movements of the platforms and their relationship to geodynamic processes. Initially, the working groups should prepare a pilot study of two maps showing the Cenomanian and Turonian in Europe and this should be available for discussion at the I.U.C.G. meeting in Sydney 1976.

ii. The I.C.G. recommends to the World Data Centers and the responsible agency, the Permanent Service for Mean Sea Level, that sea level data recorded by tide gauges in different countries over the world should be collected and regularly published in a readily accessible form for the study of vertical movements and the long term trends in mean sea level.

iii. The I.C.G. urges that the unique opportunity for studying the deeper oceanic and continental crust by land drilling in rift areas be utilized, and that interested National Committees combine their efforts to take advantage of this opportunity.

### 3. Reunión del Grupo de Trabajo 9 de la Inter-Unión Commission de Geodynamics

Se realizó desde el 2 al 4 de Septiembre próximo pasado en la sede del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Zurich. Previamente, el domingo 1 de Septiembre, se realizó una excursión geológica a los Alpes Suizos durante la cual se pudo observar las unidades tectónicolitológicas "flysch" y "molasse", y se recorrieron varios perfiles de los clásicos "nappes" alpinos.

Las sesiones de la reunión fueron presididas por V. V. Belousov (presidente del Grupo de Trabajo 9) y en ellas distintos miembros del Grupo de Trabajo presentaron una revisión del estado actual del conocimiento en diferentes áreas elegidas previamente; indi-

caron cuales son las principales incógnitas a resolver y bosquejaron los programas de trabajo futuro.

Entre estos trabajos merecen citarse los presentados por R. L. Armstrong (Nueva escala de calibración absoluta); M. P. Saggerson (Perfil Transversal de la Cadena Limpopo, Africa); M. J. Rickard (Section a través del Orogeno Tasmania) N. Rast (Perfil a través de los Apalaches); H. J. Zwartz (La orogenia Hercínica en Europa); E. Niggli (Fases metamórficas y magmáticas en los Alpes); R. Trumpley (Sección a través de los Alpes), etc. De algunos de estos trabajos se dispone de preimpresos, los que se ponen a disposición de los interesados en consultarlos.

Particularmente fueron de interés al suscripto:

1. Los nuevos valores de las edades absolutas asignadas a los límites de eras geológicas; la nueva edad asignada al límite Permo-Triásico (240 millones de años) armoniza con la edad paleontológica de la Formación Puesto Viejo y con las edades radimétricas encontradas en magmatitas de esta formación por el Grupo de Trabajo que dirige el suscripto.
2. El censo general que los términos flysch y molasse sólo son aplicables a los Alpes y no son extensibles a otras áreas del mundo.

#### 4. *Commission on Recent Crustal Movements* (C.R.C.M.)

El Dr. Setumi Miyamura, ex vice-presidente de la Comisión, sismólogo actualmente en servicio en Costa Rica, convocó a una reunión a todos los americanos del sur asistentes al International Symposium on Recent Crustal Movements. El Dr. Miyamura informó que la Comisión tiene programada la creación de una Sub-comisión para América del Sur y que al respecto deseaba conocer las instituciones que en cada país podrían tener interés en participar en tal proyecto. El suscripto indicó que en nuestro país los organismos vinculados al quehacer del C.R.C.M., son entre otros: el Instituto Geográfico Militar, el Departamento de Geodesia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y el Instituto Sismológico El Zonda de San Juan. El Dr. Miyamura enviará una circular relativa a la creación de la proyectada Sub-comisión. El suscripto por la presente cumple en informar a los organismos interesados de lo actuado al respecto. No siendo el tema de su dominio, se disculpa de involuntarias omisiones, y en tal sentido solicita a los lectores, que divulguen la información a los organismos o investigadores de nuestro país interesados en el proyecto. Para mayor información escribir al Dr. S. Miyamura: Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1-1-1, Yayoi Bunkyo-Ku, Tokyo, Japón.

#### 5. *International Geological Correlation Program*

El Prof. Fernando F. M. de Almeida, de la Universidad de São Paulo, solicitó al suscripto que hiciera llegar al Presidente del Comité Argentino, la invitación a participar en un plan de correlación de las formaciones geológicas presentes hacia ambos lados del Atlántico Sur. Participarían científicos de Argentina, Brasil y actuantes en varios países del Africa.

ING. DANIEL ALBERTO VALENCIO

Buenos Aires, 12 de Septiembre de 1974

### REUNIONES CIENTIFICAS

#### *II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica*

Se realizará en Buenos Aires del 15 al 19 de diciembre de 1975.

#### *VIº Congreso Geológico Argentino* (Auspiciado por la Asociación Geológica Argentina).

El VIº Congreso Geológico Argentino tendrá lugar en Bahía Blanca desde el 21 hasta el 27 de noviembre del año 1975. Informaciones sobre el mismo se pueden solicitar en la Casa del Geólogo, Maipú 645, piso 1º, Buenos Aires.

*International Congress of Hydrogeology*

Este Congreso es promovido por la International Association of Hydrogeologists juntamente con la Fundação Universidade-Empresa de Tecnologia e Ciencia —FUNDATEC— y se realizará en Porto Alegre (Brasil), del 23 al 27 de marzo de 1975.

Presidente de la Comissao Executiva es el Prof. Dr. Adolpho Kurth Hanke (Caixa Postal, 1311. Porto Alegre 90000, Rio Grande do Sul, Brasil).

*Simposio Internacional do Quaternario*

Este Simposio, organizado por la Academia Brasileira de Ciencias, se realizará del 15 al 31 de julio de 1975. Se iniciará en Curitiba (Paraná) y terminará en Porto Alegre (Rio Grande do Sul).

Las informaciones sobre esta reunión científica se pueden solicitar al Dr. Joao J. Bigarella, Caixa Postal, 5087 (MERCADO) - 80000 Curitiba, Paraná, Brasil.

# ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Maipú 645, Piso 1º, Buenos Aires (Argentina)

## COMISION DIRECTIVA

(1973-1975)

<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

### *Miembros honorarios*

† Prof. Dr. PABLO F. C. GROEBER	009
† Prof. Dr. JUAN KEIDEL	010
† Prof. Dr. JOAQUÍN FRENGUELLI	013
† Prof. Dr. FRANCO PASTORE	014
† Prof. Dr. ANGEL V. BORRELLO	031
† Prof. Dra. EDELMIRA MÓRTOLA	065
† Prof. Dr. HORACIO J. HARRINGTON	001
Dr. CARLOS DAVID STORNI	002
Zapiola 1701, Buenos Aires.	
Prof. Dr. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO	004
Fundación Bariloche, Bariloche (Río Negro).	
Prof. Dr. OSVALDO I. BRACACCINI	005
Estrada 2561, Martínez (Buenos Aires).	
Prof. Dr. ARMANDO F. LEANZA	006
Camacua 144, P. 7º, Dpto. A, Buenos Aires.	
Prof. Ing. VICTORIO ANGELELLI	007
Calle 2, Nº 1179, P. 2º, Dpto. D, La Plata (Buenos Aires).	
Prof. Dr. JORGE POLANSKI	088
Virrey del Pino 3887, Buenos Aires.	
Prof. Dr. PERCY QUENSEL	495
Kommandörsgatan 35, Stockholm (Suecia).	
Prof. Dr. RICHARD FOSTER FLINT	575
265 Bradley Street, New Haven, Conn. 0650, Connecticut (U.S.A.)	

*Miembros correspondientes*

† Prof. Dr. ARNOLDO HEIM (Suecia)	012
† Prof. Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES (Brasil)	076
† Prof. Dr. ABEL HERRERO DUCLOUX (Argentina)	062
† Prof. Ing. JORGE MUÑOZ CRISTI (Chile)	533
Prof. Dr. VÍCTOR M. LÓPEZ Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela).	075
Prof. Dr. ENRIQUE GERTH (República Federal Alemana).	126
Prof. Dr. GUILLERMO ZULOAGA Creole Petroleum Corporation, Apartado 889, Caracas (Venezuela).	530
Prof. Ing. HÉCTOR FLORES WILLIAMS Heleodoro Flores 2425, La Nuñoa, Santiago (Chile).	347
Prof. Ing. CARLOS RUIZ FULLER Narvik 6420, Santiago (Chile).	531
Prof. Dr. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo (Uruguay).	532

*Miembros protectores*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina  
Rivadavia 1915, Buenos Aires.

*Socios activos*

1031	Abruzky, Héctor Luis, Entre Ríos 1243, P. 13, d. A, Buenos Aires.
587	Aceñolaza, Florencio G., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.
154	Achen, Héctor T., Luzuriaga 219, Mendoza.
874	Aldacour, Héctor Eduardo, Pasaje Húsares 450, Bahía Blanca (Bs. As.).
1040	Aldebert, Sergio René, El Aguilar (Jujuy).
691	Alderete, Mario C., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.
1035	Alfonso, Rafael F., Distrito Geológico Norte Y.P.F., Salta, Vespucio.
685	Aliotta, Guida, C.C. 138, Bariloche (Río Negro).
1045	Alvarez Berros, Salvador A., Santa Fe 3435, P. 6º d. C, Buenos Aires.
663	Amengual, Rodolfo, C.C. 145, Salta.
992	Ametrano, Silvia Juana, Diag. 77, nº 742, dto. F, La Plata (Bs. As.).
836	Amoco Argentina Oil Co., Maipú 942, P. 16, Buenos Aires.
204	Amos, Arturo J., Calle 12, entre 24 y 25, City Bell (Bs. As.).
474	Andreis, Renato R., Billinghamurst 1685, P. 5º, dto. B, Buenos Aires.
692	Andreoli, Sergio, Alsina 505, Bahía Blanca (Bs. As.).
464	Angeleri, Alberto D., C. C. 181 (Cía. Pérez Companc), Neuquén.
316	Anselmino, Adolfo M., Estafeta Postal "Recreo Venecia" City Bell (Bs. As.).
942	Antelo, Belarmino, Calle 19, Nº 1553, La Plata (Bs. As.).
550	Antinori de Gutiérrez, Alicia, Estafeta Dr. García Diamante (Entre Ríos).
535	Antonoli, Jorge A., Calle 7, nº 1594, La Plata (Bs. As.).
294	Antonietti, Carlos E., Buenos Aires 246, dto. 3, Mendoza.
312	Antuña, Eloy J., Rivadavia 6003, Buenos Aires.
015	Aparicio, Emiliano P., Hipólito Yrigoyen 407, Mendoza.
1041	Aramayo Flores, Raúl Fernando, Mendoza 293, Salta (Ciudad).
693	Arcidiácono de Durán, Eva C., Rosario 814, P. 13, dto. A, Buenos Aires.
315	Archangelsky, Sergio, Av. Santa Fe 3344, dto. 27, Buenos Aires.
1028	Ardolino, Alberto, Calle Corro 602, P. 6º, d. A, Buenos Aires.
431	Aristarain, Lorenzo F., República de la India 3065, 7º, Buenos Aires.
162	Armando, Vicente, Monte Caseros 1242, Mendoza.
523	Arrondo, César, Museo Paseo del Bosque, La Plata (Bs. As.).
781	Arrospide, Alberto, Calle 11 Nº 1463, La Plata (Bs. As.).
1021	Avila, Julio César, Sierra Grande, Río Negro.
694	Azcuy, Carlos Leopoldo, Cafayate 4267, Buenos Aires.

- 268 Aspilcueta, Juan, Calle 8 N° 281, La Plata (Buenos Aires).  
930 Baceaga, Ernesto Angel, Montevideo 1046, Córdoba.  
411 Bachmann, Elsa W. de, Echeverría 2040, P. 7º, dto. B, Buenos Aires.  
481 Baldis, Bruno, San Lorenzo 1742, Olivos (Buenos Aires).  
226 Baldomir, Héctor C., Ramos Mejía 445, El Palomar (Bs. As.).  
606 Baimaceda, Alberto Nolan, Goya 378, Buenos Aires.  
537 Baluszka, Juan C., Río Turbio (Santa Cruz).  
147 Banchemo, José C., Güemes 4629, P. 8º, dto. A, Buenos Aires.  
201 Banks, Luis M., Tacuarí 336, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
602 Barcat, Carlos, Depart. Geolog. Expl. Y.P.F., Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
786 Barrera, Ricardo Ernesto, M. y G. Exploración Y.P.F., Vespucio (Salta).  
138 Barrionuevo, Luis A., Jujuy 166, Mendoza.  
850 Barrios, Antonio Alfredo, Casa 149, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huíncul (Neuquén).  
132 Bassi, Hugo G., Posadas 1572, P. 13, dto. E, Buenos Aires.  
130 Battaglia, Atilio, Viamonte 2031, P. 5º, dto. B, Buenos Aires.  
419 Belcastro, Humberto, Av. del Libertador 8250, Buenos Aires.  
492 Belluco, Alberto E., Tabanera 2877, Mendoza.  
677 Benedetto, Juan Luis, Av. Uruguay 508, Salta.  
688 Bengoechea, Jorge D., La Madrid 889, Mendoza.  
156 Benvenutti, Juan C., San Lorenzo 4581, Rosario (Santa Fe).  
914 Beracochea, Raúl E., Distr. Geol. Explor. Y.P.F., Comodoro Rivadavia (Chubut).  
695 Bercovsky, Felisa, Jean Jaures 659, P. 3º, Buenos Aires.  
1003 Berdenelli, Víctor Horacio, Av. Rawson 377 Norte, San Juan (Ciudad).  
318 Bergmann, Federico, Chacabuco 159, Bernal (Buenos Aires).  
997 Berizzo, Jorge Armando, Tejada 139, Villa Allende (Córdoba).  
802 Bernabo de Greco, Elena, Inst. Tec. de Min. y Agua Subt., San Antonio Oeste (R. Negro).  
538 Bertels, Alvine, Maure 2487, P. 8º, dto. A, Buenos Aires.  
630 Bertoldi de Pomar, Hetty, Grand Bourg 4352, Santa Fe.  
811 Biagione, Rubén, Arana 209, Monte Grande (Buenos Aires).  
319 Bianchi, José Luis, Rivadavia 776, Godoy Cruz (Mendoza).  
1042 Bianucci, Hugo Alberto, C. C. 22 (Com. Geol. n° 3), San Pedro de Jujuy (Jujuy).  
785 Bifano, Enrique, Chiclana 1083, Don Bosco (Buenos Aires).  
838 Biseaglia, Hugo Alfredo, Calle 70, n° 876, La Plata (Bs. As.).  
539 Bitar, Antonio, Congreso 1735, Buenos Aires.  
553 Bitesnik, Hugo Osvaldo Amenábar 1930, P. 2, dto. 10, Buenos Aires.  
990 Blasco, Juan Carlos, Mitre 617, San Luis.  
696 Blasco de Nullo, Graciela, Garay 358, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
822 Blasón, Ricardo, Florida 1, P. 10º, ofic. 38, Buenos Aires.  
1013 Boiero, Jorge Alberto, Vicente Bustos 484, La Rioja.  
501 Bojanich, Esteban, Uruguay 2913, Santa Fe.  
698 Bonaparte, José, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
628 Bonetto, Argentino A., José Macía 1933/43, Santo Tomo (Santa Fe).  
956 Borelli, David, M. Rodríguez y C. Borjes, Adrogué (Buenos Aires).  
309 Boselli, Ricardo, Pedro Morán 4420, Buenos Aires.  
892 Böttcher, Graciela, S. Bustamante 2173, P. 4º, dto. E, Buenos Aires.  
177 Brarda, Santiago, Echeverría 1528, Buenos Aires.  
798 Britos, Adrián, Juan A. García 5723, Buenos Aires.  
364 Brodtkorb, Milka K., J. J. Paso 258, 9º, A. Martínez (Buenos Aires).  
875 Brogioni, Norma Beatriz, Balboa 2288, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
700 Bucich, Norberto G., Zamudio 5250, Buenos Aires.  
1001 Burgos, Julio César, Boulevard 82, n° 753, La Plata (Bs. As.).  
016 Burnett, Bruce, Belgrano 1670, Buenos Aires.  
321 Busignani, Vicente, Marcos Paz 831, P. 3º, S. M. de Tucumán.  
1007 Bustos Fierro, Hernán Custodio, Entre Ríos 182, dto. 2, Santiago del Estero (Ciudad).  
1001 Caballero, Jorge, C. C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
323 Caligari, Horacio R., Larrea 738, P. 2º, dto. 6, Buenos Aires.  
324 Calmels, Augusto P., Viamonte 685, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
702 Caló, Jorge Edgardo, Eliseo Casanova 528, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
119 Camacho, Horacio H., Alsina 3203, P. 7º, dto. A, Buenos Aires.  
558 Cambra, Higinio, Brown 56, Trelew (Chubut).  
307 Caminos, Roberto Luis, O'Connor 136, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
367 Caminos, Regina L. de, O'Connor 136, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
605 Cané, Tomás H., Agüero 1653, P. 12º, Buenos Aires.  
561 Cangini, Jorge O., Olegario Andrade 1629, San Antonio de Padua (Bs. As.).  
650 Cano, Eduardo, Amenabar 2322, P. 7º, dto. B, Buenos Aires.

- 513 Capitanelli, Ricardo, Juan B. Justo 295, Mendoza.  
301 Capanini, Dino, Calle 36, N° 1029, La Plata (Buenos Aires).  
876 Carballo, Olga C., Blandengues 639, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
703 Carriquiry, Guillermo, Güemes 4285, P. 9º, dto. 44, Buenos Aires.  
865 Casadevall, Tomás, 303 Deike BLDG, Pennsylvania State University, Pennsylvania 16802, U.S.A.  
1012 Casajus, Jorge Antonio, Calle 51, n° 459, La Plata (Bs. As.).  
573 Casamiquela, Roberto, Centro de Invest. Científicas, Viedma (Río Negro).  
1038 Casanova, Ricardo, Las Heras 2417, Buenos Aires.  
589 Castaño, Omar, Pelagio B. Luna 677, La Rioja.  
247 Castellanos, Alfredo, Alem 1626, Rosario (Santa Fe).  
328 Castellaro, Hildebranda, Esmeralda 1073, P. 5º, Buenos Aires.  
248 Cayo, Roberto, Joaquín V. González 572, P. 3, Buenos Aires.  
704 Cazau, Luis B., Calle 9, n° 68 entre 531 y 532, Tolosa, La Plata (Bs. As.).  
278 Cefaly, Walter, Hipólito Yrigoyen 1974, dto. B, Buenos Aires.  
604 Cellini, Néstor, Bravard 752, dto. 5, Bahía Blanca (Bs. As.).  
1025 Centro Regional de Agua Subt., Av. J. L. de la Roza 125, P. 3º, San Juan Este.  
705 Cingolani, Carlos A., Calle 59, n° 716, La Plata (Bs. As.).  
797 Cionchi, José L., Casa 2247, Barrio Y.P.F., Catriel (Río Negro).  
473 Clayton, Rogelio C., Clasificador 1146, Santiago (Chile).  
175 Civalero, Heraldo, Maipú 942, P. 16, Buenos Aires.  
329 Coco, Alberto L., Cangallo 3494, P. 4º, dto. A, Buenos Aires.  
706 Codignotto, Jorge O., Patricios 267, Ramos Mejía (Bs. As.).  
844 Colombo, Jorge J. C., Nicaragua 5844, Buenos Aires.  
707 Colón, Héctor Omar, Vicente López 652, La Lucila (Buenos Aires).  
585 Colqui, Benito, Francisco Portela 1255, Lomas de Zamora (Buenos Aires).  
964 Combina, Miguel Dionel, B. de la Vega 188, La Rioja.  
947 Conti, Juan José, C. C. 132, Río Gallegos (Santa Cruz).  
331 Conti, Luis, Callao 1253, P. 2º, dto. A, Buenos Aires.  
661 Corbella, Jorge H., Barrientos 1566, P. 5º, dto. B, Buenos Aires.  
580 Coronado, Julio, C. C. 15, Malargüe, Mendoza.  
295 Cortelezzi, César R., Calle 4, N° 315, La Plata (Buenos Aires).  
332 Cortes, Julia Carmen, Mitre 337, Santiago del Estero.  
657 Cosentino, José, Echeverría 2711, P. 10º, dto. B, Buenos Aires.  
926 Crespo, Nora Florentina, Hernández 30, P. 1º, d. 5, C. C. 347, Trelew (Chubut).  
057 Criado, Pedro, Rodríguez 775, Monte Grande (Buenos Aires).  
224 Cucchi, Rubén, Cánning 2904, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
093 Cuerda, Alfredo, Pasaje Dr. Eduardo Braun Menéndez 430, P. 1º, dto. 6, Block 22, Buenos Aires.  
259 Cuomo, Jorge, Defensa 113, P. 9º, Buenos Aires.  
974 Chanes, Héctor Elías, Paraguay 89, P. 1º, Trelew (Chubut).  
308 Chaar, Edmundo, Sucre 2829, P. 14º, dto. E, Buenos Aires.  
709 Chebli, Walter, Concordia 2177, Buenos Aires.  
1027 Chiama, Carlos A. Basabilbaso 1393, P. 5º, dto. D, Buenos Aires.  
1017 Dalla Salda, Héctor, Lavalle 1554, 2º Cuerpo p.b., Buenos Aires.  
851 Dalla Torre, Italo, Casa 250, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
1058 Damborenea, Susana E., Calle 22, n° 1487 La Plata (Bs. As.).  
904 Dangavs, Nauris, Calle 56, n° 1465, La Plata (Bs. As.).  
438 D'Angelo, Hugo A., Casa 201, Camp. Uno, Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
333 Danieli, Celestino, Cnel. Gerónimo Helguera 97, S. M. de Tucumán.  
967 Daroca, Ramón Jorge, C. C. 145, Plan NOA 1º, Salta (Ciudad).  
540 Dawson, Lorenzo, Calle 7, N° 66, City Bell (Buenos Aires).  
120 De Alba, Enrique, Libertad 2887, Florida (Buenos Aires).  
471 De Carli, Josefina U. de, Alsina 162, P. 12, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
027 De Ferraris, Carmelo, Paraguay 3539, P. 9º, dto. 36, Buenos Aires.  
230 De Giusto, José M. A., Calle 59, N° 8851/2, La Plata (Buenos Aires).  
877 Deguillen, Alberto Oscar, A. Alvarez 1220, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
250 De la Iglesia, Héctor, Alem 424, P. 6º, ofic. 603, Buenos Aires.  
334 De La Motta, Cristóbal Roberto, Olascoaga 1762, Mendoza.  
103 De La Motta, Héctor, French 2262, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
711 Del Mónaco, A. N., Julián Alvarez 2383, Buenos Aires.  
789 Dellapé, Daniel A., C. C. 25, Neuquén.  
823 Del Valle, Rodolfo Augusto, Segurola 2050, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
245 Del Vó, Angel, Thornet 794, J. Mármol (Buenos Aires).  
627 De Petris, Pedro J., Pedro Centeno 877, Santa Fe.

- 857 Depiante, Eloy Luis, C. C. 3, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 026 Dessanti, Raúl, Gral. Paz 155, P. 5º, dto. 1, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 541 Devizia, Carlos, Casa 201, Depto. nº 1, Adm. Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 048 Díaz, Horacio A., 5 de Julio 1267, Vicente López (Buenos Aires).  
 335 Díaz Peña, Isolina, Calle 58, Nº 564, La Plata (Buenos Aires).  
 712 Di Benedetto, Héctor José, Calle 47, nº 670, P. 5º, d. 4, La Plata (Bs. As.).  
 551 Di Blassio, Raúl N., Alvarado 99, Bahía Blanca (Bs. As.).  
 443 Dienger, Luciano, Alsina 1097, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
 174 Di Gregorio, José, Guayaquil 343, P. b., dto. C, Buenos Aires.  
 240 Di Lena, Juan Pablo, Av. del Trabajo 1389, Buenos Aires.  
 482 Di Paola, Elda C., Canalejas 1386, Buenos Aires.  
 049 Di Persia, Carlos A., Serrano 2350, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
 1017 Direc. Gral. de Fabr. Militares, Plan Centro Geolog. Minero, C. C. 160, Mendoza.  
 983 Dirección General de Minería, Boulogne Sur Mer s/nº, Mendoza.  
 985 Dirección General de Minería, Echeluz y Luis Monti, Zapala (Neuquén).  
 890 Di Salvo, Carlos A., Tinogasta 3750, 3º, dto. 15, Buenos Aires.  
 418 Doliner, Luis, Valentín Gómez 2995, P. 5º, dto. 19, Buenos Aires.  
 288 Domazet, Isaac A., Miralla 1031, Buenos Aires.  
 542 Domínguez, César Oscar, Güemes 1604, Florida (Buenos Aires).  
 993 Dores, Oscar, Lavalle 1554, 2º Cuerpo p.b., Buenos Aires.  
 637 Drago, Edmundo, Sarmiento 1797, Santo Tomé (Santa Fe).  
 878 Dristas, Jorge A., Caronti 415, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 976 Durand, Felipe Ramón Bernabé, Aráoz 655, San Miguel de Tucumán.  
 713 Durango de Cabrera, Josefina, 25 de Mayo 486, S. M. de Tucumán.  
 783 Duranti, Nello, Vidal 2180, Buenos Aires.  
 815 Elissonde, Juan Carlos, Casa 2010-1, Barrio San Martín, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 340 Elizalde, César O. J., Moreno 1074, d. 1, Buenos Aires.  
 341 Erramauspe, Lorenzo, Lavalle 1635, Buenos Aires.  
 995 Escalante, Ana María, Calle 1, nº 753, La Plata (Bs. As.).  
 658 Espizua, Eduardo, Angel D. Rojas 665, Desamparados Sur, San Juan.  
 714 Esteban, Celestino Miguel, Perú 143, Bahía Blanca (Bs. As.).  
 342 Etchart, Luis María, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
 273 Etchevehere, Pedro A., Granaderos 186, Buenos Aires.  
 338 Etchichury de Lorenzo, María C., Gral. J. G. Artigas 416, P. 5º, Buenos Aires.  
 343 Fabbian, Tiberio, Olazábal 3110, dto. 2, Buenos Aires.  
 858 Fachini, Julio Hugo, Ituzaingó 771, dto. 3, Córdoba.  
 678 Fadrique, Adolfo, C. C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
 734 Faroux, Roberto Hugo, C. C. 1538, La Rioja.  
 291 Favero, Luis A., Juan B. Alberdi 3448, Olivos (Buenos Aires).  
 814 Fedielemando, Bruno, Viamonte 759, P. 1º, Buenos Aires.  
 092 Ferello, Roberto, Santa Fe 3435, P. 4º, dto. A, Buenos Aires.  
 832 Fernández, Adolfo, Av. Pellegrini 4304, P. 9º, dto. 1, Buenos Aires.  
 155 Fernández, Gerardo, Pueyrredón 140, Mendoza.  
 1010 Fernández, Héctor, C. C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
 140 Fernández, Julián, Plaza Güemes 167, La Plata (Buenos Aires).  
 476 Fernández, Rubén, Clark 363, Mendoza.  
 059 Fernández Carro, Alfredo, Cucha Cucha 35, P. 2º, dto. 10, Buenos Aires.  
 715 Fernández Coria, Hugo, Calle 49, Nº 921, La Plata (Buenos Aires).  
 543 Fernández Garrasino, César A., Arenales 618, Quilmes O. (Buenos Aires).  
 716 Fernández Gianotti, Jorge, Arenales 2828, Florida (Buenos Aires).  
 344 Fernández Lima, J. C. R., Francia 2977, Castelar (Buenos Aires).  
 559 Fernández de Malcotti, Esther, San Martín 766, Neuquén.  
 800 Fernández Tessende, Jorge Raúl, Uriburu 766, Tandil (Bs. As.).  
 987 Ferrante, Valerio Daniel, España 90, Florida (Bs. As.).  
 477 Ferrer, José A., Mansilla 3419, P. 8º, d. A, Buenos Aires.  
 1005 Ferrero, Reynaldo Raúl, Casa 4775, Cañadón Seco (Santa Cruz).  
 345 Fidalgo, Francisco, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, La Plata (Buenos Aires).  
 500 Figueroa, Alejandro León, Inst. de Edafología, Alem 925, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 180 Flores, Miguel, Mansilla 3682, P. 2º, dto. A, Buenos Aires.  
 347 Flores Willian, Héctor, Heleodoro Flores 2425, La Nuñoa, Santiago (Chile).  
 348 Francia, Vicente Miguel, Pintos 1925, Bánfield (Buenos Aires).  
 665 Franchi, Mario Raúl, Calle 21, Nº 624, La Plata (Buenos Aires).  
 518 Freytes, Eduardo, C. C. 100, Luján de Cuyo, Mendoza.  
 349 Friz, Carlos I., José C. Paz 1658, Martínez (Bs. As.).

- 717 Fuentes, Juan Carlos, Gana 588, Buenos Aires.  
961 Fulquet, Adolfo Enrique, Necochea 591, Azul (Buenos Aires).  
121 Furque, Guillermo, Comodoro Py 547, Mármol (Buenos Aires).  
458 Fuschini, Mario Carlos, Caseros 728, Catamarca.  
282 Galante, Oscar, Geolog. y Minería, Adm. Y.P.F., Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
564 Galíndez, Pablo, Azopardo 313, Mendoza.  
350 Galván, Amílcar P., Saavedra 303, Quilmes (Buenos Aires).  
845 Gallino, Eduardo J., San Nicolás 270, Barrio Juniors, Córdoba.  
638 Gamba, Mirtha, Gaona 771, Ciudadela (Buenos Aires).  
198 Gancedo, Francisco, Nother 1158, Adrogué, Buenos Aires.  
908 García, Alicia, Chacabuco 1578, Bahía Blanca (Bs. As.).  
948 García, Carlos, C. C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
472 García, Héctor Horacio, Santos Dumont 2412, P. 14, dto. A, Buenos Aires.  
352 García, José, Bermúdez 971, La Lucila (Buenos Aires).  
925 García, María Cristina, Calle 28, N° 1181, entre 56 y 57, La Plata (Buenos Aires).  
084 García Vizcarra, Pedro, Belgrano 682, Lomas de Zamora (Buenos Aires).  
217 Gay, Hebe Dina, Lavalleja 975, Córdoba.  
847 Gebhard, Jorge A., Calle 137, n° 1282, La Plata (Bs. As.).  
139 Gentili, Carlos A., Rubén Darío 2452, Olivos (Buenos Aires).  
1030 Gentili, Mario, San Martín de los Andes, Neuquén.  
1048 Ghiorzi, Alberto M. A., Vespucio, Salta.  
157 Giovine, Alberto, Av. Libertador 7790, Buenos Aires.  
381 Girardello, Horacio, Casa N° 170, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
722 Giúdice, Alfonso R., Bustamante 665, Ciudad de Vieva (Jujuy).  
494 Giustozzi, Carlos D., Sáenz Peña 6202, Villanueva de Oliden (Mendoza).  
723 Giuliani, Modesto Carlos, Alem 206, Ucacha (Córdoba).  
825 Godeas, Marta Carmen, Mario Bravo 241, P. 3°, dto. A, Buenos Aires.  
1037 Gómez, Juan Carlos, Bo. Don Bosco, Km. 8, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
973 Gómez, Luis Alberto, Montevideo 1961, P. 1°, d. C, Buenos Aires.  
817 Gondar, Dolores, Calle 15, N° 329, La Plata (Buenos Aires).  
913 González, Carlos Roberto, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
639 González, Omar Abel, Casa 231, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
556 González, Osvaldo E., Pasaje Oncativo 766, S. M. de Tucumán.  
135 González, Rafael R., Instituto Miguel Lillo, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
047 González Astorquiza, Mario, Florida 878, P. 4°, dto. 16, Buenos Aires.  
917 González de Coppi, Vilma Noemí, Depart. Geolog. Golfo San Jorge, Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
207 González Díaz, Emilio, Pasaje Virrey Melo 964, Suc. n° 7, Buenos Aires.  
724 González Uriarte, Magdalena, Corrientes 78, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
568 Gordillo, Carlos, Pellegrini y Calle 9, Suc. 9, Córdoba.  
626 Gorgas, Juan A., Luis Ma. Campos 325, P. 1°, dto. 5, Buenos Aires.  
801 Gorustovich, Sergio, Gral. Mitre 1112, Salta.  
519 Gracia, Rubén, Colombia 381, Trelew (Chubut).  
265 Gramajo, Arnaldo, Boedo 908, P. 2°, dto. 26, Buenos Aires.  
897 Grandi, Pedro, Mansilla 2542, P. 1°, d. A, Buenos Aires.  
725 Greco, Romeo, Entre Ríos 2676, Olivos (Bs. As.).  
355 Grondona, Mario F., Eduardo Costa 1558, dto. 16, Martínez (Buenos Aires).  
356 Grossi, Bartolomé S., Madero 1474, Vicente López (Bs. As.).  
918 Guerra, Alberto Pedro, Distr. Geolog. Explor. Y.P.F., Vespucio (Salta).  
426 Guerrero, Federico, Neuquén.  
726 Guerrero, Miguel A., C. C. 1538, La Rioja.  
654 Guichón, Martín Eduardo, Calle 64, N° 619, P. 2°, La Plata (Buenos Aires).  
594 Guillou, Jorge, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
221 Gutiérrez, Casimiro, Curapaligüe 68, P. 4°, dto. 11, Buenos Aires.  
782 Halperin, Martin, UTD-Geosciencias - Box 688, Richardson, Texas 75080, U.S.A.  
727 Haupt, Manfredo M., Monseñor Calcaño 131, Boulogne (Buenos Aires).  
583 Hayase, Kitaro, Departamento de Geología, Univ. Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
503 Herbst, Rafael, Lavalle 2675, Corrientes.  
933 Heredia, Tomás, Inst. de Min. y Aguas Subterr., C. C. 57, San Antonio Oeste (Río Negro).  
946 Hernández, Carlos A., Direc. Prov. de Min., H. Yrigoyen esq. Santa Fe, La Rioja (Ciudad).  
728 Herrero Ducloux, Juan José, Calle 56, N° 427, La Plata (Buenos Aires).  
598 Hillar, Néstor, Av. E. Garaffa 986, Córdoba.  
289 Hogg, Stanley, Dardo Rocha 264, Martínez (Buenos Aires).  
136 Holmberg, Eduardo, D. F. Sarmiento 2060, Olivos (Buenos Aires).

- 576 Horak, Mario Romeo, Gral. Urquiza 3881, Florida (Bs. As.).  
 826 Hugo, Carlos Alberto, Calle 49, esq. 139, La Plata (Buenos Aires).  
 046 Humphrey, Willian, PO-Box 8368, Chicago, Illinois 60680, U.S.A.  
 165 Hüniken, Mario, Tomás de Irdai 790, Bº Marqués de Sobremonte, Córdoba.  
 599 Ibáñez, Guillermo H., C. C. 67, Río Grande (Tierra del Fuego).  
 855 Igarzábal, Antonio, San Lorenzo 80, Salta.  
 359 Incarnato, Aristides, Nicolás Videla 434, Buenos Aires.  
 360 Ingrasia, Valiente, Bº Sup., Manz. 7, Casa 16, Godoy Cruz (Mendoza).  
 803 Inst. Tec de Min. y Aguas Subterr., C. C. 57, San Antonio Oeste (Río Negro).  
 729 Iriondo, Martín, Ayacucho 370, Santa Fe.  
 682 Janitens, Mara, Dorrego 2699, P. 12, dto. 8, torre B, Buenos Aires.  
 810 Jelin, Rosa, Azcuénaga 284, P. 6º, dto. B, Buenos Aires.  
 582 Jemma, Raimundo A., Rodríguez Peña 3200, Córdoba.  
 795 Jurio, Raúl, Calle 3, nº 1328, La Plata (Bs. As.).  
 361 Jutoran, Abraham, Lafuente 138, Buenos Aires.  
 038 Kapelúsz, Verena K., Malabia 2777, dto. 9, Buenos Aires.  
 430 Kejner, Mauricio, F. Quiroga 1269, C. C. 1538, La Rioja (Ciudad).  
 502 Kerfeld, José Alberto, Perú 957, 4º, dto. 48, Buenos Aires.  
 586 Kilmurray, Jorge O., Calle 525, Nº 1213, La Plata (Buenos Aires).  
 362 Klein, Mario O., Sargento Cabral 851, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
 610 Kolomi, Pedro, Av. San Martín 336, C. C. 423, Río Gallegos (Santa Cruz).  
 153 Konzewitsch, Nicolás, Cintra 1440, Hurlingham (Buenos Aires).  
 363 Kortén, Herbert, C. C. 269, Bariloche (Río Negro).  
 683 Koukharsky, Magdalena, Gral. Paz 135, P. 6º, dto. 3, Mendoza.  
 534 Kröger, Juan, Pueyrredón 756, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 958 Kum, Pedro, Albarelos 1762, P. 2º, dto. 5º, Martínez (Bs. As.).  
 824 Labudia, Carlos Horacio, Brown 1083, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 597 Lage, Julio, Hipólito Yrigoyen 2770, P. 3º, dto. 3, Buenos Aires.  
 684 Lago, Alberto Baltasar, Rivadavia 5908, Buenos Aires.  
 570 Lago, Juan José, Bulnes 1940, P. 5º, dto. A, Buenos Aires.  
 730 Lanfranco, Juan José, Mina Aguilar, Tres Cruces (Jujuy).  
 631 Lanyi, Ladislao Pedro, Navarro 4103, Buenos Aires.  
 1002 Lanzilotta de L., María I., Nueva 982, J. Mármol (Bs. As.).  
 365 Lapidus, Alberto, Bolivia 470, P. 9º, dto. 37, Buenos Aires.  
 827 Lardone, Leo, Dpto. Geolog. Expl. Y.P.F., Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 977 Larrabe, Lázaro, Casa 170, Cap. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 205 Latorre, Carlos, Allende 4445, Buenos Aires.  
 731 Lavandaio, Eddy, C. C. 344, San Juan.  
 732 Leanza, Héctor A., Camacué 144, P. 7º, d. A, Buenos Aires.  
 959 Leguizamón de Auriema, María A., P. Patag., Bº D. Bosco, Km 8, C. C. 39, C. Rivadavia.  
 862 Leiva, César O., Bº Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 886 Lema Hebe, Adriana, Labardén 110, P. 6º, dto. E, Buenos Aires.  
 841 Lencinas, Andrés, Calle Uno, Nº 1293, Godoy Cruz, Mendoza.  
 525 Leonardi, Pedro, C. C. 15, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
 366 Lesta, Pedro, Buchardo 916, La Lucila (Buenos Aires).  
 733 Leveratto, Miguel Angel, Franklin 760, P. 7º, dto. 29, Buenos Aires.  
 208 Linares, Enrique, Lugones 2862, Buenos Aires.  
 666 Loguercio, Sabino O., Av. Pasteur 404 anexo, Rio Janeiro (Brasil).  
 468 Lombard, Ernesto, Sarmiento 778, P. 8º, Buenos Aires.  
 613 López, Carlos R., Iriarte 1392, Témpereley (Buenos Aires).  
 446 López, Rubén, Tucumán 1545, Buenos Aires.  
 846 López Murillo, Hernán, Corrientes 545, P. 2º, Buenos Aires.  
 1026 Lorefice, Jorge, Rivadavia 3984, P. 11, D. "C", Buenos Aires.  
 415 Losada, Oscar A., Zapiola 344, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 131 Lucero, Hugo Néstor, Obispo Ceballos 476, Córdoba.  
 911 Luna Reyero, Alberto, Mendoza 3820, S. M. de Tucumán.  
 634 Luque, Samuel, Calle 45, Nº 473, P. 13, dto. B, La Plata (Buenos Aires).  
 158 Lyons, Wilfredo A., Arenales 3022, Buenos Aires.  
 368 Llambías, Eduardo J., Soler 65, P. 4º, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 370 Llambías, Lidia Malvicini de, Soler 65, P. 4º, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 514 Llano, Julio A., Perito Moreno 86, Godoy Cruz, Mendoza.  
 667 Llorente, Roberto, Simón Bolívar 2339, Hurlingham (Bs. As.).  
 943 Lluch, Juan José, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, La Plata (Buenos Aires).  
 1034 Madel, Federico G., Distr. Geolog. Norte Y.P.F., Salta (Vesepucio).  
 629 Maglianesi, Roque, Antonia Godoy 7650, Santa Fe.

- 736 Magliola Mundet, Horacio, Villa Belgrano de Calamuchita (Córdoba).  
 737 Magnou, Eduardo, La Blanquita, El Volcán (San Luis).  
 493 Mahile, Arturo, Uruguay 959, Buenos Aires.  
 565 Mainardi, Enrique Carlos, C. C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
 807 Maisonave, Héctor, Angel Vicente Peñaloza 975, La Rioja.  
 799 Malan, José María, Sixto Laspiur 65, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 1020 Malecki, Juan Carlos, Mendoza 263, Córdoba.  
 738 Malumián, Norberto, Cramer 3021, P. 6º, dto. C, Buenos Aires.  
 1049 Mancini, Carlos Daniel, C. C. 306, Neuquén.  
 689 Manera, Teresa, Ruta 229, Km. 687, Estafeta, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 168 Manfredi, Jorge H., Constanzo 161, Monte Grande (Buenos Aires).  
 739 Manzolillo, Claudio D., Maipú 942, P. 12, Buenos Aires.  
 032 Maraggi, Eduardo S., Santa Fe 3942, P. 4º, dto. A, Buenos Aires.  
 969 Marcolín, Arrigo Antonio, C. C. 277, Bariloche (Río Negro).  
 1015 Marcos, Oscar Rodolfo, Calle 133, nº 402, C. C. 1538, La Rioja.  
 545 Marchese, Humberto, Palpa 2570, P. 2º, dto. C, Buenos Aires.  
 469 Marelli, Néstor G., Geología y Minería Y.P.F., Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 955 Marinelli, Raúl V., Jorge nº 885, Adrogué (Bs. As.).  
 369 Marinkoff, Kirilo, Diagonal 74, Nº 421, La Plata (Buenos Aires).  
 978 Marmorato, Miguel Angel, Dr. Rebizzo 4324, Buenos Aires.  
 962 Martin, Harold C., Junín 1248, P. 2º, Buenos Aires.  
 372 Martínez, Carlos G., Calle 34, Nº 717, La Plata (Buenos Aires).  
 590 Martínez, Pablo, 27 de Abril 1090, Córdoba.  
 957 Marzullo, Luis Jorge, Bartolomé Mitre 1020, Trelew (Chubut).  
 788 Mas, Graciela, Córdoba 77, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 740 Masiuk, Vladimiro, Humberto I 380, Lanús (Buenos Aires).  
 808 Massabie, Armando, Lavalle 540, P. 8º, d. B, Quilmes (Bs. As.).  
 429 Mastandrea, Otto, Canale 682, Adrogué (Buenos Aires).  
 064 Mauri, Enrique Tomás, Aráoz 2725, P. 6º, Buenos Aires.  
 635 Mazzieri, Guillermo E., San Martín 61, Trelew (Chubut).  
 741 Mazzoni, Mario Martín, Calle 26, Nº 813, La Plata (Buenos Aires).  
 649 Méndez, Eduardo J., Ituzaingó 1914, Mendoza.  
 579 Méndez, Ignacio A., Anatole France 1913, Lanús (Buenos Aires).  
 662 Méndez, Vicente, Edificio Añatuya, P. 2º, d. C, Don Torcuato (Bs. As.).  
 1047 Méndez Escobar, Raúl, Alberdi 95, S. S. de Jujuy.  
 373 Menéndez, Carlos A., Mitre 1735, Mendoza.  
 374 Menoyo, Edgardo, Juan Francisco Seguí 3522, P. 9º, dto. B, Buenos Aires.  
 498 Menzel, Margarita, Av. Belgrano 1431, P. 4º, d. 32, Buenos Aires.  
 839 Merino, Roberto Jorge, Maipú 942, P. 12, Buenos Aires.  
 852 Merlo, Eduardo, Barrio Y.P.F., Catriel Co (Río Negro).  
 235 Mesigos, Marcelo J., Pueyrredón 1993, P. 12º, d. A, Buenos Aires.  
 124 Methol, Eduardo Jorge, Rivadavia 14654, P. 2º, dto. C, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
 742 Meyer, Roberto Jorge, Refinería Paraguaya S. A., C. C. 1139, Asunción (Paraguay).  
 266 Mezzeti, Adolfo Marcelo, Montevideo 1576, P. 4º, dto. B, Buenos Aires.  
 849 Migliore, Carlos, Camp. Uno, Y.P.F., Plaza Huineul (Neuquén).  
 920 Miller, Huber, 44 Münster, Gievenbeckker Weg 61, Bundesrepublik Deutschland.  
 938 Minera Continental Argentina, Roca 389, Trelew (Chubut).  
 113 Mingramm, Alberto, Shell C.A.P.S.A., Diagonal Norte 788, P. 9º, Buenos Aires.  
 640 Miranda, Julio A., Hortiguera 516, P. 5º, dto. A, Buenos Aires.  
 607 Miras, Héctor, Julio A. Roca 518, Rawson (Chubut).  
 743 Miró, Roberto, Belgrano 2481, dto. 9, Buenos Aires.  
 873 Mirre, Juan Carlos, Alférez Provisional, 6, 4º A, Santiago de Compostela (España).  
 908 Mischkovsky, de Ramos, Nina, Larraya 3471, Buenos Aires.  
 546 Mon, Ricardo, C. C. 36, Suc. 2, S. M. de Tucumán.  
 1032 Monasterolo, Egidio, Distrito Geológico Norte Y.P.F., Vespucio (Salta).  
 095 Monteverde, Agustín, 3 de Febrero 1306, Buenos Aires.  
 1043 Morales Chamou, Carlos E., Distrito Geológico Norte Y.P.F., Vespucio (Salta).  
 790 Morelli, Jorge, José Pedro Varela 4447, P. 3º, dto. B, Buenos Aires.  
 470 Moreno, Jorge A., Distr. Geol. Y.P.F., Vespucio (Salta).  
 169 Moreno, Rodolfo, Arenales 2575, Florida (Buenos Aires).  
 486 Moreno Espelta, Carlos, Gral. Güemes 342, Salta.  
 744 Moscatelli, Gustavo N., Pueyrredón 923, P. 10º, dto. C, Buenos Aires.  
 896 Mouzo, Félix H., Las Torcazas 131, Palihue, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 796 Movia, Clara Pía, Cabildo 597, Buenos Aires.

- 509 Muhlmann, Paulina, Santa Fe 3445, P. 13, dto. A, Buenos Aires.  
 1044 Mujica, Héctor José, Distrito Geológico Exploración, Vespucio (Salta).  
 149 Müller, Raúl A., Yapeyú 10, P. 9º, dto. B, Buenos Aires.  
 520 Muñoz, Nobel, Pringles 994, Buenos Aires.  
 575 Murici, Jorge, Sánchez de Bustamante 1845, P. 3º, dto. A, Buenos Aires.  
 591 Murra, Juan José, Tucumán s/nº, La Cumbre (Córdoba).  
 577 Musacchio, Eduardo, Yermal 5488, dto. B, Buenos Aires.  
 576 Muset, Jorge, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
 547 Museo de Hist. y Cienc. Natur., Alvear 181, Lobería (Bs. As.).  
 813 Nabel de Erlich, Paulina, José Mármol 1680, Florida (Buenos Aires).  
 1016 Nacucchio, Horacio, Juan B. Alberdi 433, Buenos Aires.  
 455 Navarini, Aldo, Plan N.O.A. 1º, Belgrano 1349, Salta.  
 625 Nicolli, Hugo B., Cramer 1850, P. 9º, dto. A, Buenos Aires.  
 745 Niedernhausen, Bartolomé N., Fontana 376, P. 1º, ofic. 20, Trelew (Chubut)  
 746 Nullo, Francisco E., Garay 358, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
 275 Núñez, Enrique, Córdoba 2914, P. 1º, dto. A, Buenos Aires.  
 229 Oblitas, Juan Carlos, Suipacha 1022, P. 1º, dto. C, Buenos Aires.  
 170 Olazábal, Aníbal G. de, Zuluaga 702, Remedios de Escalada (Buenos Aires).  
 980 Olea, Graciela, Casa 170, Camp. Uno, Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 867 Oliver Gascón, Joaquín, C. C. 1957, S. S. de Jujuy.  
 379 Olsen, Hugo, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
 1056 Onesti, Norberto Jorge, Mansilla 3960, P. 5º, d. B, Buenos Aires.  
 863 Orcheela, Ismael, Bº Y.P.F., Catriel (Río Negro).  
 425 Orlandini, Luis F., Güemes 4426, Buenos Aires.  
 043 Orlando, Aristides, Maipú 942, P. 16, Buenos Aires.  
 214 Orlando, Héctor Antonio, Solís 76, Quilmes (Buenos Aires).  
 417 Ortega Furlotti, Armando, Francisco Alvarez 1488, San José (Mendoza).  
 966 Ottonello, Rubén, Jujuy 47, La Rioja.  
 648 Outon, Enrique, Casa 998, Camp. Central Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 078 Padula, Eduardo Luis, Cerrito 840, P. 3º, Buenos Aires.  
 861 Padula, Vicente Héctor, Catamarca 530, P. 1º, dto. A, Buenos Aires.  
 440 Pagés, César S., Fco. de Gurruchaga 259, Salta.  
 166 Palma, Alejandro A., Aristóbulo del Valle 691, Mendoza.  
 829 Pando, Gabriel Antonio, C.C. 25, Neuquén.  
 1029 Panza, José Luis, Céspedes 3051, Buenos Aires.  
 647 Parker, Gerardo, C. C. 22, City Bell (Buenos Aires).  
 116 Pascual, Primitivo, Cevallos 190, Lomas de Zamora (Bs. As.).  
 161 Pascual, Rosendo, Calle 60, Nº 1333, La Plata (Buenos Aires).  
 246 Pasotti, Pierina, Av. Pellegrini 494, Rosario (Santa Fe).  
 381 Pasquín, Carlos, Olazábal 5202, P. 8º, Buenos Aires.  
 1050 Pelichotti, Rubén Orlando, C. C. 1538, La Rioja.  
 382 Péndola, Héctor, Honorio Pueyrredón 669, P. 5º, dto. 11, Buenos Aires.  
 454 Peña, Hugo Alberto, Balcarce 42, S. M. de Tucumán.  
 848 Peralta, Edmundo, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
 614 Peralta, Eduardo, S. M. de Tucumán.  
 383 Perazzo, Juan Carlos, Díaz Vélez 3811, P. 2º, dto. F, Buenos Aires.  
 988 Pereda, José Eduardo, Lavalle 1625, P. 6º, Of. 65, Buenos Aires.  
 385 Pereira, Emma M. T. de, Daniel Cerri 1071, Buenos Aires.  
 941 Pereyra, Juan Alberto, 19 de Mayo 762, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 887 Pérez, Alicia Haidé, Gamela 170, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
 842 Pérez, Eduardo Enrique, Gral. Campos 171, San Rafael (Mendoza).  
 252 Pérez, Héctor Herminio, Jaramillo 2296, Buenos Aires.  
 633 Pérez de Coira, Beatriz, Gral. Pacheco 3966, La Lucila (Bs. As.).  
 386 Perinetti, José, Lemos 140, Godoy Cruz (Mendoza).  
 510 Pernas, Ricardo D., Buenos Aires 19, Villa Ballester (Bs. As.).  
 384 Perrot, Carlos José, Av. Cramer 1792, P. 3º, dto. C, Buenos Aires.  
 1000 Peruaena, Antonio Eduardo, Juan Gez 371, San Luis.  
 748 Petersen, Cristian, Alberdi 651, P. 1º, dto. A, Olivos (Buenos Aires).  
 749 Petrarca, Gerardo D., Casa 19, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 941 Petrelli, Hugo Alberto, C. C. 1538, La Rioja.  
 615 Pezzi, Eduardo E., Depart. Geolg. Golfo San Jorge, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 831 Pezzuchi, Hugo Daniel, Gamela Petroquímica, C. C. nº 39 B, Km. 8, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 504 Pezzutti, Norma, J. F. Seguí 3522, P. 9º, dto. B, Buenos Aires.

- 122 Piana, Héctor, Rivadavia 544, Río Cuarto (Córdoba).  
879 Pierantonelli, Héctor Oscar, Irigoyen 410, Patagones (Buenos Aires).  
869 Pisetta, Jorge Luis, Alem 419, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
953 Planas, Federico, C.C. 1538, La Rioja.  
996 Ponte, Héctor, Rivadavia 46, San Nicolás (Bs. As.).  
441 Porro, Néstor, Uriarte 2434, P. 2º, dto. A, Buenos Aires.  
271 Porto, Juan Carlos, Suipacha 588, S. M. de Tucumán.  
979 Pothe de Baldís, Elba Diana, San Lorenzo 1742, Olivos (Buenos Aires).  
172 Pozzo, Aníbal G., Cuba 1965, P. 5º, dto. A, Buenos Aires.  
960 Prieri de Vega, Ana Esther, Santa Fe 884, La Rioja.  
750 Prieto, Alfredo O., Victoria 108, 25 de Mayo, San Rafael (Mendoza).  
388 Primo, Leandro, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
751 Proserpio, César, Aráoz 323, P. 5º, dto. 11, Buenos Aires.  
164 Prozzi, César R., Córdoba 686, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
752 Pucci, Juan C., Calle 47, Nº 670, P. 2º, dto. 3, La Plata (Buenos Aires).  
952 Puente, José Luis, Charcas 4319, Buenos Aires.  
389 Quarleri, Paulina, Leandro N. Alem 1597, Bánfield (Buenos Aires).  
262 Quartino, Bernabé J., Olazábal 1367, Ituzaingó (Buenos Aires).  
889 Quattrocchio, Mirta Elena, Juan Molina 15, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
821 Quiroga, Jorge, Calle 7, Nº 1713, La Plata (Buenos Aires).  
870 Rabassa, Jorge Oscar, Fundación Bariloche, C.C. 138, Bariloche (Río Negro).  
548 Ramos, Víctor, Larraya 3471, Buenos Aires.  
497 Randich, N. Francisco, Julián Alvarez 2092, P. 9º, d. A, Buenos Aires.  
392 Ravazzoli, Iván A., Diagonal 74, Nº 3214, La Plata (Buenos Aires).  
833 Ravera, Hugo Aldo, Defensa 113, Buenos Aires.  
068 Regairaz, Alberto C., Uruguay 836, Mendoza.  
1036 Reinoso, Margarita, J. B. Justo 535, Florida (Bs. As.).  
394 Reverberi, Oscar, Plan NOA, Miguel Lillo 203, San Miguel de Tucumán.  
885 Rey Merino, Fernando, C. C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
395 Reyes, Julio César, Plaza 1553, Buenos Aires.  
871 Riccardi, Alberto, Calle 57, Nº 807, La Plata (Buenos Aires).  
891 Ricci, Héctor Italo, Dir. Prov. de Minería, La Rioja.  
020 Rigal, Remigio, Virrey Melo 1895, Buenos Aires.  
396 Riggi, Juan Carlos, Rivadavia 3033, P. 12º, dto. 93, Buenos Aires.  
223 Rimoldi, Horacio V., Alte. Daniel Solier 1152, Buenos Aires.  
254 Rinaldi, Carlos A., D. F. Sarmiento 2334, Olivos (Buenos Aires).  
496 Risiga, Amilcar Hugo, Gral. Paz 6290, Santa Fe.  
753 Rizzolo, Ernesto, Las Heras 2925, P. 3º, dto. 15, Buenos Aires.  
448 Robbiano, Juan Alberto, Calle 34, Nº 541, La Plata (Buenos Aires).  
576 Robles, Daniel Edmundo, Casa 208, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
671 Rodio, S. A., Córdoba 1367, P. 7º, dto. 1, Buenos Aires.  
218 Rodrigo, Félix, Arcos 1825, P. 8º, dto. B, Buenos Aires.  
148 Rodríguez, Eduardo J., Huarpes 2245, d. 1, Buenos Aires.  
563 Rodríguez, Raúl, Pasteur 192, Río Gallegos (Santa Cruz).  
754 Rodríguez, Saravia F. M., Vicente López 2251, P. 7º, dto. D, Buenos Aires.  
260 Roellig, Federico R., Calle 16 entre 503 y 504, B. Gonnet (Buenos Aires).  
109 Rolleri, Edgardo, Calle 40, Nº 1271 1/2, La Plata (Buenos Aires).  
1055 Román, Alberto Manuel, C. C. 57, San Antonio Oeste (Río Negro).  
449 Romani, Rómulo, Teniente 1º Ibáñez 330, Mendoza.  
611 Romeri, Marta, Virrey Olaguer 2456, P. 2º, dto. 14, Buenos Aires.  
236 Romero, Aristides, Fundación Bariloche, Bariloche (Río Negro).  
210 Romero, Rolando, Granaderos 1915, Mendoza.  
755 Rosenman, Héctor L., Quintana 63, Adrogué (Buenos Aires).  
286 Rossi, Natalia I., Defensa 848, Haedo (Buenos Aires).  
185 Rousseau, Carlos A., Córdoba 156, San Rafael (Mendoza).  
975 Rubinovich, Raúl, Sucre 1210, Córdoba.  
935 Ruibal, Carlos Alfredo, 9 de Julio 923, Córdoba.  
125 Ruiz Huidobro, Oscar, Av. Libertador 836, P. 10º, dto. A, Buenos Aires.  
999 Rusansky, Jorge Eduardo, Las Margaritas 421, dto. 13, El Palomar (Bs. As.).  
111 Russo, Aniello, Francisco Bilbao 2384, Buenos Aires.  
922 Ruzzin, Cristina Elisabetta, Ocampo 2545, P. 1º, dto. B, Buenos Aires.  
972 Sabio, Daniel, San Martín 681, Ensenada (Bs. As.).  
104 Saccone, Ernesto, Pellegrini 621, Trelew (Chubut).  
554 Sáenz Ferreyra, José Alberto, Calle 42, Nº 170, P. 2º, dto. 18, La Plata (Buenos Aires).

- 928 Sáez, Manuel, Cerro de Las Rosas 5 Bis, 99, Córdoba.  
646 Salado, Luis, Edificio 5º, dto. 33, Güemes 600, Avellaneda (Buenos Aires).  
601 Salas Costa, José, Av. Gral. Paz 675, P. 5º, Vicente López (Buenos Aires).  
756 Salazar Lea Plaza, J. C., Diagonal 80, Nº 732, P. 1º, dto. B, La Plata (Buenos Aires).  
618 Salfity, José A., Pasaje M. Roldán 57, Salta.  
572 Salinas, Hipólito, Sargento Cabral 837, Córdoba.  
641 Salinas, Rubén, Alvarado 1566, Morón (Buenos Aires).  
398 Salso, Jorge A., Rosario 552, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
806 Salleo, Antonio, Casa 180, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huíncul (Neuquén).  
1024 Sánchez, Roberto Omar, Calle 49, nº 783, La Plata (Bs. As.).  
1008 San Cristóbal, Jorge, Calle 3, nº 368, La Plata (Bs. As.).  
228 Sander, Walter, Billinghamurst 1843, Béccar (Buenos Aires).  
912 Sanguinetti, José Antonio, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
757 Santa Cruz, Jorge N., Montiel 1148, Buenos Aires.  
994 Santa María, Graciela R., Laprida 994, P. 6º, d. D, Buenos Aires.  
310 Santillán, Héctor, C. C. 14, Camp. Uno, Plaza Huíncul (Neuquén).  
399 Santomero, Angel, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
1014 Sardonio, Juan Carlos, Direc. Prov. de Minería, Irigoyen esq. Santa Fe, La Rioja.  
818 Sarudiansky, Roberto M., Garay 720, P. 12º, dto. A, Buenos Aires.  
1046 Saucedo Aponte, Pablo Alberto, Calle 12, nº 104, Buenos Aires.  
758 Scanavino, Raúl A., Calle 62, nº 848, P. 1º, dto. A, La Plata (Buenos Aires).  
809 Scintto, Juan Carlos, Depart. Geolog. Expl. Y.P.F., Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
866 Schalamuk, Isidoro B., Calle 15, Nº 114, La Plata (Buenos Aires).  
190 Schauer, Osvaldo, Pueyrredón 1717, P. 1º, dto. D, Buenos Aires.  
529 Schwab Klaus, A. Geol. Institut Saartrasse 21; 65 Mainz, República Federal Alemana.  
950 Segal, Susana, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
927 Sepulveda, Eliseo Guido, Isabel La Católica 1610, P. 1º, d. 14, Rosario (Santa Fe).  
670 Serraiotto, Alfonso A., Av. Santibáñez 1580, d. 21, P. 3º, San Salvador de Jujuy.  
127 Sesana, Fernando Luis, Federico Lacroze 2336, dto. B, Buenos Aires.  
937 Sheffield, Carlos León, San Martín 456, Rawson (Chubut).  
830 Siedlarwitsch, María, San Juan 2190, P. 19º, dto. H, Buenos Aires.  
902 Simini, Jorge A., Calle 49, Nº 1415, La Plata (Buenos Aires).  
778 Simon, Wilco, Angel de Rojas 665 Sur, Desamparados, San Juan.  
070 Simonatto, Italo B., Chacabuco 166, Haedo (Buenos Aires).  
272 Siragusa, Alfredo, Sanabria 2471, P. 1º, dto. A, Buenos Aires.  
401 Sosic, Mario J. V., Vélez Sársfield 759, Quilmes (Buenos Aires).  
1023 Soc. Espeleológica Argentina, Calle 64, nº 688, La Plata (Bs. As.).  
792 Solá, Rosendo José, Gral. Lamadrid 278, Córdoba.  
834 Solís, Rolando, Pasaje Chubut 55, Trelew (Chubut).  
138 Somaruga, Juan Bautista, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
555 Soria, Beatriz O., Rondeau 1047, S. M. de Tucumán.  
402 Sorucco, Luis A., Calle 3, Nº 1376, La Plata (Buenos Aires).  
759 Spalletti, Luis, Calle 26, Nº 701, La Plata (Buenos Aires).  
760 Spigelman, Alicia, Bdo. de Irigoyen 760, Buenos Aires.  
761 Spikermann, Juan P., Migueletes 1670, P. 4º, d. A, Buenos Aires.  
939 Stampone, Julio Emilio, Urquiza 63, Trelew (Chubut).  
106 Stipanicić, Pedro Nicolás, Juncal 3596, P. 3º, dto. 7, Buenos Aires.  
762 Suárez Ruprescht, Guillermo, Charcas 3073, P. 6º, dto. B, Buenos Aires.  
764 Sunesen, Arne, Calle 511, entre 20 y 21, Estafeta La Josefa, La Plata (Buenos Aires).  
984 Sureda, Ricardo José, Calle Mendoza nº 2, Salta.  
404 Tabacchi, Mario A., Alem 424, P. 6º, ofic. 603, Buenos Aires.  
100 Tealdi, Osvaldo, Chacabuco 1252, P. 3º, dto. A, Buenos Aires.  
944 Tenchini, Arnaldo Sergio, 25 de Mayo 60, Santiago del Estero.  
880 Terraza, Juan Carlos, Inglaterra 127, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
406 Terrero, Juan M., Las Heras 2107, Buenos Aires.  
146 Teruggi, M., Calle 59, Nº 685, La Plata (Buenos Aires).  
460 Tineo, Alfredo, Ortiz Ocampo 1700, La Rioja.  
907 Tippino, Enrique Aiza, Hidronor, Villa El Chocón (Neuquén).  
766 Tonel, Héctor N., San Lorenzo 444, P. 3º, dto. 50, Mendoza.  
022 Torrea, Aniceto H., Chacabuco 3502, Olivos (Buenos Aires).  
302 Torres, Horacio A., Machado 1705, Castelar (Buenos Aires).  
1006 Torres, Jorge Enrique, Corrientes 954, p. b. d. 5, Rosario (Santa Fe).  
767 Toselli, Alejandro, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
998 Toselli, Gustavo Adolfo, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.

- 982 Totino, Luis, Nuestras Malvinas 401, Monte Grande (Bs. As.).  
255 Toubes, Roberto O., Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
1039 Tucillo, Ricardo A., Vera 40, P. 7º, d. A, Buenos Aires.  
989 Tullio, Jorge Oscar, Roque Sáenz Peña 1544, Santa Rosa (La Pampa).  
768 Turazzini, Guillermo E., R. Gutiérrez 1549, P. 4º, dto. D, Olivos (Buenos Aires).  
769 Turic, Mateo Alberto, Barrio Y.P.F., Catriel, Río Negro.  
243 Turner, Juan C. M., 11 de Setiembre 1630, P. 4º, dto. G, Buenos Aires.  
261 Ugarte, Félix E. R., Coronel Díaz 2241, P. 9º, dto. A, Buenos Aires.  
450 Ulbrich, Horstpeter, Virrey Olaguer 2456, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
770 Uliana, Miguel Angel, Calle 47, nº 670, P. 8º, d. 3, La Plata (Bs. As.).  
432 Urdaneta Ortigosa, Antístenes, Monteagudo 613, S. M. de Tucumán.  
868 Uribe, Nely, C.C. 246, Río Gallegos (Santa Cruz).  
423 Urien, Carlos M., Albarellos 2494, Martínez (Buenos Aires).  
074 Urteaga, Carlos E., Av. Alem 619, Buenos Aires.  
1053 Valda, Roberto Emilio, Italia 43, Chubut.  
408 Valdéz, Raúl Jorge, Pasaje La Porteña 55, Buenos Aires.  
929 Valdivia Villalobos, J. Gastón, Distr. Geol. Norte, Camp. Vespucio, Salta.  
660 Valdiviezo, Alberto, Azopardo 313, Mendoza.  
915 Valenzuela, Alberto, Azopardo 313, Mendoza.  
524 Valencia, Rafael F., French 2741, P. 7º, dto. G, Buenos Aires.  
484 Valencio Daniel, José Hernández 2080 P. 5º, d. A, Buenos Aires.  
144 Valerdi, Carlos J., Victoria 108, 25 de Mayo, San Rafael, Mendoza.  
1052 Valladares Carrillo, Hildebranda, Libertad 236, San Miguel de Tucumán.  
772 Vallejo, Gustavo R., Urquiza 1059 (Santa Fe).  
176 Valles, Rubén Mateo, Calle 14, entre 5 y 7, Renelagh (Buenos Aires).  
656 Vanhovan, Ricardo, Casa 170, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
773 Varela, Ricardo, Domingo Faustino Sarmiento 548, Ensenada (Buenos Aires).  
409 Vázquez, Juan B., 2º Congreso 137, Bº Maipú (Córdoba).  
968 Velarde Vargas, Oscar Javier, Calle 58, Nº 480, La Plata (Buenos Aires).  
965 Velo, Ricardo Augusto, C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
1018 Vendramini, Carlos Hugo, C. C. 160, Mendoza.  
1003 Verdenelli, Víctor Horacio, Av. Rawson 377 Norte, San Juan.  
864 Vergara, Guillermo, San Martín 478, P. 1º, dto. E, Luján de Cuyo (Mendoza).  
457 Vervoorst, Federico, Bulnes 55, Villa Luján, (S. M. de Tucumán).  
775 Viand, Jorge L., L. Méndez 3612, Remedios de Escalada (Buenos Aires).  
643 Vicente, Jean Claude, Casilla 13518, Santiago (Chile).  
410 Vicente, Omar, Anchorena 778, Olivos (Buenos Aires).  
1051 Viggiano, Eduardo José, Calle 57, nº 1669, La Plata (Bs. As.).  
077 Vilela, César R., Luis M. Campos 1160, P. 7º, dto. D, Buenos Aires.  
986 Villagra, María Stella, Güemes 54, Catamarca.  
776 Villanueva García, Arturo, Gral. Paz 1566, S. M. de Tucumán.  
485 Villar, Luisa M., Arias 2070, Buenos Aires.  
981 Viruel, María Encarnación, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
777 Viviers, Marta C., French 3125, P. 7º, dto. B, Buenos Aires.  
453 Volkheimer, Wolfgang, Jorge Newbery 1650, dto. 23, Buenos Aires.  
451 Wart, David van, Santa Fe 1480, Buenos Aires.  
884 Wleklinski, Esteban, Zapata 325, P. 7º, dto. A, Buenos Aires.  
413 Xicoy, Alfredo, Entre Ríos 454, San Antonio de Padua (Bs. As.).  
115 Yrigoyen, Marcelo R., Obligado 1240, P. 4º, Buenos Aires.  
931 Zagalsky, Ruth Sofia, 9 de Julio 179, Avellaneda (Buenos Aires).  
1004 Zalba, Patricia Eugenia, Calle 116, nº 542, La Plata (Bs. As.).  
257 Zambrano, Juvenal, Centro Regional de Aguas Subter., C. C. 166, San Juan.  
624 Zanettini, Juan C., C. C. 160, Godoy Cruz (Mendoza).  
414 Zardini, Raúl A., Calle 41, Nº 858, La Plata (Buenos Aires).  
882 Zill, Norberto, Casa 170, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
690 Zolezzi, Roberto, Urquiza 768, P. 1º, La Rioja.  
940 Zubia, Mario Alberto, Calle 15, Nº 1420, La Plata (Buenos Aires).  
287 Zuccolillo, Ubaldo, Diagonal 80, Nº 829, La Plata (Buenos Aires).  
041 Zunino, Juan José, Aráoz 2725, Buenos Aires.  
780 Zuzek, Andrés B., Bolívar 1969, Ramos Mejía (Buenos Aires).

*Socios adherentes*

- 265 Abitbol, Alberto Esteban, Pasaje Neuquén 998, San Miguel de Tucumán.  
088 Adur, Augusto A., Teodoro García 3217, Buenos Aires.  
159 Alurralde, Sixto, Paysandú 1112, Wilde (Bs. As.).  
201 Ambrosis, María Stela, Calle 9, n° 1075, La Plata (Bs. As.).  
132 Arana, Daniel F., 1° de Mayo 1193, Quilmes (Bs. As.).  
115 Arias, Julio Eduardo, Virrey Toledo 146, Salta.  
296 Aycaguer, Liliana A., Calle 6, n° 490, La Plata (Bs. As.).  
083 Bagalciaga, Ricardo Manuel, Calle 23, N° 1320, dto. 3, La Plata (Buenos Aires).  
271 Barrio, H. A., Espora 1277, Ramos Mejía (Bs. As.).  
268 Barrio, Rual Ernesto de, Calle 61, n° 532, La Plata (Bs. As.).  
293 Bertol de Santos, Margarita, Quintana 149, Florencio Varela (Bs. As.).  
244 Bertolotti, Pablo, Chile 1731, San Miguel de Tucumán.  
273 Blocki, Roberto Rafael, O'Higgins 391, San Isidro (Bs. As.).  
215 Bruveris, Pedro, Luis Sáenz Peña 444, P. 8°, d. C, Buenos Aires.  
238 Caba, Ricardo Antonio, Remedios de Escalada 695, Bahía Blanca (Bs. As.).  
116 Calmels, Stella Maris, Viamonte 685, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
274 Careggio, Luis Armando, Virrey del Pino 2353, Buenos Aires.  
243 Ciarca, Carlos Salvador, Superí 3187, Buenos Aires.  
277 Coccia, María Eva, Av. Las Heras 1693, P. 4°, d. A, Buenos Aires.  
297 Correale, Hilda C., Moreno 707, P. 2°, d. C, Quilmes (Bs. As.).  
241 Cortés, José María, Av. Márquez 1211, dto. 8, Buenos Aires.  
188 Cuesta, Rubén Oscar, Calle 122, esq. 70, La Plata (Buenos Aires).  
280 Chiarenza, Daniel Guillermo, Alsina 3263, P. 2°, d. 10, Buenos Aires.  
245 D'Angelo, Julio E. L., Gral. Paz 49, San Miguel de Tucumán.  
153 Dasso, Clarita María, Colón 2372, Córdoba.  
106 De la Torre, Beatriz, Rondeau 317, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
283 Del Punta, Guillermo, Paraná 85, Bahía Blanca (Bs. As.).  
258 Destéfano, María del Carmen, 25 de Mayo n° 19, d. 1, Quilmes (Bs. As.).  
275 Díaz, Fernando Máximo, Paraguay 3724, P. 6°, d. 35, Buenos Aires.  
158 Di Pirro, Luz Liliana, Calle 54, N° 467, p.b. dto. 3, La Plata (Buenos Aires).  
246 Di Ronco, José, Recreo s/n°, Alta Gracia (Córdoba).  
294 Di Tomaso, Inés, Lascano 2848, P. 1°, d. E, Buenos Aires.  
284 Donato, Eduardo, Calle 64, n° 211, La Plata (Bs. As.).  
160 Dubois, Ricardo F., Rojas 943, Buenos Aires.  
306 Dupont, Rogelio, 48 Rue de la Procession 78600, Meson Laffitte, Francia.  
248 Estrada Castillo, Dante, San Lorenzo 1464, S. M. de Tucumán.  
239 Expósito, Elena, Coronel Díaz 1784, P. 7°, dto. A, Buenos Aires.  
269 Facondini, Carlos, Gaona 3954, Buenos Aires.  
303 Falloni, Eduardo R., Ocampo 128, Quilmes (Bs. As.).  
226 Fernández, Raúl, Calle 44, n° 394, P. 2°, d. R, La Plata (Bs. As.).  
298 Fili, Mario Felipe, Calle 4, n° 1126, P. 2°, d. 4, La Plata (Bs. As.).  
155 Fusari, Cayetano, Calle 10, N° 1645, dto. B, La Plata (Buenos Aires).  
308 Galofé, Miguel Antonio, León 740, Barrio Maipú (Córdoba).  
095 García, Alberto Omar, C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
285 Giaconi, Luis Mario, Calle 55, n° 646, P. 6°, d. D, La Plata (Bs. As.).  
140 Giannoni, Omar Francisco, Lavalle 55, Salta.  
267 Gómez Omil, Ricardo, Bernabé Aráoz 655, San Miguel de Tucumán.  
189 Gómez Peral, Miguel Angel, Calle 12, n° 1086, La Plata (Bs. As.).  
259 González, Oscar, Correa 63, Témperley (Bs. As.).  
286 González Iglesias, José Luis, Borges 1782, La Plata (Bs. As.).  
141 Gorroño, Raúl, Deán Funes 2160, P. 2°, d. 9, Buenos Aires.  
255 Gutiérrez Pleimling, Alberto, Calle 5, n° 1303, La Plata (Bs. As.).  
203 Gutiérrez, Ricardo Omar, Calle 50, N° 1276, dto. I, La Plata (Buenos Aires).  
186 Haller, Miguel J. F., C. Gardel 1818, Boulogne (Buenos Aires).  
120 Iglesia, Víctor H., Senillosa 84, p. 8°, Buenos Aires.  
310 Iglesias, Jorge Alberto, Calle 5, s/n°, Villa Allende Parque, Córdoba.  
264 Iriarte, Rolando F., Maipú 470, San Miguel de Tucumán.  
190 Kemerer, Miguel Angel, Santa Fe 1144, P. 2°, d. D, Buenos Aires.  
229 Kersenbaum de Ferradás, Renée, O'Higgins 4525, P. 9°, d. A, Buenos Aires.  
257 Kimsa, Jorge Felipe, Alagón 446, Buenos Aires.  
262 Kirilovsky, Eduardo, Calle 43, n° 910, La Plata (Bs. As.).  
304 Kozlowskii, Estanislao E., Rodríguez Peña 2842, Martínez (Bs. As.).

- 185 Lacreu, Héctor Luis, Zufategui 653, Ituzaingó (Buenos Aires).  
242 Lapido, Omar Raúl, José María Moreno 454, P. 2º, d. D, Buenos Aires.  
237 Legarreta, Leonardo, Urquiza 4082, Florida (Bs. As.).  
233 Lema, Edgardo, Castellanos 3810, La Lucila (Buenos Aires).  
122 Lizarraga, A., Bolívar Nº 1385, S. M. de Tucumán.  
187 Lizoain Fuentes, Antonio, Ramón Falcón 3230, Lanús (Buenos Aires).  
261 Longardo, Roberto F., Calle 6, nº 1682, La Plata (Bs. As.).  
123 Loza, José Santiago, Mitre 1345, San Antonio de Padua (Buenos Aires).  
162 Llorens, Helena Hebe, Gral. Pirán 34, Martínez (Buenos Aires).  
287 Macellari, Carlos E., Calle 55, nº 378, La Plata (Bs. As.).  
216 Maglio, Héctor Alberto, Río de Janeiro 333, P. 2º, dto. 10, Buenos Aires.  
231 Malagnino, Edgardo C., Soler 6043, Buenos Aires.  
165 Maloberti, Jorge Atilio, 9 de Julio 235, Témpereley (Buenos Aires).  
204 Manavella, Magdalena A., Suipacha 171, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
234 Mansilla, Oscar Héctor, Alvear 355, City Bell (Buenos Aires).  
205 Martínez, Ramón Horacio, Puán 571, Buenos Aires.  
288 Marzani, Antonio Ricardo, Calle 117, nº 1743, La Plata (Bs. As.).  
221 Medina, Francisco A., Azcuénaga 2222, Olivos (Buenos Aires).  
166 Mendiberri, Héctor O., Zelarrayan 766, dto. 4, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
279 Merlo, Daniel O., Calle 523, entre 13 y 14, nº 1829, La Plata (Bs. As.).  
272 Miller, Muriel Liliana, D. Deleano Roosevelt 2271, P. 7º, d. A, Buenos Aires.  
299 Moreira, Alfredo R., Av. Irigoyen 1040, Quilmes (Bs. As.).  
208 Muñoz, Carlos Gustavo, Calle 16, nº 1515 ½, La Plata (Bs. As.).  
191 Navarra, Pablo Rafael, Río Bamba 646, San Andrés (Buenos Aires).  
157 Nevistic, Vicente A., O'Higgins 4475, P. 10º, d. E, Buenos Aires.  
098 Okretic, Albino, Echeverría 3040, P. 1º, dto. D, Buenos Aires.  
217 Olivero, Eduardo, E. Bonorino 1066, Buenos Aires.  
178 Otaño, Raúl J., Casa 141, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
263 Palamarczuk, Eduardo A., Panamá 3134, Martín Coronado (Bs. As.).  
276 Pandolfo, Laura Estela, Rivera Indarte 587, Buenos Aires.  
145 Paverini, Raúl Eduardo, C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
278 Pérez, Daniel Esteban, Arias 3480, Buenos Aires.  
232 Perillo, Gerardo Miguel, Quesada 3690, Buenos Aires.  
125 Pesce, Abel A., Allende 381, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
009 Petrelli, Salvador, Dr. Pedro J. Rivera 5772, Buenos Aires.  
210 Pezzotti, Carlos Daniel, Puán 74, nº 711, La Plata (Bs. As.).  
161 Ploszkiewicz, Juan Víctor, Hualfin 1134, P. 2º d. A, Buenos Aires.  
169 Poma, Stella Maris N., Caseros 740, Vicente López (Buenos Aires).  
300 Pronato, José Domingo, Calle 3, nº 1011, P. 1º, d. A, La Plata (Bs. As.).  
104 Radoszta, Alberto, Gral. Urquiza 3425, Florida (Bs. As.).  
193 Ramírez Puig, Enrique G., Carlos Croze 145, Lomas de Zamora (Bs. As.).  
211 Revel, Miguel Angel, Mitre 742, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
289 Ripodas, Américo L., Calle 6, nº 640, P. 1º, d. B, La Plata.  
238 Risso, Corina, O'Higgins 1475, Buenos Aires.  
218 Rivelli, Felipe Rafael, Del Milagro 568, Salta.  
198 Rodríguez, José Antonio, Independencia 346, Villarachel, Rawson (San Juan).  
171 Rodríguez Urroz, Griselda R., Alsina 1878, Buenos Aires.  
194 Rojas, Elsa Susana, Calle 40, Nº 415, La Plata (Buenos Aires).  
251 Romero, Mario Alberto, Billinghurst 1565, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
260 Rochi Diasso, Inés, Calle 10, nº 1536, d. A, La Plata (Bs. As.).  
176 Rossini, Oscar, Gregoria Matorras 537, Cutralcó (Neuquén).  
290 Rosso, Marcelo, Lebensohn 73, Bernal (Bs. As.).  
148 Royon, Héctor Jorge, C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
252 Ruedas, Silvia Mabel, Pje. Brandsen 2432, San Miguel de Tucumán.  
127 Ruiz, Dora Lucila, Ecuador 268, S. M. de Tucumán.  
291 Ruiz de Galarreta, Víctor A., Calle 49, nº 644, P. 8º, La Plata (Bs. As.).  
081 Salas, Armando A., Mansilla 4032, P. 8º, Buenos Aires.  
256 Sánchez, Jorge A., Calle 12, Nº 1117, P. 6º, dto. A, La Plata (Buenos Aires).  
295 Sánchez, María Josefa, Córdoba 128, Florencio Varela (Bs. As.).  
281 Sandruss, Adolfo E., Pje. Leopoldo Lugones, San Miguel de Tucumán.  
270 Sciammarella, Dario A., Deán Funes 115, Bernal (Bs. As.).  
173 Serra Alfredo, G., B. Mitre 2637, P. 10º, dto. C, Buenos Aires.  
305 Serrano Casalderey, María C., Combate de los Pozos 445, P. 4º, Buenos Aires.  
292 Solier, Carlos, Mecks 265, Lomas de Zamora (Bs. As.).  
156 Stipanovic, Florencia del C., Aráoz 2457, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.

- 301 Tesari, César, Calle 23, La Plata (Bs. As.).  
213 Vaca, Alejandro, Ameghino Norte 284, San Juan.  
130 Valdéz, Felipe O., Av. Exodo 883, S. S. de Jujuy.  
236 Valerdi, Carlos E. (h), Siria 1043, San Rafael (Mendoza).  
222 Valvano, José Raúl, Azara 243, Lomas de Zamora (Buenos Aires).  
164 Vázquez, Jorge Raúl, Navarro 4969, Buenos Aires.  
170 Vega, Julio Argentino de la, Suipacha 1820, Beccar (Bs. As.).  
253 Violante, Roberto A., Crámer 1177, Don Bosco (Buenos Aires).  
307 Vitale, Mario Ernesto, Moreno 45, 2º Cuerpo, P. 4º, d. 3, Bahía Blanca (Bs. As.).  
110 Vonesch, Teodora L., Canning 1552, P. 1º, dto. A, Buenos Aires.  
309 Vullien Iribarne, Alicia R., Pío Díaz 2066, d. 3, Sáenz Peña (Bs. As.).  
168 Walter, Daniel, Av. Colón 3041, Olavarría (Buenos Aires).  
069 Wartensleben, Erica, Corrientes 127, Buenos Aires.  
265 West, Jorge Guillermo, Pasaje Neuquén 998, San Miguel de Tucumán.  
111 Woroszyło, María E., Circunscip. 2º, Sección 2º, Manzana 7, Casa 4, Barrio Belgrano-Ciudad Evita (Bs. As.).  
172 Yllanez, Eduardo D., Miranda 4513, Buenos Aires.  
304 Zuppeli, Lucía, Urquiza 541, Acassuso (Bs. As.).

## INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXIX

AMENGUAL, RODOLFO Y ZANETTINI, JUAN CARLOS M., Geología de la quebrada de Humahuaca entre Uquía y Purmamarca (Provincia de Jujuy) .....	30
ANDREIS, R. R., INIGUEZ RODRIGUEZ, A. M., LLUCH, J. J. Y SABIO, D. A., Estudio sedimentológico de las formaciones del Cretácico superior del área del lago Pellegrini (Provincia de Río Negro, República Argentina) .....	85
ANGELELLI, V., SCHALAMUK, I. Y CAGNONI, J., La rodocrosita del yacimiento cuprífero de Capillitas, Dpto. Andalgalá, Prov. de Catamarca, Rep. Arg. ....	105
ARCIDIÁCONO, EVA C., Contribución al conocimiento de columbita-tantalitas de las provincias de Córdoba y San Luis. ....	171
ARCIDIACONO, EVA C., Sobre algunas manifestaciones manganesíferas de la provincia de Río Negro. ....	277
ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS .....	491
CAGNONI, J., ver ANGELELLI, V. Y SCHALAMUK, I.	
CHEBLI, GUALTER A. Y SERRAIOTTO, ALFONSO A., Nuevas localidades del Paleoceno marino en la región central de la provincia del Chubut. ....	311
CINGOLANI, CARLOS A., ver RAPELA CARLOS W. Y DALLA SALDA, LUIS H.	
CORBELLA, HUGO, Contribución al conocimiento geológico de la Alta Sierra del Somuncura, Macizo Nordpatagónico, provincia de Río Negro, República Argentina. ....	155
CORTELEZZI, CESAR R. Y CUTTICA, MIGUEL I., Estudio de paleocorrientes y sedimentología de la Formación Mojotoro, provincia de Salta, República Argentina. ....	332
CUTTICA, MIGUEL I., ver CORTELEZZI, CESAR R.	
DAMBORENEA, SUSANA E., Geología del cerro Colorado del Cementerio, Barreal, provincia de San Juan (República Argentina). ....	249
DALLA SALDA, L., ver TERUGGI, M. E., KILMURRAY, J. O. Y RABELA, C. W.	
DALLA SALDA, L. H., ver TERUGGI, M. E. Y KILMURRAY, J. O.	
DALLA SALDA, LUIS H., ver RAPELA, CARLOS W. Y CINGOLANI, CARLOS, A.	
DEPETRIS, PEDRO J., ver DRAGO, EDMUNDO C.	
DRAGO, EDMUNDO C. Y DEPETRIS, PEDRO J., Erosión en la cuenca imbrífera y sedimentación en el Embalse de Río Tercero (Córdoba, Argentina). ....	470
DÍAS, HORACIO D. Y MASSABIE, ARMANDO C., Estratigrafía y tectónica de las sedimentitas triásicas, Potrerillos, provincia de Mendoza .....	185
DINKEL, JUAN CARLOS, ver MON, RICARDO	
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS .....	141, 154, 388
GARCIA, HECTOR H., Las calizas cristalinas de Totorillas .....	295
GONZÁLEZ DÍAZ, EMILIO F., Superficies de erosión (abanicos rocosos) exhumadas en el flanco occidental de la sierra de Ambato, al sur de la quebrada de la Cebila (La Rioja) .....	5
GONZÁLEZ BONORINO, FÉLIX, La Formación Millaqueo y la « Serie Porfírica » de la Cordillera Nordpatagónica : Nota preliminar .....	145
GEBHARD, JORGE A., GIUDICI, ALFONSO R. Y OLIVER GASCON, JOAQUIN, Geología de la comarca entre el río Juramento y arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina .....	359

GENTILI, CARLOS A., ROSENMAN, HÉCTOR L. Y LOURENÇO, ANTONIO M., Características geológicas generales del territorio brasileño en la faja adyacente al curso medio del río Uruguay .....	223
GIUDICE, ALFONSO R., ver GEBHARD, JORGE A. Y OLIVER GASCON, JOAQUIN	
INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XXIX.....	506
INFORMACIONES A LOS SEÑORES ASOCIADOS.....	381, 485
ISÍGUEZ, A. M. Y ZALBA, P. E., Geología de yacimientos de arcillas refractarias de la provincia de Buenos Aires, República Argentina.....	304
ISÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. M., ver ANDREIS, R. R., LLUCH, J. J. Y SABIO, D. A.	
IRIONDO, MARTIN H., Modelo de sedimentación en el lago Mascardi, provincia de Río Negro .....	349
LINARES, ENRIQUE Y VALENCIO, DANIEL, Edades potasio-argón y paleomagnetismo de los diques traquibasálticos del río de Los Molinos, Córdoba, República Argentina.....	341
LOURENÇO, ANTONIO M., ver GENTILI, CARLOS, A. Y ROSENMAN, HECTOR, L.	
LLUCH, J. J., ver ANDREIS, R. R., ISÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. M. Y SABIO, D. A.	
KILMURRAY, JORGE O., MERODIO, J. C. Y RAPELA, C. W., Las metamorfitas cordieríticas del área Estación Incahuasi-Santa Rosa de Tastil, Provincia de Salta. Rasgos petrelógicos y geoquímicos.....	425
KILMURRAY, J. O., ver TERUGGI, M. E., RAPELA, C. W. Y DALLA SALDA, L.	
KILMURRAY, J. O., ver TERUGGI, M. E. Y DALLA SALDA, L. H.	
KOUKHARSKY, MAGDALENA Y MIRRE, JUAN CARLOS, Nuevas evidencias del vulcanismo ordovícico en la Puna.....	128
MASSABIE, ARMANDO C., ver DIAS, HORACIO D.	
MENDEZ, VICENTE, Estructuras de las provincias de Salta y Jujuy a partir del meridiano 65°30' oeste, hasta el límite con las repúblicas de Bolivia y Chile .....	391
MERODIO, J. C., ver KILMURRAY, JORGE O. Y RAPELA, C. W.	
MIRRÉ, JUAN CARLOS, El granito del Acay, intrusivo de edad terciaria en el ambiente de Puna.....	205
MIRRE, JUAN CARLOS, ver KOUKHARSKY, MAGDALENA	
MON, RICARDO Y DINKEL, JUAN CARLOS, Geología de la comarca del cerro Remate (Provincias de Salta, Tucumán y Santiago del Estero) y nuevos datos sobre la distribución del Paleozoico inferior en el noroeste argentino .....	61
OLIVER GASCON, JOAQUIN, ver GEBHARD, JORGE A. Y GIUDIGI, ALFONSO A.	
PARKER, GERARDO, Contactos discordantes entre los Pisos I y II de los Estratos de Paganzo .....	23
PARKER, GERARDO, Posición estratigráfica del «Famatinense» y sus correlaciones... ..	231
RAMOS, VICTOR A., Los Didymograptidos de la Formación Parcha en el borde oriental de la Puna salteña .....	73
RAPELA, CARLOS W., DALLA SALDA, LUIS H. Y CINGOLANI, CARLOS A., Un intrusivo básico ordovícico en la «Formación La Tinta» (Sierra de los Barrientos, provincia de Buenos Aires, Argentina).....	319
RAPELA, C. W., ver TERUGGI, M. E., KILMURRAY, J. O. Y DALLA SALDA, L.	
RAPELA, C. W., ver KILMURRAY, JORGE O. Y MERODIO, J. C.	
ROBBIANO, JUAN R., ver ULIANA, MIGUEL	
ROSENMAN, HÉCTOR L., ver GENTILI, CARLOS A. Y LOURENÇO, ANTONIO, M.	
SABIO, D. A., ver ANDREIS, R. R., ISÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. M. Y LLUCH, J. J.	
SCHALAMUK, I., ver ANGELELLI, V. Y CAGNONI, J.	
SERBAIOTTO, ANTONIO A., ver CHEBLI, GUALTER A.	
TERUGGI, M. E., KILMURRAY, J. O., RAPELA, C. W. Y DALLA SALDA, L., Diques básicos en las sierras de Tandil .....	41

TERUGGI, M. E., KILMURRAY, J. O. Y DALLA SALDA, L. H., Los dominios tectónicos de la región de Balcarce .....	265
VALENCIO, DANIEL, ver LINARES, ENRIQUE	
ULIANA, MIGUEL Y ROBBIANO, JUAN R., Pseudoplicues de la Formación Collón Cura, en Cañadón Quiñi Huao (Puesto Vidondo) y Piedra del Aguila (Cerro Bayo), provincia de Río Negro y Neuquén, Rep. Argentina.....	213
ZALBA, P. E., ver ISÍGUEZ, A. M.	
ZAMBRANO, JUVENAL JORGE, Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes.....	443
ZANETTINI, JUAN CARLOS M, ver AMENGUAL, RODOLFO.	

NOTAS BREVES :

CHEBLI, GUALTER A. Y FERELLO, ROBERTO, Un nuevo afloramiento metamórfico en la Patagonia Extraandina .....	479
FERELLO, ROBERTO, ver CHEBLI, GUALTER A.	
LINARES, ENRIQUE Y LLAMBÍAS, EDUARDO J., Edad K-Ar de la granodiorita de la quebrada de Tocota, Departamento Iglesias, San Juan.....	135
LLAMBÍAS, EDUARDO J., ver LINARES, ENRIQUE	
NULLO, FRANCISCO, Reubicación estratigráfica de la Formación El Córdoba, Pampa de Agnia, provincia del Chubut, República Argentina .....	377

COMENTARIOS :

IRIONDO, MARTIN H., Los ríos desajustados de Formosa. Una hipótesis alternativa	136
---	-----

REPLICAS :

CUCCHI, RUBEN J., Respuesta a una hipótesis alternativa sobre el origen del desajuste de los ríos del este de Formosa .....	138
DESSANTI, RAUL N., Sobre el origen de los bajos sin desagüe .....	140

NECROLOGIA :

Horacio Jaime Harrington (1910-1973) .....	379
Dr. Roberto Vitelmo Tezón (1921-1973) .....	482

**ESTE NUMERO  
SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL 17 DE FEBBERO DE 1975  
EN LA IMPRENTA CONI, S. A. C. I. F. I., PERÚ 684  
BUENOS AIRES, REPÚBLICA ARGENTINA**

---

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

---



## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Vicepresidente:* DR. ROBERTO CAMINOS; *Secretario:* DR. ANÍBAL 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 letrografos (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.

# LIBRART S. R. L.

CORREO  
ARGENTINO  
Central B

TARIFA REDUCIDA

Concesión N° 9157

FRANQUEO PAGADO

Concesión N° 3667

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE LAS PUBLICACIONES  
DE INSTITUCIONES Y SOCIEDADES CIENTIFICAS ARGENTINAS

*Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*

## INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGENTINA

Dirigido y editado por el doctor ANGEL V. BORRELLO, 1966, 638 págs., con aproximadamente 4500 citas comentadas.

En un nuevo esfuerzo de labor específica la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires ha dado término a la preparación de esta obra, primera en su género en el país, ejecutada conforme a las exigencias del más moderno trabajo geológico.

Componen el trabajo más de 4500 citas de autor con sumaria explicación del contenido bibliográfico, distribuidas en sucesivas secciones, que estuvieron a cargo de colaboradores experimentados en la materia.

Se compone del temario siguiente:

PRECAMBRICO por Dr. R. A. Zardini  
CAMBRICO por Dr. A. V. Borrello  
ORDOVICICO por Dr. J. C. M. Turner  
SILURICO por Dra. H. A. Castellaro  
DEVONICO por Dr. G. Furque  
CARBONIFERO por Dr. A. J. Amos  
PERMICO por Geól. R. D. Pernas

TRIASICO por Dr. J. A. Cuerda  
JURASICO por Geól. O. C. Schauer  
CRETACICO por Dr. C. I. C. de Ferrariis  
TERCIARIO por Dres. S. J. Licciardo y  
C. I. C. de Ferrariis  
CUATERNARIO por Dr. A. N. Xicoy

La labor abarca principalmente el material bibliográfico publicado en el país, complementado por referencias de carácter inédito, todo ello con vistas a satisfacer las necesidades del conocimiento sistemático de la bibliografía argentina.

Con el *Indice Bibliográfico de Estratigrafía Argentina* queda expuesto en su mayor parte el volumen importante que caracteriza el acervo estratigráfico de la Argentina, por lo cual la tarea configura en su magnitud una expresión de la actividad geológica en el país, ampliada hasta el presente.

**VENTA EXCLUSIVA:**

## LIBRART S. R. L.

**CORRIENTES 127**

(EDIFICIO BOLSA DE CEREALES)

**BUENOS AIRES**

**T. E. 31 - 4368**

*Dirección Postal:*

Casilla de Correo 5047

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