

## REVISTA

DE LA

## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

## SUMARIO

VICENTE MÉNDEZ, Geología de la comarca de Mina "Aguilar" y alrededores, departamento Humahuaca (Provincia de Jujuy).....	319
JUAN CARLOS M. ZANETTINI, Geología de la comarca de Abra Pampa y Tres Cruces (Provincia de Jujuy).....	331
RODOLFO AMENGUAL Y JUAN CARLOS M. ZANETTINI, Geología de la comarca de Cianzo y Caspala (Provincia de Jujuy).....	341
HUGO CORBELLA, Acerca de la existencia de cuerpos hipoabisales granitioriolíticos en el distrito minero de Sierra Grande (Provincia de Río Negro) y su posible importancia metalogénica.....	353
MILKA K. DE BRODTKORB, Estudio de la mineralización del yacimiento "La Niquelina", Provincia de Salta y un análisis comparativo de sus posibles relaciones con los depósitos "Romieruz" y "Esperanza".....	364
ELDA CRISTINA DI PAOLA Y HUMBERTO GERVASIO MARCHESI, Petrología y litoestratigrafía de las sedimentitas paleozoicas de Huaco, San Juan, República Argentina.....	369
ROBERTO O. TOUBES Y JUAN P. SPIKERMANN, Algunas edades K/Ar y Rb/Sr de plutonitas de la Cordillera Patagónica entre los paralelos 40° y 44° de latitud sur.....	382
PABLO MARTÍNEZ, Contribución al conocimiento de la provincia metalogénica del Mar Mediterráneo, con especial referencia a la Sierra de Cartagena, España.....	397
M. A. FLORES, N. MALUMIAN, V. MASIUK Y J. C. RIGGI, Estratigrafía cretácica del subsuelo de Tierra del Fuego.....	407
NECROLOGÍAS :	
Dra. Edelmira Inés Mórtoia (28 de mayo de 1973).....	438
Prof. Dr. Félix Celso Reyes (1924-1972).....	439
ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS.....	443
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	441
INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XXVIII.....	456

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

1973

## GEOLOGIA DE LA COMARCA DE MINA "AGUILAR" Y ALREDEDORES DEPARTAMENTO HUMAHUACA (PROVINCIA DE JUJUY)

Por VICENTE MENDEZ<sup>1</sup>

### RESUMEN

La columna geológica está compuesta por sedimentos precámbricos, cámbricos, ordovícicos, granitos silúricos y culmina con sedimentos cretácicos y cenozoicos. Las fallas de Coraya y Aguilar dividen la comarca en tres bloques. Se analizan las fases de los movimientos caledónicos, ciméricos y andícos actuales; finalizando con una breve descripción de la historia geológica.

### ABSTRACT

The geology column comprises Precambrian, Cambrian, Ordovician, Cretaceous and Cenozoic sediments and Silurian granites. The area is divided in three blocks by the N-S faults: Coraya and Aguilar. The regional influences of Caledonian, Cimerian and Andian movements are analysed; and finally a short description of the area is given.

### INTRODUCCION

Este trabajo es un resumen del presentado por el autor en el Centro Interamericano de Fotointerpretación con sede en Bogotá, República de Colombia, en el año 1970. El propósito fue integrar en un mapa geológico, toda una comarca que contaba con trabajos parciales.

#### 1. UBICACIÓN DE LA COMARCA Y SUPERFICIE QUE ABARCA

La región está ubicada en la parte central de la provincia de Jujuy, entre las coordenadas geográficas 65°30'-65°45' longitud oeste y 23°00'-23°30' latitud sur, aproximadamente, con una

superficie de 1.400 km<sup>2</sup>. Se dispone de tres vías de acceso a la comarca:

- a) Tres Cruces-El Aguilar: con una longitud de 48km, camino totalmente asfaltado.
- b) El Aguilar-Humahuaca: camino poco transitado con una longitud de 52 km, en estado regular.
- c) El Aguilar-Ruta nacional Nº 40: con una longitud de 35 km, de los cuales los últimos cinco kilómetros están en el lecho del río Grande, que es de curso temporario en su desembocadura. El estado de este camino es regular.

#### 2. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Diferentes geólogos volcaron su interés en la comarca, Brackebusch (1883), Hausen (1925), Harrington y Leanza

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

This One



785Z-RJD-POY3

Material protegido por derechos de autor

(1957), Sgrosso (1943), Spencer (1950), Groeber (1939), Aceñolaza (1968) y Moreno (1970).

### 3. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Jefe del Plan NOA I, coronel Ernesto Jimeno y a los doctores Adrián Soto y Aldo Navarini por el apoyo logístico y técnico. Al doctor Juan Carlos M. Turner por la orientación en el trabajo; al geólogo Rachal Lewis Jr., gerencia de la Cía. Minera Aguilar, por la hospitalidad ofrecida durante mi estadía. Hago extensivo el agradecimiento a mis colegas David Plaza, Raúl Garavilla, Peter Stock, Milton Berbetti y al topógrafo Héctor Aguilera por la eficiente colaboración.

## GEOGRAFIA

1. *Fisiografía.* Entre las diferentes regiones geográficas, la comarca corresponde a un ambiente de transición porque está situada a manera de estrecha faja entre los Andes de Salta y Jujuy y la Puna, cuyos límites están representados por la sierra Alta y sierra de Mal Paso al este y la sierra de Aguilar al oeste.

Predominan dos sectores diferenciados, uno oriental y otro occidental, separados por la falla Central. El sector oriental está constituido por las estructuras cretácico-terciarias, las que muestran un marcado rejuvenecimiento dinámico asociado a movimientos tectónicos muy locales; este fenómeno se manifiesta por un sistema dendrítico de corto desarrollo, valles estrechos en forma de V, pequeños saltos de agua y pendientes abruptas, tal como se puede ver en los cerros Colorado, Queñoal, Coraya y Espinazo del Diablo. El sector occidental, representado por la sierra de Aguilar, muestra un estado de madurez, topografía suave, circos y valles glaciares en forma de U que desplazaron sus elementos hacia la llanada central, cu-

briendo casi totalmente las sedimentitas terciarias.

Los rasgos orográficos más importantes son sierra de Aguilar (5.000 m), sierra de Cajas, y otras serranías menores tales como: Espinazo del Diablo, sierra de Mal Paso, Queñoal, del Arenal y Lomas de Matadería.

2. *Hidrografía.* Los factores tectónicos y geomorfológicos han determinado dos sistemas de desagüe:

- a) Sistema de desagüe centrípeto: desarrollado en la parte sudoeste de la comarca. Está constituido esencialmente por los ríos Despenza, de la Casa y Grande. Este último es el colector principal que transporta las aguas a la cuenca de la laguna de Guayatayoc.
- b) Sistema de desagüe centrífugo: corresponden a este sistema la mayor parte de los ríos que tienen sus cabeceras en las vertientes noroccidentales de la sierra de Aguilar. Entre los de mayor importancia figuran los ríos Vicuñaoc, Pisungo, Grande, Vizcarra, Cajas y Casa Grande, que en la localidad denominada El Chorro, constituye las nacientes del río Yacoraité, que desemboca en el río Grande de Jujuy.

## GEOLOGIA

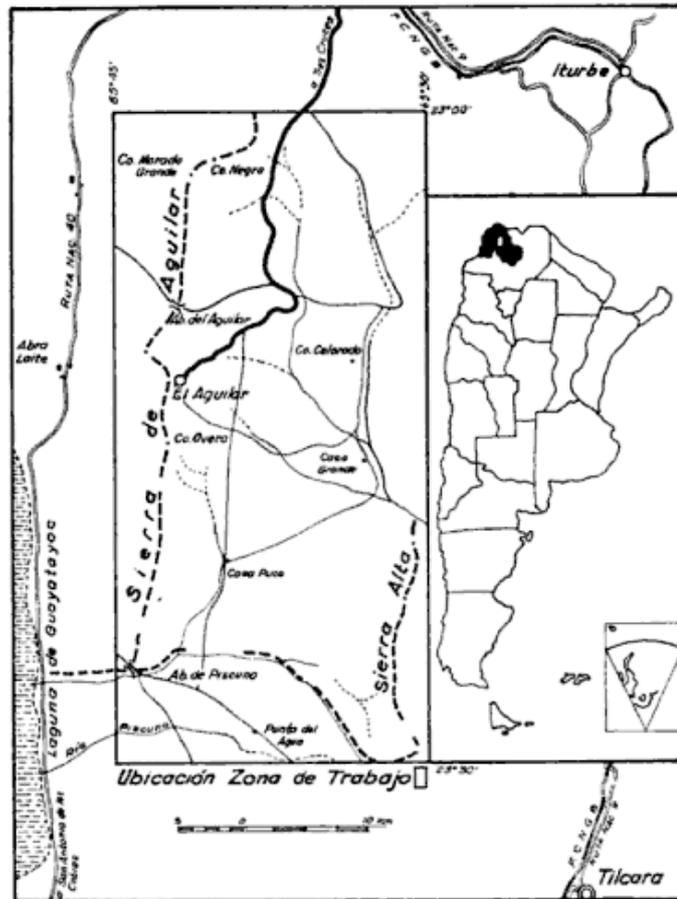
### A. ESTRATIGRAFÍA (véase cuadro estratigráfico)

La sucesión litoestratigráfica que se observa en la comarca permite definir algunas unidades con claridad. De la constitución geológica participan esquistos lutíticos y pizarras precámbricas; areniscas silicificadas cámbricas; rocas graníticas silúricas; conglomerados, areniscas calcáreas, calizas oolíticas y margas calcáreas del Grupo Salta, correspondientes al Cretácico-Terciario; areniscas y conglomerados con intercalacio-

CUADRO ESTRATIGRAFICO

ERA	PERIODO	E D A D	FORMACION	LITOLOGIA	Espesor en metros			
CENOZOICO	CUARTARIO	Holoceno Pleistoceno	D	Conglomerados, médanos Rodados graníticos, arcillas Sed. conglomerádicos, aglomerados	20			
					40			
					60			
MESOZOICO	TERCIARIO	Plioceno	D	Ar. arcillosas, tobas, conglomerados	300			
					Paleoceno superior Camp.-Maestrichtiano	Subgrupo-Santa Bárbara F. Yacoraité F. Lecho F. Pirgua	Margas, ar. calcáreas, calizas	200
							Calizas, calizas oolíticas	150
							Areniscas calcáreas	20
D	Conglomerados, areniscas	400						
		D	Granito turmalínico Granito biotítico	2000				
D	Lutitas, areniscas calcáreas Lutitas, pizarras, grauwacas			1500				
		PALEOZOICO	ORDOVIGICO	Arenigiano-Llanvir. Tremadociano	D	Lutitas, areniscas calcáreas Lutitas, pizarras, grauwacas	2000	
D	Areniscas silíceas, pelitas Areniscas silíceas c/ <i>Scotlihus</i> Areniscas silíceas, cornubianitas						1000	
							800	
							1000	
D	Lutitas, esquistos cuarcíticos, pizarras, grauwacas	1000						
		D	F. Purcoviscana	1000				
D	Lutitas, esquistos cuarcíticos, pizarras, grauwacas			1000				
		D	Lutitas, esquistos cuarcíticos, pizarras, grauwacas	1000				

D : Discordancia



Mapa de ubicación

nes tobáceas del Terciario superior y espesos depósitos de sedimentos cuaternarios.

**I. PRECÁMBRICO:** Formación Puncoviscana (Turner, 1960). Constituida por lutitas, grauvacas feldespáticas, pizarras y esquistos cuarcíticos de color verde grisáceo oscuro. La base no se observa, pero en el techo el contacto es claramente discordante con las sedimentitas cámbricas, como se puede observar al sudeste de la localidad de El Chorro. Estos sedimentos constituyen típicas ritmitas. Las acumulaciones de lutitas son interrumpidas periódicamente por ligeras intercalaciones de areniscas grauvácicas sin óndulas ni estratificación cruzada, ambiente propio de un mar de aguas profundas.

**Edad:** la discordancia que la separa de las sedimentitas cámbricas del Grupo Mesón, con estilo tectónico diferente, y la correlación litológica con el per-

fil tipo (Turner, 1960), permite asignarle una edad precámbrica.

**II. PALEOZOICO.** 1. *Cámbrico:* Grupo Mesón (Turner, 1960). Keidel (1910), Hausen (1925), Aceñolaza (1968), entre otros, han tratado en sus respectivos trabajos las sedimentitas cámbricas, por lo que el autor sólo se referirá a particularidades observadas sobre las mismas en la comarca.

a) *Formación Lizoite* (Turner, 1960): a cinco kilómetros de El Chorro, siguiendo el curso del río Yacoraite, en la quebrada de los Saltos aparecen unos conglomerados de color rosado violado de 15 m de espesor, continuando hacia el techo con areniscas silicificadas, blanco rosadas, con estratificación muy marcada. Dichos conglomerados marcan la discordancia con la Formación Puncoviscana y constituyen la base del Grupo

Mesón. Los afloramientos que se extienden desde las nacientes del río Grande en el norte hasta las confluencias de los ríos Overo y Quemado en el sur, están afectados por la intrusión de rocas graníticas mostrando una intensa red de fracturación a través de las cuales actuó la meteorización. El alto grado de diastrofismo y la intensa acción de los agentes exógenos enmascaran la identidad de lo que supuestamente podría constituir la Formación Lizoite y la Formación Campanario, que en este caso están constituidas esencialmente por cornubianitas, debido a la intrusión de los granitos Aguilar y Abra Laite.

b) *Formación Campanario* (Turner, 1960): areniscas silicificadas pardo moradas con intercalaciones de lutitas grises oscuras y verdosas. En el techo de los estratos de areniscas, se encuentran tubos de *Scolithus* de 10 a 15 cm de largo. Los afloramientos se extienden en el borde sudeste de la comarca, desde las laderas orientales del cerro Queñoal hasta las laderas occidentales de la sierra Alta. Se trata de una faja de rumbo meridiano, poco plegada, con espesores aproximados de 800 m. El contacto con la Formación infrayacente está cubierto por escombros de ladera. El techo está en contacto mediante falla con las sedimentitas del Grupo Salta.

c) *Formación Chalhualmayoc* (Turner, 1963): areniscas silicificadas, color blanco amarillento, a veces algo rojizas. El mayor afloramiento se encuentra constituyendo el núcleo de la sierra de Cajas, los estratos están plegados suavemente, con rumbo N-S e inclinación variable entre los 30° y 40°. La base de los estratos está en concordancia con los sedimentos de la Formación Campanario, mientras que en el techo está cubierto, mediante una suave discordancia, por las rocas ordovícicas.

De acuerdo con las características señaladas precedentemente, el conjunto de estas sedimentitas perteneció a un ambiente epicontinental de aguas pandas, de gran estabilidad tectónica, como

se puede apreciar en los estratos plegados suavemente.

Edad: la posición stratigráfica, señalada por la discordancia basal con las rocas precámbricas y su contacto en el techo con estratos fosilíferos ordovícicos, hacen posible asignarle a estos sedimentos una edad cámbrica.

2. *Ordovícico: Grupo Santa Victoria* (Turner, 1960): Las sedimentitas ordovícicas están distribuidas ampliamente en la comarca y presentan una gran riqueza fosilífera. Los autores que se refirieron a las mismas son Keidel (1943), Harrington (en Harrington y Leanza, 1957) y Aceñolaza (1968).

a) *Formación Santa Rosita* (Turner, 1960): son lutitas verde grisáceas, pizarras gris oscuras con intercalaciones de areniscas de grano mediano. Los afloramientos, que se extienden desde el cerro Morado hasta la quebrada Esperanza, están afectados por la intrusión de diques lamprofídicos, diabásicos y andesíticos. La base de los estratos está en suave discordancia con las sedimentitas cámbricas mientras que en el techo es concordante con la Formación Acoite. Algunos de los fósiles estudiados por Harrington y Leanza (1957), correspondientes a esta Formación son:

*Parabolina argentina* (Kaiser)  
Harr. et Leanza  
*Angelina hyeronimi* (Kaiser) Harr.  
et Leanza  
*Cruziana furcifera* d'Orb  
*Kainella meridionalis* Kobayashi

Edad: de acuerdo con los fósiles presentes, a estos sedimentos les corresponde una edad tremadociana.

b) *Formación Acoite* (Harrington, en Harrington y Leanza, 1957): son sedimentos lutíticos de colores pardo amarillentos, con intercalaciones de areniscas calcáreas de escaso espesor y estratos de grauvacas de grano mediano. Los afloramientos están distribuidos en sierra de Aguilar, sierra de Cajas, cerro del

Arenal y alrededores de la escuela de Portillo, donde se recolectaron y estudiaron los siguientes fósiles:

- Didymograptus v-deflexus* Harris
- Dichograptus cf. separatus* Elles
- Hyalolithus (orthothea) multistriatus* Harrington
- Ogygiocaris* sp.
- Thysanopyge* sp.

Durante la deposición del Ordovícico predominó un mar epicontinental de aguas someras, según se puede deducir de la presencia de calcos de flujo, calcos de estriación, óndulas simétricas de amplitud variable y de una rica fauna de graptolitos y trilobites de zonas costeras. Las pequeñas variaciones de estas condiciones están señaladas por la presencia de rocas grauváquicas con estratificación gradada que indicaría un ambiente de sedimentación más profundo ocasionado quizá por una ligera sumergencia.

Edad: sobre la base de los fósiles estudiados, se le asigna a esta Formación una edad arenigiano-llanvirniana.

3. *Silúrico*. — Brackebusch (1883), Hausen (1925), Groeber (1939 y 1952), Spencer (1950), Angelelli (1950) y Aceñolaza (1968), se refirieron a las rocas graníticas de la sierra de Aguilar, con diferentes criterios.

a) *Granito Aguilar*: este cuerpo intruye rocas cambro-ordovícicas constituidas por cornubianitas cuarzo-biotíticas, pizarras y calizas. La roca granítica es de color gris blanquecino, con estructura granular fina. Posee abundante cuarzo y feldespato y un elevado grado de caolinización. El intrusivo tiene forma alargada y dirección norte-sur.

b) *Granito Abra Laite*: es de mayor desarrollo que el anterior, pero solo integra parcialmente el presente estudio. Intruye sedimentitas cambro-ordovícicas y está intensamente afectado por fallas y diaclasas.

El estudio petrográfico realizado por Plaza, define las rocas precedentemente mencionadas como: *granito calco-alcalino biotítico* y *granito calco-alcalino turmalínico*, respectivamente. El granito Abra Laite contiene abundante fluorita.

Edad: las determinaciones radimétricas por el método K-Ar, dan una edad cretácico-terciaria, con cierta inseguridad por el grado de alteración que presenta la muestra analizada.

Sobre la base de los estudios recientes en la faja eruptiva de la Puna oriental (Méndez *et al.*, 1972), emplazada probablemente por efectos de la fase Tacónica de los movimientos caledónicos; el autor es de opinión que los granitos de Tusaquillas, Abra Laite y Aguilar corresponden al mismo ciclo magmático (Turner, 1970), por encontrarse relacionados con la faja mencionada, que se caracteriza por: a) intruir sedimentitas cambro-ordovícicas fosilíferas de distribución regional (Copalayo, Huaico Grande, oeste de San Antonio de los Cobres —provincia de Salta—; Polvorillas, Susques, Pan de Azúcar y sierra de Aguilar —provincia de Jujuy—); b) presencia de rodados graníticos en el conglomerado basal de la Formación Pirgua (Cretácico superior) en las comarcas de Polvorillas, Susques y sudeste de Pan de Azúcar.

III. MESOZOICO - CENOZOICO: Grupo Salta (Brackebusch, 1883, enmend. Turner 1959). — Muchos autores se han referido acertadamente a las sedimentitas mesozoico-terciarias, entre ellos Bonarelli (1921), Schlagintweit (1937), Groeber (1939-1952), Vilela (1956), Leanza (1969) y Moreno (1970).

a) *Formación Pirgua* (Vilela, 1956): La parte basal de esta Formación está compuesta por conglomerados rojos, con cemento arcilloso y silíceo. En la parte superior predominan areniscas rojas, blanquecinas y amarillentas, con cemento arcilloso ferruginoso y estratificación cruzada. En la base de estas areniscas se presentan concreciones de ta-

maño variable, de composición arenosa pero con un cemento mucho más resistente y menos soluble. Los afloramientos están situados en los cerros Colorado, Queñoal, El Chorro, y los ríos Grande y Pisungo entre otros.

Edad: sobre la base del descubrimiento de anuros fósiles (Ibáñez, 1960) y restos de dinosaurios (Danieli y Porto, 1968), se le asigna a estos sedimentos una edad cretácica superior.

b) *Formación Lecho* (Turner, 1958): son areniscas calcáreas, cuarzosas, con cemento calcáreo, de color blanco rosado, con estratificación cruzada. Es concordante en la base con la Formación Pirgua y en el techo con la Formación Yacoraite. Estas sedimentitas indican el comienzo de una sumergencia en el medio continental, que posteriormente se transformará en un mar de aguas profundas.

Edad: su relación de concordancia con la Formación Yacoraite, de comprobada edad campaniano-maestrichtiana permite asignarle igual edad.

c) *Formación Yacoraite* (Turner, 1958): son calizas dolomíticas, calizas oolíticas, calizas arenosas, areniscas calcáreas de colores amarillentos con intercalaciones margosas y lutíticas de colores verdes a negros azulados y estratos de *Pucalithus*. Los restos fósiles de gastrópodos son abundantes en los afloramientos situados en los cerros Colorado y Queñoal y en las localidades de El Chorro y Pisungo.

Es concordante en el techo con el Subgrupo Santa Bárbara. Durante la deposición de estos sedimentos predominó un ambiente marino de aguas someras, de corta duración, transformándose luego en un ambiente esencialmente litoral; así lo indican su litología, su fauna y su flora.

Edad: según los estudios realizados por Leanza (1969), sobre la base de los ejemplares de *Gasterocuplea branisai* y de *Pucalithus*, esta Formación sería de edad campaniano-maestrichtiana.

d) *Subgrupo Santa Bárbara* (Moreno, 1970): se considera el Subgrupo, porque los afloramientos están cubiertos en gran parte por acarreos cuaternarios, que enmascaran la identidad de las Formaciones que lo integran. Son margas rojizas con intercalaciones de areniscas arcillosas, arcillas limosas, margas verdosas, capitas de yeso, calizas oolíticas, margas verdes, rojas y abigarradas. Infrayace discordantemente a la Formación Chaco. Lo enunciado se puede ver en Casa Grande. Estas sedimentitas marcarían la regresión del mar Paleoceno y el consiguiente establecimiento de un ambiente litoral-lacustre.

Edad: de acuerdo con los estudios realizados sobre el mamífero fósil (Pascual, 1969), encontrado en el cerro Campana Horco, departamento Guachipas (prov. de Salta), corresponde asignarle edad paleocena superior a la parte alta del Subgrupo (Formación Lumbrera).

4. *Terciario superior.* a) *Formación Chaco* (Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1938): son areniscas rojizas con intercalaciones de bancos de yeso y areniscas tobáceas, hacia el techo potentes bancos conglomerádicos. Los afloramientos son extensos, cubiertos en gran parte por acarreos cuaternarios. Son visibles en los cortes labrados por los ríos a lo largo del camino que conduce desde El Aguilar hacia Tres Cruces. Los sedimentos de la Formación Chaco son típicamente continentales.

Edad: de acuerdo a los datos suministrados por Yrigoyen (1969), estos sedimentos serían de edad pliocena.

5. *Cuartario.* a) *Depósitos glaciares*: estos sedimentos constituyen grandes conos, originados probablemente por el intenso glaciario imperante. El descenso del material morénico se produjo desde los circos glaciares a través de la quebrada Cortada y el río Padrioc. Este hecho trajo como consecuencia el arrasamiento y cobertura de las sedimentitas terciarias aflorantes. Los componentes son rodados angulosos estriados, rodados en forma de plancha, bloques graníti-

cos, rodados de areniscas y laminillas de lutitas.

b) *Depósitos glacioluviales*: están situados en la llanada central constituyendo terrazas. Son productos de la redepósito de los conos glaciarios, llevados a cabo por la acción fluvial y eólica. Los componentes son rodados graníticos, clastos de areniscas, laminillas de lutitas, rodados de material calcáreo y abundante cemento arcilloso.

c) *Depósitos fluviales y eólicos*: constituyen el rellenamiento de la llanada de la superficie de denudación pospleistoceno-holocena, por simple deposición, erosión y redepósito. Los materiales que componen estos depósitos son niveles conglomerádicos bien consolidados, escombros de laderas, acarreo fluvial y médanos activos.

## B. ESTRUCTURA

El área se puede dividir mediante las fallas de Coraya y Aguilar, desde el punto de vista estructural, en tres bloques, oriental, central y occidental respectivamente.

1. *Bloque oriental*. Está separado del bloque central por la falla de Coraya. En el sector norte afloran estructuras cretácico-terciarias, pero me referiré exclusivamente a las precámbrico-paleozoicas. El borde de un núcleo precámbrico sin estructuras claras por el intenso diastrófismo, aparece cubierto por sedimentitas cámbricas plegadas suavemente, con rumbo general norte-sur. La falla de Coraya es inversa, rumbo norte-sur y superficie de falla inclinando  $64^\circ$  este.

2. *Bloque central*. Delimitado por las fallas de Coraya al este y Aguilar al oeste, las estructuras más importantes son:

*Cerro Colorado*. Anticlinal con línea axial buzante hacia el sudoeste (véase mapa y perfil A-A'). Dicha línea axial está sometida a una fuerte flexión vertical en la parte media, sin provocar fracturación de los estratos, dada la gran

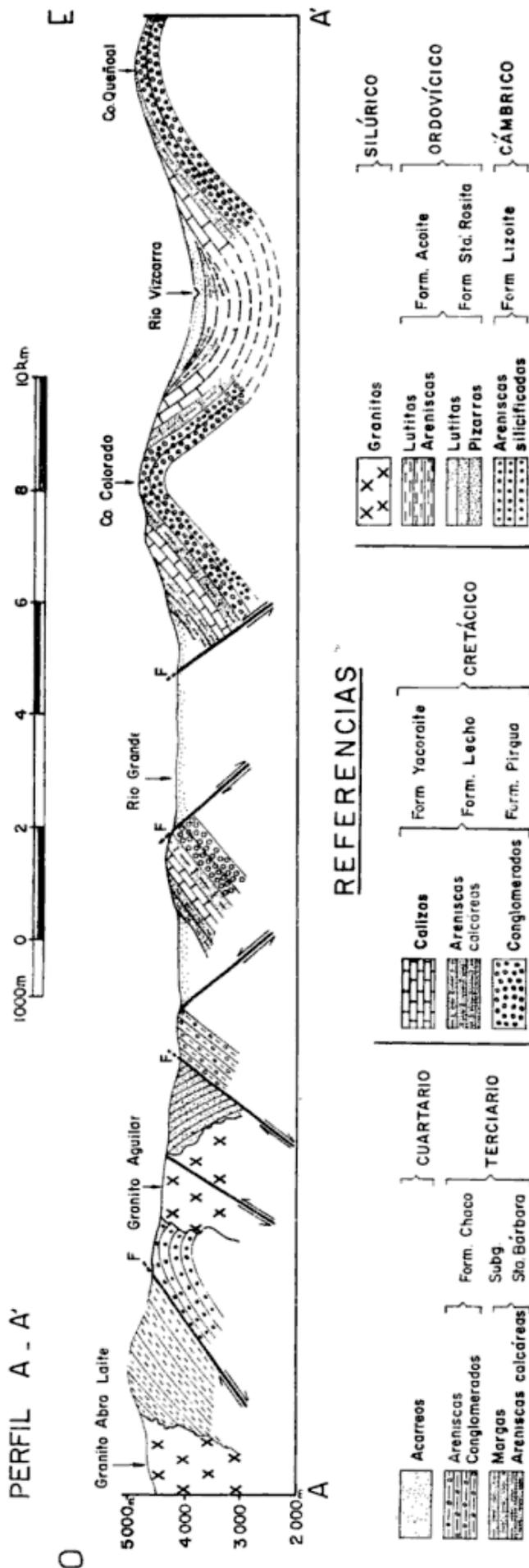




Foto 1. — Anticlinal del cerro Colorado

plasticidad de los mismos. En la zona de flexión se forma una pequeña depresión, cuyo eje toma un rumbo casi transversal a la estructura principal, que en ese lugar es norte-sur. El origen de esta flexión se debe a la reacomodación de los estratos según líneas existentes en una antigua fractura del basamento. El ala del sector nordeste del anticlinal, ha sido erosionada parcialmente (véase foto 1), facilitada probablemente por las fallas que afectaron esta parte. Al norte se produjeron ligeros desplazamientos a lo largo de pequeñas fracturas.

*Espinazo del Diablo.* Una falla subtransversal separa la estructura del cerro Colorado de la del Espinazo del Diablo. El rumbo de los estratos es norte-sur, con

inclinación de  $37^\circ$  este. Numerosas fallas secundarias aceleraron la acción de los fenómenos meteóricos, conservándose actualmente como remanente aislado de una gran estructura. Las fallas de Casa Grande y Central regulan esta estructura. La primera tiene rumbo noroeste-sudeste y es la que diseña el curso del río Grande. La segunda, con rumbo norte-sur, se extiende desde abra del Arenal hasta la parte media del cerro Colorado.

*Sierra de Cajas.* Anticlinal volcado y fallado en su ala occidental, con línea axial de rumbo norte-sur, al cual se ajusta el rumbo de los estratos. La falla de Cajas con rumbo norte-sur aproximado, perturba la sucesión de esta estructura

en la parte occidental y se insinúa hacia el norte donde desaparece, cubierta por acarreo actuales. El plano de falla inclina  $50^{\circ}$  este. La falla Central limita el anticlinal al oriente, tiene rumbo norte-sur y se puede ver en los cortes del río Pisungo, Lomas de Matadería y camino a Portillo.

*Cerro Queñoal.* Estructura de plegamiento que muestra inversiones de estratos y una sucesión de pequeñas fracturas que la atraviesan en diferentes direcciones y producen rechazos de escasa magnitud. La línea axial del anticlinal mantiene rumbo norte-sur e inclina hacia el sur. La falla de Coraya y otras menores, perturbaron suavemente la estructura.

3. *Bloque occidental.* Las sedimentitas cambro-ordovícicas constituyen en este bloque verdaderos plegamientos sinclinatorios, especialmente en el sector norte, mientras que hacia el sur hay un aumento de amplitud de los pliegues, llegando a formar un anticlinal volcado con charnela buzante hacia el sur y rumbo submeridiano. Sobre las estructuras con plegamientos principales se observan plegamientos secundarios o replegamientos, flexiones, pliegues apretados y micropliegues con la dirección de su superficie axial aproximadamente paralela a la superficie axial principal.

La falla Aguilar es la más importante, tiene rumbo norte-sur y se extiende en las laderas orientales de la sierra de Aguilar, desde río Grande en el sur, hasta las nacientes del río Pisungo en el norte. En las proximidades del Puesto de Gendarmería Nacional y hacia el norte, su traza está marcada por una serie encadenada de pequeñas vertientes. La superficie de falla inclina hacia el oeste con ángulo de  $60^{\circ}$  aproximadamente. Otras fallas menores son: Aguilar Oeste, Esperanza y Canedo. En el sector de emplazamiento de los cuerpos graníticos de Abra Laite y Aguilar, hay un complejo sistema de fallas, diaclasas y diques.

## C. TECTÓNICA

1. *Movimientos del ciclo Caledónico.* — La potente sucesión de rocas precámbricas interrumpe su deposición y se transforma en área positiva, mediante la probable acción de los movimientos de la fase Cadomiánica. Se produce una intensa superficie de denudación y tras un descenso invade el mar cámbrico, iniciándose otro ciclo de sedimentación, el cual se interrumpe nuevamente con el advenimiento de los movimientos de la fase Sárdica, muy suaves; se produce el ascenso y su consiguiente erosión, dando origen a la discordancia cambro-ordovícico, manifiesta en el río Despenza y sierra de Cajas. La actividad de los movimientos de la fase Tacónica, produce el emplazamiento de las rocas graníticas de Abra Laite y Aguilar que intruyen rocas cambro-ordovícicas. Los fenómenos magnéticos póstumos al emplazamiento de las rocas graníticas, se manifiestan como diques lamprofídicos, diabásicos y andesíticos, afectando las sedimentitas plegadas del Ordovícico en el río Pisungo y cerro Morado. Parece ser que durante la ingresión de los mares devónico y pérmico (en el Carbónico se produjo un nuevo ascenso y se crean las condiciones de un ambiente típicamente continental), puesta de manifiesto por las sedimentitas de la salina del Rincón, la comarca en estudio se mantuvo como una dorsal emergente.

2. *Movimiento del ciclo Cimérico.* — No hay indicios claros como más al este, sobre la actividad de los movimientos del ciclo Variscico. Por esta razón el autor cree probable que al producirse la interrupción de la deposición en la cuenca del Paleozoico superior, la comarca se torna positiva dando comienzo a una fuerte denudación que se manifiesta en la base del Cretácico Superior como consecuencia (probablemente) de la acción del ciclo Cimérico.

3. *Movimiento del ciclo Andico.* — La actividad de los movimientos del ciclo Andico produce el ascenso dife-

rencial de los bloques a través de grandes fallas con rumbo N-S y otras NNE y NNW, por lo general inversas con rechazos de magnitud apreciable. Posteriormente los movimientos verticales originaron el actual relieve de pilares y fosas.

#### D. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica comienza con la acumulación de limos, arcillas y arenas en una cuenca precámbrica (Formación Puncoviscana). A consecuencia de los movimientos del ciclo Assyntico (fase Cadomiánica) se transforma en un elemento positivo. La acción de los fenómenos meteóricos arrasa prolongadamente la comarca, originando una llanada, la que es transgredida por el mar cámbrico; se genera la discordancia, iniciándose la deposición del Grupo Mesón, característico de un ambiente epicontinental de marcada estabilidad. Depositadas las sedimentitas cámbricas se produce un nuevo ascenso a consecuencia de los movimientos de la fase Sárdica, éstas son arrasadas por los agentes exógenos, ocurre un nuevo descenso cortical, invasión del mar, deposición y formación de la discordancia entre el Grupo Mesón y los sedimentos ordovícicos. La actividad de los movimientos de la fase Tacónica, da lugar al emplazamiento de las rocas graníticas de Abra Laite y Aguilar que intruyen las sedimentitas cambro-ordovícicas. Como fenómenos póstumos se manifiestan diques lamprofídicos, diabásicos y andesíticos. Cuando se inicia la deposición en la cuenca paleozoica superior, la comarca se mantiene como dorsal emergente, mientras que al este y oeste (salina del Rincón) la misma continúa (no así en el Carbónico, donde predomina un ambiente continental). Al producirse la interrupción de la sedimentación en la cuenca antes mencionada, se registra un nuevo ascenso como consecuencia de la orogenia cimérica, dando comienzo una fuerte denudación que origina la discordancia entre las sedimentitas ordoví-

cicas y cretácicas superiores, con ambiente continental y marino lacustre por sumergencias. Los movimientos del ciclo Andico actúan luego con gran intensidad y se manifiestan por fuertes dislocaciones tectónicas; posteriormente se produce el ascenso diferencial en bloques, dando lugar a la formación de fosas y pilares. Se inicia nuevamente la erosión y acumulación de sedimentos terciarios y cuartarios que rellenan parcialmente la cuenca. Finalmente se depositan los sedimentos glaciarios, glaci-fluviales y fluviales, normalmente removidos y redepositados en el actual ambiente geológico.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, G., 1968. *Geología Estratigráfica de la Sierra de Cajas, Dpto. Humahuaca, Prov. de Jujuy*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXIII, 3 (Buenos Aires), págs. 207-222.
- Angelelli, V., 1950. *Recursos Minerales de la República Argentina. I. Yacimientos Metalíferos*. Mus. Arg. Cienc. Nat., Rev. Inst. Nac. Inv. Cienc. Natur., Cienc. Geol., II (Buenos Aires), págs. 1-543.
- Bonarelli, G., 1921. *Conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte de Salta-Jujuy*. An. Min. Agric. Nac., Sec. Geol., Min., XV, 1 (Buenos Aires), págs. 1-120.
- Brackebush, L., 1883. *Estudios sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. An. Soc. Cient. Arg. XV, entr. I (Buenos Aires), págs. 19-58.
- Danieli, C. y Porto, J. C., 1968. *Sobre la extensión de las formaciones mesozoico-terciarias de la provincia de Salta limítrofe con Tucumán*. Act. Jorn. Geol. Arg., I (Buenos Aires), págs. 77-90.
- Groeber, P., 1939. *El Eogeno de Neuquén, el piso de Navidad chileno, la Formación Río Grande y sus relaciones*. An. Mus. Arg. C. Nat. "Bernardino Rivadavia", Geol., XI, 28 (Buenos Aires), págs. 85-90.
- 1952. *Mesozoico, en Geografía de la República Argentina*. Soc. Arg. Est. Geog. GAEA, II, 2ª parte (Buenos Aires), págs. 447-451.
- Harrington, H. y Leanza, A., 1957. *Ordovician trilobites of Argentina*. Univ. Kansas Press, Dept. Geol., Special Public. I (Laurence, Kansas).
- Hausen, J., 1925. *Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama*

- con una descripción de algunos yacimientos minerales de la Puna de Salta y Jujuy. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. XXVIII (Córdoba), págs. 1-95.
- Ibáñez, M., 1960. Informe preliminar sobre el hallazgo de anuros en las Areniscas inferiores de la quebrada del río de Las Conchas (Prov. Salta, Argentina). Acta Geol. Lilloana, III (Tucumán), pgs. 137-180.
- Keidel, J., 1910. Estudio geológico de la quebrada de Humahuaca, en la de Iruya y en algunos de los valles laterales. Provincia de Jujuy y Salta, in Memoria División Minas, Geol. e Hidrología de 1908. An. Min. Agric. Secc. Geol. Mineral y Min., V, 2 (Buenos Aires), pgs. 76-77.
- 1943. El Ordovícico inferior del norte argentino y sus depósitos glaciales. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. XXXVI, 2 (Córdoba), pgs. 140-229.
- Leanza, A., 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, 4 (Buenos Aires), pgs. 393-407.
- Méndez, V., A. Navarini, D. Plaza y O. Viera, 1972. Faja eruptiva de la Puna Oriental. V Congreso Geol. Arg., en Córdoba. En prensa (Buenos Aires).
- 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., XXVI, 1 (Buenos Aires), pgs. 9-44.
- Pascual, R., 1969. Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina. Ameghiniana, Asoc. Pal. Arg., Rev., VI, 4 (Buenos Aires), pgs. 314-329.
- Schlagintweit, O., 1937. Observaciones estratigráficas del norte argentino. Bol. Inf. Petr., XIV, 156 (Buenos Aires).
- 1938. in Fossa Mancini. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Bol. Inf. Petr., 171 (Buenos Aires), pgs. 31-95.
- Sgrosso, P., 1943. Contribución al conocimiento de la geología y minería del noroeste argentino. Dir. Min. Geol., Bol. 53 (Buenos Aires).
- Spencer, F. N. Jr., 1950. The geology of Aguilar lead-zinc mine, Argentine. Econ. Geol., XIV, 5, Urbana, pgs. 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), pgs. 15-39.
- 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. XII (Córdoba), págs. 163-196.
- 1963. The Cambrian of northern Argentina. Tulsa Geol. Soc. Digest. XXXI, Tulsa, págs. 193-211.
- 1970. The Andes of Northwestern Argentina. Geol. Rundschau, 59, 3, Stuttgart, 1028-1063.
- Vilela, J. R., 1956. Descripción geológica de la Hoja 7d, Rosario de Lerma (Salta). Bol. Dir. Geol. Min., 84 (Buenos Aires).
- Yrigoyen, M., 1969. Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina. Ameghiniana, Asoc. Pal. Arg., Rev., VI, 4 (Buenos Aires), págs. 314-329.

Recibido el 22 de diciembre de 1972.

## GEOLOGIA DE LA COMARCA DE ABRA PAMPA Y TRES CRUCES (PROVINCIA DE JUJUY)

Por JUAN CARLOS M. ZANETTINI \*

### RESUMEN

La columna estratigráfica se compone de sedimentos marinos cámbricos y ordovícicos, continentales y marinos del Cretácico superior-Terciario inferior y continentales del Terciario y Cuaternario; fracturas inversas determinan una estructura de bloques ascendidos diferencialmente. Se concluye con una breve descripción de la historia geológica.

### ABSTRACT

The stratigraphic column comprises Cambrian and Ordovician marine sediments, continental and marine sediments of Upper Cretaceous-Lower Tertiary and terrestrial sediments of Tertiary and Quaternary age; uplifted blocks formed by reverse faulting are a structural feature.

### INTRODUCCION

El trabajo tiene por objetivo hacer conocer las características geológicas de la comarca de Abra Pampa y Tres Cruces, reconocidas durante la verificación de campo de la fotointerpretación geológica regional que, en apoyo de la exploración minera integral del noroeste argentino, se realiza en el Plan NOA I Geológico-Minero (Area Salta-Jujuy) llevado a cabo por la Dirección General de Fabricaciones Militares.

Para la región enmarcada en este estudio particular se interpretaron 60 fotografías aéreas a escala aproximada 1: 50.000 y, posteriormente a la comprobación en el terreno, se trasladaron los datos a dos fotomosaicos semicontrolados a igual escala; estos constituyeron la base del mapa fotogeológico y perfiles.

\* Dirección General de Fabricaciones Militares.

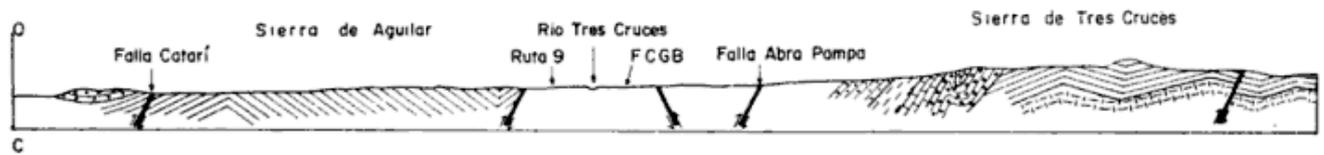
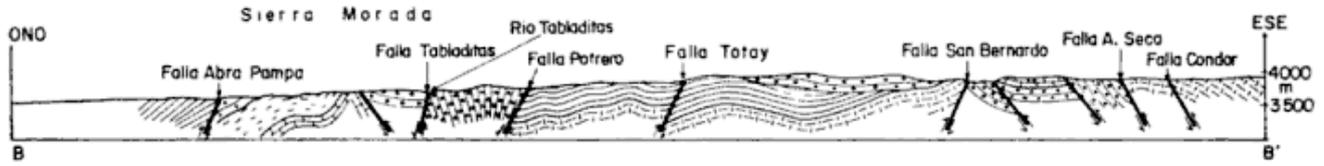
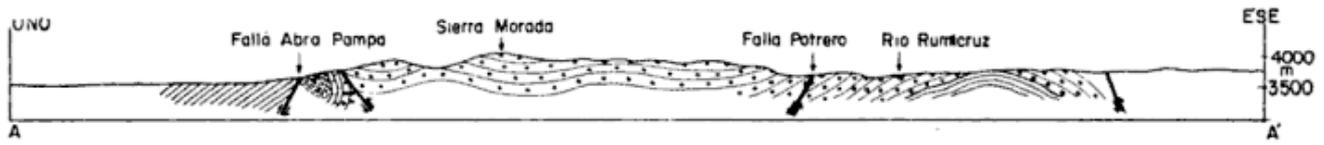
*Ubicación de la comarca.* — La región se halla situada en la provincia de Jujuy, delimitada por los paralelos 22°30' y 22°58'38" de latitud sur y los meridianos 65°26'30" y 65°45' de longitud oeste.

Dentro de ella se encuentran las poblaciones de Puesto del Marqués, Abra Pampa y Tres Cruces, a las que se arriba a través de la ruta nacional N° 9.

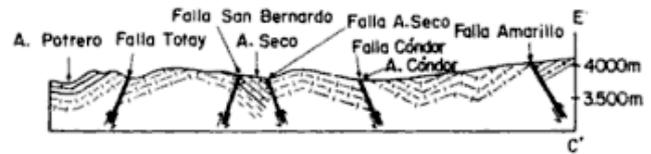
El relieve montañoso queda determinado por el extremo norte de la sierra de Aguilar y lo que he dado en denominar sierras Moradas y de Tres Cruces, a occidente de las cuales se desarrolla una llanada de la que sobresalen los cerros Huancar y Catari.

*Investigaciones anteriores.* — Estudios geológicos anteriores han sido realizados por Brackebusch (1883), Bonarelli (1921), Hausen (1925), Beder (1928), Schlagintweit (1937), Sgrossso (1943), Scocco (1948), Groeber (1952), Vilela





Sierra de Tres Cruces



MAPA Y PERFILES FOTOGEOLOGÍCOS DE LA COMARCA DE ABRA PAMPA Y TRES CRUCES

(1961), Turner (1958, 1964, 1965, 1970 y 1972), Leanza (1969), Moreno (1970) y Zanettini (1970 y 1971).

## GEOLOGIA

*Estratigrafía.* — El cuadro estratigráfico resume las características de las formaciones geológicas presentes en la comarca.

### PALEOZOICO INFERIOR

1. CÁMBRICO. *Formación Chalhualmayoc* (Turner, 1963). — Aflora en el borde oriental de la región. Integra el Grupo Mesón (Turner, 1960) junto con las Formaciones Lizoite y Campanario (Turner, 1960), las que afloran en la comarca inmediatamente al este.

Su contacto en la base es concordante con la Formación Campanario, mientras que en el techo una discordancia la separa de la Formación Santa Rosita (Ordovícico inferior).

Se compone de cuarcitas de grano fino a medio, muy duras, de colores blanco grisáceo a blanco rosado, dispuestas en bancos de 1 a 2 m de espesor con laminación cruzada en algunos de ellos y ondulitas en las superficies de estratificación.

Se intercalan lutitas color verde amarillento oscuro y gris claro, a veces algo micáceas y con superficies satinadas; se presentan en bancos de hasta un metro de potencia; interestratificadas con ellas se encuentran arcosas de grano mediano y de color gris.

A esta formación podrían corresponder las cuarcitas rosadas que afloran en la base del cerro Huancar.

Las particularidades sedimentarias indican para esta entidad deposición en facies epinerítica a nerítica.

*Edad.* El contacto discordante en el techo con bancos fosilíferos ordovícicos asigna a esta entidad edad cámbrica.

2. ORDOVÍCICO INFERIOR. *Grupo Santa Victoria* (Turner, 1969).

*Formación Santa Rosita* (Turner, 1960) se ubica en el sector este de la comarca sobreyaciendo en discordancia angular a la Formación Chalhualmayoc.

En las observaciones efectuadas en las sierras de Santa Victoria y de Zenta (1971) comprobé que el conglomerado basal ordovícico, ya citado por Turner (1960), no está siempre presente pero el hecho de que los sedimentos de esa edad se asienten, en diversos lugares, sobre distintos niveles de Cámbrico me llevan a confirmar la discordancia angular entre las rocas de ambas edades, por lo menos en las sierras nombradas y en la comarca que considero.

La Formación Santa Rosita comienza aquí con areniscas conglomerádicas y areniscas cuarcíticas de grano fino a mediano, color gris verdoso oscuro, sobre las que se dispone una sucesión de lutitas, lutitas arenosas, algo micáceas, de colores gris azulado, gris oscuro y verde amarillento, con intercalaciones de cuarcitas color pardo claro y areniscas cuarcíticas y feldespáticas color pardo verdoso.

Las concreciones arcillosas son abundantes y sobre algunas superficies de estratos se disponen ondulitas.

Encontré restos de trilobites y braquiópodos mal conservados al norte del cerro San Bernardo; Scocco (1948) cita el hallazgo, en el cerro nombrado, de *Gallagnostus bolivianus* (Hoek), *Geragnostus* sp., *Lloydia* (*Leiostiegium*) *douglasi* Harrington y *Bröggeria salteri* (Holl).

*Formación Acoite* (Harrington, in Harrington y Leanza, 1957). Aflora en el sector central y occidental de la comarca apoyándose concordantemente sobre la anterior unidad; en el techo una discordancia angular la separa de la Formación Pirgua (Cretácico superior).

Está integrada por areniscas feldespáticas de grano fino, color verde amarillento y castaño rojizo, areniscas micáceas color castaño verdoso e intercalaciones de lutitas y lutitas arenosas, a



veces micáceas, de grano muy fino, de colores verde amarillento y verde grisáceo; aparecen también cuarcitas rosadas y gris claro, muy compactas.

La estratificación es bien marcada y sobre las superficies de los bancos se disponen ondulitas; las concreciones de arcilla son abundantes. Vetas de cuarzo blanco lechoso se disponen paralela y transversalmente a los estratos.

No hallé restos fósiles. Turner (1958 y 1964) cita, para la comarca inmediatamente al norte, *Didymograptus v-deflexus* Harris, *Didymograptus* spp. indet., *Phyllograptus* spp. indet. y *Tetragraptus* spp. indet.

La continuidad de estos afloramientos y la similitud litológica con los observados por Turner al norte de la comarca, me llevan a indicarlos como Formación Acoite.

El Grupo Santa Victoria presenta un incipiente metamorfismo regional; las rocas que lo integran contienen pequeños cristales de pirita oxidados de origen diagenético; al microscopio se observan también filamentos de materia carbonosa. Por lo general cuando se presentan estos elementos están ausentes los fósiles.

Las características sedimentarias del Grupo, los restos de trilobites, graptolitos y braquiópodos que contiene y los cristales de pirita diagenética y filamentos carbonosos, señalan deposición en facies epinerítica a nerítica con posible alternancia de ambiente oxidante a reductor.

*Edad del Grupo Santa Victoria.* Los trilobites y braquiópodos hallados por Scooco y los graptolitos citados por Turner para la región inmediatamente al norte, indican edad tremadociana para la Formación Santa Rosita y arenigiana para la Formación Acoite.

## MESOZOICO SUPERIOR-CENOZOICO

1. CRETÁCICO SUPERIOR-TERCIARIO INFERIOR. *Grupo Salta* (Brackebusch, 1891, nom. subt. Turner, 1958.

*Formación Pirgua* (Vilela, 1956). Se la encuentra en la sierra de Tres Cruces, en las elevaciones al sur de Abra Pampa y constituyendo la sierra Morada.

En discordancia angular se sobrepone a las Formaciones ordovícicas y pasa transicionalmente al Subgrupo Balbuena.

Comienza con un miembro conglomerádico de espesor variable entre 10 y 300 m. Los conglomerados se constituyen con clastos irregulares de hasta 40 cm de diámetro de cuarcitas, areniscas, cuarzo blanco, esquistos y algunos de rocas hipabisales; la matriz es una arenisca de grano mediano a grueso, color pardo rojizo. Se intercalan areniscas de grano fino a medio, color rojo pardusco, con estratificación cruzada.

El miembro medio se compone de areniscas feldespáticas de grano mediano, en parte algo friables, color rojo de ladrillo a rojo pardusco, dispuestas en potentes bancos entre los que se intercalan areniscas conglomerádicas y estratos de lutitas arenosas de iguales coloraciones. Se observa laminación cruzada, ondulitas y grietas de desecación.

El miembro superior está integrado por areniscas de grano fino a mediano, algo calcáreas y friables, color pardo rojizo, con interestratificaciones de capas conglomerádicas.

En la manifestación del cerro Ramada la entidad está atravesada por diques y filones capas andesíticos, posiblemente relacionados con la actividad magmática que tuvo lugar durante la deposición de la Formación Pirgua que está expresada por brechas y tobas en el flanco occidental de la sierra de Cochino, al oeste de la comarca.

La litología descrita pone de manifiesto sedimentación en facies fluvial.

*Subgrupo Balbuena* (Moreno, 1970). En el mapa fotogeológico figura como tal por razones de escala, pero se integra con las Formaciones Lecho y Yacoraite.

La *Formación Lecho* (Turner, 1958) se halla solamente en la sierra de Tres Cruces dispuesta en concordancia aparente sobre la Formación Pirgua y pasa transicionalmente a la Formación Yacoraite.

Está compuesta por areniscas calcáreas, algo cuarzosas y feldespáticas, de grano fino a mediano, friables, color rosado, gris amarillento y blanquecino estratificadas en bancos gruesos con laminación cruzada. Se intercalan conglomerados finos color gris claro, areniscas conglomerádicas y lutitas verdosas.

Esta entidad señala el pasaje del ambiente terrestre de la Formación Pirgua al marino de la Formación Yacoraite.

La *Formación Yacoraite* (Turner, 1958) se manifiesta en las sierras Morada y de Tres Cruces. Yace concordante sobre la anterior unidad y es sobrepuesta de igual manera por el Subgrupo Santa Bárbara.

Se compone de calizas oolíticas y calizas de colores ocre amarillento y blanquecino; areniscas calcáreas de grano fino a mediano color amarillento y gris claro con laminación cruzada y ondulitas; calizas dolomíticas de grano fino, color gris claro.

En las secciones media y superior se presentan intercalaciones de estratos margosos color verde y rojizo, estratos de lutitas negras bituminosas, numerosos bancos de *Pucalithus* y algunas camadas conglomerádicas intraformacionales de color blanquecino.

En los bancos calcáreos que se ubican hacia el techo es dable observar grietas de desecación.

Los hipocoracoides de *Gasteroclupea branisai* Signeaux hallados en el cerro Colorado de Tres Cruces por Scocco (in Leanza, 1969) y las características litológicas de la unidad señalan que ella se depositó en ambiente marino de poca profundidad.

*Subgrupo Santa Bárbara* (Vilela, 1956, *nom. transl.* Moreno, 1970). Por

razones de escala de levantamiento no haré la diferenciación de esta entidad en sus tres Formaciones: Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera (Moreno, 1970), tratándolo por consiguiente en su conjunto.

Se presenta en las sierras Morada y de Tres Cruces, yaciendo en concordancia sobre la Formación Yacoraite; en el techo una discordancia (?) lo separa de la Formación Chaco.

Está compuesto por margas compactas o friables de colores rojo de ladrillo, verde, verde azulado y rojo violado, entre las que se intercalan areniscas calcáreas de grano fino, friables, color gris claro y blanco verdoso, arcillas rojas, conglomerados intraformacionales y blancos de *Pucalithus*.

Dentro de las margas se encuentran vetillas de calcita y yeso; las areniscas presentan laminación cruzada y grietas de desecación.

La litología de la unidad señala sedimentación en facies lacustre.

*Edad del Grupo Salta.* Sobre la base del hallazgo de anuros fósiles (Ibáñez, 1960) y restos de dinosaurios (Danieli y Porto, 1968) en la Formación Pirgua, de la investigación del Grupo Puca de Bolivia por Russo y Rodrigo (en Yrigoyen, 1969), del estudio de *Gasteroclupea branisai* y *Pucalithus* de la Formación Yacoraite realizado por Leanza (1969), de la presencia de restos de *Henricosborniidae* (Pascual, 1969) en la parte superior del Subgrupo Santa Bárbara y de acuerdo con las conclusiones a que se arribaron en la Mesa Redonda sobre el Grupo Salta (Salta, 1972), corresponde a la Formación Pirgua edad coniaciana-santoniana, al Subgrupo Balbuena edad campaniana-maestrichtiana y al Subgrupo Santa Bárbara edad maestrichtiana superior? - paleocena.

2. Terciario. — *Formación Chaco* (Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1938). Sus afloramientos se sitúan al este, sur y oeste de la sierra de Tres Cruces.

Se apoya en discordancia angular sobre el Subgrupo Santa Bárbara (Formación Lumbrera) y es cubierta de igual manera por sedimentos cuartarios.

Está compuesta por areniscas de grano fino a grueso, color rojo de ladrillo, dispuestas en bancos de espesor variable con laminación cruzada; se interstratifican arcillas rojas, grises y pardas y, hacia la sección superior, conglomerados de matriz arenosa color rojizo.

Son abundantes las venillas y capitas de yeso. La deposición de la unidad en facies fluvial tuvo lugar durante el Plioceno según Yrigoyen (1969), y a partir del Eoceno según Mingramm y Russo (1972). Esto último estaría confirmado por restos de mamíferos hallados en la comarca de Aguilar (Jujuy) (Mesa Redonda . . . , 1972).

3. CUARTARIO. — Los sedimentos de esta edad se distribuyen en toda la comarca disponiéndose discordantemente sobre las formaciones ya descriptas.

Los más antiguos, posiblemente pleistocenos, son conglomerados constituidos por clastos irregulares provenientes de sedimentos anteriores distribuidos en una matriz arenosa color pardo grisáceo a pardo rojizo; se intercalan arenas y arcillas de colores gris, pardo, rojizo y ocre.

Sobre ellos se distribuyen arenas y limos de colores gris claro y pardo amarillento; hay mantos de turba y diatomitas que indican facies lacustres.

Los sedimentos actuales se integran con depósitos eólicos, derrubios de pie de monte y el material transportado por ríos y arroyos.

ESTRUCTURA. — Desde el punto de vista estructural la comarca se ubica en la provincia geológica Cordillera Oriental.

Hay netas diferencias entre la intensidad del plegamiento de las rocas ordovícicas y el que afecta a los sedimentos cretácico-terciarios, poniéndose de manifiesto de esta manera la acción de más de un proceso tectónico.

Las sedimentitas del Grupo Santa Victoria están afectadas por pliegues de rumbo norte estrechos y asimétricos, con planos axiales que inclinan a occidente. Las rocas cretácico-terciarias, en cambio, forman pliegues suaves más o menos simétricos, cerrados en la mayoría de los casos, con planos axiales verticales o fuertemente inclinados al oeste; sus charnelas se arrumban al NNE en la sierra Morada y al norte en la de Tres Cruces.

En los bordes oriental y occidental de ésta han tenido lugar "apretujamientos tectónicos" con verticalización y rebatimiento de los bancos del Grupo Salta y Formación Chaco; llama la atención el comportamiento plástico de las rocas del Subgrupo Balbuena, sin fracturas aparentes. Dicho "apretujamiento" debe tener su origen en la resistencia ofrecida a la compresión por parte del basamento ordovícico.

Al oeste del cerro Colorado de Tres Cruces los ejes de plegamiento, tanto en el Ordovícico como en el Cretácico-Terciario, se orientan al NNE pudiendo ser la causa un desplazamiento de bloques a lo largo de la falla Ugchará.

Las fracturas principales de la comarca son inversas, con rumbo meridiano y han determinado bloques escamados, inclinados al oeste en el sector central y occidental y al este en el oriental.

Las fallas Catari, Abra Pampa, Totay y San Bernardo tienen sus superficies inclinadas  $65^{\circ}$ - $70^{\circ}$  al oeste, mientras que las fallas Arroyo Seco, Cóndor y Amarillo lo hacen con igual valor al este.

El alto ángulo de inclinación de las fallas sugiere la acción conjunta de esfuerzos tangenciales y verticales.

Paralela a estas estructuras se desarrolla la falla Potrero, de rumbo norte variable a NE, de carácter directo y superficie inclinada al oeste; su origen posiblemente sea tracción por relajación.

Se presentan también fracturas de desplazamiento de rumbo, de las cuales las más notables son las fallas Ugchará y Tabladitas.

*Edad de las estructuras.* Las características estructurales apuntadas se deben a la acción de distintos ciclos orogénicos.

La fase Sárdica del ciclo Caledónico plegó suavemente los sedimentos cámbricos; la fase Tacónica del mismo ciclo actuó sobre las rocas ordovícicas. El plegamiento de éstas es mayor que el de aquéllas, lo que puede ser debido a su menor resistencia a la compresión. La segunda fase del ciclo nombrado fue más intensa que la primera.

No hay indicios de la actividad de los ciclos Varíscico y Címérico, pero probablemente este último es responsable de la discordancia presente entre el Grupo Santa Victoria y el Grupo Salta.

Los primeros movimientos del ciclo Andico motivaron el plegamiento del Grupo Salta, el fallamiento en bloques y la discordancia (?) en la base de la Formación Chaco; el III y IV movimientos acentuaron las estructuras preexistentes impartiendo la fisonomía actual de la comarca.

Si bien las características observadas en el terreno señalan que el fracturamiento, tanto meridiano como oblicuo, corresponde al ciclo Andico no debemos descartar la posibilidad de que esas fallas principales hayan tenido origen primigenio en ciclos anteriores y que, la mayor parte de ellas, sean solamente fallas reactivadas durante el último ciclo orogénico.

## HISTORIA GEOLOGICA

La historia geológica de la comarca no se reduce a sus límites sino que es paralela a la de la provincia geológica Cordillera Oriental, dentro de la cual la considero.

Se inicia con la deposición de sedimentos pelíticos y psamíticos, en ambiente miogeosinclinal, durante el Precámbrico; estas rocas epimetamorfizadas están expuesta al este y sur de la

comarca. Los movimientos de ascenso del ciclo Assyntico (fase Cadomiánica?) las elevaron y la erosión labró en ellas una superficie sobre la cual se asentaron en discordancia las sedimentitas cámbricas dentro de un ambiente epinerítico a nerítico.

A consecuencia de los movimientos de la fase Sárdica del ciclo Caledónico son elevados los sedimentos anteriores y la erosión crea una nueva superficie irregular sobre la que se depositaron discordantemente las lutitas y areniscas ordovícicas; la litología, el contenido fosilífero y las piritas diagenéticas señalan un ambiente epinerítico a nerítico en condiciones de euxinidad temporaria.

Luego del plegamiento y ascenso provocado por los movimientos de la fase Tacónica la comarca permanece elevada y sobreviene un extenso período de erosión. En regiones ubicadas a oriente se depositaron rocas silúrico-devónicas y carbónicas, pero ello no ocurrió en la que considero sino que una nueva acumulación de sedimentos tuvo lugar con los depósitos fluviales, marinos y lacustres del Cretácico superior-Terciario inferior.

Los movimientos del ciclo Andico plegaron las sedimentitas del Grupo Salta y motivaron el ascenso diferencial de bloques creando cuencas intermontanas en las que se depositaron los materiales del Terciario y Pleistoceno; posteriormente sobrevinieron los últimos movimientos de ese ciclo y comenzó la sedimentación de los elementos cuartarios más jóvenes y actuales.

## LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Beder, R., 1928. *Los yacimientos de mineral de plomo en el departamento de Yavi, de la provincia de Jujuy.* Dir. Gen. Minas, Geol., Hidrol., 38 (Buenos Aires).  
Bonarelli, G., 1921. *Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del Norte (Prov. de*

- Salta y Jujuy). An. Min. Agric., Secc. Geol. Mineral y Min., XV, 1 (Buenos Aires).
- Brackebusch, L., 1883. *Estudio sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. V (Córdoba), págs. 137-252.
- 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina*. Escala 1: 1.000.000. Gotha, publicado por Acad. Nac. Cienc. Córdoba, (Córdoba).
- Danieli, C. A. y Porto, J. C., 1968. *Sobre la extensión austral de las Formaciones mesozoico-terciarias de la provincia de Salta, límite con Tucumán*. Actas Terc. Jorn. Geol. Arg., I (Buenos Aires), págs. 77-90.
- Fossa Mancini, E., 1938. *Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol., 171 (Buenos Aires), págs. 31-95.
- Groeber, P., 1952. *Mesozoico, en Geografía de la R. Argentina II, 1ª parte*. Soc. Arg. Est. Geog., GAEA, Buenos Aires.
- Harrington, H. J. y Leanza, A. F., 1957. *Ordovician Trilobites of Argentina*. Univ. of Kansas, Dept. of Geology, Special Publication I, Lawrence, Kansas.
- Hausen, J., 1925. *Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Puna de Atacama*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. XXVIII (Córdoba), págs. 1-95.
- Ibáñez, M. A., 1960. *Informe preliminar sobre el hallazgo de amuros en las "Areniscas Inferiores" de la Qda. del Río de Las Conchas (Prov. de Salta, Argentina)*. Acta Geol. Lilloana, II (Tucumán), págs. 173-180.
- 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*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIV, 4 (Buenos Aires), págs. 393-407.
- Mesa Redonda sobre Nomenclatura, Estratigrafía, Paleontología y Petrología del Grupo Salta. 1972. Univ. Nac. Salta, en prensa (Salta).
- 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.
- Pascual, R., 1969. *Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina*. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg., VI, 4 (Buenos Aires), págs. 327-329.
- Soeco, R. L., 1948. *Estudio geológico de la zona jujeña del Cerro Colorado de Tres Cruces*. Tesis doctoral inédita. Univ. Nac. Córdoba. (Córdoba).
- Schlagintweit, O., 1937. *Observaciones estratigráficas en el Norte Argentino*. Bol. Inf. Petrol., XIV, 156, Buenos Aires.
- Sgrosso, P., 1943. *Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino*. Dir. Min. y Geol., Bol. 53, Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1958. *Estratigrafía del cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIII, 1 (Buenos Aires), págs. 15-39.
- 1960. *Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XLI (Córdoba), págs. 163-196.
- 1963. *The Cambrian of Northern Argentina*. Tulsa Geol. Soc. Digest. XXXI (Tulsa), 193-211.
- 1964. *Descripción geológica de la Hoja 2b, La Quiaca (Provincia de Jujuy)*. Inst. Nac. Geol. y Min., Bol. 103 (Buenos Aires).
- 1965. *Perfil transversal de la Puna, latitud 22°15' S aproximada*. Act. Geol. Lilloana, VII (Tucumán), págs. 355-378.
- 1970. *The Andes of Northwestern Argentina*. Geologischen Rundschau, Band 59 (Stuttgart).
- 1972. *Cordillera Oriental, en Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, (Córdoba), págs. 117-142.
- Vilela, C. R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 7d, Rosario de Lerma (Provincia de Salta)*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. 84, Buenos Aires.
- 1961. *Algunos rasgos particulares de la geología de Iruya (Salta-Jujuy)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XV, 3-4 (Buenos Aires), págs. 119-144.
- Yrigoyen, M. R., 1969. *Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina*. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg., VI, 4 (Buenos Aires), págs. 315-326.
- Zanettini, J. C. M., 1970. *Informe geológico de la región de Abra Pampa-Paltorco-San Isidro (provincias de Jujuy y Salta)*. Cent. Interam. de Fotoint., Bogotá (inédito).
- 1971. *Informe sobre la geología regional del sector noroeste de la Cordillera Oriental (provincias de Salta y Jujuy)*. Dir. Gen. Fab. Mil., Salta (inédito).

Recibido el 23 de abril de 1973.

## GEOLOGIA DE LA COMARCA DE CIANZO Y CASPALA (PROVINCIA DE JUJUY)

Por RODOLFO AMENGUAL\* y JUAN CARLOS M. ZANETTINI\*

### RESUMEN

La columna estratigráfica se compone de epimetamorfitas precámbricas, sedimentos marinos y continentales paleozoicos y del Cretácico superior-Terciario inferior y terrestres del Terciario y Cuaternario. Fallas submeridianas y transversales determinan bloques diferencialmente ascendidos. Finalmente se da una breve descripción de la historia geológica.

### ABSTRACT

The stratigraphic column comprises Precambrian metamorphic rocks, Paleozoic and Upper Cretaceous-Lower Tertiary marine and continental sediments and Tertiary and Quaternary terrestrial sediments. Uprisen blocks formed by submeridional and transversal faults are a structural feature. A short description of the area is also given.

### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objeto hacer conocer la geología de la comarca de Cianzo y Caspalá. El mismo integra las tareas tendientes a la confección del mapa geológico regional del noroeste argentino, que se realiza en el marco del Plan NOA I Geológico-Minero (Area Salta-Jujuy) desarrollado por la Dirección General de Fabricaciones Militares. Para su ejecución se interpretaron 50 fotografías aéreas a escala 1: 50.000, posteriormente verificadas en campaña.

#### *Ubicación de la comarca*

La región está situada en la provincia de Jujuy, delimitada por los para-

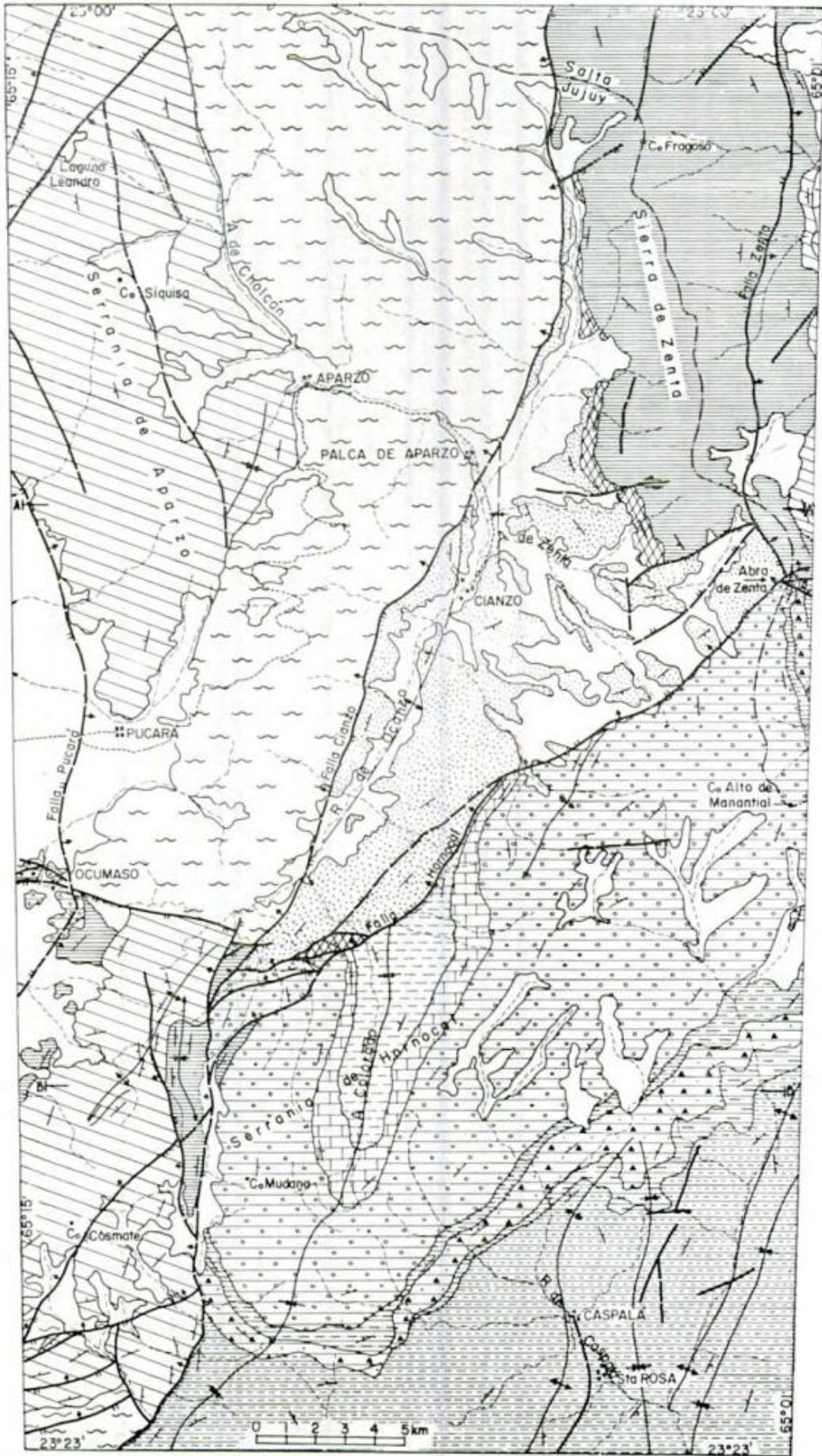
lelos 23° 00' y 23° 23' de latitud sur y los meridianos 65° 01' y 65° 15' de longitud oeste.

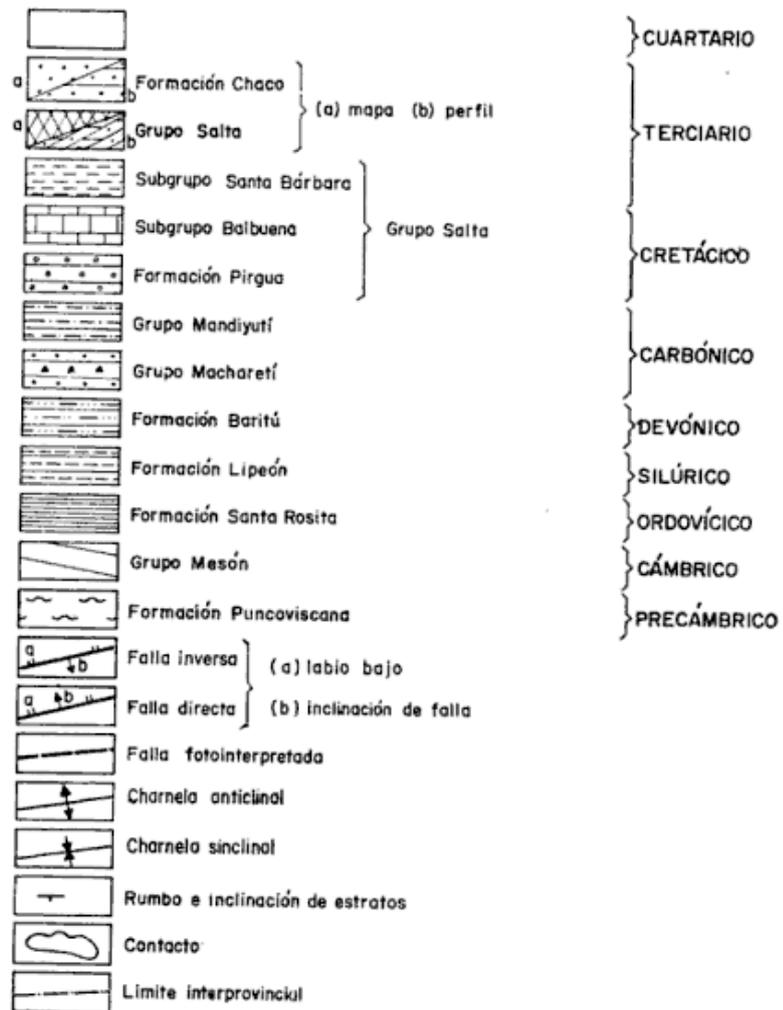
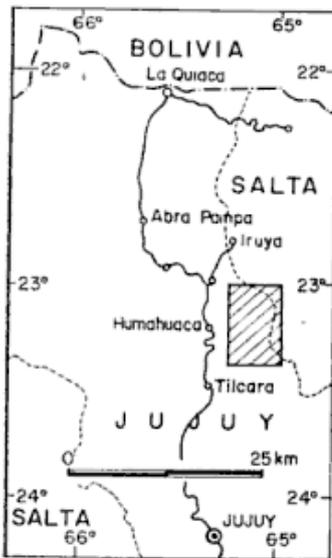
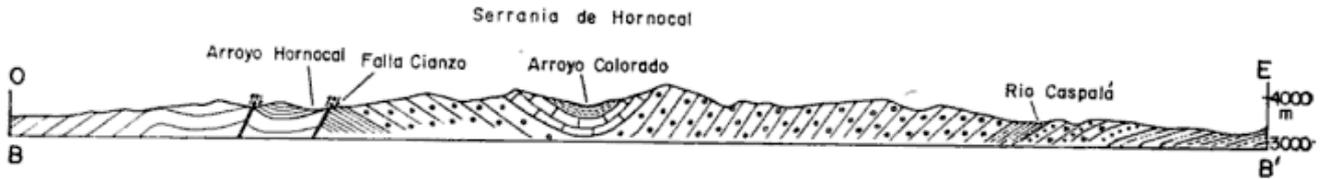
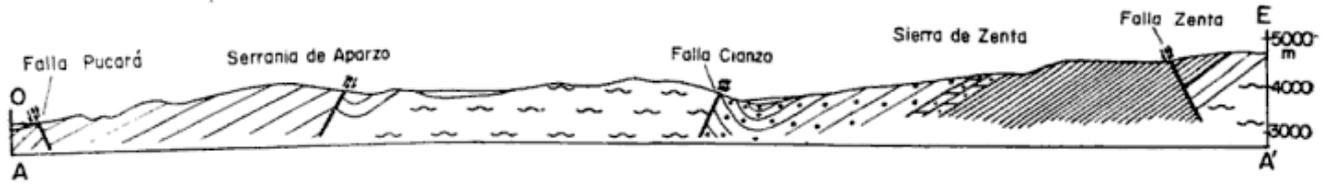
Dentro de la comarca se encuentran las poblaciones de Aparzo, Cianzo, Ocu-mazo y Caspalá; a las tres primeras se llega por caminos secundarios que parten de Humahuaca, al oeste de la región. El relieve montañoso está determinado por la sierra de Zenta y las serranías de Aparzo y de Hornocal.

#### *Investigaciones anteriores*

Los estudios anteriores no se refieren específicamente a la comarca sino que son de carácter regional. Entre ellos mencionaremos los efectuados por Brackebusch (1883), Sgrosso (1943), Fernández Carro *et al.* (1965), Moreno (1970), Turner (1972) y Mingramm y Russo (1972).

\* Dirección General de Fabricaciones Militares.





MAPA Y PERFILES FOTOGEOLÓGICOS  
 DE LA COMARCA DE  
 CIANZO Y CASPALÁ  
 Provincia de Jujuy

## GEOLOGIA

### ESTRATIGRAFÍA

El cuadro estratigráfico sintetiza los rasgos de las entidades geológicas aflorantes en la comarca.

### PRECAMBRICO

#### *Formación Puncoviscana* (Turner, 1960)

Sus afloramientos se encuentran en el sector septentrional de la región, separado de sedimentitas cámbricas y ordovícicas por una discordancia angular.

Está integrada por esquistos cuarcíticos y cloríticos de color verde oscuro a verde grisáceo oscuro, dispuestos en estratos de 20 a 60 cm de espesor, con intercalaciones de pizarras de colores verde amarillento oscuro, violado y azul verdoso oscuro, en bancos de espesor variable, y cuarcitas color gris oscuro en bancos de hasta un metro de potencia.

El metamorfismo regional que caracteriza a esta unidad corresponde a la facies de esquistos verdes y no alcanzó a borrar los rasgos originales de los sedimentos. Vetas de cuarzo blanco lechoso se ubican paralela y transversalmente a las capas con espesor variable entre 5 y 40 centímetros.

Por la litología presente se deduce que la entidad fue depositada en ambiente miogeosinclinal.

*Edad.* La discordancia angular que media entre la Formación Puncoviscana y las rocas asignadas al Cámbrico y Ordovícico señala para aquélla edad precámbrica.

### PALEOZOICO

#### CÁMBRICO. Grupo Mesón (Turner, 1960)

El derrubio *in situ* que cubre al Grupo Mesón permite sólo en parte individualizar en las fotografías aéreas las formaciones que lo integran, por lo que preferimos delimitarlo como tal en el mapa fotogeológico. Aflora en los sec-

tores occidental y nororiental de la comarca, dividiéndose en las Formaciones Lizoite y Campanario; la Formación Chalhualmayoc, constitutiva también de este grupo, no aparece en la región.

La *Formación Lizoite* (Turner, 1960) se apoya en discordancia angular sobre la Formación Puncoviscana iniciándose con un conglomerado basal de unos cinco metros de espesor, constituido por clastos redondeados y subredondeados de esquistos, cuarcitas y cuarzo blanco lechoso, distribuidos en una matriz arenosa de color pardo violado. Por encima se dispone una sucesión de cuarcitas y areniscas cuarzosas de grano fino, color blanquecino a blanquecino rosado, en capas de 30 a 60 cm de espesor con laminación cruzada y ondulitas.

Sobreyacente en concordancia se halla la *Formación Campanario* (Turner, 1960), integrada por cuarcitas de grano fino color violado, pardo rojizo y rosado, estratificadas en bancos de 30 cm de potencia algunos con laminación cruzada y ondulitas; contienen tubos de *Skolithos*. Se intercalan lutitas micáceas de color violado.

Las características sedimentarias del grupo indican que se depositó en un ambiente epinerítico a nerítico.

*Edad.* Al nordeste de Cianzo sedimentos ordovícicos se sobreponen a la Formación Lizoite y a la Formación Campanario al sur de Ocumazo, lo cual señala una discordancia entre el Grupo Mesón y las rocas ordovícicas. Ella y la que se observa en la base del grupo indican para éste edad cámbrica.

#### ORDOVÍCO INFERIOR. *Formación Santa Rosita* (Turner, 1960).

Sus manifestaciones se ubican al nordeste de Cianzo y al sur de Ocumazo, apoyándose en discordancia sobre las Formaciones Puncoviscana, Lizoite y Campanario, es decir que traslapa al Grupo Mesón para sobreponerse a metasedimentos precámbricos. Al este de

CUADRO ESTRATIGRAFICO

Unidades tiempo		Unidades estratigráficas	Litología	Espesor en m
CENOZOICO	CUARTARIO		Acarreos fluviales, fanglomerados	30
	TERCIARIO	Plioceno Eoceno - ? - ? - ? - ? - ? - ? - ? - ? - ? Paleoceno	Areniscas, arcillas y conglomerados Areniscas, margas y conglomerados	2.000 280
MESOZOICO	CRETÁCICO	Maestrichtiano Campaniano - ? - ? - ? - ? - ? - ? - ? - ? - ? Santoniano Coniaciano	Calizas oolíticas, calizas arenosas y areniscas calcáreas Conglomerados y areniscas	350 2.000
	CARBÓNICO	Pennsylvaniano	Areniscas y conglomerados	300
PALEOZOICO	DEVÓNICO	Mississippiano	Tillitas, lutitas, areniscas y conglomerados	600
	SILÚRICO	Siegeniano Gediniano	Grauvacas, areniscas, lutitas y conglomerados	300
	ORDOVÍCICO	Ludloviano Wenlockiano	Lutitas micáceas y areniscas	+ 2.000
	CÁMBRICO	Tremadociano	Lutitas y areniscas	3.000
	PRECÁMBRICO	?	Grupo Mesón	Cuarcitas blanquecinas y moradas
		Formación Puncovicana	Esquistos y cuarcitas	?

la región que tratamos es cubierta por sedimentitas silúricas, pero dentro de ella sus contactos con rocas de esta edad son tectónicos, mientras que la discordancia en el techo se observa relacionada con la Formación Pirgua.

Comienza con areniscas cuarcíticas de grano mediano, color gris verdoso, por encima de las cuales se encuentran conglomerados constituidos por rodados de hasta cinco centímetros de diámetro de cuarzo, cuarcitas y esquistos, siendo la matriz una arenisca de grano mediano a fino color verde grisáceo; se presentan también areniscas conglomerádicas de igual coloración.

Hacia arriba continúa una sucesión de lutitas y lutitas arenosas de colores gris verdoso, gris negruzco, azulado y pardo oscuro, entre las que se intercalan bancos de arenisca cuarcítica de color gris y gris verdoso de hasta un metro de espesor.

Sobre algunas superficies se observan ondulitas; por la litología y restos de trilobites y braquiópodos mal conservados que hallamos, deducimos sedimentación en facies epinerítica a nerítica.

*Edad.* Si bien los restos fósiles hallados son indeterminables, el perfil litológico y la continuidad de la unidad con otros afloramientos ubicados al norte de la comarca pertenecientes a la Formación Santa Rosita, la sindicamos como tal correspondiéndole edad tremadociana.

#### SILÚRICO-DEVÓNICO

Las rocas de estas edades pertenecen a un período de deposición continua por lo cual las trataremos conjuntamente.

Si bien H. J. Harrington (en Turner, 1972, pág. 131), sobre la base de pruebas paleontológicas y estratigráficas, considera que hay relación discordante entre las unidades litoestratigráficas que consideraremos, nuestras observa-

ciones nos permiten expresar que tal relación es de concordancia.

Sus afloramientos se sitúan en los sectores este y sudeste de la región y corresponden a las Formaciones Lipeón y Baritú.

#### *Formación Lipeón* (Turner, 1960)

Se apoya en discordancia sobre rocas ordovícicas, contacto que observamos al este y fuera de la comarca; en el techo pasa concordante a la Formación Baritú.

Está integrada por areniscas lutíticas y lutitas micáceas, de colores gris y castaño verdoso, dispuestas en estratos de unos dos metros de espesor; se intercalan areniscas de grano fino, color gris oscuro y verde grisáceo.

En la sección superior yacen lutitas micáceas color gris verdoso claro y rojizo, con intercalaciones de grauvacas y areniscas cuarcíticas de grano fino, color gris verdoso, en bancos de 1 a 2 m de potencia.

Sobre los estratos lutíticos suelen presentarse ondulitas. Referente a fósiles solamente hallamos cruzianas y *Lingula* sp.

La deposición de la unidad se produjo en ambiente epinerítico a nerítico.

*Edad.* Los restos fósiles de trilobites, graptolitos y braquiópodos, entre otros, hallados en diversas localidades (véase Turner, 1972; Mingramm y Russo, 1972) fuera de la comarca indican edad wenlockiana-ludloviana.

#### *Formación Baritú* (Padula et al., 1967)

Sobreyace en concordancia a la anterior; en el techo una discordancia angular la separa de los sedimentos carbónicos.

Comienza con grauvacas de grano fino, color gris verdoso, en estratos de 1,50 m de espesor con laminación cruzada; areniscas cuarcíticas de grano fino, compactas, de colores verdosos, grises y rosados, en estratos de 2,50 m de

potencia con laminación cruzada. Se intercalan lutitas micáceas de color gris oscuro y verde olivo oscuro.

Por encima se encuentran grauvacas, areniscas cuarcíticas y conglomerádicas, de grano fino a mediano, compactas, de colores gris blanquecino y verdoso en estratos de 1,50 m de espesor, interestratificadas con conglomerados de clastos bien redondeados de hasta cinco centímetros de diámetro, de cuarzo blanco, en matriz arenosa color gris blanquecino, dispuestos en bancos de 3,50 a 4 m de espesor con estratificación cruzada.

En la sección superior se presentan grauvacas, areniscas cuarcíticas y lutíticas de grano fino, de colores gris verdoso oscuro, gris y gris blanquecino, en bancos de 1 a 3 m de espesor con laminación cruzada. Se intercalan algunos bancos de lutitas arenosas de colores gris y gris oscuro.

Las ondulitas son bastante comunes. De acuerdo con la litología presente esta unidad sedimentó en ambiente epiperitico.

*Edad.* Los restos fósiles de *Australospirifer antarcticus* (M. et Sh.), *Australocoelia tourtelotti* Bouc. et Gill (Mingramm y Russo, 1972), entre otros, hallados en el ámbito de las Sierras Subandinas indican para esta Formación edad gedinniana-siegeniana.

## CARBÓNICO

Los afloramientos están ubicados al este y sur de la comarca; pensamos que en ellos están representados los dos grupos en que se dividen los sedimentos de esta edad.

### *Grupo Macharetí* (Mather, 1922)

Se asienta en discordancia angular sobre distintos niveles de la Formación Baritú, a la que suprime de norte a sur, y sobre la Formación Lipeón; es superpuesto en concordancia por el Grupo Mandiyutí.

Dentro de la entidad se distingue una sección inferior compuesta por areniscas de grano fino, compactas, de colores gris claro y blanco amarillento estratificadas en bancos de 1 a 2 m de espesor con laminación cruzada. Se intercalan conglomerados de iguales colores constituidos por rodados de hasta cinco centímetros de diámetro de cuarzo y cuarcitas principalmente. Esta sección podría corresponder a la Formación Tupambi (White, 1924).

La sección superior, Formación Tarija? (White, 1923), está integrada por lutitas y tillitas de colores gris oscuro y rojizo, en estratos de 2 a 2,50 m de espesor, entre los que se intercalan conglomerados y areniscas cuarcíticas de grano fino de colores gris y gris claro.

### *Grupo Mandiyutí* (Harrington, 1922)

Sobreyace concordantemente al anterior y es cubierto en discordancia por la Formación Pirgua.

Dentro de él no es posible hacer diferenciaciones de manera que no sabemos si están representadas las Formaciones *Las Peñas* y *San Telmo* (White, 1923) que lo integran o solamente la primera de ellas.

Se compone de areniscas de grano fino a medio, de colores rojo y gris blanquecino, dispuestas en bancos de dos metros de espesor, macizos o con laminación cruzada; conglomerados de clastos redondeados de hasta 15 cm de diámetro, de cuarzo, cuarcitas y granito, la matriz es una arenisca de grano mediano a grueso, color rojo y rojo pálido. En la parte media se hallan intercalaciones de lutitas arenosas color verde olivo.

Por la litología descrita se deduce que los sedimentos de los Grupos Macharetí y Mandiyutí corresponden, en la comarca, a depósitos fluviales y glaci-fluviales, en parte marino-litorales. Además nos hallamos aquí en las márgenes de su cuenca de deposición, ya que a occidente no se conocen afloramientos de estas entidades.

*Edad.* De acuerdo con Mingham y Russo (1972) estos sedimentos son de edad carbónica, correspondiendo el Grupo Macharetí al Mississippiano-Pennsylvaniano y el Grupo Mandiyutí al Pennsylvaniano.

#### MESOZOICO SUPERIOR-CENOZOICO

##### CRETÁCICO SUPERIOR-TERCIARIO INFERIOR

*Grupo Salta* (Brackebusch 1891, *nom. subst.* Turner, 1958).

*Formación Pirgua* (Vilela, 1956)

Se sitúa en los sectores central y sur de la comarca y en un pequeño afloramiento frente a Ocumazo, dispuesta en discordancia angular sobre la Formación Santa Rosita y el Grupo Mandiyutí; en el techo pasa en aparente concordancia al Subgrupo Balbuena.

Las manifestaciones ubicadas al norte de Cianzo varían de 1 a 17 m de espesor y allí la entidad se compone de conglomerados con intercalaciones de areniscas de grano fino a mediano color rojo de ladrillo.

Al sur de Cianzo la formación alcanza aproximadamente a 2.000 m de espesor. Aquí se distingue un miembro conglomerádico basal de unos 800 m de potencia; los conglomerados se componen de rodados irregulares de hasta 25 cm de diámetro de cuarzo y rocas paleozoicas, distribuidos en una matriz de arena gruesa color rojo violado y rojo de ladrillo; se disponen en potentes bancos con estratificación cruzada.

Por encima se encuentra un miembro medio constituido por areniscas de grano mediano a grueso, de colores rojo pardo y rojo de ladrillo, en potentes estratos con laminación cruzada; se intercalan conglomerados de iguales coloraciones.

La sección superior se compone de areniscas de grano mediano a grueso, de colores rojo de ladrillo y rojo pálido, en estratos potentes con laminación cruzada entre los que se intercalan arenis-

cas conglomerádicas y escasas lutitas de iguales colores.

Esta unidad se depositó, evidentemente, en facies fluvial.

*Subgrupo Balbuena* (Moreno, 1970)

Sus manifestaciones se disponen en concordancia (?) sobre la Formación Pirgua y pasa transicionalmente al Subgrupo Santa Bárbara.

La *Formación Lecho* (Turner, 1958), con la cual comienza, se encuentra solamente en el sinclinal del arroyo Colorado integrándose con areniscas calcáreas de grano mediano y colores rosado pálido, blanquecino y rosado amarillento, dispuestas en bancos gruesos con laminación cruzada. Se intercalan algunos conglomerados de iguales coloraciones.

La *Formación Yacoraite* (Turner, 1958), que le sobreyace, varía de 10 a 300 m de espesor, de norte a sur, presentándose en una facies arenosa propia de borde de cuenca.

Al norte de Cianzo, en los afloramientos más alejados, se compone de areniscas calcáreas deleznable, de color rojo; hacia el sur se observan intercalaciones de lentse de calizas con restos de gasterópodos, hallándose por encima bancos de caliza oolítica con interestratificaciones de areniscas de grano mediano a grueso, en partes conglomerádicas, color rojo, en bancos de tres metros de espesor.

En el sinclinal del arroyo Colorado, donde adquiere su mayor espesor, la Formación se compone de areniscas calcáreas de grano mediano, color rojo, con intercalaciones de bancos de caliza con gasterópodos, continuando hacia arriba bancos de 1,50 a 2 m de potencia de calizas, calizas dolomíticas, calizas oolíticas y calizas arenosas, de colores blanco amarillento y blanco verdoso; se encuentran también conglomerados intraformacionales y bancos de *Pucalithus*.

En los estratos arenosos se observa generalmente laminación cruzada y ondulitas en algunos de caliza.

Por la litología presente en la comarca la deposición del subgrupo ocurrió en un mar de escasa profundidad, particularidad que se hace más notable de sur a norte y que nos lleva a inferir que nos hallamos aquí en uno de los bordes de la cuenca de sedimentación de la entidad.

*Subgrupo Santa Bárbara* (Vilela, 1956, *nom. transl.* Moreno, 1970)

Se desarrolla en una facies marginal arenosa de colores uniformes por lo cual no es posible diferenciar las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera (Moreno, 1970) que lo integran.

Se ubica en el área central de la región sobreyacente concordantemente a la Formación Yacoraite; es cubierto en discordancia (?) por la Formación Chaco.

Se inicia con bancos de areniscas de grano mediano a grueso, de colores rojo de ladrillo, rojo violado y blanquecino, con intercalaciones de conglomerados potentes constituidos por clastos de hasta cinco centímetros de diámetro de cuarcitas, areniscas y algunos de las calizas infrayacentes.

Por encima se encuentran areniscas de grano mediano a grueso, de colores rojo pardo, rojo pálido y grisáceo. En la parte superior de la unidad se intercalan, entre las areniscas, estratos de arcillas calcáreas de color rojo que hacia el techo son más numerosos y predominan sobre las areniscas.

En éstas hay laminación cruzada y en ocasiones se observan grietas de desecación; en la sección superior se presentan venillas y concreciones calcáreas.

Por la litología arenosa vemos que nos hallamos en uno de los bordes de la cuenca de deposición del Subgrupo Santa Bárbara; los rodados de caliza en los conglomerados de la base indicarían una leve discordancia de carácter local.

### *Edad del Grupo Salta*

Sobre la base del hallazgo de anuros fósiles (Ibañez, 1960) y restos de dinosaurios (Bonaparte y Bossi, 1967) en la Formación Pirgua, de la investigación del Grupo Puca de Bolivia por Russo y Rodrigo (en Yrigoyen, 1969), del estudio de aletas de peces de la Formación Yacoraite realizado por Leanza (1969), del hallazgo de un mamífero en la parte superior del Subgrupo Santa Bárbara (Pascual, 1969) y de acuerdo con las conclusiones a que se arribaron en la "Mesa Redonda sobre Nomenclatura, Estratigrafía, Paleontología y Petrología del Grupo Salta" (en prensa; Salta, 1972), corresponde a la Formación Pirgua edad coniaciana-santoniana, al Subgrupo Balbuena edad campaniana-maestrichtiana y al Subgrupo Santa Bárbara edad maestrichtiana superior? - paleocena.

TERCIARIO. *Formación Chaco* (Schlagintweit, in Fossa Mancini, 1938).

Se ubica en la zona central de la comarca, dispuesta en discordancia (?) sobre el Subgrupo Santa Bárbara; es cubierta discordantemente por sedimentos cuartarios.

Se compone de areniscas de grano fino a grueso, de colores rojo y ocre, con interestratificaciones de arcillas y arcillas arenosas de iguales coloraciones.

Hacia el techo se intercalan conglomerados que se hacen más numerosos a medida que se asciende en la columna y al mismo tiempo aumenta el tamaño de los clastos.

La estratificación es bien marcada, varía de 50 cm a 2 m de espesor y presenta laminación cruzada en las areniscas. En la sección superior de la unidad se observan venillas y capitas de yeso.

La deposición fue en facies fluvial, en parte de carácter torrencial para la porción superior de la formación que indica una reactivación de la erosión

debido a procesos tectónicos del ciclo Andico.

En cuanto a su edad no hay acuerdo definitivo; según Yrigoyen (1969) es pliocena; Mingramm y Russo (1972) opinan que su acumulación podría haber comenzado en el Eoceno, lo que quedaría confirmado por restos fósiles hallados en la comarca de Aguilar (Jujuy) (Mesa Redonda sobre..., 1972, en prensa).

#### CUARTARIO

Los sedimentos cuartarios se distribuyen en los valles de la comarca. Los más antiguos son fanglomerados inconsolidados de colores pardo claro y depósitos de origen glaciario en las altas cumbres.

La sedimentación actual está representada por acarreos flúviales de granulometría variable.

#### ESTRUCTURA

La comarca se halla dentro de la provincia geológica Cordillera Oriental por lo que su estilo tectónico es semejante.

Se han reconocido cuatro fracturas principales que denominaremos fallas Zenta, Cianzo, Pucará y Hornocal, que determinan bloques diferencialmente ascendidos.

Las tres primeras son inversas de rumbo submeridiano, con superficies que inclinan  $65^{\circ}$ - $70^{\circ}$  al este (fallas Zenta y Pucará) y al oeste (falla Cianzo); sus elevados rechazos quedan demostrados por los grandes afloramientos de rocas precámbricas y cámbricas.

La falla Hornocal, con rumbo ENE, es del tipo de tijera con punto de giro a la altura del abra de Zenta; esta fractura es de singular importancia porque divide a la comarca en dos sectores diferentes desde el punto de vista estructural y estratigráfico.

Al sur de ella el plegamiento, si bien no muy intenso, es más importante que

el fallamiento, limitado y secundario. Allí los pliegues tienen rumbo norte, son abiertos, simétricos, con planos axiales verticales y flancos de escasa inclinación.

La excepción a esto la constituye el sinclinal del arroyo Colorado, formado por sedimentos del Grupo Salta, cuyo plano axial se desvía levemente de la vertical inclinándose al oeste y la inclinación de los flancos alcanza a  $70^{\circ}$  en el extremo norte y, disminuyendo paulatinamente, no sobrepasa los  $30^{\circ}$  en el sur.

Al norte de la falla Hornocal, en cambio, las estructuras dominantes están determinadas por las fallas inversas antes descritas y un plegamiento que, salvo en las metamorfitas precámbricas, es homoclinal. Las rocas de la Formación Puncoviscana se encuentran intensamente afectadas por pliegues estrechos y asimétricos, en ocasiones volcados.

Desde el punto de vista estratigráfico la diferencia establecida por la falla Hornocal reside en que al sur de ella se desarrolla el Paleozoico, los sedimentos del Grupo Salta adquieren gran espesor y faltan las sedimentitas del Terciario superior. Al norte el Grupo Salta, de escaso desarrollo, asienta directamente sobre Ordovícico, están ausentes los sedimentos silúrico-devónicos y carbónicos y los correspondientes al Terciario superior adquieren un buen desarrollo dentro de la fosa tectónica delimitada por las fallas Cianzo, Zenta y Hornocal.

Lo dicho sobre las diferencias estratigráficas y estructurales que se presentan al norte y sur de la falla Hornocal, señalan que los terrenos al norte de la misma eran positivos en tiempos del Paleozoico medio y superior y la mayor parte del Mesozoico y que comenzaron su descenso durante la deposición del Grupo Salta. La ausencia del Terciario superior al sur de la falla Hornocal indica que ese sector, tal como hoy, fue positivo durante la acumulación de la Formación Chaco.

De estos hechos se deduce que la falla Hornocal es una fractura antigua, reactivada repetidas veces durante el ciclo Andico. Igual idea tenemos sobre las fallas submeridianas (assynticas?, caledónicas?).

## HISTORIA GEOLOGICA

Comienza con la sedimentación de materiales pelíticos y psamíticos, en ambiente miogeosinclinal, durante el Precámbrico. Luego de ser plegados, fracturados y ascendidos por los movimientos del ciclo Assyntico, sobreviene un período de erosión que labra en ellos una superficie de denudación sobre la que se depositaron discordantemente las areniscas cámbricas del Grupo Mesón en un mar de poca profundidad.

Posteriormente a su plegamiento y elevación por los movimientos de la fase Sárdica del ciclo Caledónico, sucede una nueva fase de erosión, creándose una superficie de discordancia sobre la que se asentaron los sedimentos epineríticos ordovícicos.

Luego del plegamiento y ascenso ocasionado por los movimientos de la fase Tacónica, la comarca permanece como área positiva durante el Silúrico inferior y la erosión elimina gran parte de las rocas ordovícicas.

Una nueva sumersión permite la acumulación de los sedimentos silúrico-devónicos que si bien son epineríticos, su carácter arenoso en el sector superior (Formación Baritú) indica que a occidente ocurrieron movimientos de elevación.

Los movimientos de la fase Acádica del ciclo Caledónico o de la fase Bretónica del ciclo Variscico deformaron y ascendieron las sedimentitas silúrico-devónicas. Luego de su erosión y conjuntamente con un cambio climático sobreviene la deposición de materiales glaci-fluviales y marino-litorales carbónicos.

La discordancia en la base del Grupo Salta puede ser debida a la fase Nevádica del ciclo Cimérico. La comarca se

sumerge parcialmente y se depositan los sedimentos fluviales y marinos del Cretácico superior-Terciario inferior.

Los primeros movimientos del ciclo Andico pliegan las rocas del Grupo Salta, ocasionan la reactivación de antiguas fracturas que determinan bloques diferencialmente ascendidos y originan la discordancia (?) en la base de la Formación Chaco, la que se acumula en cuencas intermontanas. El III y IV movimientos del mismo ciclo acentuaron las estructuras preexistentes dando la fisonomía actual de la comarca.

## LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bonaparte, J. F. y Bossi, G., 1967. *Sobre la presencia de dinosaurios en la Formación Pirgua del Grupo Salta y su significado cronológico*. Act. Geol. Lilloana, IX (Tucumán), págs. 25-44.
- Brackebusch, L., 1883. *Estudio sobre la Formación Petrolífera de Jujuy*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. V (Córdoba), págs. 137-252.
- 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina*. Escala 1: 1.000.000. Gotha, publicado por Acad. Nac. Cienc. Córdoba, (Córdoba).
- Fernández Carro, A., Moreno R. y Reginatto, E., 1965. *Aspectos generales de la estratigrafía y tectónica de la región petrolera del norte salteño. Facies y extensión del Gondwana*. Act. Geol. Lilloana, VII (Tucumán), págs. 163-180.
- Fossa Mancini, E., 1938. *Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol., 171 (Buenos Aires), págs. 31-95.
- Harrington, G. L., 1922. *Northern of Aguara-güe Range from Camatindi to Cuevo Quebrada*. Inf. inéd. Standard Oil Co. of Bolivia.
- Ibañez, M. A., 1960. *Informe preliminar sobre el hallazgo de anuros en las "Areniscas Inferiores" de la Qda. del río de Las Conchas* (Prov. de Salta, Argentina). Act. Geol. Lilloana, III (Tucumán), págs. 173-180.
- 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 hibrididad del Sistema Subandino*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIV 4 (Buenos Aires), págs. 393-407.

- Mather, K. F., 1923. *Front Ranges of the Andes between Santa Cruz, Bolivia, and Embarcación, Argentina*. Geol. Soc. Amer., Bull. XXXIII (Nueva York).
- Mesa Redonda sobre Nomenclatura, Estratigrafía, Paleontología y Petrología del Grupo Salta. 1972. Univ. Nac. Salta (Salta), en prensa.
- Mingramm, A y Russo, A., 1972. *Sierras Subandinas y Chaco Salteño*. En Geología Regional Argentina, Acad. Nac. Cienc. Córdoba (Córdoba), págs. 185-211.
- 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.
- Padula, E., Rolleri, E. O., Mingramm, A. R. G., Criado Roque, P., Flores, M. A. y Baldis, B. A., 1967. Devonian of Argentina. Inter. Symposium on the Devonian System Proceed., V. II, pag. 165-199, Calgary.
- Pascual, R., 1969. *Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina*. Ameghiniana, Asoc. Paleont. Arg., Rev. VI, 4 (Buenos Aires), págs. 327-329.
- Sgrosso, P., 1943. *Contribución al conocimiento de la minería y geología del noroeste argentino*. Dir. Minas y Geol., Bol. 53, Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1958. *Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XIII, 1 (Buenos Aires), págs. 15-39.
- 1960. *Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, Bol. XLI (Córdoba), págs. 163-196.
- 1963. *The Cambrian of Northern Argentina*. Tulsa Geol. Soc. Digest., XXXI, Tulsa, 193-211.
- 1972. *Cordillera Oriental*. En Geología Regional Argentina, Acad. Nac. Cienc. Córdoba (Córdoba), págs. 117-142.
- Vilela, C. R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 7 d Rosario de Lerma (Prov. de Salta)*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. 84, Buenos Aires.
- White, K. D., 1923. *Detailed reconnaissance of the Caudado Range and the Tarija Valley, between the Pescado River and the mouth of the Itau River with supplementary data on the San Telmo Range, SE Bolivia & NW Argentina*. Standard Oil Co. of Bolivia, Inf. inédito.
- 1924. *Location Report Sanandita Dome*. Standard Oil Co. of Bolivia, Inf. inédito.
- Yrigoyen, M. R., 1969. *Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina*. Ameghiniana, Asoc. Paleont. Arg., Rev. VI, 4 (Buenos Aires), págs. 315-326.

Recibido el 16 de abril de 1973.

ACERCA DE LA EXISTENCIA DE CUERPOS HIPOABISALES  
GRANITO-RIOLITICOS EN EL DISTRITO MINERO  
DE SIERRA GRANDE (PROVINCIA DE RIO NEGRO)  
Y SU POSIBLE IMPORTANCIA METALOGENICA

POR HUGO CORBELLA

RESUMEN

El autor describe la existencia en el distrito minero de Sierra Grande de un grupo de grandes cuerpos hipoabisales alineados en dirección aproximada N-S. Estos cuerpos, de composición granito-riolítica, intruyen al basamento paleozoico y a la sucesión riolítica volcano-sedimentaria de supuesta edad triásica. Numerosos yacimientos de fluorita se disponen allí, intra o periplutónicamente a estos cuerpos.

El autor supone una posible vinculación entre ambos fenómenos y comenta su incidencia como guía geológica para la exploración minera.

RESUME

Dans ce travail l'auteur illustre l'existence dans le district minier de Sierra Grande d'un groupe de corps hypoabyssiques de grand taille alignés en direction Nord-Sud.

Ces corps, à composition granito-riolitique, traversent le socle paléozoïque et la succession riolitique volcano-sédimentaire d'âge triasique (supposé). Nombreux gisements à fluorine se disposent intra ou périplutoniquement à ces corps.

L'auteur suppose alors, un possible lien entre les deux phénomènes et il fait mention de son incidence comme guide géologique pour la prospection minière.

ABSTRACT

The author describes a group of important hypabyssal bodies of, roughly, North-South strike in the Sierra Grande mining district.

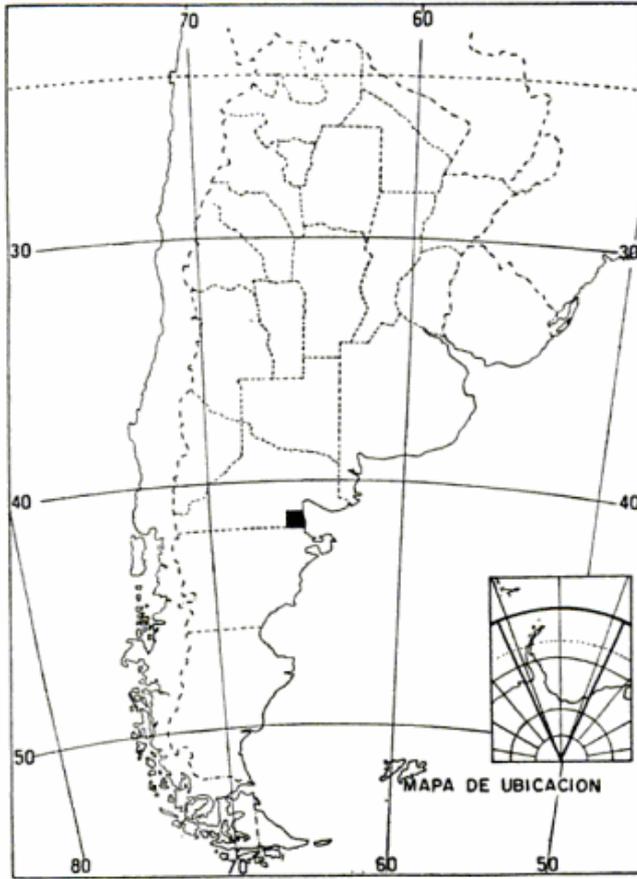
These bodies of granitic riolitic composition, intrude the Paleozoic substratum and the riolitic volcanic sedimentary sequence of supposed Triassic age.

Numerous fluorspar ore-bodies are found near to these bodies in intra or periplutonic disposition.

The author concludes that there is a possible link between these two phenomena that could be used as a geological guide for mineral exploration.

En el distrito minero de Sierra Grande, en el extremo sudeste de la provincia de Río Negro, aflora una serie de

cuerpos intrusivos de composición riolítica y textura porfírica alineados en dirección general N.-S.



Estos cuerpos intruyen a la sucesión de terrenos epimetamórficos del Precámbrico y del Paleozoico y a la po-

tente secuencia de riolitas, tobas, aglomerados e ignimbritas de la sucesión riolítica volcano-sedimentaria de presunta edad triásica.

La figura 1 ilustra las relaciones recíprocas que guardan los terrenos estudiados.

### I. TRABAJOS ANTERIORES

A raíz del interés suscitado por la existencia de yacimientos de hierro próximos a la localidad de Sierra Grande, a partir de 1951 se realizaron varios estudios geológicos de carácter regional con el objeto de determinar la posible extensión y estructura del horizonte ferrífero.

La existencia de rocas intrusivas fue observada por varios autores. Zöllner (1951) reconoció un plutón granodiorítico que intruía a todos los terrenos del Precámbrico y del Paleozoico; Valvano (1954) consideró que el mismo plutón granodiorítico intruía al Precámbrico pero no al Paleozoico.

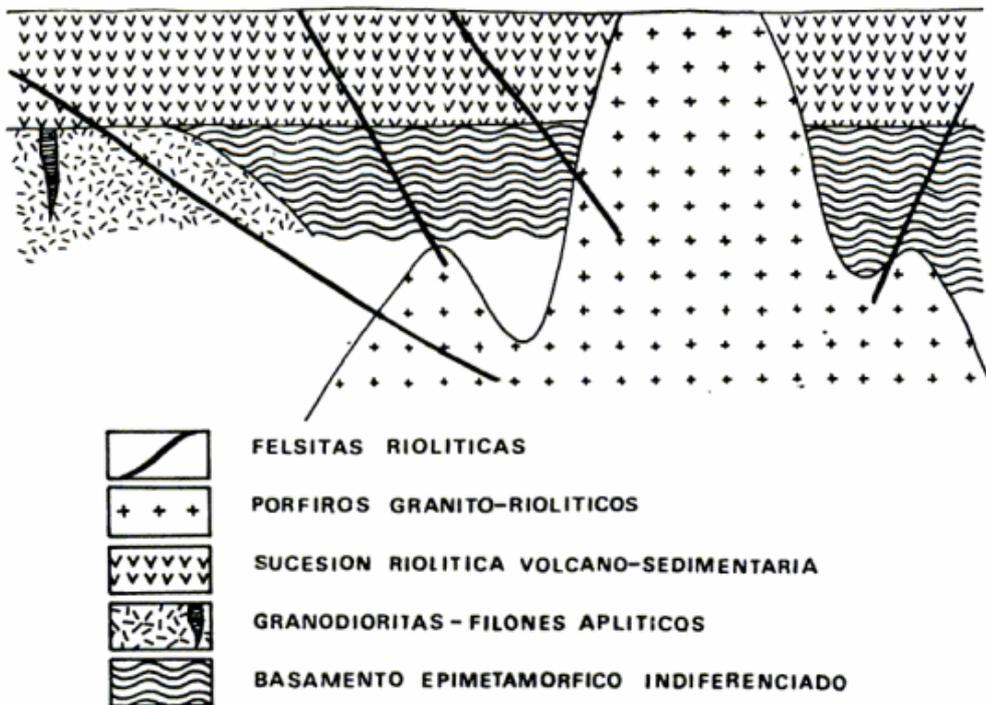


Figura 1

Navarro (1962, p. 61) halló que el plutón granodiorítico intruía al Precámbrico y al Paleozoico, metamorfiando en sus contactos al Paleozoico. El mismo autor escribe: "al Sur de la Loma del Guacho se observan afloramientos del tipo alaskítico cuya relación espacial con la granodiorita y los pórfidos es evidente".

De Alba (1964) en la descripción de la Hoja Geológica de Sierra Grande menciona (pág. 30): "En el arroyo Anchen, a la altura de la (antigua) ruta 3, aflora granito de grano medio a grueso con cristales de microclino de hasta 0,02 m de longitud...". Sin lugar a dudas, De Alba informa (sin individualizarlos aún de las intrusiones granodioríticas) sobre la existencia de los pórfiros graníticos. En cuanto a la edad de la granodiorita, este autor supone que es anterior al complejo sedimentario integrado por la formación ferrífera pero netamente intrusiva en las metamorfitas de edad precámbrica.

En una oportuna puesta al día y resumen de los conocimientos adquiridos sobre la geología del Macizo Nord-Patagónico, Stipanovic y Methol (1972, p. 585) ubican las granodioritas de Sierra Grande (con excepción del cuerpo que aflora cerca de la costa) como intruidas durante el Carbónico.

Estos mismos autores mencionan luego: "la porfirita diorítica de Sierra Grande (que se apoya localmente en discordancia sobre un cuerpo diorítico)... está datada con  $180 \pm 5$  m.a. es decir, con un valor que señala prácticamente el límite Trias-Lias". La misma cita vuelve a repetirse en la página 589 "...la porfirita diorítica de Sierra Grande, con  $180 \pm 5$  m.a. tanto podría señalar un evento magmático triásico póstumo, como también vincularse con aquella actividad ígnea sañicolitense del Norte del Macizo..."

Por gentileza del Dr. Linares pude observar macroscópicamente la muestra mencionada por Stipanovic y Methol

(1972) y analizada por Halpern que corresponde al N° 80 de la petroteca INGEIS y sin lugar a dudas la muestra posee una visible composición riolítica, en lugar de diorítica, con abundantes fenocristales subidiomorfos de cuarzo. Rectificada así la naturaleza petrográfica de la muestra, queda por determinar su pertenencia sea a las rocas de la sucesión volcano-sedimentaria, en cuyo caso el valor contrastaría fuertemente con las múltiples dataciones realizadas más hacia el oeste con valores siempre coincidentes de 226 m.a., sea a las rocas hipobasales que hacen el objeto de esta nota.

## II. LOS TERRENOS AFLORANTES

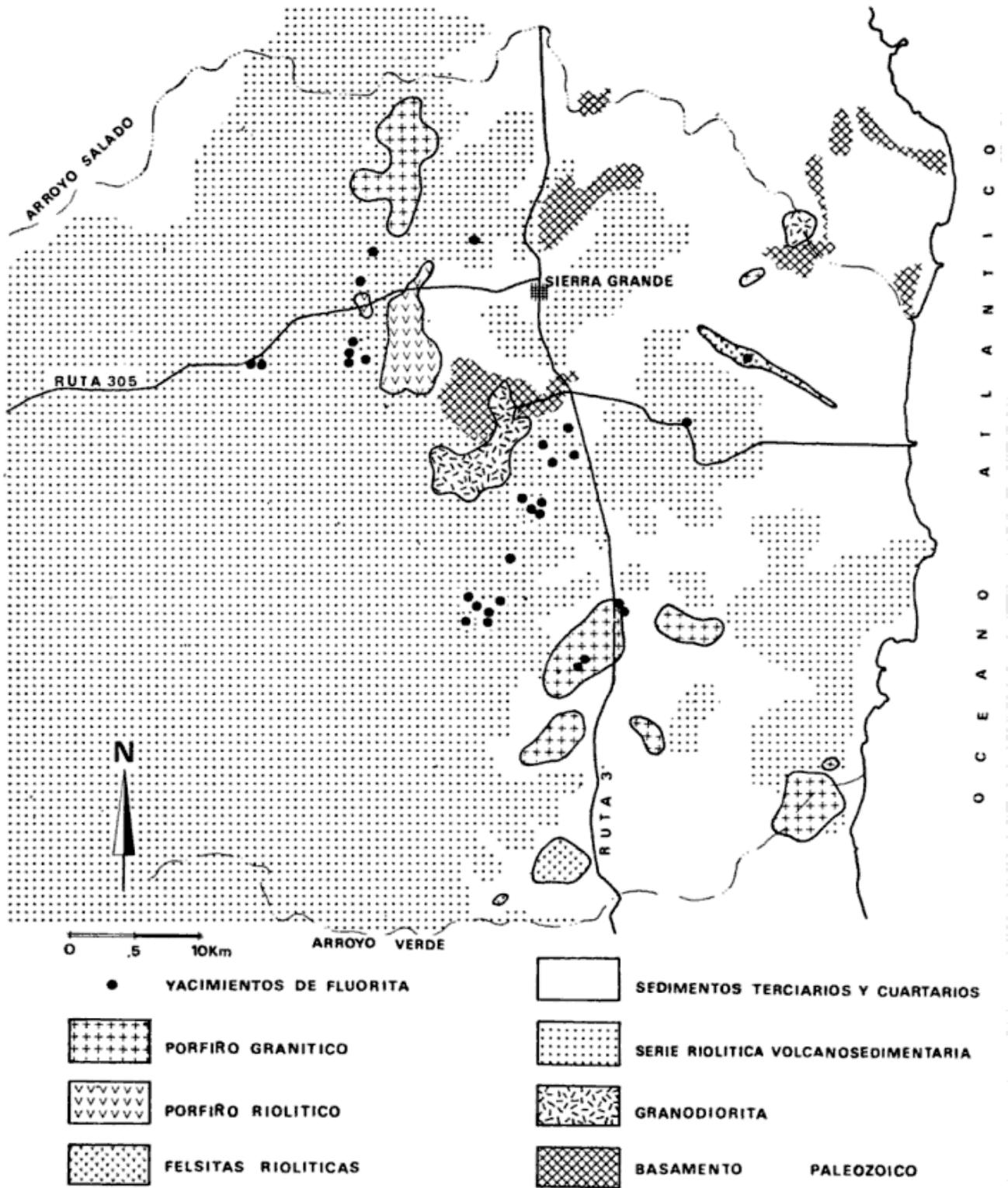
A continuación describiremos brevemente la naturaleza de los terrenos intruidos para pasar luego a precisar la composición, textura y relaciones recíprocas de los cuerpos intrusivos.

### II.1. EL BASAMENTO INDIFERENCIADO (PRECÁMBRICO? Y PALEOZOICO)

Por debajo de los episodios eruptivos de composición ácida aflora una sucesión de terrenos epimetamórficos, filitas, pizarras, gneises y cuarcitas, cuyos términos más inferiores han sido asignados a un discutible Precámbrico.

En un detallado análisis del Paleozoico de Sierra Grande, los esquistos filíticos, metagrauvas y doleritas son tentativamente asignados por Braitsch (1965) al Cambro-Ordovícico.

Por encima de una gran discordancia los suceden filitas y esquistos cuarcíticos del Silúrico y areniscas cuarcíticas, limolitas y horizontes ferro-colíticos de edad eodévónica, cuyas características han sido ampliamente estudiadas, datadas y descritas por Zöllner (1951), Valvano (1954), Navarro (1962), De Alba (1964), Müller (1964) y Braitsch (1965).



Cuerpos hipoabisales en el distrito minero de Sierra Grande

## II.2. LOS CUERPOS GRANODIORÍTICOS DE SIERRA GRANDE

Intruyendo al Precámbrico (?), Silúrico y Devónico (Zöllner, 1951; Navarro, 1962) afloran en el área de Sierra Grande dos cuerpos de composición granodiorítica de considerable extensión.

Estas granodioritas de color gris rosado se observan marcadamente meteorizadas en superficie al punto que, en general, las áreas ocupadas por estas rocas conforman un relieve tan denudado y bajo que se asocian a suaves y vastas depresiones topográficas. Ellas presentan una granulometría media a fina y están constituidas en orden de abundancia, por plagioclasa (principalmente oligoclasa), microclino subordinado, cuarzo y biotita en proporciones esta última algo variables.

Respecto a su edad, Navarro (1962) describe fenómenos de metamorfismo de contacto en el borde del gran afloramiento central con formación de esquistos cuarzo-micáceos cordieríticos y granatíferos por acción térmica de las granodioritas sobre los sedimentos copaleozoicos, que indicarían una edad post-devónica para esta intrusión.

Por otra parte, numerosos diques de aplitas, pegmatitas y cuarzo atraviesan las granodioritas, sin que éstos intruyan a las rocas de la sucesión riolítica volcánico-sedimentaria suprayacente. Abundantes diques de felsitas riolíticas atraviesan en cambio a las granodioritas y a las volcanitas riolíticas que se apoyan sobre estas últimas.

A juzgar por estas relaciones simples, las granodioritas serían anteriores a las tobas, aglomerados e ignimbritas riolíticas y posteriores a los sedimentos devónicos que ellas intruyen con marcados efectos de contacto. Estas relaciones admiten, hasta disponer de una mejor datación, la inclusión de las granodioritas de Sierra Grande dentro del grupo de las plutonitas carbónicas realizada por Stipanovic y Methol (1972).

## II.3. LA SUCESIÓN RIOLÍTICA VOLCANO-SEDIMENTARIA DE SIERRA GRANDE

Por encima de las rocas paleozoicas y en discordancia erosiva, se asienta una potente sucesión de tobas, aglomerados, clastolavas e ignimbritas de composición riolítica, de color generalmente anaranjado, en ocasiones violáceo.

Esta serie lleva intercalados episodios lacustres localizados, observándose delgados paquetes de calizas grises cubiertas por margas a las que les suceden tobas finamente bandeadas.

Dejando a un lado estos últimos elementos que sólo afloran en la mitad oriental del área representada en el mapa, las rocas de la sucesión riolítica volcánico-sedimentaria de Sierra Grande presentan un cierto "aire de familia" con los afloramientos de litología semejante que se escalonan hacia el oeste por la sierra de la Ventana, Pailemán, Valcheta, sierra Colorada, Los Menucos y Maquinchao.

La sorprendente constancia de valores en las dataciones de los terrenos riolíticos analizados en Los Menucos, Sierra Colorada, La Esperanza, Chasicó y Valcheta (Stipanovic, 1967 *a* y *b*; Halpern, 1968; Stipanovic, Rodrigo, Baulies y Martínez, 1968; Halpern, Linares y Latorre, 1971; Stipanovic y Methol, 1972); se alínean entre los 225 y los 215 m.a.; que induce a interpretar a todos estos fenómenos como fragmentos de un gigantesco evento magmático que abarcó gran parte del área estable del Macizo Nord-Patagónico durante el Triásico inferior y, contrastaría con este nuevo valor de  $180 \pm 5$  m.a. para las rocas riolíticas de Sierra Grande.

## II.4. LOS CUERPOS DE PÓRFIROS RIOLÍTICOS-GRANÍTICOS HIPOABISALES DE SIERRA GRANDE

En el área de Sierra Grande afloran varios cuerpos hipoabisales de composición granítico riolítica y de textura

variable entre las felsitas y los pórfiros graníticos.

En el mapa adjunto se han indicado tres variedades texturales de estos pórfiros por ser éstas las dominantes en cada uno de los cuerpos. Así se han distinguido, siguiendo la nomenclatura propuesta por Stringham (1966, p. 37), los cuerpos felsíticos, megascópicamente afaníticos; los cuerpos pórfiro-riolíticos en donde la relación grandes fenocristales/pasta es inferior a 1: 1, y los que he llamado pórfiros graníticos para indicar una roca de grandes fenocristales de feldespatos con escasa mesostasis y por lo tanto muy próximos a las características texturales de una roca cristalizada bajo un régimen de enfriamiento plutónico.

#### II.4.1. *Los pórfiros graníticos*

En el área de Sierra Grande afloran dos grandes cuerpos de pórfiros graníticos, uno al norte y otro al sur del cuerpo principal de granodiorita.

El cuerpo norte, de aproximadamente 10 por 5 km de extensión, presenta un relieve muy bajo y aplanado.

El afloramiento sur, extensamente cubierto por sedimentos aluvionares modernos, se extiende en un área de 22 por 17 km. En ella sobresalen afloramientos individuales de relieve moderado presentando sus características formas redondeadas, típicas de la escamación esferoidal de los granitos.

Estos pórfiros graníticos son atravesados con frecuencia por diques riolíticos felsíticos. En el afloramiento se observan con color anaranjado amarillento, presentando una textura porfiróide con fenocristales de feldespatos que llegan a sobrepasar los 4 cm. En el interior de cada cuerpo se aprecian rápidos cambios granulométricos y texturales, los que deben dar lugar en el futuro a un estudio más detallado de estos pórfiros.

La descripción que sigue se confeccionó a partir de secciones delgadas practicadas sobre las rocas que megas-

cópicamente se estimaron representativas de los distintos afloramientos.

Al microscopio se aprecian grandes fenocristales de sanidina de hasta 2 y más cm, subidiomorfa, generalmente límpida y maclada según Carlsbad, que predominan sobre los fenocristales de andesina, zonados, de menor tamaño.

Son abundantes los fenocristales de biotita parda con numerosas inclusiones de apatita, con bordes resorbidos y, en muchas oportunidades, con claras evidencias de fractura. Acompañando a la biotita a veces aparecen algunos pocos cristales de hornblenda.

El cuarzo se presenta como cristales xenomorfos o como intercrecimientos con sanidina de diseño complejo o micropegmatítico. A veces estos intercrecimientos, que se producen especialmente en torno a los fenocristales de sanidina, alcanzan un desarrollo tal que conforman la mayor parte de la mesostasis de la roca.

La relación fenocristales/pasta oscila alrededor de 50/50. La pasta, holocristalina y microgranuda, está constituida por sanidina, cuarzo, pequeños cristaltos de biotita y raros ejemplares de plagioclasa. Como minerales accesorios se observan prismas de apatita y zircón y granos de magnetita.

Estos pórfiros graníticos intruyen netamente las rocas del basamento y de la sucesión riolítica volcansedimentaria. En virtud del bajo relieve general de todos los afloramientos de la zona, los contactos se encuentran casi siempre cubiertos por rodados de pendiente o por aluvión moderno, siendo por esta causa difíciles de observar.

El primero en haber advertido el carácter intrusivo de estos pórfiros graníticos dentro de la sucesión riolítica volcansedimentaria fue probablemente el Ing. A. Aguilar, quien estudiando los testigos de perforación de la Mina Delta observó diques o apófisis graníticas intruidos en los aglomerados riolíticos, observación que repitió en el mapeo de superficie de la trinchera noroeste de la Mina Delta II (comunicación oral).

Uno de los lugares donde mejor se observa este contacto es 6,5 km hacia el oeste de la ruta 3 por la picada indicada a Mina Anastasio que parte del km 1296,5 de la Ruta Nacional N° 3. Allí se puede observar un contacto intrusivo vertical de rumbo S-W. La transición del pórfiro granítico al aglomerado riolítico se opera en un ancho de 0,30 m, a lo largo de los cuales se observa la formación evidente de una roca de mezcla.

Contorneando el contacto se ve una aureola de color violáceo en un espesor de 1 m dentro de las rocas riolíticas.

Estos pórfiros graníticos son por lo tanto intrusivos en una serie considerada triásica, debiéndoselos considerar por lo tanto como intruidos cuanto antes durante el Mesozoico.

La marcada recristalización sufrida por las calizas intercaladas entre las tobas de la sucesión riolítica volcano-sedimentaria, podría así asignarse a un incipiente metamorfismo de contacto debido a la elevación de temperatura provocada por la proximidad de estos cuerpos intrusivos.

#### II.4.2. *Los pórfiros riolíticos*

Inmediatamente al noroeste del afloramiento de granodiorita afloran varios cuerpos de una roca de color castaño, a veces rojizo, que culminan en una de las elevaciones topográficas más importantes de la zona, el cerro Chara. Estos cuerpos están constituidos por pórfiros riolíticos de composición mineralógica y textura muy semejantes a la de los pórfiros graníticos, con excepción de la mesostasis que se halla en una proporción relativa más abundante que en estos últimos.

Estas rocas presentan, a igual que los pórfiros graníticos, grandes fenocristales de feldespatos y de cuarzo, pero el tamaño de todos los fenocristales se reduce notablemente hacia las márgenes del cuerpo o hacia las zonas cuspidales, donde la erosión no ha eliminado aún la aureola de enfriamiento rápido y

donde la roca ha tomado aspecto y textura semejantes a las riolitas felsíticas provenientes de ciertos stocks y diques.

Al microscopio estos pórfiros muestran una relación fenocristales/pasta que oscila generalmente entre 30/70 y 40/60. Los fenocristales más desarrollados son los de sanidina que alcanzan 2,5 cm y más. Se presentan subidiomorfos, muy limpidos y transparentes, maclados según Carlsbad. Los fenocristales de plagioclasa (andesina) zonada, con maclas polisintéticas muy finas y generalmente alteradas, alcanzan a ser en ocasiones tan abundantes como los de sanidina ubicando a la roca dentro de las riolitas.

El cuarzo se presenta en fenocristales idiomorfos con secciones exagonales y con golfos de corrosión de hasta 5 mm de diámetro. La biotita de color pardo-verdoso a pardo-rojizo forma fenocristales de sección exagonal de hasta 4 mm de diámetro.

La pasta holocristalina y microgranuda está formada principalmente por pequeños cristales xenomorfos de sanidina y cuarzo y por pequeños prismas de biotita. Con frecuencia se observa en la pasta intercrecimientos de cuarzo-sanidina de forma globular. Como accesorios frecuentes se han observado prismas de apatita, zircón y cristales de magnetita.

#### II.4.3. *Los stocks y diques de riolitas felsíticas*

En el mapa se representaron los dos afloramientos de mayor extensión de las rocas riolíticas a textura felsítica: la denominada Loma Martín al norte y Loma El Jarillal al sur, próxima al arroyo Verde.

Aparte de estos dos grandes afloramientos, aparecen en el área numerosos diques de composición y textura semejantes a la de los cuerpos anteriores los que, a pesar de no haber sido representados en el mapa, poseen una potencia y corrida considerables. La densidad de esta red de diques riolíticos disminuye

en general, a medida que nos alejamos del eje de los grandes afloramientos hipoabisales.

Del punto de vista textural, es de remarcar la existencia, en algunos de estos diques, de una transición hacia pórfiros riolíticos de grano medio, o mismo hacia pórfiros riolíticos de grandes fenocristales. Esto ocurre, en general, cuando la geometría del cuerpo ha determinado un mayor volumen provocando condiciones más lentas de enfriamiento, o una mayor riqueza en el contenido de volátiles.

Sea cual fuere la razón, esta aparición conjunta de los dos tipos texturales de riolitas testimonia inequívocamente de su consanguinidad y sincronismo.

### III. ALGUNAS ESPECULACIONES SOBRE LA INTERRELACION DE LOS DISTINTOS TERRENOS DE COMPOSICION RIOLITO-GRANITICA EN EL MACIZO NORD-PATAGONICO

Así como existe unidad de criterio para considerar a gran parte de las vulcanitas riolíticas del Macizo Nordpatagónico como resultantes de una serie de episodios de un ciclo magmático de edad eotriásica, en lo que respecta a las plutonitas de este ambiente geológico, las diferentes relaciones que guardan los diversos plutones con los terrenos intruidos, las diferencias de composición y de textura que fácilmente se aprecian entre afloramientos de localidades distintas y las dataciones absolutas que se han logrado en los últimos años, permiten diferenciar acontecimientos magmáticos intrusivos acaecidos en distintos momentos del Carbónico, del Pérmico superior y aún probablemente, de períodos más recientes.

Las dataciones de edad absoluta publicadas hasta el presente (resumidas en el cuadro 1) permiten agrupar los siguientes ciclos o períodos de actividad magmática:

- a) Rocas graníticas, monzoníticas, cuarzo-dioríticas, dioríticas y adamelíticas de La Esperanza, sierra Colorada, norte de Jacobacci, Piedra del Aguila, río Chico, Gastre (?) y sierra Mora con dataciones de alrededor de 232 m.a. correspondientes al Pérmico superior.
- b) Rocas graníticas de la sierra de Pailemán y La Potranca, con dataciones de 270 y 275 m.a. correspondientes a la base del Pérmico.
- c) Rocas graníticas del cerro Moro y gneises de Mina Gonzalito con dataciones de 315 m.a. correspondientes al Carbonífero medio.
- d) Finalmente las rocas graníticas de Valcheta con sus 335 m.a. corresponderían a la datación del cuerpo plutónico más antiguo realizada hasta el presente en el ámbito del Macizo Nordpatagónico.
- e) Las rocas riolíticas de Los Menucos, sierra Colorada, Chasicó, Valcheta, La Esperanza, y Lihuel Calel (La Pampa), todas se alinean alrededor de una datación vecina a los 226 m.a. correspondientes al límite permotriásico.

En cuanto a las rocas riolíticas subvolcánicas de tan amplia distribución espacial en el Macizo Nordpatagónico es poco lo que conocemos acerca del momento de su intrusión. Los haces de diques felsíticos de riolitas anaranjadas que atraviesan en todas direcciones las vulcanitas de la Formación Los Menucos (Corbella, 1973) y los sedimentos continentales, tobas y tufitas con flora de *Dicroidium* y pisadas de reptiles que afloran en Los Menucos, así como los stocks felsíticos que afloran al sur de esta localidad y en sierra Colorada, parecerían ser los representantes hipoabisales de un ascenso subvolcánico póstumo del período magmático eotriásico. Al menos así lo autorizan a suponer, no sólo las relaciones de campo, sino también las dos dataciones realizadas por Halpern *et al.* (1971) sobre rocas refe-

CUADRO I

Cita	Muestra	Lugar	Roca	Laboratorio y método	Edad m.a.
Stipanovic 1947	26 a	Lagunas Dulces (al N de San Antonio Oeste)	granodiorita	Shell Houston Texas Sr/Rb	249 ± 10
	b		»	Ar/K	248 ± 10
Halpern 1968	N1	La Esperanza	granito	Rb/Sr	232 ± 4
	N2	»	monzonita		232 ± 4
	N9	Sierra Colorada	cuarzo monzonita		232 ± 4
	N10	»	cuarzo diorita		232 ± 4
	N11	»	»		232 ± 4
	N14	85 km al N de Jacobacci	diorita		232 ± 4
	N18	Piedra del Aguila	cuarzo diorita		232 ± 4
	N19	»	adamellita		232 ± 4
Stipanovic y Linares 1969	18	Gastre Valcheta	tonalita	Shell Houston Texas Ar/K	202 ± 2
	21		porfírita		
			a) roca total	Sr/Rb	228 ± 20
			b) ortosa	»	222 ± 20
			c) promedio		225 ± 20
	25	Río Chico (próximo a Ja- cobacci)	granito	Ar/K	238 ± ?
Halpern <i>et al</i> 1971	H-6927	2 km al W de Lihuel Calel - La Pampa	riolita	Universidad de Te- xas Dallas Sr/Rb	226 ± 7
	N-7	10 km al NW de Los Me- nucos	toba vitrocrystalina		226 ± 7
	N-16	15 km al S de Chasico	aplita granítica		226 ± 7
	N-4	12 km al SE de La Espe- ranza	pórfiro dacítico		226 ± 7
	N8-II	5 km al SW de Sierra Colorada	riolita		226 ± 7
	G-11	Pozo YPF 611-20 km al N de Challaco - Neuquén	granodiorita		226 ± 7
Stipanovic y Methol 1971		Cerro Moro	granito aplítico		315 ± 10
		Mina Geotecnica	gneiss		315 ± 10
		Valcheta	granito		335 ± 16
		Gastre	»		335 ± 75
		Sierra Mora - Chubut	»		230 ± 40
		Sierra de Paileman	»		270 ± 10
		La Potranca - Chubut	»		275 ± 55
		Sierra Grande	porfírita diorítica		180 ± 5
	N8-I	Sierra Colorada	efusiva		220
N6-II	15 km al NW de Los Me- nucos	»		220	

ridas a la Formación Sierra Colorada (la que originalmente incluía los diques riolíticos anaranjados). Tanto la muestra N16 al sur de Chasicó, como la N4 al sudeste de La Esperanza, han arrojado valores ( $226 \pm 7$  m.a.) coincidentes con esta interpretación.

En el caso presente de los cuerpos hipoabisales de Sierra Grande, nuevamente diques y cuerpos de felsitas riolíticas atraviesan e intruyen rocas de la sucesión riolítica volcano-sedimentaria.

Como hemos visto, estas felsitas son sincrónicas y consanguíneas a los pórfiros riolíticas, representantes subvolcánicos, a nuestra estima, de los pórfiros graníticos. Las felsitas riolíticas, pues, caracterizarían a un magmatismo terminal enraizado en las fisuras profundas de los plutones durante la última etapa de su enfriamiento.

Si las dataciones de edad absoluta que se realicen así lo autorizaran, los cuerpos de pórfiros graníticos y riolíticos junto con las tobas, aglomerados y riolitas, podrían representar una asociación ígnea de epizona donde estarían vinculados en un mismo evento magmático, plutonismo y volcanismo.

#### IV. EMPLAZAMIENTO DE LOS YACIMIENTOS FLUORITICOS

Desde hace más de una década en que fue manifestado el primer descubrimiento de fluorita en el área hasta el presente, numerosos prospectores, martillo en mano han recorrido detalladamente toda la región en búsqueda de nuevos afloramientos de ese mineral. En el mapa adjunto se señala la ubicación de las manifestaciones halladas en el área. Se trata en su mayor parte de filones epitermales de relleno de fracturas y reemplazo de composición fluorita-calcedonia, o en algunos pocos casos, de mantos provocados por el reemplazo de fluorita en calizas.

Independientemente del mecanismo de precipitación así como del metalo-

tecto que ha dado lugar al emplazamiento de los yacimientos, podemos observar en el mapa una sugestiva relación de vecindad entre el lugar de emplazamiento de los yacimientos de fluorita y el de los cuerpos hipoabisales pórfiro-granítico-riolíticos. Esta relación señala a los cuerpos hipoabisales como posibles causantes de la movilización o removilización de la fluorita a nivel regional.

Así vemos que algunos de los yacimientos fluoríticos se hallan emplazados, sea dentro mismo de los cuerpos pórfiro-graníticos, sea dentro o próximos a un cuerpo felsítico. La mayor parte, sin embargo, están encajados dentro de rocas pertenecientes a la sucesión riolítica volcano-sedimentaria. En este caso, podemos pensar que dada su ubicación próxima al eje de los afloramientos porfíricos, ellos se hallan alojados en las rocas volcánicas que constituyen el techo de un cuerpo subterráneo que vincula sub-superficialmente a dichos pórfiros.

Esta vinculación espacial entre pórfiros y mineralización se ve aún reforzada por la existencia de varios cuerpos de fluorita en el contacto mismo de los filones felsíticos, y por las impregnaciones fluoríticas que acompañan los contactos de algunos de estos filones.

Esta relación entre los representantes de un evento magmático terminal y los procesos de mineralización fluorítica, a más de la sugestiva disposición peri e intra-plutónica de la mayor parte de los yacimientos hasta ahora descubiertos, podría constituir una guía geológica para la selección de áreas en vista a una campaña de prospección futura. En este sentido y hasta el presente, todo parecería señalar de forma muy "emmoniana" que la mineralización fluorítica se habría alojado en el techo de las cúpulas o en las rocas más o menos contiguas a los cuerpos intrusivos. Bajo la óptica de esta interpretación, recordemos con Emmons (1938 y 1940) que la densidad de mineralizaciones en superficie depende en gran medida del

nivel de erosión al que haya sido reducida la zona. En la suposición que los cuerpos porfíricos hallados no representan más que las partes cuspidales de un cuerpo plutónico de mayor extensión, que no sólo vincula a los primeros sub-superficialmente entre sí sino que puede tener una extensión transversal mayor, no deberán descartarse áreas prematuramente. Si bien la erosión puede no haber puesto aún al descubierto las partes apicales de los stocks graníticos o sus rocas pórfiro-riolíticas asociadas, será necesario estar atento a detectar las zonas de volcanitas que hayan constituido el techo de dichas intrusiones y que ya hayan sido lo suficientemente denudadas por la erosión como para haber alcanzado los niveles mineralizados contiguos a las cúpulas plutónicas.

LISTA DE TRABAJOS  
CITADOS EN EL TEXTO

- Braitsch, O., 1965. *Das Paläozoikum von Sierra Grande (Prov. Río Negro, Argentinien) und die Altkaledonische Faltung im östlichen Andenvorland*. Geologische Rundschau, Band 54, Heft 2.
- Buddington, A. F., 1959. *Granite emplacement with special reference to North America*. Geol. Soc. Am. Bull., 70, 671-747.
- Corbella, H., 1973. *Basaltos nefelínicos asociados al graben del cerro Piche, Macizo Nord-patagónico, provincia de Río Negro, República Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXVIII, Nº 3, p. 209-218.
- De Alba, E., 1964. *Descripción geológica de la Hoja 41 j - Sierra Grande*. Min. de Economía, Dirección Nac. de Geol. y Minería.
- Emmons, W. H., 1938. *Gold deposits of the world*. Mc Graw-Hill, New York.
- Emmons, W. H., 1940. *The principles of economic geology*. Mc Graw-Hill, New York.
- Halpern, M., 1968. *Ages of Antarctic and Argentine rocks bearing on continental drift*. Earth and Planetary Science Letters, 5, 159-167.
- Halpern, M., Linares, E. y Latorre, O., 1971. *Edad rubidio estroncio de rocas volcánicas e hipoabisales (?) del área norte de la Patagonia*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVI, 2, 169-174.
- Müller, H., 1964. *Zur Altersfrage der Eisenerz Lagerstätte Sierra Grande Río Negro in nord Patagonien aufgrund neuer Fossilien*. Geologische Rundschau, Band 54, 715.
- Navarro, H., 1962. *Geología estructural de los yacimientos sud y este de Sierra Grande, Provincia de Río Negro*. Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas, II, 154-161.
- Stipanovic, P. N., 1967 a. *Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y del Mesozoico*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII, 2, 101-134.
- Stipanovic, P. N., 1967 b. *Las sucesiones triásicas argentinas. La estratigrafía del Gondwana*. Coloquio de la U.I.C.G., UNESCO, 2, 1121-1149.
- Stipanovic, P. N., Rodrigo, F., Baulies, O. L. y Martínez, C. G., 1968. *Las formaciones pre-senonianas en el denominado Macizo Nord-patagónico y regiones adyacentes*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIII, 2, 67-88.
- Stipanovic, P. N. y Linares, E., 1969. *Edades radiométricas determinadas para la Argentina y su significado geológico*. Bol. Acad. Nac. Cs. Rep. Arg., XLVII, ent 1ª, Córdoba.
- Stipanovic, P. N. y Methol, E. J., 1972. *Macizo de Somun Cura*. Geología Regional Argentina, Academia Nac. de Ciencias, Córdoba.
- Stringham, B., 1966. *Igneous rock types and host rocks associated with porphyry copper deposits*. Geology of the porphyry copper deposits, 35-40. The University of Arizona Press.
- Valvano, J. A., 1954. *Los yacimientos de Sierra Grande, territorio nacional de Río Negro*. Informe inédito. D.N.M.
- Zöllner, W., 1951. *Informe geológico económico del yacimiento ferrífero de Sierra Grande, territorio nacional de Río Negro*. Informe inédito. D.N.M.

Recibido el 11 de junio de 1973.

ESTUDIO DE LA MINERALIZACION  
DEL YACIMIENTO "LA NIQUELINA", PROVINCIA DE SALTA  
Y UN ANALISIS COMPARATIVO DE SUS POSIBLES RELACIONES  
CON LOS DEPOSITOS "ROMICRUZ" Y "ESPERANZA"

POR MILKA K. DE BRODTKORB<sup>1</sup>

RESUMEN

El estudio mineralógico del yacimiento La Niquelina determinó una paragénesis semejante a las de los yacimientos Esperanza y Romicruz lo que hace que se puedan incluir en una misma subprovincia metalogenética.

La asociación mineralógica corresponde a una paragénesis de U, Ni, Co, Cu, Pb y Zn e incluye los siguientes minerales: pechblenda, niquelina, gersdorffita, maucherita, millerita, hauchecornita?, calcopirita, tetraedrita s.l., blenda, galena, pirita, bismuto nativo y argentita.

ABSTRACT

The mineralogical study of the La Niquelina deposit has defined a paragenesis similar to the Esperanza and Romicruz deposits, which means that it could be included in the same metalogenetic subprovince.

The mineralogic association corresponds to a paragenesis of U, Ni, Co, Cu, Pb and Zn and includes the following minerals: pitchblende, niccolite, gersdorffite, maucherite, millerite, haucherconite?, chalcopyrite, tetraedrite, sphalerite, galena, pyrite, bismuth and argentite.

INTRODUCCION

Con este trabajo la autora presenta el estudio de otra mineralización del NW argentino perteneciente a la asociación U, Ni, Co, Cu, Pb y Zn, siendo "Esperanza" (Brodtkorb 1965) y "Romicruz" (Brodtkorb 1972) los otros dos yacimientos tratados anteriormente.

La relativa cercanía de estos depósitos entre sí y su ubicación en un mismo ambiente geológico, hacen pensar que

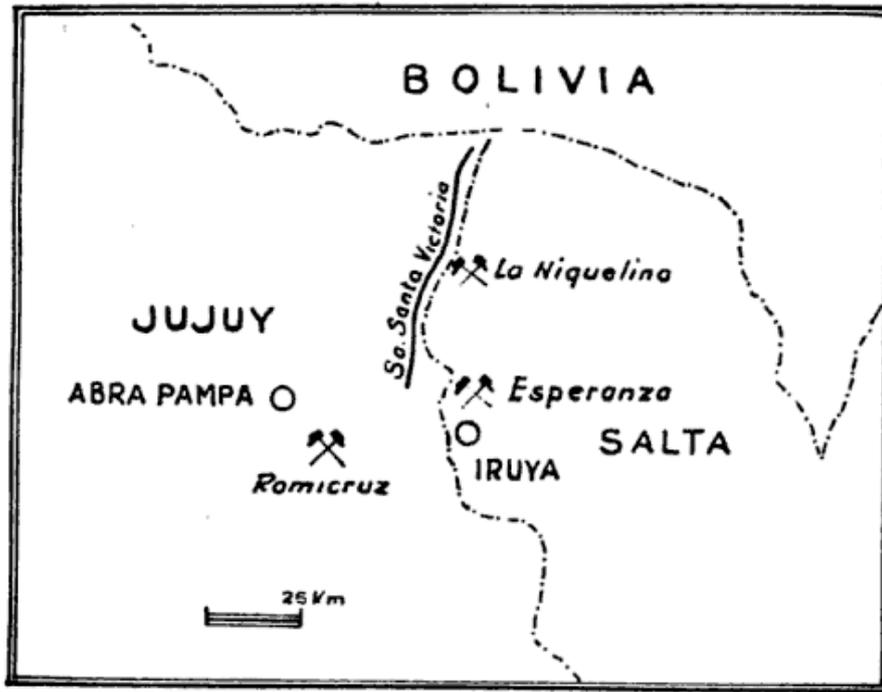
se trata de mineralizaciones relacionadas a un único ciclo magmático y por ende a una sola subprovincia metalogenética. Por esta reflexión se hace al final del trabajo un cuadro comparativo de las especies minerales encontradas en estos depósitos y una breve relación entre ellos.

GENERALIDADES

La mina "La Niquelina" se halla situada en el paraje denominado Rodeo de Tuctuca, Quebrada Blanca, sobre la falda oriental de la sierra de Santa Victoria, en el departamento homónimo, provincia de Salta.

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

Servicio Nacional Minero-Geológico, Trabajo publicado con la anuencia de sus autoridades.



Mapa de ubicación

Fernández Lima (1953) distinguió en la zona tres unidades geológicas: areniscas silicificadas del cámbrico (Formación Cajas), lutitas del ordovícico (Formación Santa Rosita) y relleno moderno.

El yacimiento, según Angelelli (1950) ocupa un área de cierta consideración a juzgar por las manifestaciones existentes, tanto en las zonas de las labores como en sus cercanías. Está representado por un sistema de varias vetas y por delgadas guías que son relleno de diaclasas. Por lo general las vetas están constituidas por abundante material brechado de la roca de caja, dentro del cual aparecen los minerales metalíferos distribuidos en forma discontinua. En la mayoría de los casos estas vetas se sitúan dentro de las lutitas, aunque también se las observa en el contacto lutita-arenisca o dentro de la arenisca. La mineralización ha formado no solamente las guías y venas de especies metalíferas sino también de cuarzo lechoso y una intensa impregnación de pirita en las lutitas y de niquelina en las cuarcitas. La ganga está constituida por carbonatos y cuarzo y como producto de oxida-

ción se encuentra annabergita, limonita y escasos minerales oxidados de cobre.

#### MINERALOGIA

Este estudio mineralógico se efectuó en dos etapas y sobre dos grupos de muestras algo diferentes. En 1960 le correspondió a la autora hacer una determinación mineralógica en la Comisión Nacional de Energía Atómica pues se había detectado radiactividad en unas muestras provenientes de ese depósito. Del estudio mineralógico surgió la presencia de pechblenda, asociada a gersdorffita, calcopirita, blenda, galena, tetraedrita y pirita, siendo la roca de caja una lutita. En 1972 se obtuvieron del archivo del Servicio Nacional Minero Geológico trozos megascópicamente clasificados como niquelina.

El estudio microscópico del primer grupo de muestras reveló que la mineralización se encuentra finamente diseminada y en delgadas venillas, menores de 1 mm de espesor.

La pechblenda se presenta en cintas botrioidales (figs. 1 y 2) o en granos re-

dondeados, y suele estar algo alterada observándose entonces las formas más oxidadas de  $UO_2$ . Las fracturas originadas por el encogimiento del crecimiento botrioidal están rellenas por calcopirita y algunas veces por gersdorffita. Cuando la pechblenda estuvo en contacto con calcita isotropizó a esta última.

La mineralización de la gersdorffita se produjo en forma diseminada y sólo algunas veces se observa su situación paragenética entre pechblenda y sulfuros (fig. 2). Los granos son frecuentemente subidio- a idiomorfos prevaleciendo las formas [211] en combinación con [100] y [111]. En el centro de las agrupaciones se observan espacios comúnmente rectangulares, dudándose si interpretarlos como huecos de crecimiento o inclusiones de minerales transparentes (fig. 3). En 1965, en el Instituto de Mineralogía y Geología de Munich, Rep. Fed. Alemana, se efectuó un análisis semicuantitativo de este mineral con una microsonda que evidenció la presencia de Ni, As, S y cantidades menores de Co y Fe, confirmando la determinación óptica, ya que por su pequeño tamaño no se podía efectuar una separación para un análisis de difracción roentgenográfica.

Luego precipitó una importante mineralización que consiste en calcopirita y blenda, y en menor cantidad galena, tetraedrita s. l. y pirita. Estos minerales se encuentran asociados en pequeñas agrupaciones que a su vez están diseminados dentro de la lutita.

El segundo grupo de muestras presenta una mineralización maciza. La niquelina cristalizó con fuerte tendencia zonal que se manifiesta por simple ataque del aire y porque hacia los bordes se efectúa un intercrecimiento zonal con gersdorffita. Termina ésta en cristalización maciza hacia la ganga y venillas que atraviesan a la niquelina. En pequeña cantidad se observan Bi nativo y argentita dentro de la niquelina.

A continuación comenzó la mineralización de las especies que cristalizan a más baja temperatura. Se observa que la



Fig. 1. — Inmersión en aceite.  $\times 100$ . Pechblenda botrioidal y calcopirita ubicada en las fracturas de encogimiento de aquellas.



Fig. 2. — Inmersión en aceite.  $\times 100$ . Pechblenda botrioidal, gersdorffita (g), blenda (bl) y calcopirita (cp).

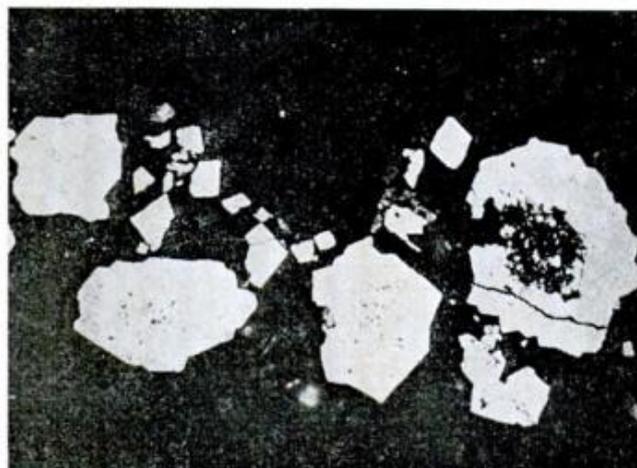


Fig. 3. — Inmersión en aceite.  $\times 100$ . Asociación de cristales de gersdorffita, en parte idiomorfos, en las que se observa microbrechamiento.

CUADRO 1

Comparación mineralógica entre los tres yacimientos

Mineral	Comp. química	La Niquelina	Romicruz	Esperanza
Pechblenda	UO <sub>2</sub>	×	×	×
Niquelina	NiAs	×	×	
Rammelsbergita	NiAs <sub>2</sub>		×	
Ullmannita <sup>1</sup>	NiSbS			×
Gersdorffita <sup>1</sup>	NiAsS	×	×	
Maucherita	Ni <sub>&lt;3</sub> As <sub>2</sub>	×		
Millerita	NiS	×		×
Linneita s. l.	(Ni, Co) <sub>2</sub> S <sub>4</sub>			×
Hauchecornita ?	(Ni, Co) <sub>6</sub> (Bi, Sb) <sub>2</sub> S <sub>8</sub>	×		
Bornita	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>		×	×
Calcopirita	CuFeS <sub>2</sub>	×	×	×
Tetraedrita-tennantita	Cu <sub>3</sub> (Sb, As)S <sub>2-25</sub>	×	×	×
Calcosina	Cu <sub>2</sub> S		×	×
Covelina	CuS		×	×
Blenda	ZnS	×	×	×
Galena	PbS	×	×	×
Pirita	FeS <sub>2</sub>	×	×	
Oro	Au		×	
Bismuto	Bi	×		
Argentita	Ag <sub>2</sub> S	×		

<sup>1</sup> Si se supone que la gersdorffita y la ullmannita pertenecen a una misma serie isomorfa (Ramdohr 1970) se las puede considerar para nuestro esquema de homologación como una misma especie.

<sup>2</sup> Mencionada por Chomnales *et al.* (1960).

niquelina y la gersdorffita están surcadas por numerosas venillas formadas por aquellas especies. Estas venillas son largas y de sólo 50-100 micrones de ancho y por tramos cambian de composición mineralógica. El mineral más abundantes es la maucherita, le sigue calcopirita asociada a millerita y hauchecornita ?. También se encuentra argentita y Bi nativo.

La gersdorffita de estas muestras pudo

confirmarse mediante Rayos X y el diagrama es similar a la gersdorffita del yacimiento Crean Hill, Sudbury, Canadá (ficha ASTM n° 10-470).

La millerita se presenta siempre en forma tabular, asociada a calcopirita, hauchecornita ? y reemplazando a maucherita.

La supuesta hauchecornita tiene las siguientes propiedades: poder reflector algo más bajo que calcopirita, color ro-

sado-pardusco, dureza mayor a la de la calcopirita, isótropo o levemente anisótropo. Por la asociación paragenética se pensó que podría tratarse de hauchecornita; de este mineral hay pocas referencias bibliográficas, pero se lo describe como más anisótropo, por lo que la hauchecornita? de La Niquelina tendría que ser determinada con microsonda.

La argentita se presenta alotriomorfa y preferentemente asociada a los sulfuros. El Bi nativo, en forma de "chispas" de 10-50 micrones, es frecuente en los bordes de la venilla.

En este segundo grupo no se observó pechblenda por lo que no se puede establecer si ésta o la niquelina fue el primer aporte de mineralización.

#### CONCLUSIONES SOBRE LOS TRES YACIMIENTOS

Los tres yacimientos, La Niquelina, Romacruz y Esperanza se caracterizan por una mineralización que comienza con minerales de U, Ni, Co, (Bi, Ag) para continuar con una paragénesis abundante en sulfuros de Cu, Pb y Zn, pudiéndose considerar mesotermiales.

La similitud mineralógica entre estos tres depósitos es grande como se puede apreciar en el cuadro 1, más sabiendo que las muestras son de superficie, de trincheras, de galerías poco desarrolladas y a lo sumo de algunas decenas de metros de profundidad. Los yacimientos no están estudiados en toda su magnitud geológica ni mineralógica y es factible que haya más depósitos en la zona denominados "de cobre" o "de galena" que pertenezcan a la misma familia. También es previsible que estos tres yacimientos presenten en profundidad una mineralogía más rica en especies.

Como se puede ver en el mapa de ubicación, los yacimientos La Niquelina y Esperanza se encuentran en el faldeo

oriental de la sierra de Santa Victoria, mientras que el depósito Romacruz se ubica al oeste de dicha serranía. Según Coira (1973), el ambiente geológico de estos tres yacimientos correspondería a Puna o umbral de Cordillera Oriental.

Teniendo en cuenta las características mineralógicas ya expuestas como su localización, podría pensarse que nos encontramos ante mineralizaciones posiblemente relacionadas a un mismo ciclo magmático, si bien en esta zona no están definidos hasta ahora los diferentes episodios eruptivos como para poder vincularlos a uno de ellos.

Con la problemática expuesta se quiere dejar puntualizado el interés científico y económico que puede revestir esa área.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Angelelli, V., 1950. *Recursos minerales de la Rep. Argentina*. I Yac. met. Rev. Inst. Inv. Museo Arg. Cs. Nat.
- Brodtkorb, M. K. de, 1965. *Estudio de la mineralización del yacimiento "La Esperanza", prov. de Salta*. 2ª Jorn. Geol. Arg. Tomo I, en Acta Geol. Lilloana, Tomo V. Tucumán.
- 1972. *Hallazgo de pechblenda en la Mina Romacruz, prov. de Jujuy*. V Congreso Geol. Arg. Córdoba.
- Coira, Beatriz, 1973. *Comunicación verbal*.
- Chomnals, R. R., R. Vázquez y R. Palou, 1960. *Noticia preliminar sobre la existencia de mineral de Níquel en la Mina Purísima (Rumacruz), Depto. Cochínoca, Jujuy*. Inst. Geol. Min. Com. 2. Jujuy.
- Fernández Lima, J. C., 1953. *Informe sobre la Mina "La Niquelina", Dpto. de Santa Victoria, prov. de Salta*. Dir. Nac. de Geol. y Min. Informe inédito.
- Ramdohr, P., 1970. *The ore minerals and their intergrowths*. Pergamon Press.
- Uytenbogaardt, W. y E. A. Burke, 1971. *Tables for microscopic identification of ore minerals*. Elsevier Publ. Co.

Recibido el 29 de junio de 1973.

PETROLOGIA Y LITOESTRATIGRAFIA  
DE LAS SEDIMENTITAS PALEOZOICAS DE HUACO, SAN JUAN  
REPUBLICA ARGENTINA

POR ELDA CRISTINA DI PAOLA<sup>1</sup> Y HUMBERTO GERVASIO MARCHESI<sup>2</sup>

RESUMEN

Se describen las características petrográficas y petrológicas de la Caliza San Juan y de las sedimentitas clásticas del Grupo Paganzo, en la localidad de Huaco. Las calizas son micrisubesparitas y esparitas oligofosilíferas, fosilíferas, oligointraclásticas e intraclásticas, depositadas en ambiente costanero entre mareas, y ocasionalmente, sobre el nivel de alta marea. Las estructuras más conspicuas son: estratificación, laminación, corte y relleno, surco y relleno, y aquellas resultantes de procesos de nodulación. Los restos orgánicos son más abundantes hacia el techo de la formación.

El Grupo Paganzo está constituido por una secuencia sedimentaria formada en la porción inferior, por arenitas y pelitas grisáceas y amarillentas, con intercalaciones carbonosas y restos de plantas. Se ha denominado a esta sección Formación Cerro Pocito. La porción superior de la columna está constituida por arenitas de color rojo con escasas intercalaciones psefiticas. Para esta sección se ha conservado el nombre de Formación Patquia. La mineralogía de toda la columna es muy monótona e indica proveniencia de rocas plutónicas ácidas y en menor proporción, de metamorfitas y sedimentitas. El ambiente de deposición ha sido palustre para la parte inferior de la Formación Cerro Pocito, y fluvial para el resto. La asociación mineralógica deposicional y diagenética *caolinita-óxido de hierro* indica clima hidrolizante, para ambas formaciones. Se considera que parte de la Formación Patquia podría tener edad carbónica.

ABSTRACT

Petrographic and petrological features of Caliza San Juan and the Paganzo Group around Huaco are described. The limestones are oligofossiliferous, oligointraclastic, fossiliferous and intraclastic micrisubesparites and sparites, deposited in neritic environment, along intertidal zones and occasionally in supratidal zones. Stratification, lamination, scour and fill, cut and fill as well as structures derived from nodulation processes, are the most conspicuous structures.

The Paganzo Group is composed a sedimentary sequence, the lower part (named in this paper Cerro Pocito Formation) is formed by grayish and yellowish pelites with plant debris and arenites, with carbonaceous layers interbedded. The upper part of the Paganzo Group, Patquia Formation, is composed by red arenites with some interlayered conglomerate beds. The mineralogical composition of these rocks is monotonous, namely derived from acid plutonic rocks and in minor proportion from metamorphic and sedimentary rocks. The dominant depositional and diagenetic mineralogical association is *caolinite and ferric pigment*, which evidence hot and humid climates. A carbonic age is considered for the lower part of Patquia Formation. The sedimentary environment was paludal for the lower part of Cerro Pocito Formation and fluvial for the rest of the sequence.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U. B. A. Departamento de Ciencias Geológicas.

<sup>2</sup> Miembro de la Carrera de Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U. B. A. Departamento de Ciencias Geológicas.

### INTRODUCCION

La comarca estudiada se encuentra ubicada en el noroeste de la Provincia de San Juan, aproximadamente a 20 km de la localidad de Jáchal (fig. 1). Las sedimentitas forman allí un gran anticlinal, bien conocido en la literatura geológica, cuyo núcleo está constituido por la Caliza San Juan (Llanvirniano) y sus flancos por sedimentitas del Grupo Paganzo (Carbónico-Pérmico). El análisis petrológico se realizó con muestras seriadas, extraídas en el flanco oriental de dicho anticlinal.

### CALIZA SAN JUAN

El muestreo de las calizas consistió en la extracción de una muestra orientada, cada siete metros aproximadamente. Cada muestra fue cortada en el gabinete, perpendicularmente al plano de estratificación, con el fin de obtener superficies lisas, en las cuales se visualizan claramente estructuras internas a

ojo desnudo o con lupa binocular (hasta 30 aumentos). Para facilitar la observación de dichas estructuras, o la de otros rasgos no tan fácilmente determinables, se trataron las superficies cortadas con ácido clorhídrico al 10 %, durante un minuto. Es necesario enfatizar que, en el estudio de las calizas y en particular de las Calizas San Juan, es muy importante la determinación de las estructuras internas, ya que casi todas las observaciones y descripciones se refieren a caracteres macroscópicos superficiales, como por ejemplo el color, la estratificación y algunos otros rasgos, puestos en evidencia, por la disolución diferencial de la superficie expuesta a la meteorización. Por lo tanto, el estudio de las secciones cortadas y atacadas con ácidos constituye un método rápido y eficaz para efectuar la descripción petrográfica, que debe ser complementada con la observación de cortes microscópicos. La microscopía de cortes delgados permite hacer determinaciones que requieren mayor resolución, tales como diferenciar micrita de subsparita, de-

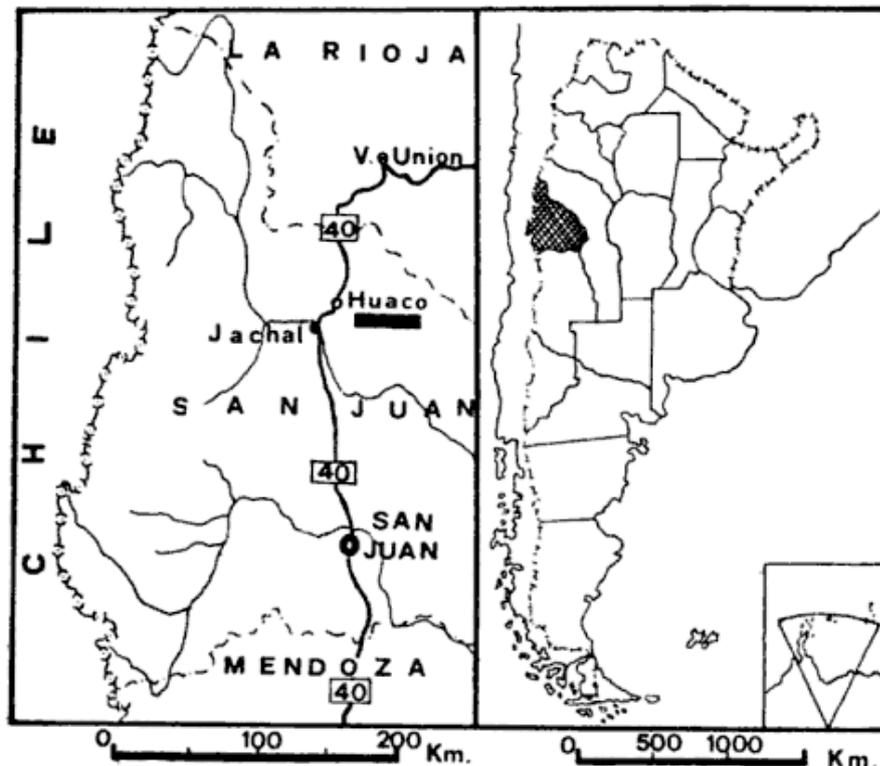


Fig. 1. — Plano de ubicación

tectar fenómenos de neomorfismo, presencia de componentes terrígenos, de restos orgánicos u organismos pequeños, etc. La utilización de cortes delgados trae aparejado el problema de que resultan siempre insuficientes en cantidad para determinar las variaciones texturales que estos tipos de rocas poseen en muy cortos trechos.

*Litología y estructuras.* — Las carbonatitas de las calizas de San Juan, asignadas hasta el presente al Ordovícico (Llanvirniano), tienen en Huaco un espesor parcial de 154 m. Su base, como ocurre en diversas localidades, no aflora. En su techo se apoyan las sedimentitas del Grupo Paganzo en relación de aparente concordancia. Desde la base hacia el techo, las calizas están bien estratificadas, en bancos de 40 - 60 cm de espesor, los cuales a su vez poseen internamente estratificación paralela fina a mediana (1 a 30 cm) <sup>1</sup>. El espesor promedio de los bancos disminuye hacia el techo. El color <sup>2</sup>, en la parte inferior, es gris claro N 7, luego predominan los colores gris mediano oscuro N 4, gris oliva 5Y 4/1, gris amarillento 5Y 8/1 a gris muy claro N 8 y gris oliva claro 5Y 5/2. Localmente hay algunos bancos replegados en pliegues de 2 m de longitud de onda. Se observan asimismo, estructuras aparentemente nodulares, consecuencia de la disolución diferencial de la caliza por meteorización; pequeñas lentes de sílice, restos orgánicos aislados o formando bancos de poco espesor. Se reconocen restos de artejos, pequeños braquiópodos, trilobites, cefalópodos, etc. Los bancos están afectados por diaclasas y atravesados por venillas calcáreas, de extensión y espesor variable. Hay estructuras de corte y relleno (cut and fill), de surco y relleno (scour and fill), y grietas de desecación (?).

<sup>1</sup> Se utiliza la clasificación de McKee y Weir, modificada por Ingram (1954, Bull. Geol. Soc. Am., 64).

<sup>2</sup> The Rock Color Chart, Geol. Soc. Am., 1963.

*Petrografía.* — Los caracteres petrográficos que se describen a continuación han sido observados tanto con lupa binocular como con microscopio.

Los componentes predominantes en toda la sección son los *ortoquímicos*, y entre ellos los más conspicuos son la *micrita*, *micrisubsparita* y *subesparita*. En aquellas zonas que se caracterizan por el aumento de elementos intraclásticos (fig. 2), el ortoquímico predominante es la *esparita*. La subesparita, la micrisubesparita y la esparita parecen haber sido formadas por procesos de neomorfismo, posteriores a la sedimentación.

Entre los *elementos aloquímicos* predominan en la parte inferior de la columna (fig. 2), los *intraclastos*. Se observa un aumento paulatino de *restos orgánicos*, hacia el techo, hasta su total predominio.

El tamaño de los elementos aloquímicos disminuye en general, hacia la parte superior de la Formación: entre los intraclastos predomina el tamaño arena gruesa hasta guija; en los restos orgánicos (con excepción de los enteros), tamaño arena fina, muy fina y limo. En nuestras extraídas de la base de la sección (M 1 y M 2) resulta muy difícil distinguir los intraclastos de las texturas resultantes de procesos de "nodulación".

Los restos orgánicos que predominan, en general están fragmentados, pero hay también individuos enteros. En la muestra M 11, los braquiópodos se encuentran orientados, rasgos éste poco común, ya que en general los fósiles no tienen orientación preferencial. Además de los braquiópodos mencionados hay restos de artejos, trilobites, cefalópodos, algunos no bien determinados: corales?, briozoarios?, formas fusiformes y esferoides, y oncolitos?.

Entre las características se puede mencionar la presencia de *dolomicrita* (más abundante en la parte inferior), y *subesparita* asociada con material ferruginoso y estilolitas. La dolomicrita está ubicada en los planos de sedimentación

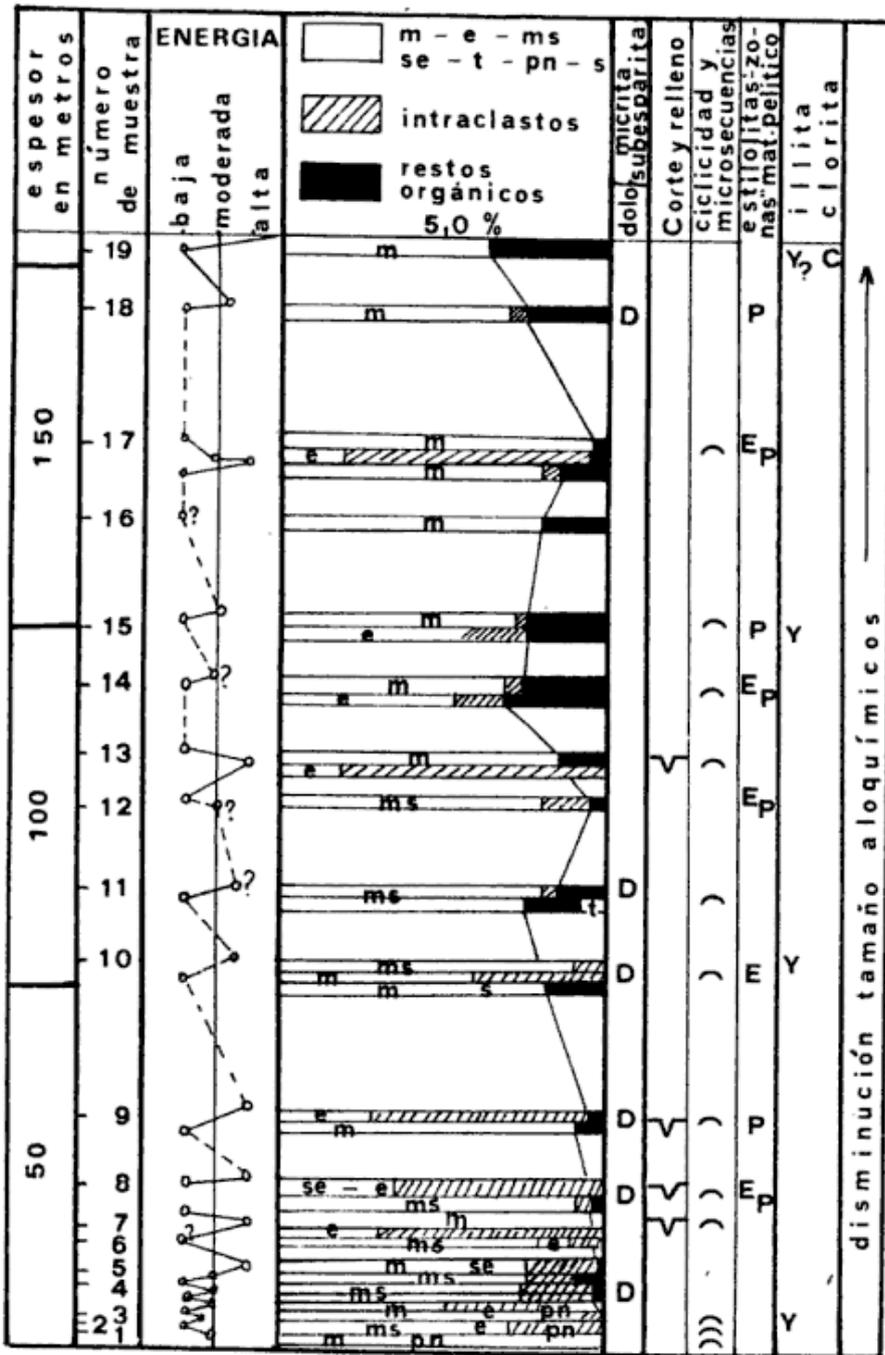


Fig. 2. — Variaciones faciales, composicionales y texturales de la Caliza San Juan

y forma "nidos". Las estilolitas afectan los planos de sedimentación deformándolos y dando lugar a pseudonódulos. Los elementos terrígenos son muy escasos, solamente en una muestra (M 11) hay cuarzo y feldespato tamaño limo y arena muy fina, pero en proporción inferior al 10 % sobre el total de la roca. El material arcilloso, contenido principalmente en las micritas, que fue deter-

minado con rayos X, está constituido principalmente por illita. En una sola muestra se encontró escasa clorita.

En las muestras de la porción inferior hay pirita poco abundante, a veces asociada con restos orgánicos, dispuesta en cristales idiomorfos aislados o formando "nidos". La silicificación ha sido muy pobre en esta sección de la Caliza San Juan, ya que sólo en un nivel, en

donde fue extraída la muestra 10, se encontró una banda de 2 cm de espesor. Hay dolosubsparita asociada con pelitas que se encuentran en las estructuras de surco y relleno (scour and fill). Por último cabe mencionar que, en términos generales, los elementos ortoquímicos predominan sobre los aloquímicos, en casi todas las secciones, exceptuando los niveles ricos en intraclastos.

*Clasificación:* las carbonatitas de Huaco pueden ser clasificadas principalmente como micrisubsparitas y esparitas oligofosilíferas y oligointraclásticas (Marchese y Garrasino, 1967), en menor cantidad hay micritas y micrisubsparitas intraclásticas y fosilíferas. Como se ve reflejado en la fig. 2, debido a la ciclicidad y microsecuencias, en una misma muestra pueden presentarse y repetirse más de dos tipos litológicos.

*Ambiente de Sedimentación.* — Las características texturales y composicionales de la Caliza San Juan indican, en su porción inferior, ambiente deposicional con condiciones físico-químicas aptas para la precipitación de elementos ortoquímicos conjuntamente con la sedimentación de intraclastos. Las características petrográficas de la parte superior indican que las condiciones evolucionaron favoreciendo la proliferación de organismos, su sedimentación y conservación.

Asimismo, la parte inferior de la sección se caracteriza por la abundancia de dolomita, de estructuras de surco y relleno y por la presencia de grietas de desecación (?). Estos rasgos indicarían variaciones energéticas, y pulsaciones cíclicas en el aporte de material y su erosión: depositación subácea seguida por la exposición subaérea del material, resquebrajamiento del mismo y luego su sepultamiento por nuevo aporte.

La alternancia de "láminas" o bandas de distinto tipo de calizas y su composición, señalan que la Caliza San Juan fue depositada en zonas costaneras (tidal flats) ubicadas entre mareas (inter-tidal zones). La energía ambiental pa-

rece haber sido moderada durante la depositación de las calizas de la porción inferior de la columna, con disminución paulatina hacia la parte alta de la misma.

La sedimentación de las calizas tuvo lugar en condiciones de clima cálido (del cual son indicadores), en un ambiente fisiográfico en el que no se registraron variaciones significativas durante la precipitación de las mismas. La ausencia de elementos terrígenos es notable (con la exclusión del tamaño arcilla, asociado a la micrita) y parecería indicar que las áreas positivas eran muy estables, de escaso relieve y/o se encontraban relativamente lejos de la cuenca de sedimentación.

Asimismo, la pendiente debe haber sido extremadamente suave como para permitir la sedimentación entre marcas en una faja litoral de gran amplitud, dejada en descubierto con el movimiento cíclico de las aguas.

#### GRUPO PAGANZO

Está constituido por una secuencia sedimentaria de naturaleza clástica de aproximadamente 1360 m de espesor. Braccini (1946) diferenció en el flanco oriental del anticlinal del Agua Hedionda, las siguientes unidades: Conglomerado basal (20 - 25 m), Esquistos arenosos verdes (40 - 45 m), Areniscas masivas rosadas (230 m), Areniscas blanco amarillentas (210 m), Grupo de las arcillas y areniscas muscovíticas (67 m), Margas rojo sangre (145 m), Grupo de las areniscas esquistosas (140 m), Grupo rojo ladrillo (110 m), Conglomerado silíceo (10 m), Areniscas rojo herrumbre (110 m), Arcillas rosadas (105 m), Grupo de las areniscas eólicas (230 m), Aglomerado porfírico (100 m).

Heim (1949) dividió la misma columna sedimentaria en: a) calizas, c) conglomerados de base (30 m), d) areniscas pardas y blancas con intercalaciones verdosas claras (250 - 280 m), e) Serie del Puente, constituida por 100 m de areniscas blancas y verdosas con 1,5 de

conglomerados, *f*) 600 m de areniscas blancas, rojizas y grises, que forman crestones con conglomerados de cuarcitas, *g*) 300 m de areniscas rojas y verdosas, *h*) 400 m de areniscas claras en cuya base hay un conglomerado. En 1952 el mismo autor hizo otra subdivisión de las mismas sedimentitas y las agrupó en: *a*) Estratos basales (70-80 m aproximadamente), *b*) Arcilla basal del cerro Pocito, *c*) Estratos de Guandacol, constituidos por 350 m de areniscas parduscas, grises y blancas con ondulitas, *d*) Estratos de Tupe (200 m) que incluye la Serie con carbón, areniscas micáceas grises con intercalaciones de arcillas arenosas, *e*) Serie de la Piedra mala (500-700 m) y *f*) Serie Roja (600-800 m).

Scalabrini Ortiz (1970) diferenció en Huaco las Formaciones Guandacol, Tupe y Patquía, homologándolas con las sedimentitas que Braccacini (*op. cit.*) denominó Areniscas masivas rosadas, Areniscas blanco amarillentas y desde Margas rojo sangre en adelante, respectivamente.

*Edad, nomenclatura estratigráfica.* — Braccacini (1946, pp. 24) consideró que las sedimentitas comprendidas entre su "conglomerado basal" y el "Conglomerado silíceo" serían de edad carbónica, en tanto que aquéllas ubicadas entre este último y las Arcillas rosadas, serían pérmicas. El resto correspondería al Triásico.

Heim (1949) asignó sus unidades *d*) hasta *f*) al Carbónico y *g*) hasta *h*) al Pérmico. En 1952 consideró a los Estratos de Guandacol y Tupe de edad carbónica inferior y carbónicos superiores a los de Patquía.

Tanto en la observación de los afloramientos como en los estudios petrográficos realizados resulta evidente que el primer criterio que puede ser utilizado para su denominación es la existencia de una secuencia de "estratos rojos" en la mitad superior de la columna estratigráfica. Las sedimentitas que se encuentran por debajo de ellos podrían ser subdivididas quizá, en dos entida-

des: una inferior de menor granometría y con colores predominantes gris oliva (fig. 3 y 4) y otra superior, de granometría mayor y colores pardo amarillento y blanco rosado.

Para la porción correspondiente a los "estratos rojos" los autores del presente trabajo consideraron conveniente conservar la denominación de Formación Patquía utilizada por otros geólogos, homologando dicha sucesión con otras sedimentitas *litológicamente muy semejantes del extremo occidental de la Cuenca del Grupo Paganzo.*

Respecto a las sedimentitas infrayacentes, se considera que queda sujeto a discusión si las mismas corresponden a los miembros superior y medio de la Formación Guandacol, o si sólo representan a la Formación Tupe o si son equivalentes laterales de ellas, sin ninguna relación genética.

Los autores del presente trabajo, luego de la comparación de la litología y del estilo sedimentario de estas sedimentitas con las de comarcas vecinas, especialmente las del Cerro Guandacol, consideran conveniente introducir la denominación de Formación Cerro Pocito para todas las sedimentitas que se encuentran por debajo de los primeros niveles rojizos que marcan la base de la Formación Patquía (fig. 3).

Las similitudes y diferencias litológicas y sedimentarias con otras localidades de la Cuenca del Grupo Paganzo, serán discutidas después de la descripción petrográfica y de la interpretación petrológica correspondientes a las rocas del área estudiada.

**CARACTERES LITOLÓGICOS GENERALES.** — *Formación Cerro Pocito:* Posee un espesor aproximado de 530 m. Comienza con un conglomerado polimíctico de espesor variable (hasta 25 m), constituido por fragmentos de la caliza infrayacente, de rocas pelíticas y plutónicas. Sobre el conglomerado se asientan lutitas que alternan con areniscas de grano mediano y fino, poseen colores que predominan en la gama de los grises (fig.

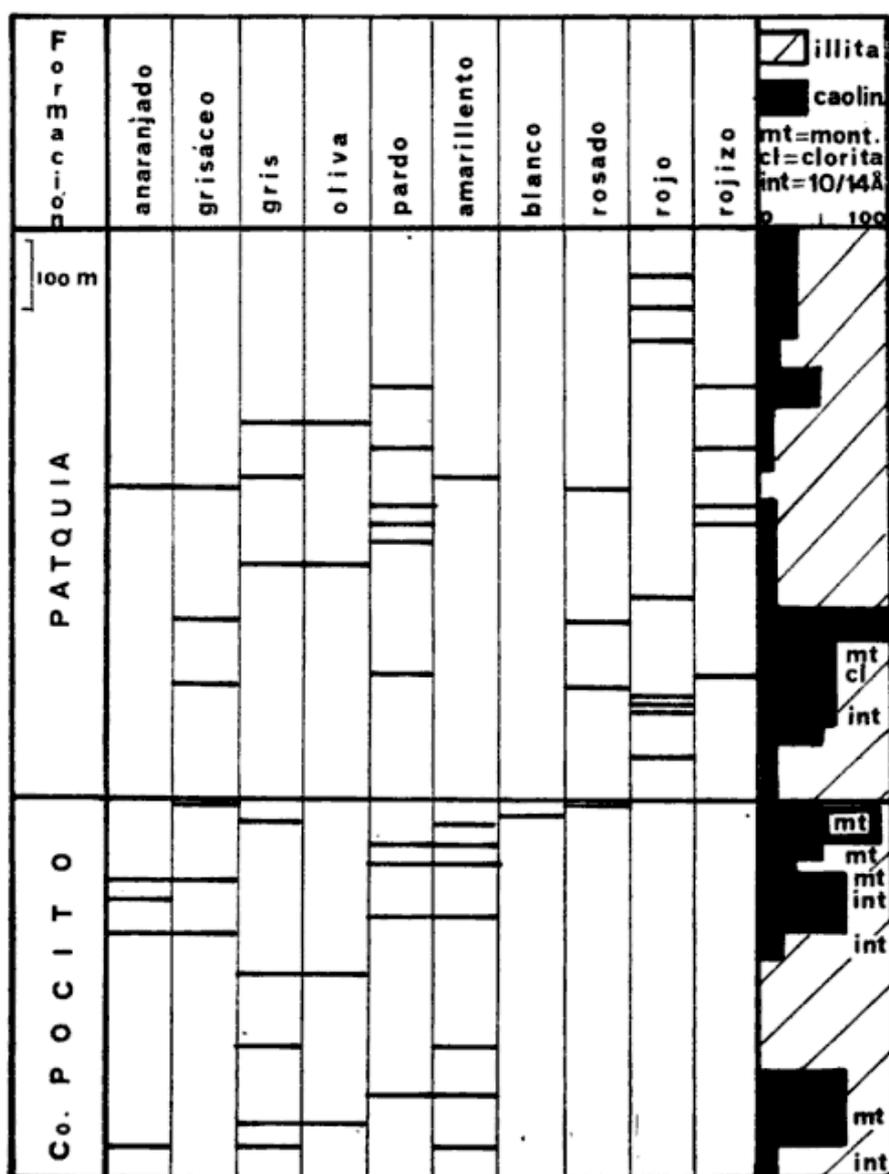


Fig. 3. — Variaciones tonales de las sedimentitas del Grupo Paganzo. En el costado derecho variaciones semicuantitativas de los minerales de arcilla

3) y laminación entrecruzada, producto de la superposición de ondulitas. En las pelitas hay restos de plantas carbonizadas. La mitad superior de esta formación está constituida por areniscas medianas a gruesas, cuyos tonos predominantes son pardos, amarillentos, anaranjados y blanquecinos, tienen laminación entrecruzada, ondulitas y estructuras de corte y relleno. Cabe mencionar la intercalación de un nivel conglomerádico de color general grisáceo, que incluye clastos de plutonitas, vulcanitas mesosilíceas y sedimentitas. En esta sección

de la formación se encuentran los niveles arcilloso-carbonosos explotables.

*Formación Patquia:* Su espesor es de 830 m aproximadamente. Los dos tercios inferiores de esta formación están constituidos por areniscas finas con intercalaciones de fangolitas masivas y de algunos bancos conglomerádicos areniscosos. El color rojo y los tonos rojizos predominan netamente en esta sección de la formación, alternando con una amplia gama de grises, pardos y verdes oliva (fig. 3). Se observa estratificación

entrecruzada. Los clastos de las areniscas conglomerádicas y de los bancos conglomerádicos son de composición predominantemente silícea, pero de origen variado, ya que provienen de la destrucción de cataclasitas y metamorfitas cuarzosas y de plutonitas ácidas.

El tercio superior es muy homogéneo litológicamente, tanto desde el punto de vista granométrico, pues está constituido por areniscas finas a medianas, como del color, uniformemente rojo. Hay laminación paralela y entrecruzada y se observan formas de erosión peculiares debido a la cementación diferencial de las areniscas.

**PETROGRAFÍA.**— Los *conglomerados* son escasos en la columna sedimentaria y presentan características disímiles según los niveles en que se encuentran. Hay por lo menos tres tipos litológicamente distintos, que merecen ser descritos con cierto detalle, ya que han sido muy mencionados en la literatura geológica.

El denominado "conglomerado basal" es el que se apoya paraconcordantemente sobre la Caliza San Juan, es de color general gris oliva, la fracción tamaño guija es subredondeada y está compuesta por micritas oligofosilíferas, pelitas y plutonitas, posee matriz de arenisca mediana notablemente seleccionada, cuya composición la ubica en el campo de las subcuarcitas feldespático-líticas<sup>1</sup>.

Otro nivel conglomerádico se encuentra en la Formación Cerro Pocito; sus clastos corresponden a pelitas, psamitas, plutonitas y vulcanitas mesosilícicas. El conglomerado posee textura flotante y el contorno de los clastos está a menudo obliterado por el cemento calcáreo que los aglutina. La matriz, de arena mediana, posee los mismos componentes líticos que la fracción grava, y además, cuarzo, plagioclasa y microclino; se han clasificado como sublititas cuarzosas. Intersticialmente tienen carbonato, caolinita, illita, clorita y yeso.

<sup>1</sup> Se utiliza la clasificación de areniscas de Marchese y Garrasino (1969).

En la Formación Patquía, hay varios niveles conglomerádicos y areniscas conglomerádicas, en los cuales los clastos silíceos blanquecinos resaltan sobre la matriz roja. El contorno de los clastos mayores (15 cm) hasta guija fina, es subredondeado. Están constituidos por cataclasitas, pelitas, ftanita bandeada, escasas plutonitas y vulcanitas ácidas. La matriz de tamaño arena mediana es una sublitita cuarzoza, constituida por cataclasitas (30 %), plagioclasa (25 %), microclino (5 %), ftanitas (5 %), sedimentitas (5 %), cuarzo (30 %), mica → caolinita. En los espacios intergranulares hay óxido de hierro, carbonato, caolinita y yeso.

Las *areniscas* son descritas en general, porque su composición es muy monótona, como puede verse en el gráfico correspondiente a la variación mineralógica de la columna sedimentaria (fig. 4).

Los componentes más conspicuos son el cuarzo, la plagioclasa, el microclino, los fragmentos líticos y las micas. Por la proporción en que se encuentran cada uno de ellos, las areniscas pueden ser ubicadas en el campo de las *subcuarcitas feldespático-líticas*. La variación más interesante que se detecta se refiere a los fragmentos líticos; en la porción inferior del perfil predominan netamente las plutonitas y hacia el techo las metamorfitas y cataclasitas. En forma errática, pero generalmente presentes, hay clastos de ftanitas, vulcanitas ácidas y vulcanitas mesosilícicas.

El material intersticial está compuesto por óxido de hierro; carbonato de calcio, que a veces constituye, por reemplazo, hasta el 50 % de la roca; caolinita generalmente vermicular, que llega a ocupar hasta el 30 % de la roca; en mucha menor proporción y en forma esporádica, se encuentran en algunos niveles analcima y montmorillonita. El yeso y la baritina se encuentran distribuidos en todo el perfil. Debe mencionarse la presencia de crecimiento secundario incipiente de cuarzo, en casi todas las rocas de la columna sedimentaria.

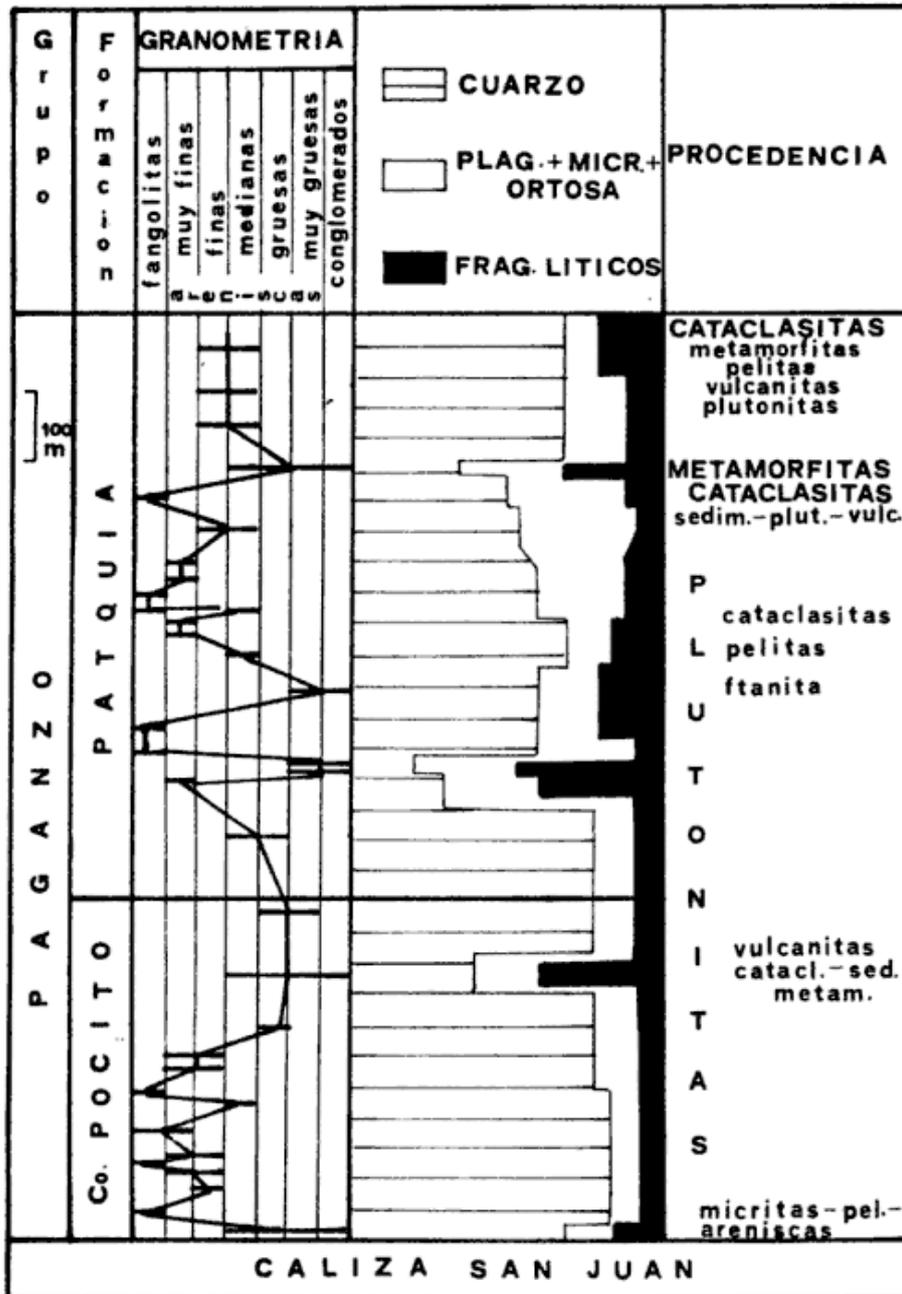


Fig. 4. — Granometría, composición y procedencia de las sedimentitas del Grupo Paganzo

Las *limolitas* se caracterizan por su laminación entrecruzada o paralela, debida a la orientación de los granos de cuarzo angulosos y de las micas. Los componentes líticos son muy escasos. Los clastos están aglutinados por carbonato, que llega a constituir en algunas rocas el 50 % del total. Estas limolitas poseen generalmente clastos de arena mediana dispersos; cuando éstos se tornan más abundantes las rocas pueden clasificarse como paracuarcitas micáceas.

MINERALOGÍA. — a) *Fracción clástica*: Los clastos de composición silícea presentan texturas y asociaciones diversas, así, el cuarzo monocristalino puede mostrar extinción relámpago u ondulosa, está generalmente muy fracturado; entre los individuos de cuarzo policristalino, pueden diferenciarse los derivados de ftanitas, en la que se observa la textura relicta de la caliza a la que reemplazó; otros, se consideran fragmentos de plutonitas ácidas por su asocia-

ción con plagioclasa y microclino. Los clastos constituidos por granos de tamaño pequeño ( $40\ \mu$ ) con extinción de mortero han sido clasificados como cataclasitas y las asociaciones de granos de cuarzo orientados subparalelamente con mica intergranular como metamorfitas. Es común que se superpongan los rasgos: por ejemplo en plutonitas cataclásticas, lo que dificulta generalmente el recuento. La plagioclasa es, en general, oligoclasa ácida, se caracteriza por tener las maclas flexuradas. Hay individuos frescos y otros desintegrados por vermes de caolinita. El microclino no muestra alteración y la ortosa, que es porcentualmente muy escasa, tiene por lo común contornos tabulares y superficie de alteración con textura puntiforme y colores pardos.

La moscovita es muy abundante en todo el perfil, se la encuentra sin alterar y también degradada a caolinita. Esta alteración es típica en la sección inferior (carbónica) del Grupo Paganzo, en la porción centro oriental de la cuenca, y ha sido descrita y analizada en detalle por Di Paola (1972 b). La biotita es menos abundante que la moscovita. En los niveles donde predomina presenta pérdida del pleocroísmo.

Llama la atención la ausencia de minerales pesados, especialmente en las rocas de grano fino. La asociación, representada por escasos individuos de distribución aislada es: zircón, granate, apatita, horblenda y pistacita.

*b) Materiales intersticiales:* Se comenzará por los más importantes genéticamente: el pigmento rojo y la caolinita.

*Pigmento rojo:* se manifiesta en los afloramientos a partir del nivel en el que comúnmente se da comienzo a la Formación Patquía, pero su presencia data, sin embargo, desde los niveles más bajos de la Formación Cerro Pocito. Su disposición en la roca adopta distintos aspectos: "pátinas", son coberturas de pocos micrones de espesor que rodean a los clastos; "parches", áreas en el corte

delgado, pero formas tridimensionales en su totalidad que pueden presentarse como "motas" de hasta 500 micrones de largo y coalescer formando "microbandas"; por último, se lo denomina "cemento" cuando actúa como material aglutinante de gran parte de los granos de la roca. En las sedimentitas de la Formación Cerro Pocito predominan las "pátinas" y los "parches", estos últimos en forma de "motas" como de "microbandas"; en las de la Formación Patquía, como "cemento".

En algunos niveles de la Formación Cerro Pocito es muy interesante la asociación "carbonato de calcio-óxido de hierro", que consiste en calcita que incluye óxido de hierro diseminado uniformemente, lo que le confiere al carbonato aspecto "sucio" y a las rocas coloración con matices pardos, rosados y amarillentos. A veces se observa microscópicamente que el óxido marca el límite de sucesivos crecimientos del carbonato, formando contornos romboédricos. Esta asociación es importante porque indica la contemporaneidad del carbonato y del pigmento.

*Caolinita:* proviene claramente de la alteración de la moscovita y la plagioclasa, lo cual se verifica en la roca en todas sus etapas. Es la arcilla presente en toda la columna litológica y la que está asociada con el carbón de Huaco.

La illita parecería ser detrítica, ya que no existen evidencias que indiquen otro origen, tanto que se considera que la clorita, la montmorillonita y la arcilla interestratificada  $10/14\ \text{Å}$  (todos detectados por rayos X, fig. 3) podrían ser el producto de la alteración de la biotita, la cual aparece a menudo alterada. El yeso, la baritina y la calcita que ocupan microfisuras, están presentes en todo el Grupo, y son muy posteriores en la evolución diagenética de estas rocas.

*Ambientes de sedimentación y procedencia.* — Las características texturales generales de las sedimentitas y su estilo sedimentario, apuntan hacia dos tipos de ambientes fisiográficos, que, en lí-

neas generales son: *palustre*, para la porción inferior pelítico-samítica de la Formación Cerro Pocito, y *fluvial* para el resto de la columna (parte superior de la Formación Cerro Pocito y toda la Formación Patquía). En el registro litológico se encuentran escasos niveles conglomerádicos, de poco espesor, relacionados con areniscas con clastos de tamaño guija diseminados, cuyos caracteres granométricos indican depositación fluvial. En cuanto a las estructuras sedimentarias, son monótonas pero genéticamente significativas. La laminación y estratificación fina, paralela, debida a la orientación de clastos de cuarzo y láminas de mica, indican ambientes de baja energía; ésto, unido a los restos de plantas carbonizadas, dan las pautas para considerar como palustre al ambiente en que se depositaron las sedimentitas de la mitad inferior de la Formación Cerro Pocito.

La laminación entrecruzada es una estructura interesante que predomina en el resto de los afloramientos, en ambas formaciones. Es importante hacer notar que, a menudo, éstos parecen carecer de estratificación y tienen aspecto masivo, pero que en muestras orientadas, cortadas en el gabinete ponen de manifiesto laminación entrecruzada debido a yuxtaposición de ondulitas. McKee (1965), las denomina "ondulitas superpuestas" y considera que son comunes en planicies aluviales con aguas tranquilas que aportan periódicamente gran cantidad de sedimentos. El mismo autor considera que los bancos aislados con ondulitas son más característicos de zonas litorales, con menor aporte de sedimento y más retrabajo del mismo.

La composición de las sedimentitas es prácticamente la misma en toda la columna, con muy ligeras variaciones, e indica procedencia de rocas esencialmente eruptivas ácidas. Las plutonitas, metamorfitas y cataclasitas indicarían que las fuentes de procedencia serían áreas del "basamento granítico-metamórfico" ubicadas hacia el este de la región estudiada y en menor proporción

la presencia de pelitas, ftanitas y psamitas, indicaría la erosión de sedimentitas ordovícico-silúrico-devónicas.

**PETROLOGÍA.** — Las sedimentitas del Grupo Paganzo en Huaco derivan principalmente de rocas silicáticas y la presencia en ellas de pigmento rojo constituye un tema de interés, ya que el mismo se detecta desde las porciones basales de la columna hasta su total predominio en los "estratos rojos" de la Formación Patquía. La variación de las tonalidades hasta el color rojo se considera consecuencia de la interacción entre el clima y el nivel de las napas freáticas. Este punto ya ha sido discutido por numerosos autores extranjeros (Krinine, 1949; Van Houten, 1961; etc.) y nacionales, para su aplicación a sedimentitas del país (Teruggi *et al.* 1970; Di Paola, 1972 *b*). Di Paola (*op. cit.*) atribuye gran importancia a la asociación *caolinita-pigmento férrico* como indicadora de *climas hidrolizantes*, precursores de los estratos rojos, en el Grupo Paganzo.

Se postula, para la comarca de Huaco y las regiones elevadas que constituyeron sus áreas de aporte, clima húmedo y estacional, el cual permitió la lixiviación de las rocas silicáticas, enriqueciendo el residuo en sílice, alumina y óxidos de hierro. En las tierras bajas, se producía, en tanto la proliferación de una abundante flora y su sepultamiento en áreas pantanosas.

La erosión de las tierras altas y la depositación de los detritos más finos en comarcas anegadas, dio origen a las pelitas y samitas finas con niveles planíferos carbonosos, ricos en caolinita. Posteriormente se produjo la exondación paulatina de los pantanos y la instauración de una red de avenamiento con la consecuente sedimentación periódica de grandes cantidades de detritos fluviales en ambiente oxidante.

Llama la atención la abundancia de caolinita intersticial y de plagioclasas y micas parcialmente alteradas a caolinita en los "estratos rojos". Esto indi-

caría que en el estadio deposicional y de soterramiento poco profundo prosiguieron las condiciones propicias para dicha transformación: pH bajo, escaso contenido catiónico, circulación abierta de los fluidos connatos.

Esta coexistencia de caolinita con el pigmento férrico en los estratos rojos concuerda con lo descrito por Scalabrini Ortiz (1970) en muestras de perfiles de río Volcán, Puesto El Salto, Quebrada del Horno, etc. Los cortes delgados descritos por este autor poseen una gran similitud con los de Huaco: tanto en el porcentaje relativo de cuarzo, plagioclasas y microlino (caolinizados), como en los fragmentos líticos provenientes de cataclasitas, granitos, filitas y ftanitas.

Las características petrográficas de la Formación Patquía de Huaco difieren en cambio de las de los "estratos rojos" que integran la Formación La Colina en la porción centro oriental de la cuenca del Grupo Paganzo: localidades de Paganzo-Amana<sup>1</sup>, Olta-Malanzán y La Brava (Di Paola, 1972 b). En éstas, la asociación diagenética típica es de sílice y analcima, lo que parece estar estrechamente relacionado con la abundancia de material vitroclástico depositado en extensas zonas anegadas (Di Paola, 1972 a), o con condiciones climáticas más áridas. Es muy llamativa la ausencia de vitroclastos en los 830 m que componen el espesor la Formación Patquía en Huaco. Para explicarla caben dos interpretaciones: 1) no fue un área de depositación de vitroclastos por

<sup>1</sup> Es necesario hacer notar que en el presente trabajo se ha conservado el nombre de Formación Patquía para los estratos rojos de Huaco, aunque, paradójicamente, las sedimentitas rojas de la localidad de Patquía correspondan, desde el punto de vista litológico a la asociación de la Formación La Colina (con participación piroclástica). Se considera conveniente modificar en el futuro, la nomenclatura de los estratos rojos de las localidades ubicadas en el oeste de la cuenca del Grupo Paganzo, una vez que se hayan realizado estudios detallados de las localidades occidentales con afloramientos bien expuestos y cuya ubicación temporal sea más precisa.

su ubicación geográfica; 2) cronológicamente el material piroclástico puede haber sido posterior.

Esta última interpretación ubicaría a los estratos rojos de la Formación en niveles inferiores del Pérmico o superiores del Carbónico (como fuera sugerido por Scalabrini Ortiz, *op. cit.*).

La aparición más temprana del color rojo podría implicar que las áreas occidentales de la cuenca habrían sido exondadas antes que las orientales. Podría inferirse que, por lo tanto, la pendiente regional de toda la cuenca tendría inclinación general hacia el este, aunque la pendiente de cada subcuenca pudiera ofrecer variaciones locales.

#### LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bracaccini, O., 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina*. Boletín Inf. Petrol. Nº 258.
- Di Paola, E., 1972 a. *Litología de la sección media del Grupo Paganzo en las comarcas Paganzo-Amaná y Olta-Malanzán, Prov. de La Rioja, Rep. Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVII, 2, 206-214.
- 1972 b. *Caracterización litoestratigráfica de la Formación Lagares (Carbónico) en Paganzo-Amaná, Prov. de La Rioja, Rep. Argentina*. Rev. Asoc. Arg. Miner. Petrol. Sedim., 3, 3-4, 99-116.
- Heim, A., 1949. *El carbón de río Huaco (provincia de San Juan) y su posición tectónica*. Bol. 62, Dirección de Minas y Geología.
- 1952. *Estudio tectónico en la precordillera de San Juan*. Rev. Asoc. Geol. Arg., VII, 1, 11-71.
- Krinite, P., 1949. *The origin of red beds*. New York Acad. Sci., II, 2.
- Marchese, H. y Fernández Garrasino, C., 1967. *Clasificación petrográfica de sedimentitas carbonáticas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII, 1, 79-94.
- Marchese, H. y Fernández Garrasino, C., 1969. *Clasificación descriptiva de areniscas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIV, 3, 281-36.
- McKee, E., 1965. *Experiments in ripple lamination. Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. A symposium*. Public. Especial Nº 12, Soc. Econ. Pal. Mineral.
- Terruggi, M., Andreis, R., Iñiguez, M., Abait,

- J., Mazzone, N. y Spalletti, L., 1968. *Sedimentology of the Paganzo Beds at Cerro Guandacol, province of La Rioja. Gondwana Stratigraphy. IUGS Symposium. Bs. As.*
- Salabrini Ortiz, J., 1970. *Litología, variaciones faciales, proveniencias y paleocorrientes del Carbónico de la Hoja 17 b Guandacol. Norte de la Precordillera Sanjuanina. Tesis de Doctorado U.B.A. Inédito.*
- Van Houten, F., 1961. *Climate significance of red beds. Descriptive Palaeoclimatology, Ed. por A. E. Nairn.*

Recibido el 8 de agosto de 1973.

## VI CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO

Auspiciado por la

**Asociación Geológica Argentina**

**BAHIA BLANCA — 21 AL 27 DE SETIEMBRE DE 1975**

Anuncia la distribución de su PRIMERA CIRCULAR

*Para información y pago de inscripción*

*dirigirse a*

**Maipú 645 — 1<sup>er</sup> Piso**

Buenos Aires

ALGUNAS EDADES K/Ar Y Rb/Sr DE PLUTONITAS  
DE LA CORDILLERA PATAGONICA  
ENTRE LOS PARALELOS 40° Y 44° DE LATITUD SUR

POR ROBERTO O. TOUBES<sup>1</sup> Y JUAN P. SPIKERMANN<sup>1</sup>

RESUMEN

Se dan a conocer las edades radiométricas obtenidas para anfíboles, biotitas o roca total de catorce muestras de plutonitas ácidas y de una metamorfita, aflorantes en una franja de la Cordillera Patagónica argentina, que se encuentra entre los paralelos 40° y 44° de latitud sur. Las edades se extienden entre los períodos Devónico y Cretácico, de acuerdo con el siguiente esquema general:

- a) 84-131 m.a. Cretácico.
- b) 174 m.a. Jurásico inferior.
- c) 219 m.a. Triásico inferior.
- d) 240-261 m.a. Pérmico medio a superior.
- e) 345 m.a. Límite Devónico-Carbónico.

Se incluye la descripción petrográfica de las muestras.

ABSTRACT

K/Ar and Rb/Sr ages, calculated over amphibols, biotites or total rock from fourteen samples of acid plutonites and one metamorfite, that outcrop in the Argentine Patagonian Cordillera between 40° and 44° south latitude, are reported. They extend between Devonian and Cretaceous Periods, in accordance to the following scheme:

- a) 84-131 m.y. Cretaceous.
- b) 174 m.y. Lower Jurassic.
- c) 219 m.y. Lower Triassic.
- d) 240-261 m.y. Middle to Upper Permian.
- e) 345 m.y. Devonian-Carboniferous limit.

Petrographic descriptions of samples are included.

1. INTRODUCCION

Se dan a conocer las edades K/Ar y Rb/Sr obtenidas sobre anfíboles, biotitas o roca total de catorce muestras de plutonitas ácidas y de una metamorfita,

<sup>1</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires.

aflorantes en una franja de la Cordillera Patagónica argentina, que se extiende entre los paralelos 40° y 44° de latitud sur. Al mismo tiempo, se realizó una descripción y clasificación de las rocas datadas, cuyo texto aparece como apéndice. Algunas rocas de esos cuerpos plutónicos ya fueron estudiadas petrográficamente por varios autores,

entre los cuales se puede mencionar a Comucci (1939) y a González Bonorino (1946), quienes realizaron detalladas descripciones sobre varias de ellas que afloran en una extensa región al sur del lago Nahuel Huapi, o a Petersen y González Bonorino (1947) para la región circundante al lago Puelo. Por otra parte, se incluye una revisión de las opiniones que, sobre la edad de estas rocas, expusieron autores anteriores.

La finalidad de este trabajo fue la de aportar un mayor conocimiento sobre el plutonismo de la región indicada y encarar, en forma paralela, la investigación sobre el contenido de  $U_3O_8$  en esas rocas, realizada en la Comisión Nacional de Energía Atómica y cuyos resultados son motivo de un trabajo separado.

La franja de territorio que comprende esta labor, presenta características especiales en lo referente a la topografía, vegetación y vías de acceso. La topografía que domina es abrupta, típica de ambiente cordillerano. Ello dificulta el tránsito, lo cual se agrava por la existencia de numerosos lagos y ríos, generalmente caudalosos y de aguas muy frías, que obligan a largos rodeos en una zona que no se caracteriza por la abundancia de caminos. Por otra parte, la existencia de una extendida cubierta boscosa impide visualizar gran parte de los contactos o determinar la aparente extensión de los afloramientos. No existen relevamientos topográficos generales ni fotografías aéreas que faciliten la ubicación y relaciones de los distintos cuerpos o diferenciaciones plutónicas, salvo en algunas zonas restringidas o marginales a la abarcada por este estudio.

La recolección de muestras se llevó a cabo por los dos autores, durante el mes de enero de 1970. El autor senior completó su número durante una gira realizada en enero de 1972.

Se acompaña un mapa con la ubicación de los puntos de extracción de las muestras.

## 2. ANTECEDENTES

Con respecto a la edad de las plutonitas aflorantes dentro del área que nos ocupa, son numerosos los autores que intentaron una interpretación en trabajos de índole regional amplia o restringida a algunos sectores particulares dentro de aquella, tales como los que se mencionan a continuación en forma resumida:

Wehrli (1899) refiere las rocas graníticas de esta área al Precámbrico.

Willis (1914) realiza un bosquejo geológico (pág. 729) de la sección de los Andes comprendida entre los 39° y 44° L.S. Separa las rocas en pre- y post Patagoniano (Terciario antiguo), incluyendo entre las primeras a metamorfitas (cuarcitas y pizarras) y eruptivas (granito hornblendífero, granodiorita, andesitas y dacitas) cuyas edades ubica en el Paleozoico o en el Mesozoico, siendo la granodiorita más joven que el granito pues lo intruye. Más adelante (pág. 730), expresa que las variedades de granitos y sus relaciones indican la probabilidad de diferentes épocas de intrusión.

Groeber (1918), indica para la Cordillera entre los lagos Aluminé y Nahuel Huapi, un "subsuelo antiguo" compuesto por granitos, micaesquistos, esquistos cristalinos nodulosos, etc., que considera como probable prolongación de la Cordillera de la Costa (Chile) cuya edad podría ser pérmica, admitiendo que puede contener bloques de estructura más viejas.

Rasmuss (1922), en la región circundante a Epuyén, coloca las rocas metamórficas como probablemente paleozoicas. Menciona dos granitos, uno "antiguo" en los alrededores de Epuyén y al este de El Maitén y otro algo diferente, de edad mesozoica y que aparece en el extremo norte del Cordón de Leleque y hacia el Cajón de Cholila. Luego expresa que la granodiorita es la intrusión más reciente y de mayor extensión desde El Bolsón, el cerro Piltriquitrón y el lago Puelo hacia el río Turbio en el oeste, considerándola de edad jurásica y correspondiente a las intrusiones similares de la Cordillera de la Costa (Chile).

Roth (1922, 1925), relata su viaje por la región que se extiende entre el lago Nahuel Huapi y el lago Fontana. Indica la ubicación de afloramientos de granitos (en el que incluye a todas las rocas del grupo de la granodiorita) y opina que pertenecen al Terciario.

Feruglio (1927), en su estudio geológico de la región pre y subandina en la latitud del lago Nahuel Huapi, menciona "rocas granitoides" entre las cuales distingue dioritas y granitos, siendo el último más nuevo que la diorita. Indica, asimismo, que ambas plutonitas se encuentran parcialmente cubiertas por un manto de esquistos cristalinos a los cuales relaciona con el basamento cristalino de posible



Tristeza del lago Nahuel Huapi que compara con el del cerro Payne, ubicándolos en el Eoceno.

Comucci (1939) sigue las ideas de Feruglio (1927).

Feruglio (1941), en su descripción preliminar de la hoja geológica "San Carlos de Bariloche", forma un solo grupo con las dioritas y dioritas cuarcíferas (pág. 35) ya que no se puede distinguir si constituyen uno o varios ciclos, aun cuando mantiene su idea de que la diorita es más vieja que el granito. Sin embargo poco después, el mismo autor (1942, pág. 387) extiende la edad de las plutonitas entre el Precámbrico o Paleozoico inferior hasta el Terciario inferior o medio.

Groeber (1942), en el estudio de los rasgos geológicos generales de la región ubicada entre los paralelos 41° a 44° L.S. del área cordillerana, se refiere al basamento cristalino de edad precámbrica el cual está compuesto por micacitas, filitas, algún gneis dioritoide, etc., junto a un granito porfiroide de vasta propagación regional con su séquito de pegmatitas y apfitas. Este basamento aflora al este de la región cordillerana. En esta última región indica la presencia, también, de algunas otras metamorfitas y extensos cuerpos intrusivos de diorita, granodiorita y con menor frecuencia granito que refiere, con cierta probabilidad, al Paleozoico inferior. Más adelante expresa sus dudas sobre la edad cretácica o terciaria del batolito andino que se extendería ininterrumpidamente desde Tierra del Fuego por unos 1500 km hacia el norte. Además, sospecha que no se trataría de un solo cuerpo ígneo gigantesco, sino de muchos cuerpos menores, en su mayoría de edad paleozoica. Por otra parte, en el mapa incluye una "diorita gráfica miocena" situada en la zona del cerro Catedral y sobre la cual no habla en el texto.

González Bonorino (1944), en la descripción geológica de la Hoja 41 b (Río Foyel), indica un basamento cristalino constituido por gneises, anfibolitas, micacitas, pórfiros granodioríticos, granodioritas y granitos. No encontró indicios concluyentes sobre su edad pero considera que, probablemente, sea precámbrica (pág. 10). Más adelante menciona diabasas y rocas de aspecto lamprofírico asociadas a la Serie de Piltriquitrón, cuya edad sería paleozoica superior. Sin embargo considera, a esta Serie, sincrónica con la de Millaqueo, que aflora al suroeste del lago Nahuel Huapi y a la cual Ljungner asigna edad jurásica inferior en tanto que sus intrusivas pertenecerían al Malm.

Poco después, González Bonorino (1946) publica un trabajo, esencialmente petrográfico, en cuya introducción explica que puso especial atención a las rocas del basamento cristalino pero reconoce la existencia de plutonitas más recientes entre las cuales figuran los granitos

del cerro Catedral, sin especificar su edad. Sin embargo, en el sumario escrito en inglés, menciona que en algunos lugares, granodioritas que pueden pasar localmente a tipos más básicos, intruyen sedimentos mesozoicos, seguramente en referencia a la Serie Piltriquitrón.

Petersen y González Bonorino (1947), en su descripción geológica de la región Epuyén-Cholila, indican (pág. 184) un basamento cristalino constituido por rocas metamorizadas y al cual asignan una posible edad precámbrica. Luego (págs. 210 y sig.) efectúan una somera revisión de las ideas sustentadas hasta ese momento con respecto a la edad de las plutonitas, en tanto que ellos consideran las intrusiones de granitos, granodioritas, tonalitas, etc., que afectan a la Serie de Piltriquitrón y los Esquistos de Esquel, dentro del Liásico superior, por lo cual aquellas serían posteriores sin sobrepasar al Eoceno.

Feruglio (1949, I, pág. 69), refiriéndose a las plutonitas de la parte oriental de la cuenca del lago Nahuel Huapi y a las de la zona que sigue hacia el sur hasta el Cordón del Serrucho, distingue tres grupos principales de composición y edades diversas: a) Las más antiguas son granodioritas, dioritas y dioritas cuarcíferas que se encuentran "más o menos intensamente aplastadas". Están alojadas en micacitas y gneises, las considera prehercínicas y quizás precámbricas y pertenecen a "parte del basamento cristalino que forman al macizo patagónico y del cual largos trozos fracturados participan en la constitución de la cordillera". b) Corresponden a granitos y granitos adamelíticos que muestran signos de haber sufrido deformaciones no tan intensas como las a). Son más jóvenes que las anteriores debido a que "filones que emanan de las masas graníticas" cortan a la granodiorita más antigua. Feruglio correlaciona a estos granitos con aquellos del brazo Tristeza de Ljungner, pero niega la edad eocena que le otorga este último ya que en la zona preandina esos granitos están cubiertos, por encima de una superficie de denudación, por la serie andesítica. c) El tercer y último grupo corresponde a las plutonitas del cerro Catedral y aquellas que se encuentran en el trecho superior del valle del río Villegas. Estos plutones no están atravesados por filones de andesitas a diferencia de los anteriores, además estas rocas no ofrecen signos de deformación, por lo cual las considera como las partes profundas de las andesitas y dacitas del Terciario inferior.

Groeber (1955), para la región del Nahuel Huapi (pág. 251 y cuadro de pág. 252), indica un basamento cristalino de edad silúrica y la presencia de intrusivas (granito a menudo gráfico, adamelita, etc.) que ubica en el Paleoceno alto y Eoceno inferior a medio (Chilense).

Ugarte (1956) señala la existencia de pequeños afloramientos de plutonitas, que re-

fiere al Cretácico superior (Senoniano), unos 60 km al ESE del lago General Vintter, punto más austral de nuestro estudio.

Martínez (1958) indica, para el extremo oriental del lago Lacar (en la zona donde se obtuvieron las muestras 1A y 2 de este trabajo) la presencia de un basamento cristalino formado por esquistos y gneises intruidos por granitos, granodioritas, aplitas y pegmatitas, de edad general precámbrica.

Turner (1965), en su trabajo sobre estratigrafía de la comarca de Junín de los Andes (pocos km al N del punto más septentrional de nuestro estudio), describe extensos afloramientos de rocas graníticas (Formación Huechulafquen: granodioritas, granitos, tonalitas y migmatitas) a las cuales considera del Precámbrico o del Paleozoico, pudiendo existir granitos de las dos edades.

Miró (1967) señala, para la región del valle de Epuyén y al oeste del Cordón de Cholila, un conjunto de cuerpos intrusivos (graníticos a tonalíticos) en la Formación Epuyén-Cholila y a los cuales denomina Formación Pirque. Entonces, a estas plutonitas les atribuye una edad post Formación Epuyén-Cholila (que considera similar, en parte, a la Formación Piltiquitrón de González Bonorino y a la cual asigna una posible edad pre-mesozoica) y anterior a la denominada Formación Los Morros, de edad eocena.

Cazau (1972), en su estudio del Terciario de la cuenca del Ñirihuau-Ñorquincó-Cushamen, efectúa una somera referencia a las plutonitas que afloran entre el Lago Nahuel Huapi y la latitud de Esquel. Las agrupa utilizando el nombre de Tonalita del Platero, dado por Volkheimer (1964) quien las refirió al Precámbrico. No obstante, Cazau las ubica en el Pérmico al relacionarlas con rocas similares del Macizo Norpatagónico cuyas edades son discutidas por Stipanovic *et al.* (1968). Las metamorfitas las refiere a la Formación Cushamen (Volkheimer, *op. cit.*) consideradas del Precámbrico.

Dessanti (1972), en su obra sobre la Cordillera Norpatagónica entre los paralelos 38° 45' y 41° L.S., opina que los esquistos, filitas, cuarcitas, anfibolitas, gneises, etc., que afloran entre los lagos Curruhué y Nahuel Huapi y aun los que lo hacen más al sur, pertenecen a un mismo complejo sedimentario-metamórfico cuya edad (precámbrica o paleozoica según otros autores) él colocaría en el Paleozoico precaribonífero por comparación con las rocas similares de la Cordillera Frontal de la provincia de Mendoza o con el "basamento cristalino" de la Cordillera Costanera de Chile Central. Igual relación, indica luego, tendrían aquellas plutonitas que presentan dinamometamorfismo en grado diverso por lo cual las asigna al Paleozoico superior. En cambio, las que no lo presentan (brazo Tristeza del lago Nahuel

Huapi, cerro Catedral, etc.) serían del Cretácico superior (págs. 679 y sigs.).

De todos los antecedentes considerados, se desprende que existió y existe disparidad de opiniones sobre la edad de las plutonitas y metamorfitas en cuestión y ello se debe a las dificultades existentes para obtener datos estratigráficos precisos y a la dispersión de los estudios realizados. De esta manera, algunos autores se ven obligados a buscar en zonas bastante alejadas, aquellas edades y/o rocas similares a las tratadas que les permitan obtener algún tipo de correlación.

### 3. RESULTADOS

La preparación de las muestras, para su posterior datación, fue realizada en la CNEA, obteniéndose concentrados puros de anfíbol y biotita o bien trozos "limpios" de roca total, según el caso. Luego fueron enviados al Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS) para la aplicación del método K/Ar y al Dr. Martín Halpern en la Universidad de Texas at Dallas, EE. UU. de Norteamérica, para las dataciones por Rb/Sr. Los resultados obtenidos se indican en los cuadros I y II, respectivamente.

En el primero de ellos se observa que el contenido de potasio de las biotitas es bajo, lo cual indica un proceso de cloritización. Respecto a los porcentajes de argón atmosférico, algunas extracciones acusan cifras elevadas. En el cuadro II, la relación  $Sr^{87}/Sr^{86}$  obtenida en el duplicado de análisis para la muestra N° 25, concuerdan en el 0,1 % y para la relación  $Rb^{87}/Sr^{86}$  dentro del 0,7 %. Se aclara que si en lugar de la constante de desintegración utilizada en este último cuadro, se empleara  $\lambda\beta = 1,39 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$  (Aldrich *et al.*, 1956, pág. 1045), las edades halladas deberían incrementarse en un 6 %.

En el cuadro III se disponen las muestras datadas de acuerdo con su posición estratigráfica, indicando el material analizado, el tipo de roca, la edad obtenida (promediando cuando existe más de una extracción o disolución en los cuadros I y II) y la localidad respectiva.

**CUADRO I**  
**Datos analíticos - método K/Ar**

Muestra N°	Extracción	K %	Ar <sub>RAD</sub> <sup>40</sup> × 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sub>ATM</sub> <sup>40</sup> %	Edad * m.a.
2.....	A	2,52	17,07	20,7	340 ± 10
	B	2,52	17,36	8,7	350 ± 10
8.....		0,38	0,94	62,9	131 ± 10
9.....	A	0,48	2,63	57,6	285 ± 30
	B	0,48	0,82	59,2	92 ± 10
	C	0,48	0,976	81,0	112 ± 5
12.....		0,48	1,12	24,0	127 ± 10
18.....		0,40	1,67	56,7	219 ± 15
19A.....	A	0,44	2,26	42,1	270 ± 10
	B	0,44	2,11	25,3	252 ± 10
20A.....		1,93	6,27	57,4	174 ± 20
22.....		0,60	0,931	70,8	84 ± 10
26.....		0,53	0,819	26,2	85 ± 5
31.....		3,28	0,780	83,0	13 ± 5
32.....		2,80	5,865	50,0	113 ± 7
34.....		1,12	5,11	59,0	240 ± 30
37.....		0,44	0,819	87,6	102 ± 10
39.....		3,63	6,72	40,0	102 ± 5

Analista : INGEIS, Buenos Aires.

\* Calculado usando :  $\lambda_k = 5,85 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$  ;  $\lambda_\beta = 4,72 \times 10^{-10} \text{a}^{-1}$  ;  $K^{40} = 0,0119$  átomos % del K total.

**CUADRO II**  
**Datos analíticos - método Rb/Sr**

Muestra N°	Disolución	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> *	Rb <sup>87</sup> μm/g	Sr <sup>86</sup> μm/g	Rb <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> /Sr <sup>86</sup> asumido como inicial	Edad ** m.a.
1A.....		1,070	1,68	0,0175	95,9	0,707	257 ± 13
3.....		0,7174	1,03	0,0228	45,1	0,707	157 ± 45
25.....	A	0,9920	2,77	0,0144	193	0,705	101 ± 5
	B	0,9934	2,73	0,0141	194	0,705	

Analista : M. Halpern, Univ. Texas at Dallas.

\* Normalizado para relación Sr<sup>86</sup>/Sr<sup>88</sup> = 0,1194. En el momento de realizarse estos análisis. la relación normalizada Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> del patrón SrCO<sub>3</sub> (Eimer y Amend) del Massachusetts Ins. Techn., fue de 0,7081.

\*\* Calculado usando :  $\lambda_\beta = 1,47 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$  (McMullen *et al.*, 1966) y la ecuación  $\lambda_t = \frac{\text{Sr}^{86}}{\text{Rb}^{87}} \left( \frac{\text{Sr}^{87}}{\text{Sr}^{86}} \text{ actual} - \frac{\text{Sr}^{87}}{\text{Sr}^{86}} \text{ inicial} \right)$ .

**CUADRO III**  
**Edad y posición estratigráfica de las muestras datadas**

Periodo m.a. *	Material analizado	Roca	Edad m. a.	(N° muestra)	Localidad
63					
CRETÁCICO	anfíbol	tonalita	81 ± 10	(22)	Lago Situación
	anfíbol	granodiorita	85 ± 5	(26)	Lago Gral. Vintter
	biotita	granodiorita	101 ± 5	(25)	Cerro Cucho
	roca total	granito	102 ± 5	(39)	Río Villegas
	anfíbol	granodiorita	102 ± 10	(37)	Cerro Tronador
	anfíbol	tonalita	112 ± 5	( 9)	Lago Moreno
	biotita	tonalita	113 ± 7	(32)	Cerro Catedral
	anfíbol	microdiorita	127 ± 10	(12)	Lago Mascardi
	anfíbol	melanotonalita	131 ± 10	( 8)	Lago Moreno
135					
JURÁSICO	biotita	tonalita	174 ± 20	(20A)	Esquel
181					
TRIÁSICO	anfíbol	tonalita	219 ± 15	(18)	El Bolsón
230					
PÉRMICO	biotita	esquisto	240 ± 30	(34)	Cerro Catedral
	biotita	granodiorita	257 ± 13	( 1A)	Lago Lacar
	anfíbol	diorita	261 ± 10	(19A)	Leleque
280					
CARBÓNICO					
345					
DEVÓNICO	biotita	granodiorita	345 ± 10	( 2)	Lago Lacar

\* Escala según Kulp (1961).

#### 4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En primer término, debe considerarse que los resultados obtenidos, sobre los minerales o sobre roca total, acuerdan una edad mínima aparente, la cual correspondería a la última modificación de los sistemas K/Ar y Rb/Sr investigados.

Luego, analizando los cuadros I y II, se observa que, para algunas muestras se han obtenido dos o tres edades, correspondientes a otras tantas extracciones o disoluciones. En general, ellas concuerdan muy bien excepto para la N° 9, la cual tiene tres resultados dis-

pare, especialmente el primero respecto de los otros dos. Entre ellos se eligió el de  $112 \pm 5$  m.a., aun cuando acusa el mayor contenido de argón atmosférico, por su mínimo error y por tratarse de una roca muy similar a aquellas de las muestras N° 8 y N° 12, las cuales afloran cerca y presumiblemente, son partes de un mismo cuerpo plutónico.

La mayor edad obtenida,  $350 \pm 10$  m.a., corresponde a la biotita de la muestra N° 2, cuya roca es una granodiorita. No obstante, muy cerca se han podido observar, en la roca, alineaciones de tipo "lit par lit". Además, Gellós y Losada (1969, pág. 120) indican,

para el mismo sector, una roca gneisica a esquistosa no muy bien definida, pues presenta variaciones manifiestas. Todo ello induce a pensar que la roca aquí estudiada podría corresponder a una diferenciación de aquélla. Esto la distinguiría de la muestra N° 1A, extraída de la orilla opuesta del lago Lacar y que también corresponde a una granodiorita cuya biotita acusa una edad mucho menor ( $257 \pm 13$  m.a.). En este último afloramiento, la roca presenta una fuerte inyección de venas de cuarzo y filones lamprofíricos a más de numerosos xenolitos, algunos de los cuales tienen aspecto sedimentario con estratificación entrecruzada relictica.

La biotita de la muestra N° 20 A corresponde a una tonalita aflorante en el camino de entrada a Esquel y que presenta una fuerte inyección y abundantes xenolitos de una roca de composición más básica. Estas características hacen suponer que la edad obtenida,  $174 \pm 20$  m.a., no es correcta y que la roca original es algo más antigua.

Con respecto al granito micrográfico del cerro Catedral, se dató la muy escasa biotita (muestra 3, Rb/Sr) y la roca total (muestra 31, K/Ar). Las dos edades obtenidas,  $157 \pm 45$  m.a. y  $13 \pm 5$  m.a. respectivamente, son muy dispares entre si y contienen un error muy grande por lo cual, en rigor de verdad, ambas deberían descartarse. No obstante, algunos autores han considerado muy joven a este granito. Groeber (1942) marca, en su mapa, una "diorita gráfica miocena" en la zona de este cerro; Feruglio (1941, I) refiere, este granito, al Terciario inferior; Groeber (1955) lo envejece un poco con respecto a su trabajo anterior, ubicándolo en el "Chilelense" (Paleoceno alto y Eoceno inferior a medio) y, por último, Dessanti (1972) expresa que sería del Cretácico superior. Por todo ello, a mas de sus apreciaciones personales, los autores se inclinan a considerar como más cerca de la verdadera edad a aquella más reciente.

Con respecto a la muestra N° 34, aún cuando la muscovita es más abundante, se dató la biotita porque el mayor tamaño de sus cristales permitió una separación perfectamente pura. No obstante, para considerar su edad, debe tenerse en cuenta que aparece alterada a material clorítico.

El resto de las edades obtenidas se estiman válidas sin mayores objeciones.

En acuerdo con las edades calculadas y luego de las consideraciones que anteceden, se puede concluir:

- 1) Las rocas bajo estudio representan, fundamentalmente, a magmatismos ácidos, con variación de las composiciones litológicas entre granito, granodiorita y tonalita, con predominancia de los dos últimos tipos petrográficos. Pueden aparecer, localmente, plutonitas algo más básicas.
- 2) Todas ellas pertenecen a varias fases de actividad magmática, las cuales aparecen comprendidas entre el límite Devónico-Carbónico y el Cretácico.
- 3) En principio se pueden distinguir las fases siguientes (ver cuadro III):
  - a) 84 - 131 m.a. Cretácico
  - b) 174 m.a. Jurásico inferior
  - c) 219 m.a. Triásico inferior
  - d) 240 - 261 m.a. Pérmico medio a superior.
  - e) 345 m.a. Límite Devónico-Carbónico

Posiblemente, los ajustes provenientes de nuevos estudios, modifiquen el número de fases distinguidas. Se hace notar que las dataciones sobre minerales de rocas similares a las de este trabajo, aflorantes en zonas cercanas e indicadas por Halpern *et al.* (1972) para la región situada más al este, arrojan resultados variables entre 232 m.a. en cerro Cándor, provincia del Chubut y 290 m.a. en Comallo, provincia de Río Negro, vale decir entre Carbónico medio

y Pérmico superior. Por otra parte, Halpern y Carlin (1971), al datar plutonitas y metamorfitas del sur de Chile, expresan que allí han ocurrido por lo menos tres fases de actividad magmática: Jurásico inferior, Cretácico inferior y Terciario medio.

Todo lo antes expuesto, con ciertas diferencias que tal vez ajusten nuevos estudios, permitiría corroborar lo ya expresado explícitamente por Groeber (1942) con respecto a que no existiría un batolito andino austral gigantesco sino muchos cuerpos menores de edades diversas. En este punto, sería necesario tomar en consideración la relación que debería existir entre ciclos magmáticos y fases orogénicas. Pero, los autores opinan que el número de edades obtenidas es pequeño y no todas son confiables e inamovibles. Por lo tanto, ese juicio permanece abierto para investigaciones posteriores.

- 4) Si se adiciona el 6 % a las edades obtenidas por Rb/Sr, de acuerdo con lo indicado en el capítulo 3, ellas se modificarían como sigue: muestra 1 A de  $257 \pm 13$  m.a. a  $272 \pm 13$  m.a.; muestra 3 de  $157 \pm 45$  m.a. a  $166 \pm 45$  m.a. y muestra 25 de  $101 \pm 5$  m.a. a  $107 \pm 5$  m.a. No obstante, esto no significa un cambio fundamental en sus posiciones estratigráficas.
- 5) Se considera que las edades obtenidas son un primer paso en la datación absoluta de las fases plutónicas y metamórficas en la Cordillera Patagónica argentina, debiendo continuarse con el aporte de nuevos estudios y la aplicación de métodos isotópicos más confiables, como por ejemplo el de Rb/Sr por isocronas, junto a posibles correlaciones estratigráficas.

Además, se recomienda la datación de las rocas efusivas coetá-

neas o intermedias con las fases plutónicas preliminares que resultan de este trabajo.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Gerencia de Materias Primas de la C.N.E.A. por las facilidades acordadas para la realización de este trabajo, al Dr. P. N. Stipanovic por las importantes sugerencias sobre su contenido, al Dr. M. Halpern por su gentileza al efectuar dataciones por Rb/Sr en la Universidad de Texas at Dallas, a la Dra. M. K. de Brodtkorb por la traducción oral de textos en alemán, al Dr. E. Linares y al Lic. R. E. Ferreyra por la colaboración prestada y al Sr. E. Amato por la confección de las preparaciones delgadas.

#### APENDICE

##### DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS MUESTRAS

Debe considerarse que las descripciones incluidas en este Apéndice, corresponden a las muestras individuales y no a los cuerpos ígneos aflorantes.

*Muestra 1A:* Puerto San Martín de los Andes; camino en construcción sobre orilla norte del lago Lacar, provincia del Neuquén.

##### GRANODIORITA

*Análisis mesoscópico:* roca de color gris claro a blanquecino, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana, compuesta por: feldespatos blancos amarillentos de 1 a 3 mm, cuarzo gris en granos de 1 a 2 mm y biotita en paquetes de laminillas de hasta 1 cm. La roca aparenta ser muy fresca y presenta una ligera alineación de los componentes melanocráticos.

*Análisis microscópico:* posee una textura granosa hipidiomorfa. Está constituida por: *plagioclasas* (andesina ácida) en cristales fracturados o con flexuramientos en los planos de macla. Aparentemente existen dos generaciones: una primera con fuerte sericitización y eventual formación de epidoto y una segunda

de apariencia límpida y que llega a mantener relictos isoorientados de la primera. Raramente presentan crecimiento zonal. *Feldespatos potásico* que corresponde a *microclino* y en menor cantidad a *ortosa*, apareciendo ambos con muy poca o ninguna alteración. La *ortosa* suele contener intercrecimientos mirmequíticos y micrográficos. *Cuarzo* en cristales con fuerte extinción ondulada y estructura en mosaico. *Biotita* verde pálida a verde intenso ligeramente castaño, en cristales fracturados y fuertemente corroídos por el *cuarzo* y *feldespatos* hasta quedar, algunas veces, como un conjunto de relictos isoorientados de mica. Algunos cristales están ligeramente cloritizados y raramente contienen zircones. Es común encontrar clinozoisita? intercrecida según el clivaje de la mica. *Minerales accesorios*: zircón, óxidos de hierro opacos.

**Muestra 2:** Ladera marginal sur del lago Lacar; sobre camino de San Martín de los Andes a Bariloche, a unos 1000 m de la primera ciudad, provincia del Neuquén. En las inmediaciones, el afloramiento presenta alineaciones del tipo "lit par lit".

#### GRANODIORITA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris oscuro, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana y está compuesta por *feldespatos* blanco grisáceos del orden de los 2 mm a 5 mm, *cuarzo* gris en granos de 1 a 3 mm y abundantes laminillas de *biotita* que pueden llegar a tener un desarrollo de 1 cm.

**Análisis microscópico:** posee una textura granosa hipidiomorfa, compuesta por: *plagioclasas* en avanzado estado de alteración a material arcilloso, sericita y calcita. *Biotita* pardo rojiza, algo alterada a clorita y con inclusiones de zircón. *Cuarzo* con extinción ondulada a fragmentosa, generalmente en agregados microcristalinos agrupados o en vetillas. *Feldespatos alcalinos* con carácter intersticial y alterado a sericita. Se observan laminillas de *clorita* y cristales de *epidoto* asociados y relativamente abundantes, cuyo origen posiblemente, está relacionado con el reemplazo total de algún ferromagnésico no determinado. *Minerales opacos* (óxido de hierro) escasos.

**Muestras 3 y 31:** Cordón del Cerro Catedral, aproximadamente a 1500 m al sur de la estación superior del alambre carril, Bariloche, provincia de Río Negro.

#### GRANITO MICROGRÁFICO

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris claro con una suave tonalidad rosada, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana compuesta por cristales de

*feldespatos* de 1 a 5 mm, *cuarzo* gris en cristales de 1 a 3 mm y escasas laminillas de *biotita* o agregados de laminillas de hasta 0,5 cm. Presenta cavidades miarolíticas de unos 3 a 4 mm de diámetro tapizadas interiormente por pequeños cristales de *cuarzo*.

**Análisis microscópico:** posee textura granosa hipidiomorfa micrográfica, la cual constituye la característica más notable de la roca. Casi todo el *feldespato* alcalino aparece intercrecido con grandes cristales de *cuarzo* que conservan continuidad óptica. Este *feldespato* está escasamente alterado a material arcilloso y generalmente es peritítico. Algunos granos de *cuarzo* presentan extinción ondulada e incluyen o engolfan *feldespatos* alcalinos y suelen pasar en continuidad óptica a formar parte de la textura gráfica adyacente. Las *plagioclasas* (oligoclasa), al igual que el *feldespato* alcalino, posee una escasa alteración a material arcilloso y en algunos casos, también a calcita; ciertos individuos tienen una suave zonación. Escasas laminillas de *biotita* pardo rojiza aparecen pobremente alteradas a material clorítico. La *apatita* se observa como mineral accesorio.

**Muestra 8:** Bariloche; orilla sur del lago Moreno aproximadamente en km 19 del camino a Bahía López, provincia de Río Negro.

#### MELANOTONALITA ANFIBÓLICO-BIOTÍTICA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris oscuro verdoso, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana a gruesa caracterizada por abundante material melano-crático anfibólico-biotítico en cristales que tienen un desarrollo de hasta 1 cm. En menor proporción aparecen granos de *feldespatos* blanquecinos de 2 a 4 mm y *cuarzo* gris en cristales de 1 a 2 mm.

**Análisis microscópico:** posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (oligoclasa media) con marcado crecimiento zonal de bordes más albiticos. La alteración a material arcilloso y sericítico es más intensa en las partes centrales de las tablillas. *Hornblenda* del tipo verde a castaño claro, algunos cristales poseen textura poiquilítica formada por numerosas inclusiones de tablillas pequeñas de *plagioclasas*. Ciertos cristales se observan decolorados como principio de alteración a material clorítico. *Cuarzo* con carácter intersticial y extinción ondulosa. *Biotita* del tipo pardo, aparece en laminillas de extremos desflecados y alterada a clorita, generalmente asociada con anfíbol y finas granulaciones opacas (óxidos de hierro). Presenta, a veces, clinozoisita? intercrecida en los planos de clivaje. *Ortosa* escasa, fresca, y con carácter intersticial. *Minerales accesorios* *apatita* y zircón.

**Muestra 9:** Bariloche; orilla sur del lago Moreno, aproximadamente en km 21 del camino a Bahía López, provincia de Río Negro.

#### TONALITA BIOTÍTICO-ANFIBÓLICA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris claro, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana a fina y está constituida por: feldespatos blanquecinos en cristales de 1 a 3 mm, cuarzo gris en individuos de 1 a 2 mm y minerales fémicos hipidiomorfos de 1 a 5 mm.

**Análisis microscópico:** posee una textura granosa hipidiomorfa. Sus componentes minerales son: *plagioclasas* (oligoclasa-andesina) en general ligeramente sericitizada, aunque muchos individuos muestran un mayor grado de alteración hacia las partes centrales de las tablillas, sobre todo en aquéllas que se encuentran zonadas con bordes de composición más albitica. Escaso *feldespato alcalino* que aparece, muy fresco, en finas venillas o en cristales intersticiales entre las plagioclasas o reemplazándolas parcialmente y asociado, algunas veces, a cristales de carbonatos. *Cuarzo* en cristales con características intersticiales, fracturados y con extinción ondulada a fragmentosa. Presentan inclusiones de zircón y apatita y ocasionalmente, pequeños cristales de mafitos, plagioclasas y minerales opacos. *Biotita* muy alterada, con formación de clorita, epidoto y clinzoicita? intercrecida, esta última, en los planos de clivaje de la mica. Aparece también, con inclusiones o reemplazos por óxidos de hierro y algunas veces intercrecida con el anfíbol. *Anfíbol* (hornblenda verde) fresco, con algunas inclusiones de minerales opacos, en ocasiones está maclado. *Minerales accesorios* zircón, apatita y óxidos de hierro opacos.

**Muestra 12:** Orilla este del lago Mascaradi frente al Campamento Turístico de Gas del Estado, provincia de Río Negro.

#### MICRODIORITA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris oscuro, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa fina compuesta por feldespatos blanco grisáceos con tamaños de 1 a 2 mm y cristales melanocráticos de dimensiones similares.

**Análisis microscópico:** posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (andesina media a básica) en general de aspecto fresco, con escasa alteración a material arcilloso y sericita. En muchas tablillas las maclas polisintéticas muestran flexuras y fracturas debidas a efectos cataclásticos. *Anfíbol* (hornblenda verde) en cristales hipidiomorfos

o en agregados, a veces, algo fibrosos, comúnmente decolorados en sus partes centrales algo cloritizados y con inclusiones de cuarzo microcristalino, en forma de criba, como producto de alteración. *Feldespato alcalino* escaso, xenomorfo y con carácter intersticial, al igual que las plagioclasas muestra aspecto fresco. *Minerales opacos* (óxidos de hierro) son relativamente abundantes y aparecen en gránulos, con cierto grado de idiomorfismo, asociados generalmente a los anfíboles. *Mineral accesorio* apatita.

**Muestra 18:** Ruta provincial Nº 16, aproximadamente a 2,5 km al oeste de la localidad Las Golondrinas en el Hoyo de Epuyén, provincia del Chubut.

#### TONALITA BIOTÍTICO ANFIBÓLICA

**Análisis mesoscópico:** roca de color grisácea, fresca, compacta y de fractura irregular. Posee textura granosa mediana a fina, constituida por feldespatos blanco grisáceos en cristales de 1 a 3 mm, cuarzo gris del orden de 1 mm y minerales fémicos en agregados que llegan a los 4 mm.

**Análisis microscópico:** roca de textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (oligoclasa) con sus formas y maclas típicas o con marcado crecimiento zonal de bordes más albiticos; la alteración que presentan es a material arcilloso y escaso epidoto. *Cuarzo* con carácter intersticial y englobando cristales de plagioclasas. La extinción es ondulada y poseen abundantes y pequeñas inclusiones puntiformes generalmente alineadas. *Biotita* en laminillas pequeñas con marcada alteración a clorita y óxidos de hierro opacos. *Anfíbol* (hornblenda) maclada. Algunos cristales se observan ligeramente cloritizados y con escaso epidoto. En algunos casos aparece cuarzo intercrecido, en relación simplectítica. *Feldespatos alcalinos* xenomorfos e intersticiales, incluyen tablillas de plagioclasas y están levemente alterados a material arcilloso. *Minerales accesorios* zircón, apatita y óxidos de hierro opacos.

**Muestra 19 A:** Ruta Nacional Nº 40, 11 km al norte de Leleque, provincia del Chubut.

#### DIORITA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris oscuro, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana a fina compuesta por cristales de feldespatos blanco grisáceos de 1 a 2 mm llegando algunos a un desarrollo de hasta 5 mm y cristales de anfíboles con similares dimensiones a la de los feldespatos.

*Análisis microscópico:* posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (andesina media a básica) en tablillas hipidiomorfas; la alteración se observa más intensa en los cristales de mayor desarrollo con pasaje a sericita y escaso material arcilloso. *Anfibol* (hornblenda verde) en cristales hipidiomorfos. *Biotita* en laminillas con avanzado estado de alteración a clorita y epidoto. *Feldespatos alcalinos*, xenomorfos, con carácter intersticial, algo pertíticos y alterados a material arcilloso y sericita. *Cuarzo*, xenomorfo, intersticial, con extinción ondulosa a fragmentosa. *Minerales opacos* (óxidos de hierro) aparecen distribuidos heterogeneamente en gránulos, en general, con cierto grado de idiomorfismo. *Minerales accesorios* apatita y zircón.

*Muestra 20 A:* Esquel, 7 km al este, sobre camino que une esta ciudad con la Ruta nacional N° 40, provincia del Chubut.

#### TONALITA

*Análisis mesoscópico:* roca de color gris claro, compacta de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana a fina y algo porfiroide, compuesta por feldespato gris blancuzco en cristales del orden de 1 a 3 mm, algunos de los cuales llega a un desarrollo de 1 cm, cuarzo gris en granos de 1 a 5 mm y laminillas de biotita del orden de 1 mm.

*Análisis microscópico:* posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (andesina ácida) en tablillas hipidiomorfas, las cuales presentan, en algunos casos, un reborde de feldespato alcalino. Presentan escasa alteración a material arcilloso y sericita y ciertos cristales, poseen suave zonación. *Cuarzo* xenomorfo con extinción ondulada. *Biotita* pardo rojiza, algunas laminillas aparecen algo alteradas a clorita. *Anfibol* (hornblenda verde) a veces asociada a biotita. *Feldespato alcalino* xenomorfo, con carácter intersticial, alterado escasamente a material arcilloso. Los *minerales opacos* son relativamente abundantes y aparecen en pequeños gránulos con cierto grado de idiomorfismo. *Mineral accesorio* apatita.

*Muestra 22 A:* Orilla norte del lago Situación, aproximadamente a 6 km de su desembocadura, provincia del Chubut.

#### TONALITA ANFIBÓLICO-BIOTÍTICA

*Análisis mesoscópico:* roca de color gris claro, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana a fina y está constituida por: feldespatos blanco amarillentos de 1 a 3 mm, cuarzo gris de 1 a 2 mm y minerales félicos en agregados que llegan a los 6 mm.

*Análisis microscópico:* posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por *plagioclasas* (oligoclasa media a andesina ácida) en tablillas de tamaños gradados. Los cristales se observan fracturados y desplazados. Son comunes los individuos zonados con bordes más albiticos y en general con una mayor alteración, hacia las partes centrales, con pasaje a sericita y material arcilloso. *Hornblenda* en cristales hipidiomorfos, maclados, asociada a biotita alterada, calcita y minerales opacos. *Biotita* en grado avanzado de alteración a clorita y epidoto con formación de óxidos de hierro. *Minerales accesorios* zircón, óxidos de hierro opacos.

*Muestra 25:* Cerro Cuche, sobre ruta provincial N° 17, que une Corcovado con Tecka, provincia del Chubut.

#### GRANODIORITA

*Análisis mesoscópico:* roca de color gris claro con tonos rosados, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana y está compuesta por: feldespatos blanquecinos de 2 a 4 mm, cuarzo gris en granos de 2 a 3 mm, biotita y anfíboles en cristales de 1 a 3 mm. Como característica especial, se observan xenolitos de hasta 5 cm de diámetro que resaltan por su tamaño de grano menor y por la mayor abundancia de minerales félicos.

*Análisis microscópico:* posee una textura granosa hipidiomorfa y está constituida por: *plagioclasas* (oligoclasa básica-andesina ácida) en cristales fracturados y distorsionados por los efectos de presiones, algunos con crecimiento zonal con bordes más albiticos. Presentan alteración a sericita y materiales arcillosos. *Ortosa* xenomorfa, escasamente pertítica y con un mayor grado de alteración a material arcilloso que las *plagioclasas*. *Cuarzo* en granos anhedrales, con extinción ondulada y estructura en mosaico. Contiene normalmente, numerosas pequeñas inclusiones no determinadas. *Biotita* en laminillas, por lo común, desflecadas, de color castaño oscuro a castaño verdoso. Ligeramente cloritizada y asociada con epidoto y minerales opacos (óxidos de hierro). *Hornblenda* verde, asociada a la biotita, material carbonático y gránulos de minerales opacos. *Minerales accesorios* apatita y zircón.

*Muestra 26:* Orilla sur del lago General Vinter, unos 2 km al oeste de la localidad homónima, provincia del Chubut.

#### GRANODIORITA

*Análisis mesoscópico:* roca de color grisáceo rosado, de aspecto fresco, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa fina

a mediana y está compuesta por feldespatos blanco amarillentos y rosados de 1 a 2 mm, cuarzo gris del orden de 1 mm y minerales fémicos en agregados que llegan a los 4 mm.

**Análisis microscópico:** posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (oligoclasa) abundantes, con ligera alteración a material arcilloso y sericita, aunque algunas tablillas se observan epidotizadas. *Cuarzo* con extinción ondulada a fragmentosa. *Hornblenda* en cristales relativamente pequeños de formas irregulares, algunos maclados y con pequeños zircones incluidos. *Biotita* en laminillas deflecadas, algo alteradas a clorita, carbonatos y óxidos de hierro, a veces asociada al anfíbol. *Ortosa* pertítica y en forma de reborde de tablillas de plagioclasas, la alteración es escasa a material arcilloso. *Minerales accesorios* zircón, titanita y óxidos de hierro opacos.

**Muestra 32:** Sobre el filo a unos 800 m al SW de la estación superior del alambre carril del cerro Catedral, Bariloche, provincia de Río Negro.

#### TONALITA ANFIBÓLICA BIOTÍTICA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris oscuro, de aspecto fresco, compacta y con fractura irregular. Posee una textura granosa mediana a fina y está constituida por feldespatos blanco amarillentos de 1 a 3 mm, cuarzo gris del orden de 1 mm y minerales fémicos en agregados de 1 a 4 mm.

**Análisis microscópicos:** posee una textura granosa hipidiomorfa, compuesta por: *plagioclasas* (andesina media a oligoclasa básica) algunas con crecimientos zonales. Muchos de los cristales están fracturados, separados y/o desplazados o bien curvados ligeramente. La alteración a sericita es escasa. *Cuarzo* en cristales fracturados, con extinción ondulada a fragmentosa o estructura en mosaico. Posee inclusiones puntiformes alineadas. *Hornblenda* relativamente abundante y con distorsiones en forma similar a las plagioclasas. Presenta intercrecimientos de biotita asociada con carbonatos, principalmente a lo largo de los planos de clivaje. *Biotita* en menor proporción que la hornblenda, aparece alterada a clorita y ocasionalmente a carbonatos. También acusa los efectos deformantes ejercidos por presiones. *Minerales accesorios* óxidos de hierro opacos.

**Muestra 34:** Cerro Catedral, en inmediaciones de la estación superior del alambre carril, Bariloche, provincia del Río Negro.

#### ESQUISTO MUSCOVÍTICO-GRANATÍFERO

**Análisis mesoscópico:** roca esquistosa de color gris verdoso, de brillo nacarado, compacta.

Presenta bandas y lentes leucocráticos, no muy definidos, de 1 a 3 mm de espesor, intercaladas con bandas micáceas de coloración verdosa, suavemente plegadas, y con espesores variables entre 1 mm y 1 cm.

**Análisis microscópico:** posee textura esquistosa, conformada por alternancia de bandas ricas en minerales micáceos con otras de composición cuarzo-feldespática, en disposición paralela a subparalela. Las bandas micáceas (*muscovítico-biotíticas*) permiten visualizar los microplegamientos que afectan a la roca, con flexión o fractura de sus laminillas por efectos mecánicos. Las laminillas de biotita, que están en menor proporción que la muscovita, aparecen completamente cloritizadas (penninita). El *cuarzo* es alotriomorfo con extinción ondulosa a fragmentosa. Los *feldespatos alcalinos* aparecen en granoblastos xenomorfos alargados según la esquistosidad o en individuos lentiformes con numerosas inclusiones puntiformes alineadas y con diseño arremolinado que evidencian los efectos de rotación sufridos por el cristal. Porfiroblastos de granate, relativamente abundantes, aparecen cloritizados. Como *minerales accesorios* se observaron apatita y zircón.

**Muestra 37:** Cerro Tronador, al pie de los paredones unos 1.000 m al WSW de la hostería,

#### GRANODIORITA

**Análisis mesoscópico:** roca de color gris, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana, compuesta por feldespatos blanco grisáceos de 2 a 5 mm, cuarzo gris de 2 a 4 mm y laminillas de biotita que llegan a tener un desarrollo de 1 cm.

**Análisis microscópico:** posee una textura granosa hipidiomorfa compuesta por: *plagioclasas* (andesina) alteradas a material arcilloso, sericita y en menor grado, a calcita. En general, son tablillas zonales con bordes de composición más albitica. *Cuarzo* xenomorfo, con extinción ondulada a fragmentosa. *Ortosa* con carácter intersticial, algo pertítica y escasamente alterada a material arcilloso. *Biotita* pardo verdosa, con algunas laminillas cloritizadas. *Hornblenda* verde, asociada a laminillas de la biotita cloritizada. Como *minerales accesorios* se observaron apatita y zircón. Los *minerales opacos* (óxidos de hierro) se observan asociados en pequeños gránulos a las laminillas de biotita alterada.

**Muestra 39:** A unos 7 km, por camino, desde el puesto de Gendarmería de Río Villegas hacia la localidad de El Manso, provincia de Río Negro.

GRANITO

*Análisis mesoscópico:* roca de color gris rosado, compacta, de fractura irregular. Posee una textura granosa mediana compuesta por granos de feldespatos rosados de 1 a 4 mm, cuarzo gris en cristales de 1 a 3 mm y escasa laminillas micáceas de 1 a 2 mm.

*Análisis microscópico:* posee una textura granosa subhipidiomorfa compuesta por: *ortosa* xenomorfa, de textura pertítica y alterada a material arcilloso. *Cuarzo* xenomorfo con extinción fragmentosa. *Plagioclasas (oligoclasa)* en tablillas idiomorfas, alteradas a material arcilloso y sericita. Algunas aparecen con zonación poco marcada y/o flexuradas. *Biotita* escasa, cloritizada y a veces asociada a sericita (muscovita). La extinción fragmentosa del cuarzo y las flexuras observadas en algunas tablillas de plagioclasas evidencian efectos cataclásticos sufridos por la roca. Los *minerales opacos* (óxidos de hierro) en general aparecen en finos gránulos asociados a la biotita alterada.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Aldrich, L. T.; Wetherill, G. W. and Tilton, G. R., 1956. *Half life of Rb-87*. Phys. Rev., T 103.
- Cazau, L., 1972. *Cuenca del Ñirihuau-Ñorquenco-Cushamen*. En Geología Regional Arg. (prim. Simp.), Ed. A. F. Leanza, 727-740, Acad. Nac. Cs., Córdoba.
- Comucci, P., 1939. *Le rocce dei dintorni del lago Nahuel-Huapi (Argentina): considerazioni chimiche petrografiche relative all'America Meridionale*. Memor. Real Acad. Italia, X, 1959-273, Roma.
- Dessanti, R. N., 1972. *Andes Patagónicos Septentrionales*. En Geología Reg. Arg. (Prim. Simp.), Ed. A. F. Leanza, 655-688, Acad. Nac. Cs., Córdoba.
- Feruglio, E., 1927. *Estudio geológico de la región pre y subandina en la latitud del Nahuel Huapi*. Anal. Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA, II, 3, 425-437, Buenos Aires.
- 1941. *Nota preliminar sobre la hoja geológica "San Carlos de Bariloche" (Patagonia)*. Bol. Inf. Petrol., N° 200, 27-64, Buenos Aires.
- 1942. *Recientes progresos en el conocimiento geológico de la Patagonia y Tierra del Fuego*. Anal. Prim. Congr. Panam. Ing. Minas y Geol., II, Geol. 1ª parte, 380-401, Santiago de Chile.
- 1949. *Descripción geológica de la Patagonia*. Dción. Gral. Yac. Petrol. Fiscales, Buenos Aires.
- Gelos, E. M. y Losada, O. A., 1969. *Estudio petrográfico de los afloramientos perimetrales del lago Lacar, Parque Nacional Lanín, prov. del Neuquén*. Actas 4as. Jorn. Geol. Arg., II, 117-131, Mendoza.
- González Bonorino, F., 1944. *Descripción geológica y petrográfica de la hoja 41b-Río Foyel (Terr. Río Negro)*. Dción. Minas, Geol. e Hidrogeol., Bol. N° 56, Buenos Aires.
- 1946. *Contribución a la petrología del Noroeste de la Patagonia*. Rev. Mus. La Plata (N.S.), Geol. IV, 1-89, La Plata.
- Groeber, P., 1918. *Edad y extensión de las estructuras de la Cordillera entre San Juan y Nahuel Huapi*. "Physis", IV, 208-240, Buenos Aires.
- 1929. *Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes*. Dción. Gral. Min., Geol. e Hidrogeol., Publ. N° 58, Buenos Aires.
- 1942. *Rasgos geológicos generales de la región ubicada entre los paralelos 41° y 44° y entre los meridianos 69° a 71°*. Anal. Prim. Congr. Panam. Ing. Minas y Geol., II, Geol. 1ª parte, 368-379, Santiago de Chile.
- 1955. *Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario*. Rev. Asoc. Geol. Arg., X, 4, 234-261, Buenos Aires.
- Halpern, M. and Carlin, G. M., 1971. *Radiometric chronology of crystalline rocks from southern Chile*. Antarctic Journ. of United States, VI, 5, 191-193.
- Halpern, M.; Umpierre, M. and Linares, E., 1972. *Radiometric ages of Crystalline Rocks from Southern South America as Related to Gondwana and Andean Geologic Provinces*. Ac. Conf. Problem. Tierra Sólida, II, 345-356, Buenos Aires 1970.
- Kulp, J. L., 1961. *Geological Time-scale*. Science, Vol. 133, N° 3459.
- Ljungner, E., 1931. *Geologische Aufnahmen in der Patagonischen Kordillera. Vorläufige Mitteilung über staatliche Arbeiten am See Nahuel Huapi in dem Argentinischen Nationalpark unter dem 41. Breitengrad*. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala, vol. XXIII (1932), 203-242.
- Martínez, C. G., 1958. *Informe geológico de la hoja San Martín de los Andes*. Dción. Gral. Ing., Div. Prep. Territ., Ejército Argentino, inédito, Buenos Aires.
- Mc Mullen, C. C.; Fritze, K. and Tomlinson, R. H., 1966. *The half life of Rubidium 87*. Canad. Journ. Phys., Vol. 44.
- Miró, R. C., 1967. *Geología glaciaria y pre-glaciaria del Valle de Epuayén*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXII, 3, 177-202, Bs. As.

- Petersen, C. S. y González Bonorino, F., 1947. *Observaciones geológicas en el Chubut occidental*. Rev. Asoc. Geol. Arg., II, 3, 177-222, Buenos Aires.
- Rasmuss, J., 1922. *Apuntes geológicos sobre los hallazgos de carbón al sur del lago Nahuel Huapi*. Dción. Gral. Min., Geol. e Hidrogeol., Boletín N° 28, Buenos Aires.
- Roth, S., 1922. *Investigaciones geológicas en la región norte de la Patagonia durante los años 1897 a 1899. Caps. I a III*. Rev. Mus. La Plata, XXVI, 333-392.
- 1925. *Idem anterior. Cap. IV (conclusión)*. Rev. Mus. La Plata, XXVIII, 146-180.
- Stipanivic, P. N.; Rodrigo, F.; Baulies, O. L. y Martínez, C. G., 1968. *Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Norpatagónico y regiones adyacentes*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIII, 2, 67-98, Buenos Aires.
- Turner, J. C., 1965. *Estratigrafía de la comarca de Junín de los Andes (provincia del Neuquén)*. Bol. Acad. Nal. Cs., XLIV, Entr. 1<sup>a</sup>-4<sup>a</sup>, Córdoba.
- Ugarte, F. R. E., 1956. *Geología de la zona de Omkel (prov. del Chubut)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XI, 1, 5-22, Buenos Aires.
- Volkheimer, W., 1964. *Estratigrafía de la zona extra-andina del Departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42° 30' y los meridianos 70° y 71°*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIX, 2, 85-107, Buenos Aires.
- Wehrli, L., 1899. *Rapport préliminaire sur mon expédition géologique dans la Cordillère Argentino-Chilienne du 40° et 41° lat. sud. (région du Nahuel Huapi)*. Rev. Mus. La Plata, IX, 223-252.
- Willis, B., 1914. *Forty-first parallel survey of Argentina*. Congreso Geol. Inter., Actas XII<sup>a</sup> Ses., 1913, 713-731, Canadá.

Recibido el 20 de agosto de 1973.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO  
DE LA PROVINCIA METALOGENETICA  
DEL MAR MEDITERRANEO, CON ESPECIAL REFERENCIA  
A LA SIERRA DE CARTAGENA, ESPAÑA

Por PABLO MARTINEZ (h.)

RESUMEN

Se extractan las conclusiones geológicas, mineralógicas y metalogénicas de un distrito plumbo-argento-zincífero situado en la Sierra de Cartagena, España, en especial el grupo minero denominado La Emilia, que explota el horizonte metalizado conocido localmente como el "manto de los azules".

La paragénesis es del tipo B.P.G.C., hidrotermal de alta temperatura, vinculada al vulcanismo terciario (andesitas, dacitas y traquitas), del intramioceno medio principalmente; las más importantes características del distrito son:

a) su aspecto estratiforme, en el contacto del basamento metamórfico con el paquete de calizas triásicas superpuestas;

b) la mena diseminada, se compone de galena, blenda, pirita y a veces calcopirita, con abundante magnetita; el tenor medio es de 1,5 % en Pb., 0,6 % de Zn., y un 5 % de magnetita;

c) la ganga está compuesta por cloritas, carbonatos, cuarzo y un silicato de hierro que a veces se presenta como crisotilo, otras como chamosita y otras como antigorita.

A criterio del autor, el emplazamiento del manto se debió al doble juego de determinantes estructurales y estratigráficos; los primeros, cuando el triásico calizo cabalgó sobre las metamorfitas del basamento, creando condiciones de fracturación y de trituración.

El determinante estratigráfico está dado por la base impermeable de pizarras y mica-citas plegadas sinclinalmente, con lo que se creó una artesa ideal para el depósito de los metales aportados por las soluciones hidrotermales, a la vez que se formaba un embalse a las soluciones supergénicas descendentes.

ABSTRACT

The mineral deposits described in this work are located in Spain, in the famous Sierra de Cartagena, Province of Murcia, near the town of La Union; the mining group called Canteras Emilia which exploits the metaliferous horizon known as "blue beds", has been specially studied.

The paragenesis belongs to the B.P.G.C. (blende, pyrite, galena, chalcopyrite) type, high temperature hydrothermal, related to Tertiary vulcanism (andesite, dacite and trachyte belonging mainly to the lower Miocene).

The main characteristics of the deposits are:

1º) Its stratified aspect, in the contact of the metamorphic basement with the overlying Triassic limestone.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Córdoba.

2º) The ore very scattered, is composed of galena, sphalerite, pyrite, sometimes chalcopryrite, with abundant magnetite; the average content is 1,5 % Pb., 0,6 % Zn., and 5 % magnetite.

3º) The gangue is composed by chlorites, carbonates, quartz and iron silicate that sometimes is observed as chrysotile or chamosite, at other times as antigorite.

In the author's opinion, the placement of the beds has been determined by a double play of structural and stratigraphical factors; firstly due to the movement of the Triassic overriding the basement, and creating conditions of faulting, mylonitization and crushing; secondly the impervious base of slates and micacites, folded in a syncline, created a basin ideally suited for the deposition of the minerals carried by the hydrothermal solutions and, at the same time, formed a dam for the descending supergene solutions.

### INTRODUCCION

La Sierra de Cartagena, Provincia de Murcia, España, es la última estribación hacia el NE de la Mole Bética o Sistema de Sierra Nevada; se compone de un basamento metamórfico eopaleozoico de esquistos cloríticos, filitas, micacitas e intercalaciones de mármoles, sobre el que descansa el Triático calizo (Muschelkalk); todo el complejo fue afec-

tado por el vulcanismo terciario-cuartario, así como por la orogenia alpídica, que fracturó intensamente la sierra, generándose ascenso y descenso de bloques o dovelas, con el consiguiente rejuvenecimiento del relieve hercínico.

En este ambiente geológico se ha localizado un importante distrito mineralizado, de edad terciaria, que guarda notable similitud con los del norte de Africa y los del Mediterráneo oriental,



Fig. 1. — Ubicación geográfica

por lo que se puede afirmar que estamos ante una "provincia metalogénica" de gran significación, siendo el Terciario superior para la región, una fecunda "época metalogénica".

Las consideraciones aquí expuestas son el resumen del capítulo de conclusiones de la investigación doctoral del autor, Martínez (1968).

#### DETERMINANTES GEOLOGICOS DE LA MINERALIZACION

Los yacimientos de plomo, plata y zinc de la Sierra de Cartagena (Murcia, España), de claro origen hidrotermal, se han generado por el ascenso de soluciones portadoras de metales, acompañados por ganga cuarzo-carbonática; la precipitación de la carga mineral se realizó según dos tipos de depositación: según filones unas veces como relleno de fisuras y otras de reemplazamiento, siendo lo más frecuente la combinación de ambos fenómenos; en segundo lugar, se producen los "mantos", cuerpos estratiformes generalmente dispuestos en el contacto entre formaciones de distinta edad geológica; con referencia al renombrado "manto de los azules", la separación basamento metamórfico-triásico calizo dolomítico es de tipo tectónico, debido al corrimiento o cabalgadura de este último sobre el substrato paleozoico.

A criterio del autor, compartido por la mayoría de los investigadores españoles, estos fenómenos de "nappes" o cobijaduras no deben haber tenido la magnitud regional que algunos especialistas franceses y holandeses le adjudican, sino que tuvieron significación tan sólo local.

Según el horizonte en que se localizan las mineralizaciones, se pueden distinguir las que lo hacen en el basamento metamórfico, en las calizas dolomíticas del triásico, en las sedimentitas del Mioceno, y finalmente en las vulcanitas terciarias (riolitas, traquitas y andesitas).

Las soluciones metalizantes aprovecharon el sistema de fallas antiguas de

la sierra, revividas durante la orogenia alpídica, para ascender de la profundidad; las conclusiones geológicas se pueden resumir en los siguientes puntos:

1º) La tectónica regional originó los conductos que permitieron el ascenso de las soluciones metalizantes, según un doble juego de fracturaciones; las antiguas (hercinianas), transversales al eje de la Sierra, y las modernas (alpinas), longitudinales o paralelas al mismo.

2º) La tectónica local creó los receptáculos aptos para la formación de mantos, al originar horizontes brechados y milonitizados, sumamente propicios para el relleno hidrotermal.

3º) La presencia de caliza soluble encima del basamento de filitas y micacitas cloríticas, se comportó como un adecuado determinante estratigráfico que facilitó la deposición de los sulfuros en el cuerpo calizo, actuando el substrato metamórfico como dique a la migración descendente de esas mismas sustancias, una vez depositadas.

4º) Las acciones meteóricas han actuado en importantes sectores, creando niveles de oxidación con formación de minerales secundarios; la tectónica germánica (ascenso y descenso de bloques) de finales del terciario, coadyuvó a tal fin, al exponer a sectores del manto metalizado a la acción destructora de la atmósfera.

#### MINERALOGIA, SECUENCIA PARAGENETICA, TEMPERATURA DE FORMACION

La mineralogía de estos yacimientos corresponde a lo que los investigadores franceses denominan tipo P.B.G.C., por su contenido en los sulfuros pirita, blenda, galena y calcopirita; van acompañados de abundante magnetita, cuyo origen al igual que una pequeña cantidad de pirita casi siempre presente, debemos remontarlo a una metalización más antigua, vinculada a la invasión de

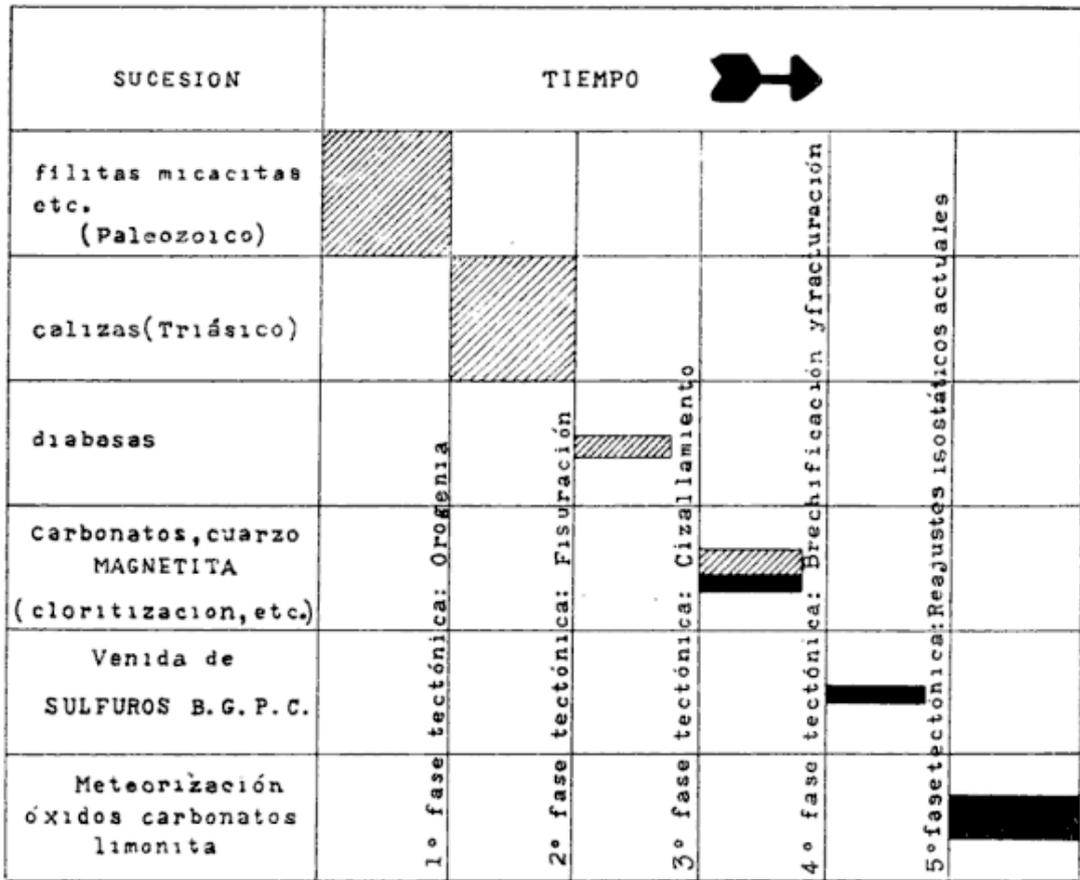


Fig. 2. — Microtectónica de la mineralización

las ofitas o diabasas como fenómeno post-herciniano.

La mineralografía reveló marcasita formada a expensas de la pirita, fenómeno que según Allen representa un punto de inversión de unos 450° C; también por microscopía de opacos se detectó la presencia de pequeñas proporciones de bismutina y de jamesonita; los diagramas de Rayos X permitieron señalar, por primera vez en la Sierra de Cartagena, la presencia del mineral berzelianita, a la vez que se certificó la presencia de minerales serpentínicos: antigorita-crisotilo, y una variedad de las leptocloritas que le confiere al manto su coloración verde azulada, la chamocita.

El diagrama de microtectónica de la mineralización (figura 2), inferido de la observación microscópica, grafica principalmente las fases tectónicas que se han hecho sentir en la región.

En cuanto al diagrama de sucesión metalogenética, fig. 3, se han esquematizado las cuatro fases que la investigación mineralográfica señala; el mismo ha sido hecho conforme a las normas usuales:

- a) el espesor del trazo corresponde aproximadamente a la abundancia del mineral;
- b) las rayas oblicuas representan los procesos tectónicos; a mayor intensidad de éstos, las rayas se encuentran más apretadas;
- c) en la primera columna de la izquierda, se indican las substituciones secundarias; las flechas van del mineral antiguo (R), al moderno o de neoformación (N);
- d) la hematización se representa como un punteado, tanto más densa cuanto más intensa ha sido.

MINERAL	PESO ESPECIF.	PESO ATOMICO (metal)	FORMULA	1.ª FASE: CARBONATA-SILICIFICACION	FASE DE: SULFUROS B.G.C.P.	FASE OXIDACION	FASE SUPERGENI- (CA.)
Cuarzo	2,65	28,06	Si O <sub>2</sub>				
Siderita	3,80	55,85	CO <sub>3</sub> Fe				
Pirita	5,02	55,85	Fe S <sub>2</sub>				
Calcopirita	4,28	63,54	Cu Fe S <sub>2</sub>				
Magnetita	5,20	55,85	Fe O.Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
Blenda	4,08	65,38	Zn S				
Galena	7,57	207,21	Pb S				
Jamesonita	5,63	207,21	Pb <sub>4</sub> Fe Sb <sub>6</sub> S <sub>14</sub>				
Bismutina	7,00	209,00	S <sub>3</sub> Bi <sub>2</sub>				
Cerusita	6,50	207,21	CO <sub>3</sub> Pb				
Smithsonita	4,40	65,38	CO <sub>3</sub> Zn				
Cerargirita	5,50	107,88	Cl Ag				
Hematita	5,20	55,85	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
Marcasita	4,85	55,85	Fe S <sub>2</sub>				

Fig. 3. -- Diagrama de sucesión metalogénica

Además, como para varios autores existe una cierta relación entre el orden de deposición, el peso específico del mineral y el peso atómico del metal contenido, se han incluido estos valores para establecer dicha correlación.

El dosaje del Fe de las blendas ferríferas, verdaderas marmatitas, ha dado valores de alrededor del 15 %; las tablas de Deer, Howie y Zussman (1962) dan para estos tenores, una temperatura de formación de alrededor de los 470° C, mientras que G. Kullerud adjudica a blendas con un contenido del 16 de

SFe, una temperatura de formación de 500° C.

El carácter hipotermal se evidencia también por el alto contenido en plata de las galenas, ya que es un hecho reconocido que este porcentaje crece con la temperatura de formación, y el mineral del distrito cartagenero da de 1 a 3 kg de plata por tonelada de plomo; también en algunos yacimientos se ha determinado la presencia de casiterita, característica de hidrotermales de alta temperatura, e incluso de criaderos neumatolíticos.

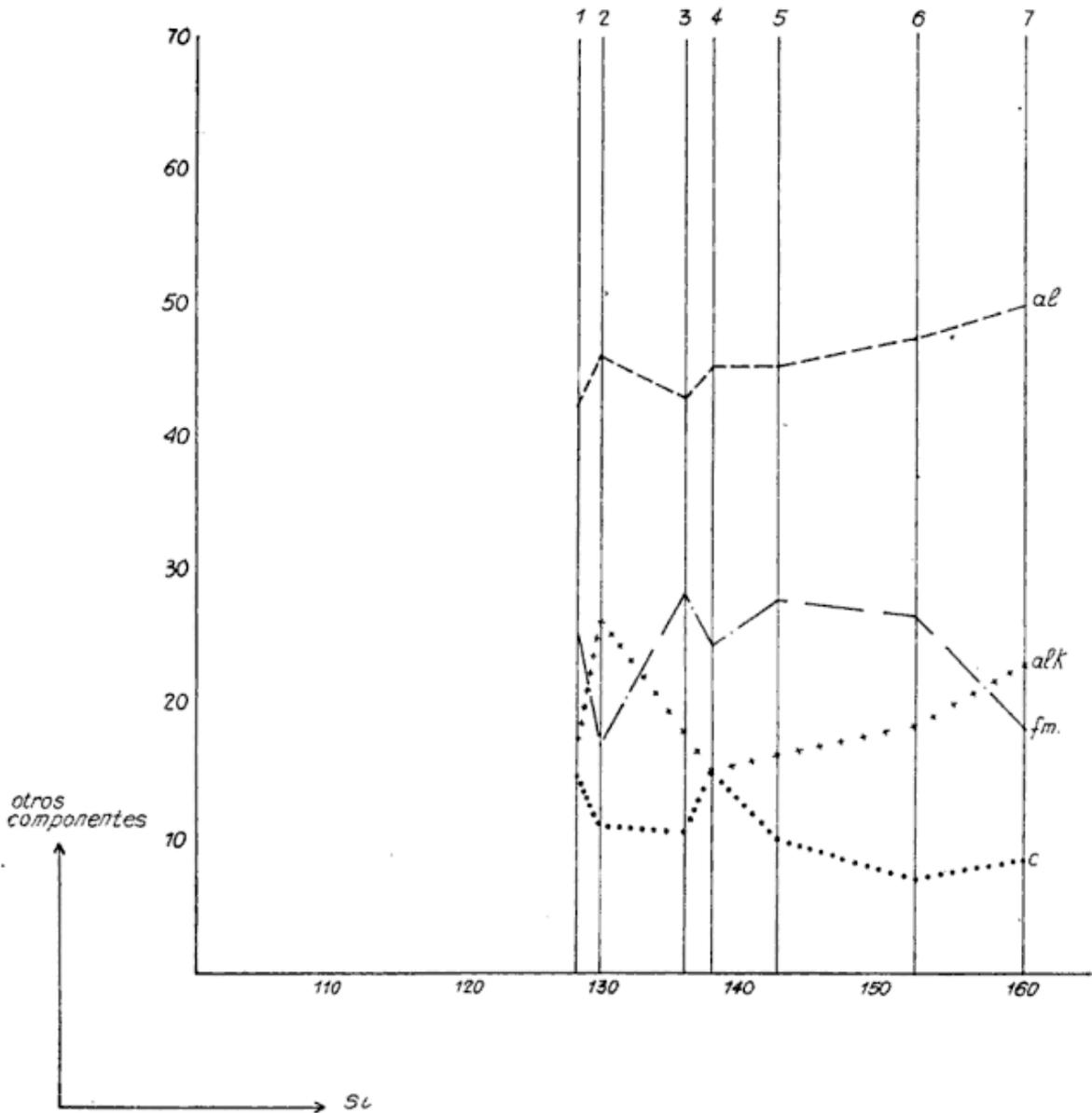


Fig. 4. — Diagrama Si — otros componentes

Las conclusiones de este capítulo se pueden resumir:

- 1ª) la mineralogía de los yacimientos corresponde al nivel hipotermal;
- 2ª) la temperatura, inferida del contenido de hierro en blendas, de plata en galenas, etc., sería del orden de los 470° C;
- 3ª) tan alta temperatura ha transformado casi totalmente las rocas invadidas, operando la metalización como un activo fenómeno metamorfozante.

He considerado de interés presentar el cálculo petroquímico que realizara sobre siete andesitas de la región, según análisis publicados por Fúster *et al.* (1954); los valores Niggli obtenidos se presentan en forma de los clásicos diagramas de ese autor.

Se destaca el hecho de la abundante cordierita normativa, comprobada petrográficamente; son rocas piroxénicas, de quimismo calcoalcalino, de carácter "pacífico", lo que concuerda con su gé-

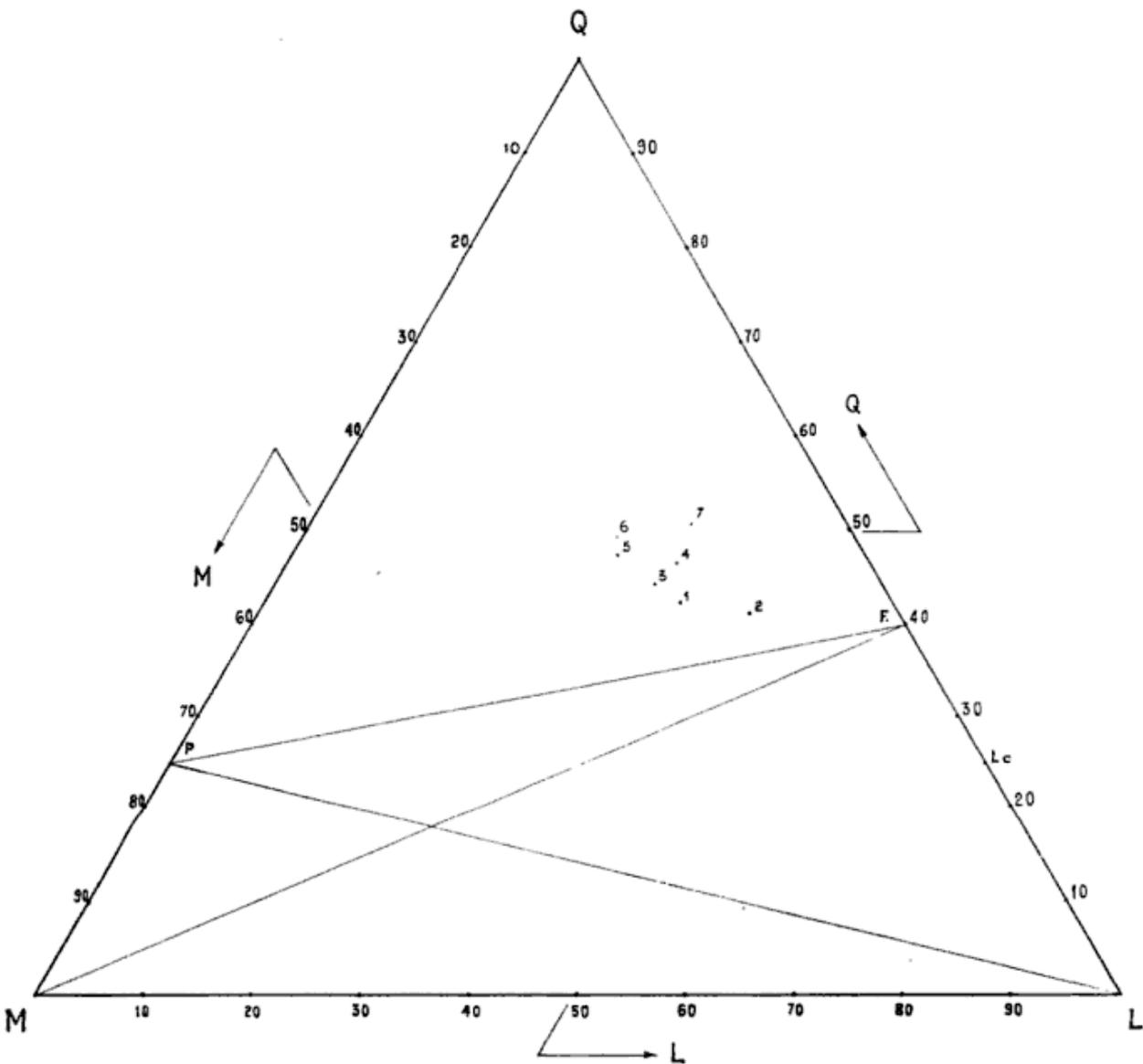


Fig. 5. — Diagrama Q-L-M

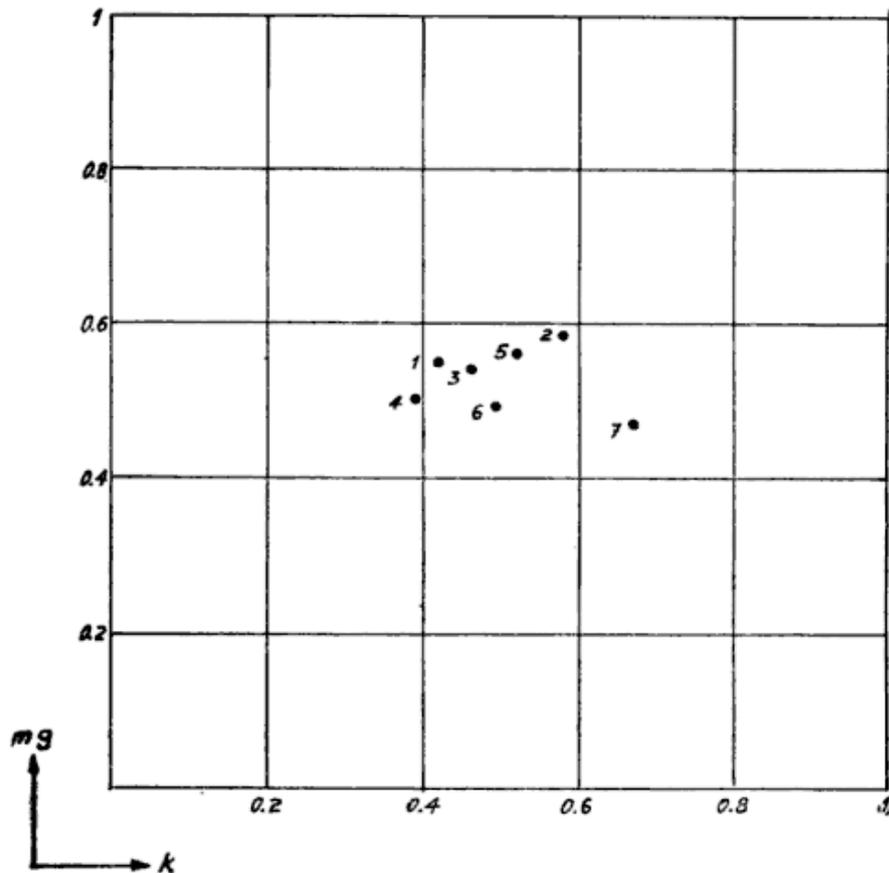


Fig. 6. — Diagrama *k-mg*

nesis ligada a procesos orogénicos (diagrama Si-otros componentes, donde la gran diferencia de “al” a “alk” es característica de las rocas pertenecientes a esta provincia petrográfica, figura N<sup>o</sup> 4); en el diagrama Q-L-M (figura 5), los puntos caen todos encima de la línea de saturación P-F, concordante con la naturaleza “pacífica del vulcanismo generador; finalmente, el diagrama “k-mg”, revela un índice bajo de dispersión, con respecto a estos dos parámetros (figura 6).

#### CLASIFICACION DE ESTOS YACIMIENTOS

Según el modelo genético de clasificación propuesto por Lindgren en 1933, los mantos cartageneros estarían incluidos en el Grupo II: “depósitos por procesos químicos”; dado el carácter típicamente epigenéticos, corresponde asig-

narlos al subgrupo 2<sup>o</sup>: “por sustancias introducidas”; dentro de este subgrupo, pertenecen a la clase B: “relacionados con actividad ígnea, por aguas ascendentes”, que comprenden toda la gama de los yacimientos hidrotermales; dentro de éstos, por su temperatura, al nivel hipotermal (de 300° a 500° C).

Schneiderhöhn propuso en 1931 su modelo de clasificación también con criterio genético, conforme a la cual corresponde asignar los yacimientos en cuestión al gran grupo vinculado a fenómenos magmáticos, subgrupo magmático-extrusivo, como yacimientos “extrusivo-hidrotermales”.

Es importante hacer notar que Schneiderhöhn introduce para este tipo de yacimientos el término de subvolcánicos, o sea metalizaciones ligadas a fenómenos volcánicos, pero en las cuales la separación de las menas sulfuradas no se ha producido a partir de las lavas de superficie, sino de focos comunes a

ambos fenómenos, formación de las vulcanitas y de las metalizaciones, a una cierta profundidad.

En la modificación que hicieron de esta última clasificación los metalogenistas E. Clar y A. Maucher, se agrega el concepto de perimagmáticos para estos yacimientos, por la cercanía al foco o fuente de las soluciones.

Finalmente, según la clasificación genética-descriptiva de Bateman, cabe incluir a estos yacimientos en el grupo 4º: yacimientos formados por procesos hidrotermales, subgrupo *b*: de reemplazamiento; esta metasomatosis fue masiva y a expensas del basamento metamórfico en el submanto mollar o rico, hoy totalmente agotado, y del tipo diseminado en el submanto del borde o superior, que es el que actualmente se explota, y donde el reemplazamiento fue hecho a expensas de las calizas dolomíticas del Triásico.

Resumiendo, cabe clasificar a estos yacimientos como *subvolcánicos* por su origen, *hipotermales* por su rango, y *metasomáticos* por su forma de localizarse.

#### EDAD DE LA MINERALIZACION

Entre el final del Mioceno y principios del Plioceno, tienen lugar en la región las fases Staíricas y Rodánica de los plegamientos neo-alpinos, que se traducen, en particular estas últimas, en fracturas longitudinales y transversales del macizo cartageno, con movimientos de ascenso y descenso de bloques o dovelas; como corolario, tienen lugar las efusiones andesíticas, traquíticas y liparíticas que afectan todo el sudeste español, con tres períodos efusivos: uno miocénico, de efusiones subaéreas, de andesitas micáceas, hornbléndicas y dacitas; el 2º, intrusión de filones en el Plioceno de andesitas augítico-hipersténicas, y de liparitas, que atraviesan a las anteriores; la 3ª y última fase, de efusiones lávicas de veritas, jumillitas y for-

tunitas, de tipo residual, todas en el Plioceno.

La mineralización argento plumbozincífera de la región, de indudable vinculación genética con el vulcanismo reseñado, es por cierto también terciaria, salvo la magnetita y la pirita, que como se dijera anteriormente, estarían vinculadas a la intrusión post-herciniana de las ofitas.

El punto de vista del autor es favorable a considerar un solo proceso metalizante de edad terciaria, en contraposición a lo sostenido por Guardiola (1927), para quien habría dos metalizaciones, una antigua post-herciniana que habría mineralizado el "manto de los azules", y algunos filones en el basamento, y el resto serían terciarios.

En este aspecto, el autor comparte el criterio del investigador francés Demay (1924) y Petraschek (1965), que difiere fundamentalmente del ya expresado Guardiola, así como otros, tal como Meseguer Pardo (1926).

Más recientemente, Friedrich, Schachner y Nielsen (1964) han hecho determinaciones con los isótopos del azufre mediante espectrografía de masas, sobre 166 muestras de sulfuros y 2 de baritinas, tanto de los cuerpos mantiformas como de los filonianos; el análisis isotópico revela "un rango muy pequeño de isótopos de azufre, lo que es típico para un sólo proceso de mineralización, que no es otro que la metalización subvolcánica-hidrotermal en conexión con la actividad volcánica del terciario superior".

Esta edad terciaria superior coincide con la de numerosos yacimientos de plomo y zinc del Mediterráneo Oriental (Servia, Yugoslavia, Bosnia, Bulgaria, Tracia), los que también están asociados a vulcanitas del tipo andesítico-riolítico de edad oligomiocénicas; del mismo modo, los ricos yacimientos del norte de Africa (Marruecos, Argelia y Túnez), de tipo hidrotermal-metasomáticos, están vinculados genéticamente a granitos jóvenes y a vulcanitas terciarias.

Concluimos resaltando como la región mediterránea es una importantísima “provincia metalogenética”, con gran riqueza en yacimientos de plomo y zinc y entre los que se destacan especialmente los del distrito de la Sierra de Cartagena; al mismo tiempo cabe expresar que el Terciario superior ha sido para estas regiones una muy fecunda “época metalogenética”.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Deer, Howie y Zussmann. 1962: *Rock forming minerals*. Ed. Longmans, Londres.
- Demay, M. 1924: *Observations géologiques, métallogéniques et économiques sur le district minier de Carthagene*. Annales des Mines, Mémoires, t. V, París.
- Friedrich, G., Schachner, D. y Nielsen, H. 1964: *Schwefelisotopen Untersuchungen an Sulfiden aus den Erzkörpern der Sierra de Cartagena in Spanien*, *Geoch. et Cosmoch. Acta*, V. 28, N. Ireland.
- Fuster, J. M., Ibarrola, E. y Lobato, M. P. 1954: *Análisis Químicos de Rocas Españolas*, Cons. Inv. Lucas Mallada, Madrid.
- Guardiolas, R. 1927: *Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena*. Mem. Inst. Geol. y Min. de España, tomo XXXIII.
- Lindgren, W. 1933: *Minerals Deposits*. Nueva York.
- Martínez, P. 1968: *Estudio geológico, mineralógico y metalogénico de los yacimientos plumbo-zincíferos de la localidad de La Unión, Prov. de Murcia, España*. Tesis inédita, Univ. Córdoba.
- Meseguer Pardo, J. 1926: *Reseña Geológica y Metalogénica de la Sierra de Cartagena*. Revista Minera, N<sup>o</sup> 3035 y 3036, Madrid.
- Petráschek, W. 1965: *Yacimientos y Criaderos*. Omega, Barcelona.
- Schneiderhohn, H. y Ramdohr, P. 1931: *Lehrbuch der Erzmikroskopie*. Berlín.

Recibido el 27 de agosto de 1973.

## ESTRATIGRAFIA CRETACICA DEL SUBSUELO DE TIERRA DEL FUEGO

POR M. A. FLORES<sup>1</sup>, N. MALUMIAN<sup>2</sup>, V. MASIUK<sup>3</sup> Y J. C. RIGGI<sup>4</sup>

### RESUMEN

Mediante el estudio de tres perforaciones practicadas en Tierra del Fuego, se establecen las características microlitológicas y microfaunísticas de la secuencia cretácica. Asimismo, es propuesta una apropiada nomenclatura estratigráfica y son considerados los elementos básicos para establecer sus correspondientes relaciones y correlaciones. Finalmente se encara un análisis genético del relleno sedimentario y su microfauna, esta última interpretada por las relaciones numéricas de foraminíferos planctónicos/bentónicos, arenáceos/calcareos y número de ejemplares por gramo de muestra.

Las formaciones, edades y litología, son las siguientes.

~~~~~ discordancia ~~~~~

*Formación Cabeza de León* (ex *Inoceramus superior* y Arcillas fragmentosas) - Cenomaniano-Maastrichtiano inferior? - Arcilitas limosas y limolitas arcillosas.

~~~~~ discordancia ~~~~~

*Formación Arroyo Alfa* (ex *Inoceramus medio*) - Albiano-Cenomaniano inferior - Arcilitas.

*Formación Nueva Argentina* (ex Margas verdes). Aptiano-Albiano.

sección superior: biomieritas arcillosas y arcilitas biomieríticas.

sección inferior: arcilitas con radiolarios y micronódulos ftaníticos.

~~~~~ aparente concordancia ~~~~~

*Formación Pampa Rincón* (ex *Inoceramus inferior*)-Valanginiano-Hauteriviano-Arcilitas.

*Formación Springhill* - Valanginiano-Hauteriviano? - Areniscas y arcilitas.

~~~~~ discordancia erosiva ~~~~~

*Formación Lemaire* (ex "Serie Tobífera") - Jurásico superior? - Tobas y pórfiros riolíticos.

### ABSTRACT

Cretaceous microlithology and microfaunas, specially foraminifera, are studied from three deep wells drilled in Tierra del Fuego Island. An appropriate stratigraphic nomenclature is proposed, and the basic elements in order to stablish its relations and correlations are given. The genetic and paleoecological conditions are considered on the basis of microlithological and micropaleontological analyses. The last analyses take into account the relations of planktonic/benthonic and arenaceous/calcareous foraminifera.

<sup>1</sup> Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.B.A.

<sup>3</sup> Yacimientos Petrolíferos Fiscales.

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

The formations, ages and lithology are as follow:

~~~~~ unconformity ~~~~~

*Cabeza de León Formation* (former "Inoceramus superior" and "Arcilitas fragmentosas") - Cenomanian-Lower Maastrichtian? - Silty claystones and argillaceous siltstones.

~~~~~ unconformity ~~~~~

*Arroyo Alfa Formation* (former "Inoceramus medio") - Albian-Lower Cenomanian? - Claystones.

*Nueva Argentina Formation* (former "Margas verdes") - Aptian-Albian.

Upper section: biomicrites and biomicrites claystones.

Lower section: claystones with radiolarians and cherty micronodules.

~~~~~ apparent conformity ~~~~~

*Pampa Rincón Formation* (former Inoceramus inferior) - Valanginian-Hauterivian - Claystones.

*Springhill Formation* - Valanginian-Hauterivian? - Sandstones and claystones.

~~~~~ unconformity ~~~~~

*Lemaire Formation* (former "Serie Tobífera") - Upper Jurassic? - Tuffs and rhyolitic porphyries.

## INTRODUCCION

El presente estudio tiene por finalidad establecer un patrón estratigráfico de la secuencia cretácica del subsuelo de Tierra del Fuego. Para ello, se ha conjugado la microlitología, micropaleontología y las propiedades eléctricas de los terrenos atravesados, aspectos estos fundamentales en toda investigación del subsuelo.

Con el objeto de alcanzar este propósito fueron seleccionados cuatro sondeos atendiendo principalmente a la ubicación en el ámbito isleño y a su posición relativa en la cuenca, en este caso relativamente alejados de la zona marginal. El sondeo YPF.TF.PR.x-2 (Pampa Rincón) se encuentra en el sector norte de la isla y dista 48 km de los correspondientes YPF.TF.CLe-4 y YPF.TF.CL.x-1 (Cabeza de León), ubicados en el sector central de la misma y separados entre sí por una distancia de 2 km. Por razones técnicas, del primero de estos dos últimos se estudió la litología y del segundo la micropaleontología. El sondeo YPF.TF.NA.x-1 (Nueva Argentina) se halla en la parte austral fueguina, a 80 km al sudeste de los anteriores.

Como resultado inmediato se preten-

de la normalización de la nomenclatura estratigráfica, establecer los pormenores litológicos, paleontológicos y cronológicos de la secuencia cretácica, fijar los niveles guías eléctricos y contribuir a dilucidar las relaciones estratigráficas de las distintas unidades formacionales que la integran. Además, es encarado un análisis acerca de las condiciones genéticas, ambientales y ecológicas que regían durante el relleno sedimentario de esta región de la Cuenca Austral.

Finalmente, cabe señalar que en virtud de no ajustarse las denominaciones empleadas hasta el presente para unidades litoestratigráficas del subsuelo fueguino a las recomendaciones del Código de Nomenclatura Estratigráfica (1972), se propone una nueva terminología de carácter formal.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su reconocimiento a las autoridades de YPF por auspiciar la realización del presente estudio, como también por la anuencia para su publicación. A las autoridades del Servicio Nacional Minero Geológico por facilitar el gabinete y los

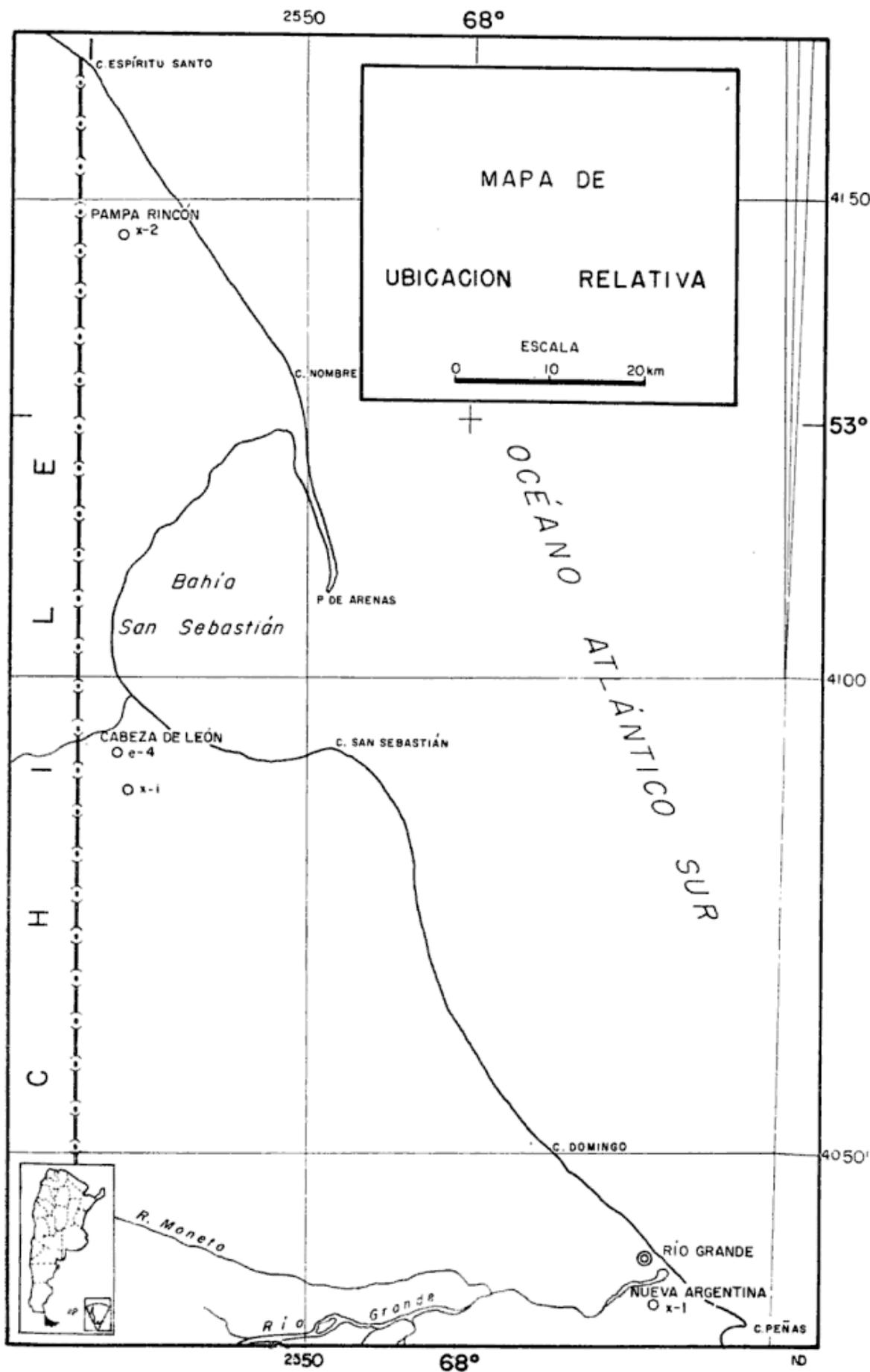


Figura 1

instrumentos necesarios para efectuar los estudios microlitológicos.

Asimismo se agradece al Dr. J. Sigal, Institut Français du Pétrole, al Dr. E. Bettenstaedt, Preussag, Hannover y al Dr. E. Brand, Wintershall, por los comentarios y material de comparación relacionados con la microfauna de la Formación Pampa Rincón.

A la Dra. Brunhilde Grabert, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburgo, por los comentarios y material de comparación relacionados con los foraminíferos aglutinados de la Formación Arroyo Alfa.

A la Dra. Eugenia Gawor-Biedowa, Instytut Geologiczny, Varsovia, por el material de comparación del albiano-turoniano de Polonia.

Al Dr. D. J. Belford Bureau of Mineral Resources Geology and Geophysics, Camberra, por sus opiniones sobre la identidad de las especies registradas en la Formación Cabeza de León.

Al Dr. R. G. Douglas por sus opiniones acerca de los foraminíferos planctónicos de la Formación Cabeza de León.

Al Dr. W. V. Sliter, Geologicay Survey of Canada, por el material topotípico de *Gavelinella compressa* Sliter.

Al Dr. F. R. Roellig, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, por la preparación e interpretación de los diagramas de rayos x.

Al extinto Dr. H. Harrington por la lectura crítica del manuscrito.

Al colega J. L. Punte por la colaboración en la ejecución de parte del material ilustrativo.

#### MÉTODOS DE TRABAJO

En conjunto los cuatro sondeos reúnen 550 muestras de cutting a intervalos de 10, 5 y 3 m.

El estudio microlitológico fue encarado mediante el empleo simultáneo de un binocular y un microscopio petrográfico, con la finalidad de establecer con exactitud los distintos tipos litológicos y

asociaciones desarrolladas en la secuencia cretácica. Paralelamente se determinaron las propiedades cromáticas (Rock-Color Chart, Geol. Soc. Amer. N. York), granométricas (patrón granométrico), de selección (Compton, 1962) y redondez (Powers, 1953), todos ellos métodos estimativos de comparación visual. Para la identificación del material arcilloso fueron seleccionados distintos niveles, con el propósito de obtener una muestra representativa de las distintas unidades. En cada caso se prepararon tres muestras siguiendo las normas convencionales, siendo procesadas en un equipo Phillips (radiación CuK 1,54 A, 2º x minuto). La estimación cuantitativa fue establecida considerando la intensidad de las reflexiones, según el método de Johns *et al.* (1954).

La técnica empleada en el estudio de los foraminíferos es la habitual, empleándose aproximadamente 60 gr de muestra de inyección lavada. Se realizaron los recuentos sobre el número de ejemplares registrados en cada nivel, con muestras distanciadas cada 10 m, a partir de los cuales se estableció el número de foraminíferos por gramo de muestra (NF), los porcentajes de foraminíferos planctónicos, bentónicos y de arenáceos sobre el total de bentónicos. En el caso que la muestra tuviera una gran abundancia de ejemplares en alguna de sus fracciones, el recuento se realizó tomando una bandeja reticulada en donde se dispersó homogéneamente el material desagregado y se entresacaron los foraminíferos ubicados dentro de los cuadros dispuestos en forma diagonal, multiplicándose, para cada bandeja, el número de individuos para cada grupo en análisis por un coeficiente correspondiente al número total de recuadros de la bandeja sobre el número de recuadros de la diagonal.

El estudio de los foraminíferos se ha realizado con un enfoque estratigráfico; algunas de las determinaciones resultan preliminares, mientras que otras se han realizado por comparación con material tipo o topotípico.

La inexistencia de antecedentes, tanto en la zona comprendida como los escasos estudios realizados en la cuenca, impidió la correlación en base de este grupo y un mayor detalle desde el punto de vista faunístico.

La falta o escasez de representantes de los clásicos fósiles guías presentes en las regiones más cálidas, confiere cierto margen de inseguridad a las edades asignadas que en gran parte se han basado sobre formas bentónicas, las que a su vez contienen nuevas especies e incluso géneros, que en un principio no pueden utilizarse como elementos cronológicos hasta que su verdadera distribución no se haya reconocido. Estas especies serán descriptas e ilustradas en trabajos posteriores.

La distribución de las especies, el número de foraminíferos por gramo de muestra y las relaciones porcentuales, están viciadas por aquellas taras propias de los estudios realizados exclusivamente con muestras de inyección; sin embargo, la notable diferencia del estado y forma de conservación que muestran las cónculas de las diferentes unidades, al menos indican la procedencia para cada formación. Asimismo, los factores numéricos se ven aún más influenciados por el grado de conservación; probablemente el más afectado sea el número de foraminíferos. Por esta razón cuando se encontró una conservación deficiente se obviaron los correspondientes recuentos.

#### ANTECEDENTES

Los antecedentes que se registran en Tierra del Fuego y regiones adyacentes resultan muy escasos y generalizados.

Hemmer (1935) empleó la denominación "Estratos con *Inoceramus*" para agrupar al conjunto de sedimentos pelíticos oscuros con restos del citado fósil, que alcanza una amplia distribución en afloramientos y el subsuelo de la Patagonia argentina-chilena.

Harrington (1943) describe en la Isla de los Estados como "Serie sedimentaria suprajurásica" una secuencia apoyada sobre el complejo porfírico, que comienza con un conglomerado basal seguido de arenocarcitas con pasaje gradual a pizarras y filitas; estas últimas con intercalaciones de bancos calcáreos y margosos en la Isla Observatorio.

En el subsuelo del sector septentrional chileno de Tierra del Fuego, Thomas (1949 a), identifica a la unidad basal del Cretácico como Formación Springhill, que ubica cronológicamente entre el Jurásico superior y el Turoniano. Opina que a ella se sobrepone discordantemente el Cretácico superior.

Criado Roque *et al.* (1960), en una abreviada información acerca de la estratigrafía del Mesozoico, consideran dentro del Jurásico superior al paquete sedimentario comprendido por el "Grupo Arenoso Basal" hasta las Margas Verdes inclusive, mientras que asignan al Cretácico inferior al *Inoceramus* medio, superior y las Arcillas fragmentosas.

Yrigoyen (1962) paraleliza las denominadas Margas Verdes con la Formación Vicuña, a la que le atribuye una edad aptiana, indicando además una discordancia entre el *Inoceramus* superior y el "Senoniano".

Camacho (1967) dividió fundamentalmente la historia de la región fueguina en "a) la existencia de un geosinclinal andino pacífico cuya colmatación se produjo al final del Cretácico inferior (Albiano), momento que coincidió con una expansión de las aguas sobre la región marginal costera ubicada al este y b) reemplazo del antiguo geosinclinal pacífico por una cuenca de sedimentación supracretácica prácticamente coincidente con el área marginal invadida por el mar al final del Cretácico inferior". A la vez indica la existencia de un hiato que abarca desde el Cenomaniano superior al Santoniano inclusive. Por otra parte, considera la discordancia entre Río Bueno y Estratos de Leticia (Maastrichtiano) como el límite Terciario-Cretácico.

Russo y Flores (1972) sólo hacen referencia a Tierra del Fuego, al indicar las posibles equivalencias entre las formaciones de la isla y aquéllas de la parte continental de la cuenca.

Leanza (1972), en líneas generales, no asigna una edad mayor al Aptiano-Cenomaniano para las secuencias sedimentarias de los Andes patagónicos australes.

Los antecedentes foraminiferológicos también son escasos, habiendo sido detallados anteriormente por Malumián (1968) y Malumián *et al.* (1971). Al respecto cabe agregar la comunicación de Martínez y Ernst (1965) sobre la presencia de foraminíferos en los estratos con *Favrella* y en la Formación Springhill. Estos autores señalan que los especímenes hallados muestran poca afinidad con los conjuntos sincrónicos comparados de la literatura, a los que tentativamente consideran del Jurásico medio y superior. Sigal *et al.* (1970) mencionan que han podido distinguir cuatro biozonas en las capas con *Favrella*, de edad portlandiana a neocomiana (probablemente valanginiana), citando las especies que sugieren afinidades con las de Madagascar. Recientemente, Malumián y Masiuk (1973) exponen un panorama sobre asociaciones foraminiferológicas argentinas, que incluyen a las correspondientes de la Cuenca Austral.

#### FORMACION LEMAIRE

Esta entidad cuyos afloramientos se hallan confinados en el sector austral isleño, fue objeto de estudios a partir del siglo pasado. Lovisato en Hyades (1887) y Nordenskjöld (1905) reconocen por primera vez sus componentes litológicos citando pórfidos, porfiritas y rocas asociadas en la extremidad sud-oriental de Tierra del Fuego y en la Isla de los Estados. Posteriormente, Quensel (1911) identifica pórfiros cuaríferos y tobas en gran parte afectadas por metamorfismo en el sector occiden-

tal del lago Fagnano. Luego Bonarelli (1917) se ocupó principalmente de la distribución geográfica delineando su área como una larga faja extendida entre la Isla de los Estados y el Seno de Última Esperanza. Años más tarde Kranck (1932) realiza detallados estudios acerca de la estratigrafía y petrografía de las vulcanitas, tobas y sedimentitas asociadas, como asimismo establece su distribución en la región cordillerana. Harrington (1943) y recientemente Caminos, aportan nuevas observaciones al llevar a cabo el levantamiento geológico de la Isla de los Estados. Referente a los aspectos litológicos, el primero de los autores llega a la conclusión que muchas de las areniscas, esquistos y arcosas descritas por Lovisato, son en realidad pórfiros enmascarados por metamorfismo tectónico. En cuanto a las características de la asociación litológica, Caminos (comunicación verbal) señala que el complejo se halla integrado por tobas con escasas sedimentitas y tufitas, a las que se suman pórfiros riolíticos en su sección inferior.

En el subsuelo, se extiende regionalmente por toda la isla, habiendo sido atravesada por completo en un solo sondeo ubicado al sur de Río Grande, con una potencia de 66 m, mientras que en la zona de Uribe y como caso exclusivo no se halló desarrollo, pasando el trépano directamente de las sedimentitas cretácicas a un complejo de rocas metamórficas y plutónicas, en los pozos TF.U.x-2 y TF.RGS.x-1, respectivamente. No obstante, se desconoce su máximo desarrollo y variaciones de potencia, por carecer esta unidad de interés práctico a los fines petroleros. En consecuencia, la totalidad de los sondeos practicados en el sector argentino, salvo las excepciones mencionadas, la han penetrado parcialmente, como en el caso de Pampa Rincón x-2, Cabeza de León e-4, x-1 y Nueva Argentina x-1 que registran espesores inferiores a 200 m sin haber alcanzado su base. El sondeo Manantiales n<sup>o</sup> 2, situado en el

extremo norte de la isla y en territorio chileno, registra un espesor aproximado a los 1000 m de rocas esencialmente piroclástica suprayacentes a esquistos micáceos (Thomas, 1949 a).

*Nombre y sección tipo.* Denominación introducida por Borrello (1969) para designar al complejo de tobas, vulcanitas ácidas y mesosilíceas que se extienden al sur de Tierra del Fuego, entre el Lago Fagnano y la Isla de los Estados. Si bien no está indicada su sección tipo, localidades apropiadas para su estudio se encuentran en la región sudoriental, en el Río Azopardo (Lago Fagnano) y en la Isla de los Estados.

*Litología.* Los componentes litológicos fundamentales que integran la parte superior de esta entidad en las inmediaciones de los sondeos en cuestión, son *tobas* y *pórfiros riolíticos*. Sin embargo, debe aclararse que sólo las primeras han sido tocadas por el trépano, mientras que la existencia de los segundos fue comprobada por criterios indirectos. Las tobas presentan un grado de alteración tan avanzado que resulta imposible reconocer su textura vitroclástica primitiva. Normalmente no contienen individuos de cuarzo. La coloración es variada predominando el gris claro (nº 7), gris muy claro (nº 8), gris verdoso (5 G 6/1), verde grisáceo (5 F 5/2) y gris castaño (5 YR 4/1). Esta variedad cromática es debida al predominio de algunos de los materiales de alteración, identificados como arcilla, clorita, cuarzo microcristalino, calcedonia y pigmentos ferruginosos. En cuanto a la mencionada participación de pórfiros riolíticos, ella es inferida por la naturaleza del cuarzo contenido como material clástico en las areniscas de la Formación Springhill, el cual sin lugar a dudas deriva de la Formación Lemaire mediante procesos erosivos. Los pormenores serán analizados al tratar la siguiente unidad.

*Edad.* Según Borrello (1972) su edad podría ser en principio suprajurásica o neocomiana inferior.

*Relaciones estratigráficas.* Sucede en aparente transición a la Metamorfita Lapataia de Borrello (1969) y/o a los terrenos metamórficos y submetamórficos de la Formación Yaghan de Kranck (1932). Asimismo, Borrello (*op. cit.*) afirma que la Formación Yaghan trasciende el área isleña al de la Isla de los Estados. Sostiene, aunque sin argumentación, que los esquistos sericíticos descritos por Harrington (1943) en Puerto Parry (Monte Sombrero) como intercalaciones en los pórfiros cuarcíferos de la Formación Lemaire, pertenecen a la unidad anterior y en consecuencia las considera a ambas, al menos en parte, coetáneas.

En el subsuelo y al sur de Río Grande, esta entidad también se encuentra suprayacente a terrenos metamórficos, pero por razones obvias no ha sido posible reconocer a cual de las unidades mencionadas representa.

Por otra parte, las relaciones de su techo son definidas y claras. En todo el ámbito del subsuelo fueguino, esta formación está cubierta en discordancia erosiva por la secuencia sedimentaria cretácica, comenzando en la casi totalidad de los casos con los depósitos que caracterizan a la Formación Springhill. Esta relación fue establecida originariamente por Thomas (1949 a) en el pozo Manantiales nº 2 perforado en territorio chileno de la isla.

*Correlaciones.* Se correlaciona con lo que Thomas (*op. cit.*) denominó "Serie Tobífera" en el subsuelo de la cuenca magallánica chilena.

*Características eléctricas.* Las propiedades eléctricas resultan bien definidas y distintas a aquéllas correspondientes al resto de la secuencia. Presenta por regla general valores de potencial espontáneo moderados y de resistividad variables, comunmente con tendencia a

valores elevados. El techo de la unidad coincide con el nivel guía eléctrico "F", equivalente al "T<sub>1</sub>" de la Empresa Nacional Petrolera de Chile.

#### FORMACION SPRINGHILL

En el sector argentino de Tierra del Fuego no se conocen afloramientos de esta unidad, aunque se estima que un levantamiento geológico detallado de la región austral podría llevar al descubrimiento de asomos de la misma. Por el contrario, se extiende regionalmente por el subsuelo de la isla, siendo atravesada por casi la totalidad de los sondeos, revelando espesores variables entre escasos metros y 150 m. Asimismo, fue hallada por la ENAP en el Yacimiento de Manantiales en el norte, río de Oro y Clarencia en el oeste y Evans en el sur del área chilena de la isla. Hacia el naciente, aparentemente trasciende el ámbito fueguino al de la Isla de los Estados, donde Harrington (1943) describe un perfil en la zona costera de la caleta San Luis, integrado en su sección inferior por areniscas cuarcíticas claras y un conglomerado basal suprayacente a la Formación Le-maire.

*Nombre y sección tipo.* Denominación empleada por Thomas (1949 b) para identificar al cuerpo predominantemente arenoso, que en el sondeo n° 2 de Manantiales (Chile) se sobrepone a la "Serie Tobífera" y está cubierto por la secuencia marina cretácica denominada "Estratos con *Inoceramus*" por Hemmer (1935). El uso de esta expresión se impuso en Argentina para la misma entidad del subsuelo que inicialmente era más conocida por los geólogos petroleros como "Arenisca Basal" o "Grupo Arenoso Basal", denominaciones que conviene abandonar definitivamente. Al aceptar esta denominación se respeta su sección-tipo pero, a su vez, conviene indicar las profundidades y caracteres litológicos de los tres pozos

estudiados que, de tal manera, pasan a ser secciones típicas dentro de la República Argentina. En Pampa Rincón x-2 se halla confinada entre 1708 y 1716 m b.b.p.; en Cabeza de León e-4 entre 2007 y 2024 m b.b.p.; y en Nueva Argentina x-1 entre 2080 y 2099 m b.b.p.

*Litología.* La parte basal está compuesta por materiales pelíticos oscuros, negro castaño (5 YR 2/1) a gris castaño (5 YR 4/1), con abundante participación carbonosa, a los que suceden areniscas y arcilitas intercaladas.

Las areniscas son altamente cuarzosas. Se presentan en colores gris muy claro (n° 8), gris claro (n° 7), gris castaño claro (5 YR 6/1) y entre gris castaño claro (5 YR 6/1) y gris castaño (5 YR 4/1). Por otra parte, las arcilitas asociadas son más oscuras, de coloración gris oscuro moderado (n° 4), gris castaño (5 YR 4/1) y negro castaño (5 YR 2/1), dependiendo en gran medida del contenido de materiales carbonosos. En los pequeños fragmentos de areniscas se ha reconocido material caolínico como elemento aglutinante fundamental.

En cuanto a la *granometría* de las areniscas, existen diferencias entre tamaño fino (0,125-0,250 mm) y muy grueso (1-2 mm), distinguiéndose notablemente Pampa Rincón x-2 de los otros pozos por el contenido de grados granométricos más gruesos. En este sondeo las areniscas son medianas a gruesas con delgadas y escasas intercalaciones entre finas y medianas, con areniscas gruesas a muy gruesas en la parte cuspidal. El pozo Cabeza de León e-4 muestra en su sección inferior areniscas finas a medianas, pasando a finas hacia arriba. En Nueva Argentina x-1 la granometría resulta fina a mediana en la sección inferior y media, manteniéndose fina en la correspondiente superior.

El *grado de selección* presenta diferencias derivadas de la relación entre la fracción arenosa y el contenido de material intersticial. Normalmente pueden calificarse entre bien seleccionadas (1-3) y moderadamente seleccio-

nadas (3-5), salvo un tramo de Nueva Argentina x-1 con areniscas pobremente seleccionadas (5-7), donde la abundancia de materiales arcillosos denota la simultaneidad de la depositación de ambas fracciones.

Con respecto al *grado de redondez* no se aprecian diferencias entre los sondeos Pampa Rincón x-2, parte de Cabeza de León e-4 y Nueva Argentina x-1. Predominan de manera casi absoluta granos de forma entre angular y subangular. La existencia de granos casuales de forma redondeada y superficie mate en el tramo superior de Cabeza de León e-4, es el resultado de la interacción entre fenocristales y pasta, ocurrida durante la fase magmática que originó a cuerpos volcánicos asociados a la Formación Lemaire y luego incorporados conjuntamente con otros fenocristales idiomorfos en el desarrollo de esta formación. En términos generales las areniscas de los sondeos estudiados presentan las mismas particularidades observadas en otras áreas de la Cuenca Austral, es decir son altamente cuarzosas y con granos angulosos a subangulosos, configurando una convergencia poco corriente de madurez composicional e inmadurez textural. En cambio, en el tramo superior de Cabeza de León e-4 esta relación resulta normal debido a que la fracción arenosa se halla constituida por clastos subredondeados a bien redondeados y superficie semibrillante, contrastando con los tramos subyacentes del mismo pozo y con la totalidad de las areniscas de los restantes. Esta diferencia textural pone en evidencia una muy distinta historia abrasiva que debe responder a condiciones ambientales singulares y de carácter restringido en el ámbito de la cuenca.

Acerca del origen del cuarzo, es importante consignar que prácticamente la totalidad del mismo no proviene de las tobas de la Formación Lemaire. Los sondeos Pampa Rincón x-2 y Cabeza de León e-4 contienen un elevado porcentaje de granos traslúcidos con formas cristalinas en bipirámides, con caras

prismáticas cortas, rasgos estos que identifican al cuarzo de alta temperatura conocido como cuarzo de beta. Esta característica, también observada en otros sondeos de la cuenca, permite establecer que una gran parte de la fracción arenosa de la Formación Springhill proviene de cuerpos riolíticos alojados en la Formación Lemaire. En Nueva Argentina x-1 se suman al cuarzo beta individuos de contornos irregulares, angulosos y parcialmente traslúcidos a lechosos con muy abundantes inclusiones flúidas, en dimensiones del orden de arena gruesa a muy gruesa, alcanzando hasta los 5 mm. Probablemente se trate de cuarzo de vena.

Como mineral habitualmente asociado a las areniscas y arcilitas cabe mencionar la *glauconita* cuya existencia se encuentra limitada a la parte cuspidal de la entidad. En Pampa Rincón x-2 está asociada a las areniscas gruesas a muy gruesas, entre los 1712,5 y 1713,5 m, de granometría fina a mediana, con algunos individuos que alcanzan al milímetro. Los granos son de formas simples subredondeados y los escasos compuestos se insinúan como débilmente lobulados; la superficie es semimate y el color verde moderado a oscuro. La glauconita de Cabeza de León e-4 se halla distribuida entre los 2008 y 2010 m; es de granometría muy fina y muy escasos llegan al milímetro; los granos son de formas simples, subangulosos a subredondeados, superficie semimate y color verde claro a moderado, con muy escaso verde oscuro. En Nueva Argentina x-1 se encuentra limitada entre los 2080 y 2081 m, de granometría muy fina, con porcentajes subordinados de fina a mediana, alcanzando algunos granos el milímetro; las formas son simples, subredondeadas y las de mayor tamaño ligeramente lobuladas; el color predominante es el verde claro a moderado, con verde pálido subordinado.

*Contenido paleontológico y edad.* Las muestras procesadas resultaron estériles. Si bien hasta el presente se desco-

nocen datos paleontológicos dentro del sector argentino de la isla, existen algunas referencias de regiones próximas que permite aproximar su edad. En sondeos realizados por la ENAP en el área chilena de Tierra del Fuego, fueron hallados fósiles entre los que se encontraban restos del género *Favrella* atribuido desde el Titoniano superior al Valanginiano (Cecione, 1955; González y col., 1965). Russo y Flores (1972) manifiestan que en las proximidades de Río Gallegos, algunos pozos también documentaron la existencia de *Favrella*, que según criterio de Leanza (1963, 1967) tiene una edad aptiana inferior, mientras que según Riccardi (1970) la edad probable de este género sería haureriviana-barremiana.

*Relaciones estratigráficas.* Se apoya en discordancia erosiva sobre la Formación Lemaire, relación en principio establecida por Thomas (1949 a) en el sector chileno. En cuanto a su techo pasa aparentemente en concordancia a las arcilitas de la Formación Pampa Rincón.

*Correlaciones.* Por su posición estratigráfica, caracteres litológicos y eléctricos, la correlación de estos depósitos en el subsuelo no ofrece dificultades. En cuanto a afloramientos en zonas vecinas, podría vincularse con lo que Harrington (1943) identificó en la Isla de los Estados, sobre la costa occidental de la caleta San Luis, como areniscas cuarcíticas asociadas a un conglomerado basal integrado por rodados de pórfiros cuarcíferos, ambos componentes de la sección inferior que denominara "Serie sedimentaria suprajurásica". Según referencia de Thomas (1949 a y b) se asimila al cuerpo arenoso y conglomerádico atravesado por los sondeos realizados en la zona de Manantiales del sector chileno de la isla.

*Características eléctricas.* Los tramos arenosos muestran valores de potencial espontáneo destacados, al igual que los correspondientes a la resistividad.

En cambio, los que reflejan a las intercalaciones arcillosas están caracterizados por valores de potencial espontáneo y resistividad bajos. El techo de la unidad se encuentra bien definido por el nivel guía eléctrico "E" que a su vez coincide con el "S<sub>1</sub>" de ENAP.

#### FORMACION PAMPA RINCON

Se extiende en el subsuelo por todo el ámbito de la isla, siendo reconocida por primera vez en el pozo TF.1 situado en el campo gasífero de río Chico, unos 20 km al noroeste de la localidad Río Grande. Inicialmente debido a la similitud litológica con el tramo inferior de la formación suprayacente, éste era incluido como parte de la unidad. Con posterioridad, los registros eléctricos señalaron una marcada variación de los valores de potencial espontáneo y resistividad, optándose por separar a las dos formaciones tal como se lo hace en la actualidad. Su potencia varía entre 50 y 115 m, comprobándose un ligero adelgazamiento hacia la zona de Cullen situada al norte.

*Nombre y sección tipo.* La aquí denominada Formación Pampa Rincón es equivalente a la reconocida desde los comienzos de la prospección petrolera como "Inoceramus inferior". Como sección tipo ha sido elegido el tramo atravesado por el pozo YPF.TF.PR.x-2 (Pampa Rincón, Tierra del Fuego), entre las profundidades 1612 y 1708 m b.b.p. El sondeo ubicado 117 km al NNW de Río Grande, en las coordenadas x: 4.150.432.2 e y: 2.531.698.8, tiene una cota de 89,3 m, fue practicado en 1970 y alcanzó una profundidad final de 1784 m.

*Litología.* Constituyen las arcilitas el representante litológico exclusivo en los tres sondeos y sólo difieren entre sí en las variaciones cromáticas, aunque persistiendo una franca tendencia a los tonos oscuros. Los colores y tonalidades registradas son las siguientes. En Pam-

pa Rincón x-2, gris castaño (5 YR 4/1) a gris castaño claro (5 YR 6/1), con gris moderado claro (nº 6) muy subordinado. Entre los 1915 y 1945 m de Cabeza de León e-4, gris moderado (nº 5) y de 1940 a 2007 m, gris oscuro moderado (nº 4), y entre gris castaño (5 YR 4/1) y negro castaño (5 YR 2/1). En Nueva Argentina x-1, gris moderado (nº 5), con escaso gris oliva (5 Y 4/1) y negro oliva (5 Y 2/) entre 2000 y 2030 m, sumándose a partir de la última profundidad entre negro castaño (5 YR 2/1) y gris castaño (5 YR 4/1).

El análisis microscópico a grano suelto reveló la presencia de *cocolitos* cuya frecuencia aumenta progresivamente hacia los niveles superiores. Estos nanofósiles se encuentran distribuidos en todo el espesor de la unidad correspondiente a Pampa Rincón x-2; en Cabeza de León e-4 son más frecuentes en sus dos terceras partes inferiores, mientras que en Nueva Argentina x-1 alcanza su mayor difusión en la mitad inferior, especialmente en las arcilitas más oscuras.

El contenido glauconítico se halla confinado a los tramos 1680 - 1690 m, 1990 - 2000 m y 2000 - 2010 m, de los sondeos Pampa Rincón x-2, Cabeza de León e-4 y Nueva Argentina x-1, respectivamente, aunque en cantidades y tamaño de grano muy reducidos. La granometría resulta fina en el primer pozo, muy fina a tamaño limo en el segundo y muy fina a fina en el tercero. El predominio de granos con formas simples es común a los tres sondeos, siendo aquéllos de formas compuestas muy poco frecuentes; estos últimos muestran como rasgo generalizado un desarrollo lobular apenas insinuado. La superficie es invariablemente semimate. En cuanto a la coloración, si bien es manifiesta una tendencia a los tonos claros, son apreciables ligeras variaciones; verde pálido a moderado, con escaso verde oscuro, en Pampa Rincón x-2; verde muy pálido en Cabeza de León e-4, y verde claro a moderado en Nueva Argentina x-1.

### Minerales arcillosos de las arcilitas

|                             | P. Rincón x-2 | C. de León e-4 | N. Argentina x-1        |
|-----------------------------|---------------|----------------|-------------------------|
| Montmorillonita.....        | 95 %          | 85 %           | 80 %                    |
| Illita.....                 | —             | 5              | —                       |
| Caolinita.....              | 5             | 5              | —                       |
| Clorita.....                | —             | 5              | 20                      |
| Interestratificaciones..... | —             | mal definidas  | clorita-montmorillonita |

**Contenido paleontológico y edad.** Las distintas especies registradas muestran una distribución relativamente uniforme en las tres perforaciones, con excepción de *Ammobaculites* sp. que se encuentra restringido a los términos inferiores de la unidad en las perforaciones Pampa Rincón x-2 y Cabeza de León x-1.

Las formas identificadas son las siguientes:

- Ammobaculites* sp.
- Rectoglandulina* sp.
- Astacolus explicatus* Espitalié y Sigal
- Tristix* sp.
- Lenticulina ataktos* Espitalié y Sigal
- L. dineontos* Espitalié y Sigal
- L. nodosa* (Reuss)
- Astacolus gibber* Espitalié y Sigal
- "*Palaeopolymorphina*" *inflata* Espitalié y Sigal

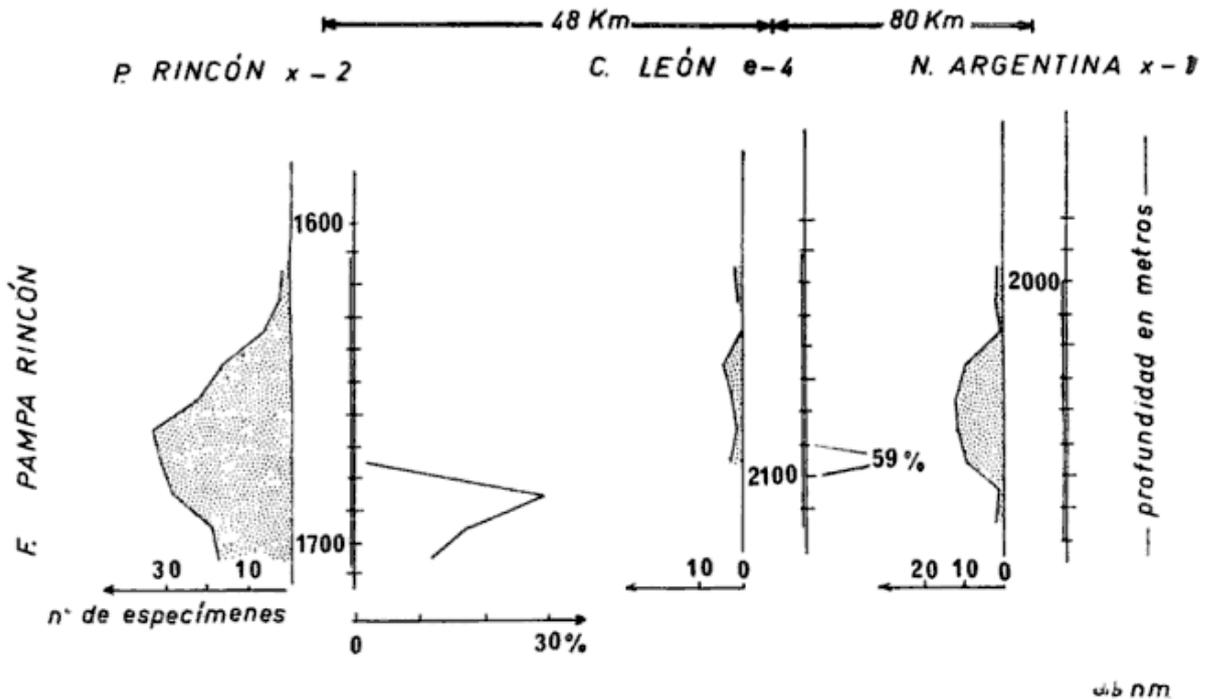


Fig. 2. — Número de foraminíferos por gramo de muestra (rastra punteada) y porcentaje de foraminíferos arenáceos (lado derecho) de la Formación Pampa Rincón. (En C. León e-4, léase x-1).

- Eoguttulina* aff. *anglica* Cushman y Ozawa
- Pseudopolymorphina* sp. nov.
- Saracenaria pravoslavlevi* Fursenko y Polenova
- Citharina flexuosa* Bruckmann = *L. crepidularis* (Roemer)

Edad: Valanginiano - Hauteriviano

**Correlaciones.** Mediante los registros eléctricos de esta unidad se realizan correlaciones muy precisas en el subsuelo de Tierra del Fuego. En cambio, los intentos de correlación resultan problemáticos cuando se trata de terrenos de superficie. No obstante y atendiendo a su edad, puede suponerse una paralelización con la parte inferior de la Formación Monte Olivia (Borrello, 1969) asignada dubitativamente al Cretácico inferior. En territorio chileno correspondería con los denominados "Estratos con *Favrella steinmanni*". Asimismo, según Halpern y Rex (1972), se correlacionaría con la Formación Yaghan aflorante en la isla Gardiner, situada en el extremo sud-

oriental de Tierra del Fuego. Según estos autores, Cañón M. de la ENAP, identificó un molde de amonite hallado en sus sedimentitas, como *Favrella americana* o posiblemente *Favrella steinmanni*. La Formación Paciencia, cuyos asomos más importantes se encuentran en la serranía homónima, ubicada al norte del Lago Fagnano y en territorio chileno, se asimilaría parcialmente a esta entidad. Finalmente, Harrington (1943) menciona en la Isla de los Estados (Caleta San Luis e Isla Observatorio) pizarras y filitas oscuras, suprayacentes a las areniscas cuarcíticas probablemente correlacionables con la Formación Springhill. Estas pizarras y filitas podrían corresponder, al menos parcial y tentativamente, a los sedimentos pelíticos de la Formación Pampa Rincón, afectados en aquella región por metamorfismo preferentemente tectónico.

**Características eléctricas.** Los valores de potencial espontáneo y resistividad son muy bajos, con excepción del tramo cercano a la formación infrayacente

donde se elevan ligeramente. El techo de la unidad está indicado por el horizonte guía eléctrico "D" que corresponde al "C<sub>11</sub>" del territorio chileno (ENAP).

#### FORMACION NUEVA ARGENTINA

La totalidad de los sondeos realizados en Tierra del Fuego han atravesado esta unidad, documentándose ciertas características eléctricas que por mantenerse constantes aún fuera del ámbito isleño, resultan de gran utilidad práctica a los efectos de establecer correlaciones. Su espesor varía entre 195 y 245 m.

*Nombre y sección tipo.* Se propone la denominación formacional Nueva Argentina, con la finalidad de reemplazar aquella conocida hasta el presente como "Margas Verdes". La sección tipo se halla bien representada en el tramo limitado entre 1811 y 1993 m b.b.p., del sondeo exploratorio YPF. TF.NA. x-1 (Nueva Argentina, Tierra del Fuego), ubicado 5 km al SSE de Río Grande y cuyas coordenadas corresponden a x: 4.034.138 e y: 2.586.226. La perforación fue practicada en el año 1971, sobre la cota de 13.45 m y alcanzó la profundidad final de 2174 m.

*Litología.* Esta unidad difiere de la infrayacente debido a que durante la depositación pelítica comienza a incorporarse diminutas partículas carbonáticas. Además, tiene lugar la formación de materiales zeolíticos determinando nuevos tipos litológicos. Ellos están representados, en orden decreciente de abundancia, por *arcilitas calcáreas*, *arcilitas limosas*, *arcilitas zeolíticas* y *calizas arcillosas*. La coloración es menos oscura, variando a tonos más claros hacia los niveles superiores como consecuencia de la contribución carbonática, que se presenta en partículas tamaño arcilla y limo muy fino

constituidos por cocolitos y restos de los mismos, asociados en distintas proporciones con materiales arcillosos, originando *arcilitas biomicríticas* y *biomicríticas arcillosas*.

Los tres sondeos muestran rasgos litológicos, microfaunísticos y mineralógicos comunes, aunque son estimables ciertas diferencias en la distribución y frecuencia de los mismos. En Pampa Rincón x-2 se distinguen dos tramos bien definidos. Uno inferior que abarca desde 1480 a 1612 m, compuesto principalmente por arcilitas, entre gris castaño claro (5 YR 6/1) y gris castaño (5 YR 4/1), moteadas con puntuaciones blanquecinas zeolíticas, variedad analcima, decididamente muy abundante entre 1530 y 1560 m. El tramo superior alcanza el techo de la formación, ubicado a los 1374 m, prevaleciendo arcilitas biomicríticas, de color gris claro (nº 7) y gris verdoso claro (5 GY 8/1) a gris verdoso (5 GY 6/1) subordinado, con arcilitas, gris moderado nº 5), menos frecuentes. En este tramo persiste el contenido zeolítico desde su base hasta los 1400 m, pero en este caso se encuentra como menudas partículas rojo pálido (10 R 6/2) que corresponde a la variedad heulandita. Ambas zeolitas fueron determinadas mediante difracción. Con relación a la existencia de cocolitos, ella se manifiesta en todo el espesor de la unidad, aunque la mayor concentración está vinculada a los niveles de la sección superior. Por otra parte, es necesario aclarar que la unidad en este sondeo se halla exenta de glauconita.

En Cabeza de León e-4, asimismo cabe una diferenciación litológica en dos tramos. El inferior, extendido entre los 1785 y 1915 m, comprende a arcilitas zeolíticas, gris moderado (nº 5) a gris moderado claro (nº 6), a partir de la base hasta los 1845 m. En este caso el material zeolítico se encuentra representado por heulandita. A los 1785 m comienza el tramo superior con unos 10 m de biomicríticas arcillosas, gris verdoso claro (5 GY 8/1), pasando a arci-

litas, gris moderado (nº 5), asociadas con arcilitas biomicritas y biomicritas arcillosas, gris verdoso (5 GY 6/1), subordinadas. Como en el sondeo precedente los cocolitos resultan más abundantes en el tramo superior. La glauconita se halla confinada entre los 1760 y 1770 m; es muy escasa, de granometría fina, en granos simples subangulosos a subredondeados, de superficie semibrillante y color verde claro a moderado.

En Nueva Argentina x-1 se repite la diferenciación en dos tramos, si bien el inferior muestra un desarrollo de menor potencia y en el superior es manifiesta la mayor participación carbonática en relación a los otros sondeos. El inferior, comprendido entre los 1935 y 1993 m, está representado por arcilitas algo limosas, gris oscuro moderado (nº 4) a gris claro moderado (nº 6) y negro castaño (5 YR 2/1) en los niveles inferiores, con puntuaciones blanquecinas zeolíticas (variedad analcima); en menor proporción existen intercalaciones de arcilitas algo limosas, gris verdoso oscuro (5 GY 4/1) y arcil-

litas, gris oscuro (nº 3), muy compactas, con desarrollo de *microáreas ftániticas*. Como en los casos anteriores la mayor concentración de cocolitos tiene lugar en el tramo superior de la unidad. La glauconita, limitada entre los 1960 y 1990 m, resulta escasa, de granometría muy fina, aunque algunos granos alcanzan tamaños fino y mediano; en su gran mayoría componen individuos simples subangulosos a subredondeados y los ocasionales lobulados tienen forma ligeramente insinuadas; la superficie es semimate y el color dominante verde claro a moderado. El tramo superior abarca desde los 1811 hasta 1935 m. Los primeros 10 m corresponden a biomicritas arcillosas, gris verdoso (5 GY 6/1), pasando hacia arriba a arcilitas biomicríticas, gris claro moderado (nº 6), asociadas con biomicritas arcillosas, gris muy claro (nº 8), gris verdoso (5 GY 6/1) y arcilitas algo limosas, entre gris oscuro moderado (nº 4) y gris moderado (nº 5). Como en los anteriores sondeos, vuelven a aparecer partículas laminares de heulandita desde la base hasta los 1855 m.

### Minerales arcillosos de las arcilitas

|                             | P. Rincón x-2 | C. de León e-4 | N. Argentina x-1                    |
|-----------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| Montmorillonita.....        | 95 %          | 85 %           | 35 %                                |
| Illita.....                 | vest.         | 5              | 30                                  |
| Caolinita.....              | vest.         | 5              | 5                                   |
| Clorita.....                | vest.         | 5              | 30                                  |
| Interestratificaciones..... | —             | mal definidas  | illita-montmor.<br>clorita-montmor. |

**Contenido paleontológico y edad.** En general el contenido orgánico es sumamente elevado en toda la formación, pero son escasos los niveles donde la recristalización permite reconocer algunas formas. Entre ellas las más conspicuas en el tramo superior son las siguientes.

*Tritaxia* sp.  
*Lenticulina* spp.  
*Gavelinella belorussica* (Akimez)  
*Anomalina* nov. sp.  
*Anomalinoides* sp.  
 Nannoplancton calcáreo abundante

La sección inferior se caracteriza por la existencia de frecuentes radiolarios

y foraminíferos aglutinados varios, indeterminables por su deficiente estado de conservación.

Edad: Aptiano - Albiano.

*Relaciones estratigráficas.* Sucede en aparente concordancia a la Formación Pampa Rincón, de la que puede estar separada mediante un hiatus si se atiende al brusco cambio microfaunístico registrado entre ambas unidades. A la vez, la Formación Arroyo Alfa la cubre en relación concordante.

*Correlaciones.* En territorio chileno, la sección inferior de la Formación Nueva Argentina puede vincularse a las "lutitas con ftanitas" de González y col. (1965), mientras que la superior a la "Creta Dura" de Thomas (1949 a), ambas separadas por el horizonte guía eléctrico C-5 que se mantiene invariablemente en todo el sector argentino de la isla. Las calizas integrantes de las "Capas del Hito XIX" de Camacho (1949), que también corresponden a la litología de la Formación Vicuña y al menos parcialmente a las pizarras de La Paciencia pueden ser equivalentes a esta unidad. No obstante, en el presente estudio no se hallaron argumentos concretos que avalen esta generalizada correlación.

*Características eléctricas.* Los valores de potencial espontáneo y resistividad resultan bastante más elevados que aquéllos registrados en la Formación Pampa Rincón. El techo de la unidad está indicado por el horizonte guía

eléctrico C, que corresponde al C<sub>1</sub> del sector chileno (ENAP).

#### FORMACION ARROYO ALFA

Se extiende ininterrumpidamente por todo el subsuelo argentino de la isla, con espesores variables entre 59 y 153 m. En el sector chileno ha sido identificada en numerosos pozos realizados por la ENAP.

*Nombre y sección tipo.* Designación propuesta aquí en remplazo de la hasta el presente conocida como "Inoceramus medio". La sección tipo corresponde al tramo comprendido entre los 1205 y 1374 m b.b.p., del sondeo YPF.TF.PR. x-2 (Pampa Rincón, Tierra del Fuego), cuyos datos de ubicación, cota, año de perforación y profundidad alcanzada, fueron detallados anteriormente.

*Litología.* Con relación a la totalidad de la secuencia cretácica, resulta la unidad de mayor homogeneidad litológica y cromática, debido a que sus componentes están dados sólo por arcilitas muy ocasionalmente algo calcáreas. La coloración es gris moderado (nº 5) y con menor frecuencia entre gris moderado (nº 5) y gris moderado claro (nº 6). De los tres sondeos, únicamente Cabeza de León e-4 contiene muy escasa glauconita, en el tramo 1665-1670 m, en granos de tamaño muy fino, formas simples, subangulosos a subredondeados, superficie semibrillante y color verde claro a moderado.

#### Minerales arcillosos de las arcilitas

|                             | P. Rincón x-2 | C. de León e-4              | N. Argentina x-1                    |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Montmorillonita.....        | 85 %          | 80 %                        | 35 %                                |
| Illita.....                 | 5             | 10                          | 30                                  |
| Caolinita.....              | 10            | 5                           | 5                                   |
| Clorita.....                | —             | 5                           | 30                                  |
| Interestratificaciones..... | —             | clorita-montmor.<br>escasas | illita-montmor.<br>clorita-montmor. |

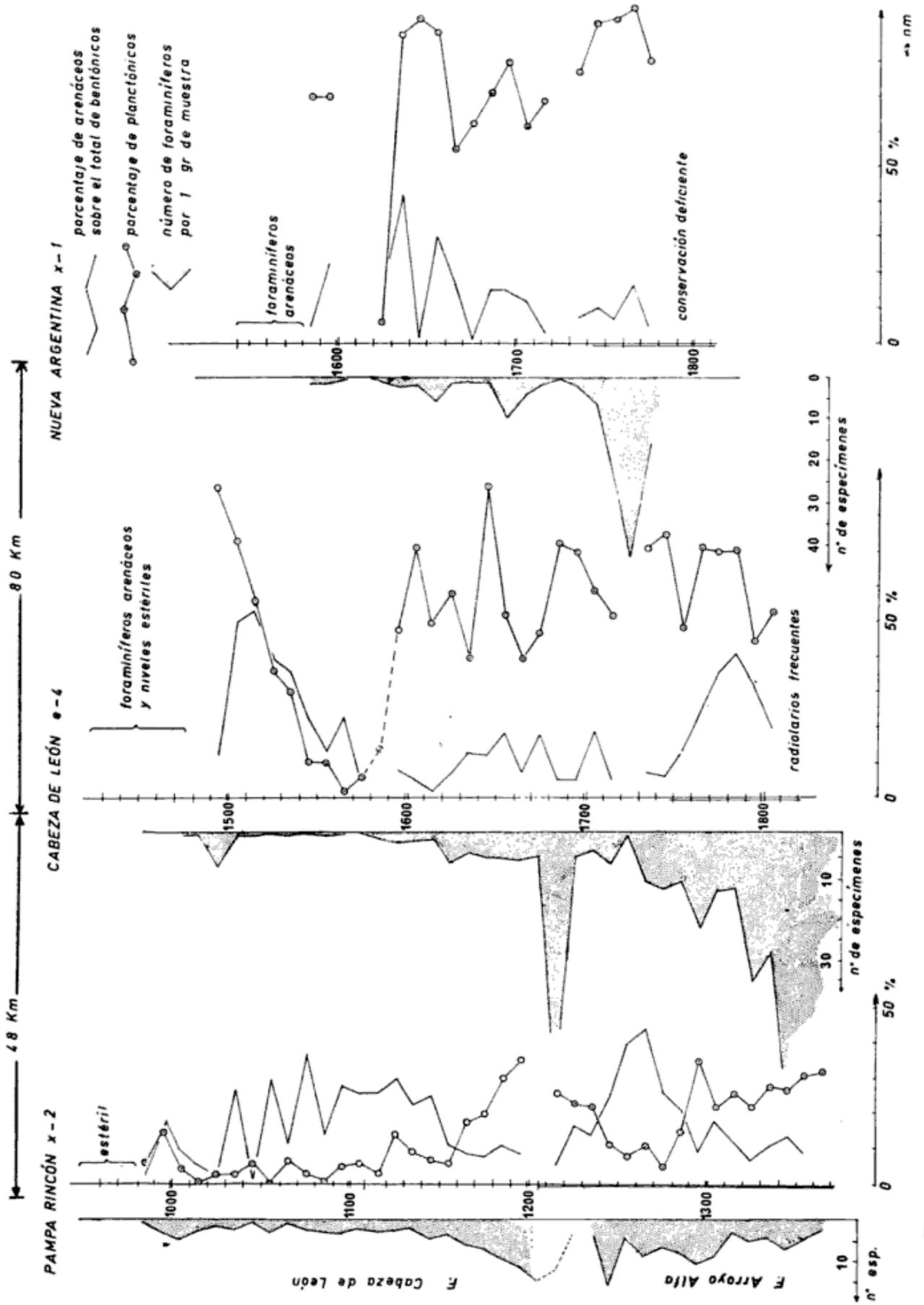


Fig. 9. Número de foraminíferos por gramo de muestra, porcentaje de foraminíferos planctónicos sobre los bentónicos, y conservación.

**Contenido paleontológico y edad.** Las formas halladas son las siguientes:

*Spiroplectinata annectens* (Parker y Jones)  
*S. complanata* (Reuss)  
*Gaudryina* sp.  
*Pleurostomella reussi* Berthelin  
*Valvulineria* sp. nov.  
*Tristix* sp.  
*Lingulogavelinella* sp. cf. *L. arachnoidea* Gawor - Biedowa  
*Gyroidinoides nitidus* (Reuss)  
*Hedbergella delrioensis* (Carsey)  
*H. brittonensis* Loeblich y Tappan  
*Dorothia* sp. nov.  
*Gavelinella* spp.  
*Dentalina* spp.  
*Saracenaria* sp.  
*Marsonella oxycona* (Reuss)  
*Fronicularia* spp.  
*Polymorphina* sp.  
*Anomalinoides* sp.  
*Tritaxia* sp. nov.  
*Tritaxia* sp.  
"Discorbis" sp. cf. *Discorbis* sp.  
(ver Schibnerová, 1972)  
"Conorbina" sp. nov.

Edad: Albiano - Cenomaniano inferior

**Relaciones estratigráficas.** Sucede en transición a la Formación Nueva Argentina y queda separada de la Formación Cabeza de León por una suave discordancia, dado el pronunciado cambio faunístico e inferida por su adelgazamiento hacia el sur, disminuyendo su potencia de 169 a 72 y 62 m, en los sondeos Pampa Rincón x-2, Cabeza de León e-4 y Nueva Argentina x-1, respectivamente.

**Correlaciones.** Es probable que pueda correlacionarse con la parte inferior de las "lutitas gris verdosas" de González y col. (1965); además de acuerdo a estos autores se extendería a la Formación Río García.

**Características eléctricas.** Los valores eléctricos resultan similares a los regis-

trados en la Formación Pampa Rincón con la que muestra una marcada semejanza litológica. Su techo coincide con el horizonte guía eléctrico "B" que a su vez se correlaciona con el correspondiente "I<sub>10</sub>" de ENAP.

#### FORMACION CABEZA DE LEON

Como acontece con las formaciones precedentes ha sido atravesada por la totalidad de los sondeos practicados en el sector argentino de la isla. En los comienzos de la exploración petrolera fue ensayada una división que distinguía a los "Estratos superiores con *Inoceramus*" de las "Arcillas fragmentosas". Sin embargo, el progresivo conocimiento del subsuelo no convalidó esta generalización a toda la isla, surgiendo la conveniencia de agruparlas bajo la denominación de una sola unidad litoestratigráfica. Sus espesores varían entre 196 y 346 m.

**Nombre y sección tipo.** Denominación propuesta aquí para suplantarse a la unidad litoestratigráfica conocida como "Inoceramus superior". La sección mejor representada corresponde al tramo entre 1307 y 1612 m b.b.p., del sondeo YPF.TF.CL.e-4 (Cabeza de León, Tierra del Fuego), ubicado 75 km al NW de la localidad de Río Grande y cuyas coordenadas son x: 4.092.417 e y: 2.530.031. Fue perforado en el año 1969 sobre la cota de 59.7 m y su profundidad final alcanzó a 2069 m.

**Litología.** Si bien en esta unidad persiste una litología pelítica similar a la precedente, se caracteriza por la incorporación de limo y partículas carbonáticas muy finas que originan *arcilitas limosas*, *limolitas arcillosas* y *micritas arcillosas* muy subordinadas. Además, cabe advertir que aparece por primera vez en la secuencia de sedimentación fina material arenoso muy fino aunque en proporciones poco significativas. La

distribución y frecuencia de sus componentes litológicos permite una división de la unidad en los pozos Pampa Rincón x-2 y Cabeza de León e-4.

En Pampa Rincón x-2 la sección inferior, comprendida entre 1000 y 1205 m, está constituida por arcilitas limosas y limolitas arcillosas, de color gris moderado (nº 6), y entre gris castaño claro (5 YR 6/1) y gris castaño (5 YR 4/1). La sección superior, que abarca desde 932 hasta los 1000 m, se encuentra representada por arcilitas limosas, entre gris oliva claro (5 Y 6/1) y gris oliva (5 Y 4/1), virando en los 50 m inferiores al gris claro (nº 7). Ambas secciones carecen de material carbonático.

En Cabeza de León la sección inferior, ubicada entre los 1460 y 1612 m, muestra una litología similar a la mencionada para la sección correspondiente al pozo anterior, si bien la coloración es más uniforme, entre gris moderado claro (nº 6) y gris moderado (nº 5). Los últimos 20 m contienen muy escasas intercalaciones de micritas limosas, gris claro (nº 7). La sección superior, comprendida entre los 1307 y 1460 m, presenta arcilitas limosas, lige-

ramente micríticas entre los tramos 1310 - 1320 m y 1400 - 1460 m, de color gris oliva (5 Y 4/1). En el tramo 1380-1390 m se encuentra glauconita, de granometría muy fina, formas simples subangulosas a subredondeadas, superficie semibrillante y coloración verde muy pálido a claro, con escasos individuos verde moderado.

El sondeo Nueva Argentina x-1 está caracterizado por una homogénea distribución de arcilitas limosas y limolitas arcillosas, eventualmente algo micríticas, de color gris moderado (nº 5).

A partir de los 1550 m las arcilitas muestran esporádicos niveles de coloración castaño amarillento oscuro (10 YR 4/2), virando entre los 1600 y 1620 m al verde pálido (5 G 7/2) y rojo púrpura grisáceo (5 PR 4/2) por inclusión de materiales cloríticos y hematíticos. La glauconita está alojada entre los 1610 y 1620 m, en granos de tamaño fino dominante hasta mediano subordinado, con formas principalmente simples subangulosas y escasas lobuladas, superficie semimate, color verde claro y escasos verde moderado a oscuro. En los 20 m inferiores se intercalan micritas arcillosas, de color entre gris oliva (5 Y 6/1) y gris amarillento (5 y 8/1).

### Minerales arcillosos de las arcilitas

|                             | P. Rincón x-2 | C. de León e-4 | N. Argentina x-1                    |
|-----------------------------|---------------|----------------|-------------------------------------|
| Montmorillonita.....        | 85 %          | 80 %           | 50 %                                |
| Illita.....                 | 5             | 10             | 20                                  |
| Caolinita.....              | 10            | 5              | 5                                   |
| Clorita.....                | —             | —              | 25                                  |
| Interestratificaciones..... | —             | —              | illita-montmor.<br>clorita-montmor. |

**Contenido paleontológico y edad.** La distribución de los foraminíferos en la unidad puede expresarse en base de cuatro tramos correlacionables, que de abajo hacia arriba, con sus correspondientes faunas comprenden:

**Primer tramo:** 1200 a 1150 m, Pampa Rincón x-2; 1720 a 1670 m, Cabeza de León x-1; 1730 a 1700 m, Nueva Argentina x-1.

**Foraminíferos planctónicos:**  
*Praeglobotruncana* sp.

*Foraminíferos bentónicos:*

*Pseudospiroplectinata* cf. *compressiuscula* Chapman

*Segundo tramo:* 1150 a 1050 m, Pampa Rincón x-2; 1670 a 1580 m, Cabeza de León x-1; 1700 a 1670 m, Nueva Argentina x-1.

*Foraminíferos planctónicos:*

*Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno  
*M. coronata* (Bolli)  
*Hedbergella brittonensis* Loeblich y Tappan  
*Globigerinelloides caseyi* (Bolli, Loeblich y Tappan)

*Foraminíferos bentónicos:* Los foraminíferos bentónicos, salvo *Pseudospiroplectinata* cf. *compressiuscula*, que se ha registrado exclusivamente en el primer tramo, se presentan sin una marcada distribución a lo largo del segundo tramo y sus rangos pueden extenderse hasta el tramo anterior, sin que sea factible verificar estas distribuciones por razones relativas a la contaminación en las muestras de inyección.

Las formas registradas son las siguientes:

*Ammodiscus* sp.  
*Spiroplectamina* sp. 2  
*Fronidularia mucronata* Reuss  
*Bulimina* sp.  
*Astacolus* sp.  
*Glomospira corona* Cushman y Jarvis  
*Lenticulina* spp.  
*Marsonella oxycona* (Reuss)  
*Gyroidinoides* sp.  
*Globorotalites* sp.  
*Gaudryina* cf. *G. laevigata* Franke  
*Gavelinella* spp.  
*Glomospirella* sp.  
*Polymorphina* sp.  
*Haplophragmoides* sp.  
*Dentalina* spp.  
*Ramulina* sp.

*Tercer tramo:* 1050 a 980 m, Pampa Rincón x-2; 1580 a 1490 m, Cabeza de León x-1; 1670 a 1580 m, Nueva Argentina x-1.

*Foraminíferos planctónicos:*

*Globigerinelloides multispinatus* Lalicker  
*Rugoglobigerina bulbosa* Belford  
*R. pilula* Belford  
*Globotruncana "circumnodifer"* Finlay  
*Heterohelix globulosa* (Ehrenberg)  
*Archeoglobigerina cretacea* (d'Orb.)

*Foraminíferos bentónicos:*

*Alabamina australis* Belford  
*Marginulinopsis* sp. (cf. *Marginulinopsis* sp., Malumián, 1968)  
*"Gavelinella"* aff. *"G" compressa* Sliter  
*Stensioina infra fossa* (Finlay)  
*Gyroidinoides* sp.  
*Gaudryina australis* Belford  
*Praebulimina kickapooensis* (Cole)  
*Anomalinoides* sp.  
*Glomospira* sp.  
*Conorotalites* sp.  
*Nodosaria proboscidea* Reuss  
*Valvulineria lenticula* (Reuss)  
*Gaudryina healyi* Finlay  
*Fronidularia* cf. *archiaciana* d'Orb.  
*Textularia* sp.  
*Ammodiscus* sp.

*Cuarto tramo:* 980 a 932 m, Pampa Rincón x-2; 1490 a 1435 m, Cabeza de León x-1; 1580 a 1530 m, Nueva Argentina x-1.

Este tramo, según las perforaciones o niveles, es estéril o contiene exclusivamente foraminíferos aglutinados. Se trata de formas simples, uniloculares o biserials, de paredes endebles, en un estado de conservación que impide una determinación genérica.

Edad: Cuarto tramo: Campaniano? - Maastrichtiano inferior.  
Tercer tramo: Santoniano - Campaniano.  
Segundo tramo: Turoniano - Coniaciano.  
Primer tramo: Cenomaniano, probablemente superior.

*Relaciones estratigráficas.* Se encuentra sobrepuesta en relación de suave discordancia angular a la Formación Arroyo Alfa y es cubierta en discordancia por el paquete sedimentario glauconítico conocido por los perforistas como "Senoniano".

*Correlaciones.* En territorio chileno podría correlacionarse con la parte superior de las "Lutitas gris verdosas". Su base y techo coinciden con los horizontes guía eléctricos I-10 y G-7, respectivamente, de ENAP. Asimismo, es probable que abarque parcialmente a las "Lutitas arenosas" (González y col., 1965) y además a la Formación Río García. Por otra parte, Borrello (1969) considera que el Grupo Río Claro puede eventualmente vincularse con esta formación.

*Características eléctricas.* Los valores eléctricos son ligeramente más altos que aquéllos de la formación infrayacente.

#### ANÁLISIS LITOLÓGICO

El estudio microlitológico precedente permite arribar a la caracterización de la secuencia atravesada, como asimismo establecer ciertas particularidades composicionales, genéticas y ambientales de las formaciones que las integran.

La entidad más antigua sobre la que evoluciona la Cuenca Austral, comprende la Formación Lemaire representada fundamentalmente por tobas finas alteradas a las que acompañan cuerpos volcánicos riolíticos no alumbrados por los sondeos en cuestión. Su existencia en las proximidades de los mismos, ha si-

do indirectamente comprobada debido a la naturaleza volcánica del cuarzo contenido como elemento clástico en las areniscas suprayacentes de la Formación Springhill.

Acerca de las condiciones ambientales que regían durante el desarrollo de este complejo efusivo, es muy escasa la información existente en el dominio de la isla y áreas aledañas. Franck (1932) reconoce en el monte Buckland que la parte superior del complejo muestra intercalaciones de tobas y "arcillo-esquistos" con radiolarios, por lo cual considera obviamente que las efusiones fueron submarinas. Posteriormente, Harrington (1943) señala para la Isla de los Estados la presencia de sedimentitas intercaladas con mantos de pórfiros, como un hecho que apoyaría, al menos en parte, la consolidación submarina. Esta opinión ha sido recientemente convalidada por el hallazgo de Belemnites en dichas intercalaciones (Caminos, comunicación verbal). Sin embargo, considerando que las areniscas sobrepuestas de la Formación Springhill fueron originadas por meteorización subaérea como requisito esencial para lograr la liberación y concentración de los fenocristales de la Formación Lemaire, no puede sustentarse un vulcanismo submarino en todo el dominio de la isla. En consecuencia se estima que el desarrollo de este complejo estuvo controlado por condiciones principalmente continentales y marinas muy subordinadas. Es probable que esta circunstancia se refleje en la discontinuidad lateral de la Formación Springhill y asimismo en las relaciones directas, en muchos casos, entre las Formaciones Lemaire y Pampa Rincón. El carácter marino habría estado confinado a la zona eugeosinclinal de la cuenca, en la actualidad coincidente con la región andina de la isla, donde la ingresión ha tenido lugar a partir del Jurásico superior (Flores, M. S.), simultáneamente con las manifestaciones del ciclo volcánico referido. Borrello (1972) estima que al participar dicho complejo

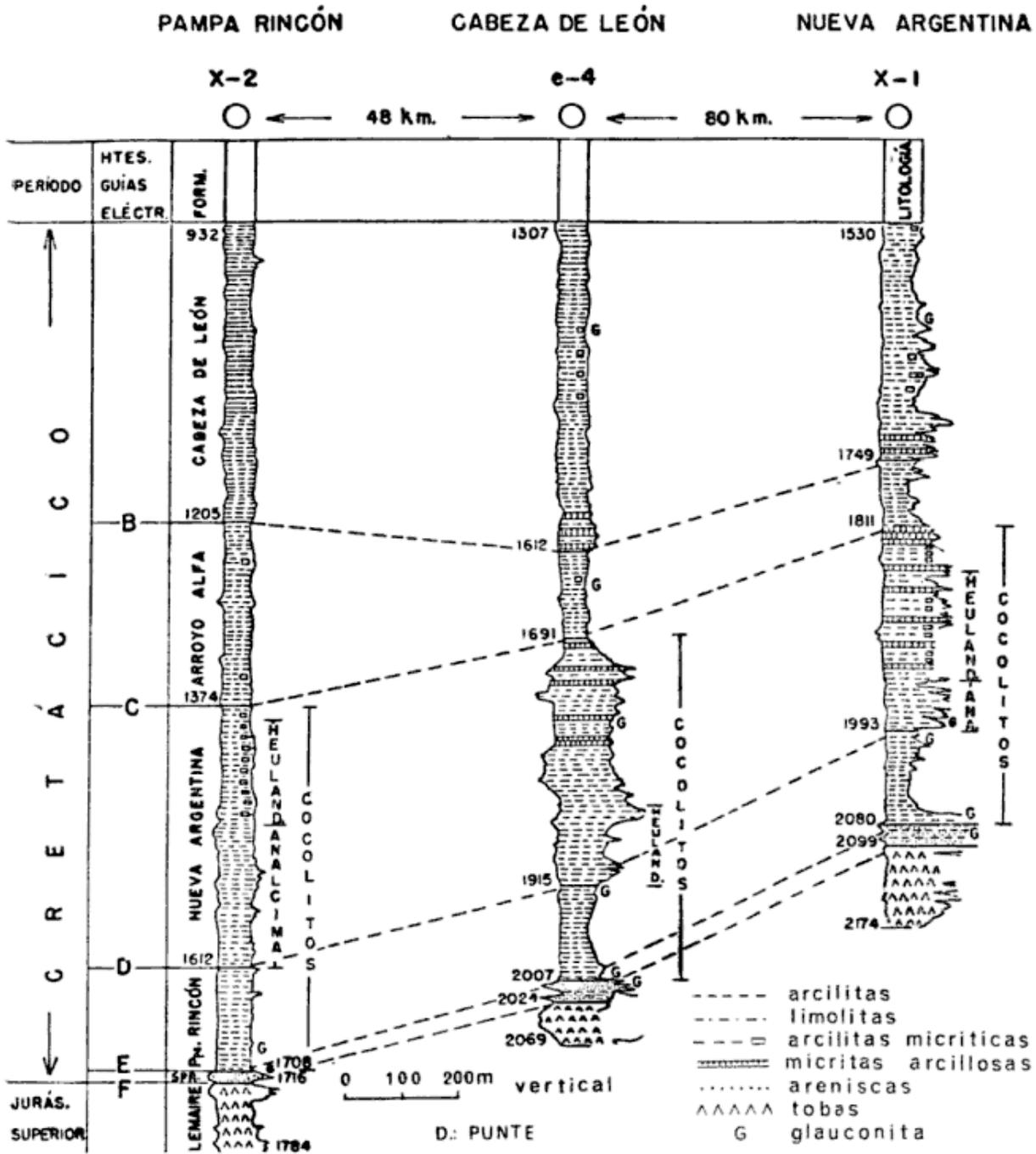


Fig. 4. — Correlación y principales características de los Pozos

de la evolución del flysch, podría ser considerado en el futuro como una unidad geosinclinal transicional entre la vacuidad y el flysch de la Cordillera fueguina.

Con anterioridad a la subsidencia regional que configuraría el receptáculo sedimentario de la Cuenca Austral, resulta razonable conjeturar cierta estabilidad tectónica y la intervención de

un clima cálido o templado húmedo, condiciones estas favorables para una acabada meteorización de la expuesta Formación Lemaire. En estas circunstancias se formaron depósitos arenosos ricos en cuarzo a los que se sumaron arcillas subordinadas, integrantes litológicos fundamentales de la entidad identificada como Formación Springhill. A criterio de Borrello (1969) re-

presenta una molasa prematura, de reducido espesor, ubicada en la base del flysch cretácico.

Las areniscas de los citados depósitos muestran un amplio espectro granométrico, variando de finas a muy gruesas, siendo medianas a gruesas y gruesas a muy gruesas aquéllas de Pampa Rincón x-2; finas a medianas y finas las de Cabeza de León e-4; y finas a medianas y finas muy subordinadas las de Nueva Argentina x-1. Normalmente son entre bien y moderadamente seleccionadas, con excepción del tramo superior de Nueva Argentina x-1 compuesto por areniscas pobremente seleccionadas, o sea de textura muy abierta y con matriz arcillosa. El grado de redondez resulta bajo, salvo en el tramo superior de Cabeza de León e-4 donde alcanza valores elevados. Esta última particularidad textural, por estar viculada a la presencia de glauconita, revela condiciones abrasivas costeras singulares y de carácter areal restringido, con relación a lo que habitualmente se registra en distintas localidades de la cuenca.

Referente a la procedencia del componente esencial de las areniscas, es decir el cuarzo, sus formas, grado de transparencia y dimensiones, constituyen propiedades de valor genético. Las formas más comunes están representadas por bipirámides hexagonales, en ocasiones con caras prismáticas cortas (cuarzo beta); el grado de transparencia resulta alto y los tamaños alcanzan al de arena gruesa y muy gruesa. Tales cualidades, especialmente las dos primeras, permiten establecer la existencia de rocas riolíticas alojadas en la Formación Lemaire, asimismo reconocidas por Harrington (1943) en la Isla de los Estados, al describir pórfiros cuarcíferos con fenocristales bipiramidales como uno de los tipos litológicos integrantes de la mencionada unidad. Estos cuerpos riolíticos deben encontrarse en las inmediaciones de los sondeos, puesto que las aristas y vértices de las bipirámides conservan intactas su marcada agudez original. En consecuencia debe

desecharse como factible la intervención de procesos abrasivos prolongados, con excepción de las areniscas correspondientes al tramo superior de Cabeza de León e-4, anteriormente mencionado. Por otra parte, la presencia de granos muy irregulares, angulosos, de aspecto lechoso, con muy abundantes inclusiones fluidas, y tamaños que llegan a sobrepasar los tres milímetros, sólo observados en Nueva Argentina x-1 y asociados con las formas descriptas, indican un origen distinto, muy probablemente hidrotermal. Esta variedad de cuarzo puede provenir de dos fuentes. Una correspondería a la Formación Yaghan de Kranck (1932) y la otra a la Formación Lapataia de Borrello (1972); ambas alojan en sus terrenos venas y pliegues ptigmáticos. Las observaciones precedentes poseen significado paleogeográfico al establecer que durante el desarrollo de la Formación Springhill una o ambas unidades también se encontraban como elemento estructural positivo en la región austral de la isla.

La existencia de cuarzo procedente de las fuentes aludidas, no indica necesariamente que ellas representaban a los tipos litológicos expuestos de mayor difusión regional. En este caso las riolitas y venas hidrotermales deben ser consideradas como las fuentes de mayor aptitud para el suministro de cuarzo en cantidades importantes. Este razonamiento resulta apoyado, al menos para la Formación Lemaire, por las observaciones realizadas por Caminos (comunicación verbal) durante el levantamiento geológico de la Hoja 67 e —Isla de los Estados— quien establece que los depósitos piroclásticos sobrepasan el 80 % del espesor de la unidad, mientras que el porcentaje restante se encuentra integrada por cuerpos riolíticos.

Con respecto al ambiente de sedimentación, en la actualidad es aceptada la dualidad de origen de esta formación, es decir, continental y marino. No obstante, esta disimilitud ambiental no se encuentra reflejada en las propieda-

des texturales de sus areniscas. Según Riggi (1969) su desarrollo comienza con una etapa exclusivamente continental, mediante condiciones de estabilidad tectónica y climáticas apropiadas que facilitan la meteorización de la Formación Lemaire durante un lapso prolongado, con la consiguiente concentración del cuarzo liberado en las depresiones del relieve. Posteriormente, con la ingesión marina, las aguas fueron incorporando las arenas aún en tránsito y asimismo pudieron haber re-depositado parcial o totalmente a aquellas de carácter continental bajo las nuevas condiciones ambientales. Este desarrollo de un Springhill continental (inferior) y marino (superior), que se suceden en innumerables sectores desconectados entre sí y distribuidos en toda la cuenca, es el resultado de un tipo de relieve elaborado en los terrenos subyacentes. De ello se infiere la existencia de un paisaje muy irregular, opinión también compartida por Leanza (1972), Russo y Flores (1972), aunque, en opinión de Riggi (*op. cit.*) con elevaciones y depresiones normalmente desprovistos de desniveles acentuados, en virtud de los ocasionales conglomerados que en algunas localidades forman parte de esta unidad. La mencionada ingesión controlada por esta configuración morfológica, daría lugar a un relieve costero también irregular que responde, según Shepard (1948), a costas primarias. Esta deben su morfología a los agentes subaéreos exclusivamente, correspondiendo al subtipo caracterizado por el avance del mar sobre el continente. El planteado argumento se apoya en los rasgos texturales de los depósitos areniscosos atravesados y de otros distribuidos en la isla, lo que como norma no muestra sus granos con el grado de redondez habitual al de las arenas de playa de una costa abierta y tendida, donde la atrición juega un rol importante. Sin embargo, como un ejemplo poco frecuente y arealmente restringido en el dominio de la cuenca, debe citarse a las areniscas bien redon-

deadas del tramo superior de Cabeza de León e-4. En consecuencia y generalizando, la falta de diferencias en cuanto al grado de redondez de la fracción arenosa, imposibilita la distinción entre depósitos continentales y marinos, debiéndose recurrir en un examen expeditivo, al contenido de glauconita o fosilífero como criterio de evaluación genética. Por ello, el registro de la distribución vertical de glauconita en los tres sondeos, permite asegurar que al menos la cúspide de esta entidad fue sedimentada bajo el dominio marino.

La Formación Springhill aparece normalmente ligada en calidad de término basal de la secuencia marina invariablemente desarrollada en condiciones dinámicas de baja energía que determina una depositación pelítica interrumpida. No obstante esta monotonía en la sedimentación, el análisis microlitológico ha revelado variaciones cromáticas y litológicas menores, como también la presencia de elementos mineralógicos y microfaunísticos de valor para la caracterización de las distintas unidades estratigráficas, integradas por las Formaciones Pampa Rincón, Nueva Argentina, Arroyo Alfa y Cabeza de León.

La presencia de pirita finamente dividida a lo largo de todo su espesor, como asimismo de diminutos residuos carbonosos con frecuencia remplazados por pirita, indican la persistencia de un ambiente predominantemente reductor. La coloración de las sedimentitas muestra una atenuación generalizada en función del tiempo, más acentuada cuando participan componentes carbonáticos, variando de grises oscuros a gris claros y verdosos. Al examinar sus aspectos litológicos surge que las Formaciones Pampa Rincón y Arroyo Alfa, se distinguen de las correspondientes a Nueva Argentina y Cabeza de León, por una mayor simplicidad de las primeras. Así, las primeras se hallan compuestas por arcilitas prácticamente desprovistas de limo y muy ocasionalmente son algo micríticas, mien-

tras que las mencionadas en segundo término muestran variaciones resultantes de la incorporación de material carbonático y limo, originándose arcilitas micríticas y limosas, con micritas arcillosas y limolitas arcillosas subordinadas. La distribución vertical del material carbonático y limo también permite diferenciar a las dos últimas unidades en razón de que el primero es más frecuente en la Formación Nueva Argentina y el segundo en la Formación Cabeza de León. Por otra parte, la Formación Nueva Argentina muestra una particularidad litológica repetida en los tres sondeos y consiste en que el material carbonático se encuentra confinado a su sección superior. Además, es importante señalar que el límite inferior de esta sección coincide ajustadamente con un pase microfaunístico, división también detectada en los perfiles eléctricos. Sin embargo, el contenido carbonático no es uniforme. En Pampa Rincón x-2 es relativamente pobre y sólo alcanzó a contaminar ligeramente a las arcillas. Este contenido tiene valores más elevados en Cabeza de León e-4 y en un corto tramo llega a predominar sobre las arcillas, acentuándose aún más en Nueva Argentina x-1 para formar tramos de cierto espesor compuestos por micritas arcillosas. O sea que las condiciones para una mayor contribución carbonática aumentaban gradualmente hacia el sur en esta parte de la cuenca. Con referencia a esta contribución es importante consignar que ella ha sido de naturaleza orgánica, específicamente cocolitos, muchas veces en una aglomeración de tal magnitud que dificulta su individualización microscópica. En consecuencia a estas sedimentitas corresponde denominarlas biomicritas arcillosas y arcilitas biomicríticas. La abundancia de estos microorganismos se encuentra restringida a las Formaciones Pampa Rincón y Nueva Argentina, aunque en la primera unidad el contenido y distribución resulta más uniforme, alcanzando las mayores concentraciones hacia el

techo de la misma en los pozos Pampa Rincón x-2 y Nueva Argentina x-1, mientras que en Cabeza de León e-4 estos máximos tienen lugar hacia el límite entre la sección inferior y superior.

Otro elemento distintivo de la sección inferior correspondiente a la Formación Nueva Argentina, consiste en el elevado grado de consolidación alcanzado por las arcilitas más oscuras. Esta mayor dureza se debe a la formación de micronódulos ftaníticos. Es probable que su origen se encuentre directamente vinculado a la presencia de radiolarios en este tramo de la unidad, ya sea como fuente de sílice o como producto de cristalización de su esqueleto amorfo. Considerando que la formación de ftanita ha tenido lugar en el sector más austral de la isla, es posible que este proceso epigenético responda a una relación marginal con el arco tectónico de la Cordillera fueguina. Asimismo, los micropaleontólogos observaron efectos de recristalización de los foraminíferos en este sector austral.

Un nuevo elemento de importancia y exclusivo de la Formación Nueva Argentina, resulta la existencia de zeolitas asociadas a las arcilitas, identificadas como analcima y heulandita. La primera se encuentra alojada en la mitad inferior de la unidad y la segunda en la superior. Esta ordenada distribución se repite en Pampa Rincón x-2 y Nueva Argentina x-1, pero en Cabeza de León e-4 falta la analcima y en su lugar aparece heulandita.

Acercas del origen de las zeolitas, Terruggi y Andreis (1963) realizaron una completa y detallada revisión bibliográfica sobre el tema. La gran mayoría de los autores por ellos citados opinan que para su formación en ambientes sedimentarios, parece requerirse la presencia de materiales piroclásticos, pues los datos disponibles tienden a indicar que el vidrio es la fuente de algunas variedades de este grupo. Aceptando este importante antecedente, se efectuó

un minucioso análisis microscópico de las sedimentitas sin que se pudiera confirmar la presencia de trizas vítreas, parcial o totalmente remplazadas, si bien se acepta como un hecho habitual la dificultad en reconocer la vinculación entre materiales piroclásticos finos y zeolíticos, cuando estos últimos se originan en sedimentos pelíticos. Esta característica concuerda con lo observado por Riggi (en Malumián *et al*, 1971) en el Cretácico del sondeo SC. 1, con excepción de los depósitos terciarios suprayacentes, en gran parte tobáceos y zeolíticos, tanto en el sondeo mencionado como en los aquí considerados.

Independientemente de la problemática vinculación entre ambos materiales, surge como muy llamativo el ordenamiento vertical o zonación de las zeolitas verificado en los sondeos. Por consiguiente, se duda de una zeolitización de origen singenético, considerando como más factible la intervención de procesos diagenéticos que representarían el estadio de bajo grado (heulandita-analcima) correspondiente a las facies de zeolitas.

En cuanto a los ambientes sedimentarios del país, Teruggi y Andreis (*op. cit.*) informan que hasta la fecha sólo fueron encontrados materiales zeolíticos en las formaciones continentales. En consecuencia, el hallazgo en la Formación Nueva Argentina, como también en el Terciario marino de estos tres sondeos y el referido al SC. 1, resulta la primera noticia acerca de su presencia en formaciones marinas.

Corresponde ahora analizar las características y distribución de la glauconita. En términos generales este mineral se encuentra en muy pequeñas cantidades, salvo en los dos niveles ubicados en las Formaciones Springhill y Cabeza de León, donde alcanza concentraciones mayores aunque sin llegar a valores elevados. Confrontando la totalidad de los niveles glauconíticos en los tres sondeos y su posición relativa en cada unidad, su distribución areal es aparentemente coincidente en las Formaciones Springhill,

Pampa Rincón y Cabeza de León, marcando además el pase formacional entre las dos primeras. Sobre sus propiedades texturales es de destacar la inexistencia de variaciones contrastantes, lo cual imposibilita la identificación de los distintos niveles. Sin embargo, en algunos casos, a la granometría que regularmente varía entre muy fina y fina, se suma una fracción mediana subordinada, alcanzando el milímetro unos contados individuos. Esta amplia gama de tamaños sólo se manifiesta en la Formación Springhill. En cuanto a los caracteres morfológicos, predominan las formas simples de contornos subangulosos a subredondeados y de superficie semimate. Los muy escasos compuestos muestran un desarrollo lobular incipiente. El color dominante es el verde claro a moderado y el verde pálido, correspondiendo al verde moderado a oscuro una importancia cuantitativa muy secundaria; al respecto, este último tono es más corriente en los granos de mayor tamaño.

Resta tratar como último tema los aspectos composicionales de las arcillitas que integran a las distintas unidades, con excepción de aquéllas de la Formación Springhill excluida por contaminación de los niveles superiores. Considerando los minerales arcillosos que intervienen y con las reservas del caso, surgen variaciones manifiestas a través del tiempo como asimismo de carácter regional, al confrontar los sondeos entre sí. Por su franco predominio, la montmorillonita se destaca netamente en todas las unidades de los restantes minerales arcillosos, observándose además una constante merma porcentual a partir de la unidad de mayor antigüedad. En la illita, en cambio, generalmente se aprecia un ligero aumento hacia las entidades más jóvenes. La caolinita incrementa en Pampa Rincón x-2, pero se mantiene estable en los otros sondeos, mientras que la clorita se encuentra como trazas en Pampa Rincón x-2 y en cantidades pequeñas con poca variación en los restantes.

Por otra parte, tienen lugar variaciones laterales constatadas entre las unidades equivalentes de cada perfil, destacándose una correspondencia en muchos casos sistemática del sentido de tales variaciones, como respondiendo a una regla de alcance regional para este sector de la cuenca.

La montmorillonita aumenta en todas las unidades invariablemente en dirección al norte. En cambio, la caolinita se mantiene con valores muy próximos en las Formaciones Pampa Rincón y Nueva Argentina, pero en las correspondientes Arroyo Alfa y Cabeza de León las cifras también incrementan hacia el norte. Para la illita se comprueba un aumento hacia el sur en las Formaciones Nueva Argentina, Arroyo Alfa y Cabeza de León, mientras que la clorita incrementa en igual dirección en todas las unidades. Asimismo, las interestratificaciones de illita-montmorillonita y clorita-montmorillonita resultan más frecuentes hacia el sector austral. Resumiendo, los porcentajes de montmorillonita y caolinita sufren un incremento hacia el norte, no así los correspondientes a los restantes minerales que aumentan hacia el punto cardinal opuesto.

La constancia general de las variaciones anotadas es muy sintomática, aunque de difícil interpretación causal. A este respecto y en virtud de los datos del subsuelo disponibles, es indudable que las áreas positivas de mayor extensión y circundantes al receptáculo sedimentario de la cuenca estaban integradas por terrenos de la Formación Le-maire. Por ello es razonable suponer que de dicha entidad debería provenir el mayor volumen arcilloso, puesto que otras posibles fuentes se encontraban lo suficientemente alejadas como para contribuir con una mineralogía cuantitativamente importante y diferente. En consecuencia, el incremento hacia el sur de illita, clorita y más frecuentes interestratificaciones, aunado a la existencia de cuarzo hidrotermal como constituyente clástico en las areniscas de la

Formación Springhill en el sondeo Nueva Argentina x-1, podrían obedecer a causas paleogeográficas sugiriendo la presencia de otras entidades geológicas emergidas en el sector austral de Tierra del Fuego. Por otra parte y siguiendo en el terreno hipotético, el aumento de illita hacia las unidades más jóvenes puede estar relacionado con una mayor exposición areal de las referidas entidades.

Finalmente, la evaluación litológica indica que durante los tiempos cretácicos prevalecían condiciones de sedimentación similares para los tres sondeos, particularidad en cierta medida valorable para ubicar la línea que los une dentro del marco paleogeográfico de la cuenca. De ello se infiere como probabilidad que el rumbo de esa línea puede ser aproximadamente paralelo al eje longitudinal de la Cuenca Austral.

#### ANALISIS MICROPALAEONTOLOGICO

Las asociaciones foraminiferológicas, en general, se corresponden claramente con las formaciones y en algunos casos admiten subdivisiones, pero tanto el número de pozos estudiados como el carácter preliminar de la investigación previene de la formulación de una zonación.

Comúnmente la preservación de las cónchulas es regular a buena, salvo en la Formación Nueva Argentina, donde la recristalización ha obliterado los caracteres distintivos de gran parte de los ejemplares calcáreos. Además, cabe mencionar el evidente detrimento que se observa de norte a sur, encontrándose el material peor conservado en el sondeo Nueva Argentina x-1.

*Formación Springhill.* Se procesaron 10 muestras con resultados negativos.

*Formación Pampa Rincón.* La asociación microfaunística resulta sumamente particular y contrasta con la suprayacente. Se caracteriza por la ausen-

cia de foraminíferos planctónicos y por su microfauna monótona, registrándose cerca de una veintena de especies. Entre estas se destaca por su abundancia *Lenticulina nodosa* (Reuss), que en determinados niveles compone más del 60 % de la asociación, y "*Pseudopolymorphina*" sp. nov., la segunda especie en frecuencia y distribución. Los foraminíferos arenáceos, virtualmente ausentes en la perforación Nueva Argentina x-1, en la porción inferior de la unidad alcanzan valores superiores al 30 % en Pampa Rincón x-2 y al 50 % en Cabeza de León x-1, en probable relación con el alto paleogeográfico de Cullén.

El número de foraminíferos por gramo de muestra es bajo, superando apenas los 30 ejemplares en la parte media de la unidad correspondiente a Pampa Rincón x-2. El mayor número coincide con los niveles medios y con la mayor diversidad faunística en los tres sondeos.

Esta fauna es equivalente con la contenida en los Estratos con *Favrella* de Chile (cf. Sigal et al., 1970) divididos en cuatro biozonas que no han podido ser distinguidas en las perforaciones estudiadas. Además, contiene especies características para la zona E-F de Madagascar (Espitalié y Sigal, 1963) como *Palaeopolymorphina inflata* Espitalié y Sigal, considerada forma guía de las mencionadas zonas y las siguientes especies comunes a Madagascar: *Astacolus gibber*, *Lenticulina ataktos* y *Astacolus explicatus*.

*Formación Nueva Argentina.* La asociación correspondiente a esta unidad es totalmente diferente a la anterior por no tener un solo elemento en común, se caracteriza en su parte inferior por la escasez de foraminíferos, quizá debido a problema de conservación, y por la presencia de niveles restringidos en donde se encuentran ejemplares aglutinados, la mayoría indeterminables. Por otra parte, su porción superior se identifica por la fauna bentónica de algunos niveles donde se pre-

sentan *Anomalinoidea* sp. nov. y *Gavelinella belorussica*, a las que se suman frecuentes lenticulínidos. Desde los niveles inferiores a superiores, el género *Tritaxia* muestra en su porción uniseccional un aumento relativo en el número de especímenes de sección circular sobre los de sección triangular; esta característica, de ser evolutiva, permitirá establecer una fina estratigrafía de la unidad.

La fauna planctónica está constituida por *Hedbergella trocoidea*, *H. delrioensis* y radiolarios que en general aumenta numéricamente desde los niveles medios a superiores.

La deficiente preservación de los microfósiles en los tres sondeos ha dificultado el mejor conocimiento de esta fauna.

*Formación Arroyo Alfa.* Contiene la asociación de mayor desarrollo faunístico si se tiene en cuenta su reducido espesor en relación a las restantes unidades. Se registraron 23 especies, sin considerar los lenticulínidos, con 8 especies de foraminíferos aglutinados, 13 bentónicos calcáreos y 2 planctónicos.

La distribución de los porcentajes de foraminíferos planctónicos muestra una disminución hacia los términos superiores. Estos porcentajes son sensiblemente inferiores al 50 % en Pampa Rincón x-2, mientras que superan dicha cifra en Cabeza de León x-1 y Nueva Argentina x-1. En Cabeza de León x-1 y Nueva Argentina x-1 los foraminíferos en parte están suplidos por radiolarios. Dentro de la porción superior, se hace notoria la presencia de un pico en el porcentaje correspondiente a la relación aglutinados/calcáreos bentónicos, que se corresponde con la mayor diversidad faunística en lo que a foraminíferos bentónicos se refiere. Resulta llamativa la brusca desaparición de esta fauna, asociada con un pico del número de foraminíferos que es muy notable cerca del tope de la unidad en Nueva Argentina x-1 y el aparente tramo estéril de 1205 a 1235 m en la parte su-

perior de la misma en Pampa Rincón x-2.

Esta fauna no posee elementos en común con la suprayacente, de la que aparentemente se encuentra desvinculada. Además se observa en el material de las tres perforaciones un marcado cambio

en el estado de conservación, dado por un tono más oscuro que caracteriza a los foraminíferos de la unidad.

Las especies más frecuentes, con porcentajes mayores al 5 % y sus correspondientes niveles de máxima abundancia, son los siguientes.

| Especies                          | P. Rincón x-2 |         | C. de León x-1 |           | N. Argentina x-1 |           |
|-----------------------------------|---------------|---------|----------------|-----------|------------------|-----------|
|                                   | %             | Prof.   | %              | Prof.     | %                | Prof.     |
| <i>Gavelinella</i> sp.....        | 35            | 1240-50 | 47             | 1800-10   | 15               | 1780-90   |
| <i>Gyroidinoides nitidus</i> .... | 11            | 1360-70 | 22,5           | 1750-60   | 10               | 1770-80   |
| <i>Tritaxia</i> sp. ....          | 6             | 1350-60 | 18             | 1790-1800 | 12               | 1780-90   |
| <i>Dorothia</i> sp. nov.....      | 15            | 1240-50 | 4              | 1800-10   | 25               | 1780-90   |
| <i>S. annectens</i> .....         | 14            | 1280-90 | 12             | 1780-90   | 10               | 1770-80   |
| <i>Valvulineria</i> sp. nov.....  | 4             | 1250-90 | 6,5            | 1750-60   | 3                | 1790-1800 |

**Formación Cabeza de León.** En líneas generales puede destacarse que tanto los mayores valores del número de foraminíferos como los porcentajes de los foraminíferos planctónicos, se encuentran en la porción inferior y media de la unidad, que luego de disminuir vuelven a aumentar para desaparecer finalmente en forma muy brusca, denotando un pulso bien evidenciado en Nueva Argentina x-1 y Cabeza de León x-1. Este pulso está algo atenuado en Pampa Rincón x-2. Por otra parte, es evidente un menor número de valores al 50 % de foraminíferos planctónicos de sur a norte, los que se van restringiendo hacia la parte inferior de la unidad; inversamente se aprecia un regular y moderado incremento en los valores porcentuales de los foraminíferos aglutinados (no mayores al 15 % en la parte superior en Nueva Argentina x-1 y algo superior al 35 % en Pampa Rincón x-2).

La formación contiene fundamentalmente dos asociaciones principales; la primera e inferior más desarrollada, con elementos calcáreos predominantes y la segunda con aglutinados. Si a esta ca-

racterística se le suman las específicas, la primera asociación puede subdividirse en un conjunto inferior con formas predominantes sobre las bentónicas, que incluye especies carenadas relativamente frecuentes como *Praeglobotruncana* sp., *Marginotruncana pseudolinneiana* y *M. coronata*. En el conjunto superior predominan formas bentónicas destacándose *Alabamina australis* Belford y la forma particular "*Gavelinella*" sp. aff. "*G. compressa* Sliter, que se distancia del género *Gavelinella* por su abertura espiroumbilical y replegada sobre la cara septal, a la vez que muestra grandes semejanzas con *Planularia raukarana* Finlay, especie descripta, originalmente para el Campaniano-Coniaciano de Nueva Zelandia. Las formas planctónicas como *Rugoglobigerina pilula* Belford, completan un cuadro que muestra ciertas afinidades con faunas de edades similares de Australia (cf. Belford, 1960, Belford y Scheibnerová, 1972). En los niveles más altos de esta asociación se presentan escasos ejemplares de *Rugotruncana "circumnodifer"* (Finlay).

Salvo en las formas anteriormente

mencionadas, la frecuencia de ejemplares de las diferentes especies no muestra, a lo largo de su distribución, niveles en que se observe una preponderancia notable.

*Paleoecología.* La asociación correspondiente a la Formación Pampa Rincón carece de elementos indicadores de aguas cálidas, como así también su escaso desarrollo indicaría ciertas condiciones adversas, tales como escasa oxigenación en el fondo marino, mientras que la salinidad se considera normal por la presencia de cocolitos.

La Formación Nueva Argentina presenta una apreciable concentración de radiolarios en su parte inferior, en las perforaciones Pampa Rincón x-2 y Cabeza de León x-1 y equivalentemente en Nueva Argentina x-1, desde el punto de vista estratigráfico, corresponde a la zona con micronódulos de ftanita. La aparición de radiolarios se considera como una indicación de profundidades mayores. Además, gran parte del contenido calcáreo, en los niveles donde existe una conservación mínima, es de origen orgánico, correspondiendo la fracción menor a 30 micrones a placas de cocolitos. Si a estas circunstancias se suma la predominancia de los foraminíferos planctónicos sobre los bentónicos, puede inferirse que la sedimentación tuvo lugar a mayores profundidades que las correspondientes al ambiente de plataforma. Estas condiciones ecológicas son contrastantes con las que se suponen para la Formación Pampa Rincón, mientras que se observa un pasaje más gradual hacia la formación suprayacente.

En la Formación Arroyo Alfa es evidente que los sedimentos se depositaron a profundidades decrecientes de sur a norte, correspondiendo a Nueva Argentina x-1 y Cabeza de León x-1 profundidades mayores de plataforma, mientras que a Pampa Rincón x-2 profundidades decrecientes de plataforma externa en la base de la unidad y plataforma media en la parte superior. La ausen-

cia de elementos indicadores de aguas cálidas y la relativa frecuencia de foraminíferos arenáceos señala la existencia de aguas frías.

La Formación Cabeza de León, al presentar algunos elementos carenados en su parte inferior, indicaría en cierto grado un breve atemperamiento de las aguas con respecto a la unidad anterior. Con posterioridad muestra una deprofundización, aparentemente más brusca en el sur, una corta profundización y aguas frías, que al igual que la mencionada se acentúa en el sur. En este sector los valores porcentuales de los foraminíferos planctónicos superan el 70 %, significando profundidades mayores a las correspondientes a la plataforma continental, para luego entrar rápidamente en una facies de foraminíferos aglutinados de un ambiente somero de baja salinidad y/o turbidez.

Asimismo y en líneas generales, es evidente una disminución del número de foraminíferos por gramo de muestra a partir de la Formación Nueva Argentina, indicando un incremento en la velocidad de sedimentación, como también una deprofundización claramente observable en Pampa Rincón x-2.

Finalmente, cabe agregar que las condiciones batimétricas obtenidas de la relación foraminíferos planctónicos/bentónicos, concuerdan con aquéllas sugeridas por el contenido genérico de las microfaunas (cf. Sliter, 1972).

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Belford, D. J., 1960. *Upper Cretaceous foraminifera of the Toolonga Calciluite and Gingin Chalk, Western Australia, Australia*. Bur. Min. Res. Geol. Geophys., Bull., 57: 1-198, 35 lám.
- Belford, D. J. y Scheibnerová, Viera, 1972. *Turonian foraminifera from the Carnarvon Basin, Western Australia, and their palaeogeographical significance*. Micropaleontology 17 (3): 331-344, 4 lám.
- Código de Nomenclatura Estratigráfica, 1972. Asoc. Geol. Arg., Rev. Serie "B" (2).

- Bonarelli, G., 1917. *Tierra del Fuego y sus turberas*. Anal. Min. Agric., Secc. Geol., XII (3).
- Borrello, A. V., 1969. *Los geosinclinales de la Argentina*. Dir. Nac. Geol. Min., Anal. XIV, 15-188, 24 lám.
- 1972. *Cordillera Fueguina. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, 741-753.
- Camacho, H. H., 1948. *Geología de la cuenca del Lago Fagnano o Cami, Gobernación Marítima de Tierra del Fuego*. Tesis N° 543, Fac. Cienc. Exac. y Nat., Bs. As.
- 1949. *La fauna cretácica del Hito XIX (Tierra del Fuego)*. Asoc. Geol. Arg., Rev., IV (4): 249-254.
- 1967. *Las transgresiones del Cretácico superior y Terciario de la Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXII (4): 253-280.
- Cecione, G., 1955. *Edad y facies del Grupo Springhill en Tierra del Fuego*. Anal. Fac. Cienc. Fís. y Mat., Univ. Chile, Inst. Geol. 12 (6).
- Criado Roque, P. E. de Ferrariis, Mingramm, A., Roller, E., Simonato, I. y Suero, T., 1960. *Cuencas sedimentarias de la Argentina*. Bol. Inf. Petrol., 320: 3-21.
- Compton, R. R., 1962. *Manual of field Geology*. John Wiley and Sons, N. York.
- Espitalié, J. y Sigal, J., 1963. *Contribution a l'étude des foraminifères (Micropaléontologie-Microstratigraphie) du Jurassique Supérieur et du Néocomien du Bassin de Majunga (Madagascar)*. Ann. Géol. Madagascar 32: 1-91, 36 lám.
- Flores, M. A., M.S. *Consideraciones generales sobre la Cuenca Austral*. YPF, 1971.
- González, P. y col., 1965. *La cuenca petrolífera de Magallanes*. Rev. "Minerales", XX (91): 1-15, Santiago de Chile.
- Halpern, M. y Rex, D. C., 1972. *Time of folding of the Yaghan Formation and age of the Tekenika Beds, Southern Chile, South America*. Geol. Soc. Amer., Bull., 83: 1881-1885.
- Harrington, H. J., 1943. *Observaciones geológicas en la Isla de los Estados*. Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivadavia", An. XLI, p. 29.
- Hemmer, A., 1935. *Geología de los terrenos petrolíferos de Magallanes y las exploraciones realizadas*. Bol. Min., LI, 139-149, 181-197. Santiago de Chile.
- Hyades, J., 1887. *Mission Scientifique du Cap Horn (1882-1883)*, IV, Géologie, Paris.
- Kranck, E. H., 1932. *Geological investigations in the Cordillera of Tierra del Fuego*. Acta Geographica, 4 (2), Helsinki.
- Leanza, A., 1963. *Patagoniceras gen. nov. (Binnivitidae) y otros ammonites de Chile meridional con notas acerca de su posición estratigráfica*. Bol. Acad. Nac. Cienc., XLII: 203-225, 4 lám.
- 1967. *Anotaciones sobre los fósiles Jurásico-Cretácicos de Patagonia Austral (colección Feruglio) conservados en la Universidad de Bologna*. Act. Geol. Lill., IX: 121-187, 3 lám.
- 1972. *Andes patagónicos australes. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, 689-706.
- Malumián, N., 1968. *Foraminíferos del Cretácico superior y Terciario del subsuelo de la Provincia de Santa Cruz, Arg.* Ameghiniana 5 (6): 191-227, 8 lám., 1 fig.
- Malumián, N., Masiuk, V. y Riggi, J. C., 1971. *Micropaleontología y sedimentología de la perforación SC-1, Santa Cruz. Su importancia y correlaciones*. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXVI (2): 175-208, 1 cuadro, 1 fig.
- Malumián, N. y Masiuk, V., 1973. *Asociaciones foraminíferológicas fósiles de la Argentina*. V Congr. Geol. Arg., Actas, 3: 433-453.
- Martínez, R. y Ernst, M., 1965. *Presencia de foraminíferos jurásicos en los estratos con Favrella y en el Grupo Springhill*. Soc. Geol. Chile, 11: 8-13.
- Nordenskjöld, O., 1905. *Die krystallinen Gesteine der Magellansländer*. Wiss. Ergebn. Schwed. Exp. n. d. Magell., I (6): 175-240, Stockholm.
- Powers, M. C., 1953. *Roundness of sedimentary particles*. Jour. Sed. Petrol., 23: 117-119.
- Quensel, P. D., 1911. *Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera*. Geol. Inst. Upsala Bull. XI; 1-113, Upsala.
- Riccardi, A., 1970. *Favrella R. Douville, 1909 (Ammonitina), Cretácico inferior: Edad y distribución*. Ameghiniana, 7 (2): 119-138.
- Riggi, J. C., 1969. *Rasgos sedimentológicos, paleogeográficos y paleoclimáticos de la sección inferior de la Cuenca Austral, en la zona comprendida entre los pozos SC-1, SC.EM.1 y SC.CB.1 (Santa Cruz)*. IV Jorn. Geol. Arg., Actas I: 509-517.
- Russo, A. y Flores, M. A., 1972. *Patagonia austral extra-andina. Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, 707-725.
- Scheibnerová, Viera, 1972. *Some interesting foraminifera from the Cretaceous of the Great Artesian Basin, Australia*. Micropaleontology, 18 (2): 212-222, 2 lám.
- Sigal, J., Grekoff, N., Singh, N. P., Cañon, A. et Ernst, M., 1970. *Sur l'âge et les affinités "gondwaniennes" de microfaunes (Foraminifères et Ostracodes) malgaches, indiennes et chiliennes au sommet du Jurassique et à la base du Crétacé*. C. R. Acad. Sc. Paris, 271: 24-27.
- Shepard, F. P., 1948. *Submarine geology*. Harper and Row, N. York.
- Sliter, W. V., 1972. *Cretaceous foraminifers - Depth habitats and their origin*. Nature 239: 514-515.

- Thomas, C. R., 1949 a. *Geology and petroleum exploration in Magallanes Province, Chile*. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 33 (9), 1553-1578.
- 1949 b. *Manantiales field, Magallanes Province, Chile*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 33 (9): 1579-1589.
- Teruggi, M. E. y Andreis, R. R., 1963. *Revisión de las zeolitas con especial referencia a su importancia sedimentológica*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XVIII (1-2): 75-9..
- Yrigoyen, M. R., 1962. *Evolución de la explotación petrolera en Tierra del Fuego*. Petrotecnia 4: 32-38.

Recibido el 14 de agosto de 1973.

## NECROLOGIA



DRA. EDELMIRA INES MORTOLA

(28 de mayo de 1973)

El 28 de mayo de 1973 falleció la doctora Edelmira Inés Mórtola, quien durante largos años ilustró la cátedra universitaria en una disciplina —la Mineralogía— cuyas rígidas pautas no atraían hace unas décadas a muchas mujeres.

Fue en este sentido una precursora; siguió los dictados de su vocación científica sin abdicar de su sensibilidad puesta de manifiesto hasta en los menores detalles; su magnífica obra "Nociones de Mineralogía" se abre con este pensamiento de Keyserling: "En las leyes de la formación irracional de los cristales, está contenida toda la música".

En 1921 se graduó de Doctora en Ciencias Naturales en la Universidad de Buenos Aires, con medalla de oro y diploma de honor, y su tesis sobre las "Rocas alcalinas básicas del sur del Chubut" recibió el premio "Strobel".

En la entonces Dirección General de Minas fue la primera mujer petrógrafa y desde 1924 hasta su retiro ejerció como docente de su especialidad en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El Instituto Nacional del Profesorado Secundario y el Liceo de Señoritas N° 1 "Figueroa Alcorta" también supieron de la hondura de sus conocimientos, de su habilidad didáctica y de su estricta y rigurosa capacidad organizadora. Quienes fuimos sus alumnos podemos dar fe de estas cualidades que caracterizan al maestro auténtico, capaz de calar hondo en el espíritu de sus discípulos para infundirles algo de su fe en la ciencia, de su respeto por la verdad, de su acatamiento por la justicia, atributos todos que en la doctora Mórtola no la eximían de la simpatía cordialísima que se ofrece como una mano tendida.

En 1930 publicó sus "Nociones de Mineralogía" calificado con su natural modestia de "pequeño manual argentino", pero que ofrecía al estudiantado y al lector la novedad de las ilustraciones fotográficas y una simple, útil y oportuna clave para la determinación de minerales argentinos.

Como era de esperarse, a lo largo de una vida consagrada a la investigación y la enseñanza fue incorporada a diversas instituciones científicas del país y del extranjero, que son las modestas satisfacciones que jalonan estas existencias ejemplares.

Estas líneas son una recordación y aspiran, también, a ser un acto de gratitud, que es lo mejor que podemos ofrecer a quien fuera maestro y amigo.

VERENA KULL



PROF. DR. FELIX CELSO REYES  
(1924 - 1972)

El 28 de diciembre de 1972 dejó de existir el Dr. Félix Celso Reyes, distinguido geólogo y profesor universitario.

Su deceso se produjo a consecuencia de una penosa y cruel enfermedad que le aquejó durante muchos años, la que si bien minó sus reservas físicas hasta producir su muerte, no disminuyó su relevante amor por la profesión, voluntad de trabajo y afán por adquirir nuevos conocimientos para transmitirlos a sus alumnos y colegas.

Boliviano de origen, nació en Tupiza el 7 de enero de 1924, cursó sus estudios superiores en nuestro país. En 1949 obtuvo el título de Dr. en Ciencias Naturales en la Universidad Nacional de La Plata y al año siguiente, en la de Buenos Aires, el de Especializado en Geología del Petróleo.

Fue durante su paso por nuestros claustros universitarios, que empezó su vinculación y amistad con los geólogos argentinos, en especial con aquellos vinculados a la industria petrolífera. Ambas cosas, amistad y vínculos, fueron incrementándose con el tiempo, a medida que su actividad profesional y la docencia lo proyectaron a otros círculos y ambientes, donde siempre se destacó por su corrección, hombría de bien y clara inteligencia.

Inició su actividad como profesional en Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, entidad a la cual estuvo unido desde su época de estudiante hasta 1969. Desde sus comienzos volcó sus preferencias por la parte exploratoria, pasando al cabo de nueve años de Geólogo Ayudante de Comisiones Geológicas a Gerente de Exploración.

Por su entusiasmo y capacidad, en 1957 Y.P.F.B. lo distinguió con una beca para realizar en la Escuela de Minas de Colorado, Estados Unidos, cursos de especialización durante dos años. Al regreso a su país incrementó su actividad científica y profesional, procurando contribuir con su esfuerzo al mejor conocimiento de todo aquello que se relacionase con su especialidad.

Su gran aplicación a las Ciencias Geológicas lo llevó a la enseñanza, a la que consideraba como el medio más eficaz de transmitir lo que tanto le fascinaba. Es así que en la ciudad de La Paz, paralelamente a ~~su cargo de~~ Gerente, dictó las cátedras de Geología del Petróleo y Sedimentología en la Universidad Mayor de San Andrés, Instituto Tecnológico Boliviano y Escuela de Altos Estudios Militares "Coronel Eduardo Abaroa".

Fue precisamente su deseo de enseñar, el que en el año 1969 lo decidió a abandonar su país y establecerse en la Argentina, en la ciudad de Salta.

Por concurso obtuvo la Cátedra de Geología Histórica en la Escuela de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, a la que se consagró con dedicación exclusiva. Fue cuando estaba dedicado a esa tarea, diseminado entre sus jóvenes alumnos su vasta y rica experiencia e inculcándole su amor por las Ciencias Naturales, que la muerte tronchó su vida.

Su actividad profesional fue grande, produjo una serie de informes muy valiosos, la mayoría de los cuales, por su naturaleza reservada, no pudieron ser publicados. Fue miembro fundador de la Sociedad Geológica de Bolivia; miembro honorario de la Asociación de Geólogos e Ingenieros de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos; miembro activo de la Asociación Geológica Argentina y de la "American Association of Petroleum Geologist". Visitó importantes centros de investigación en América y Europa y asistió a numerosos congresos y reuniones científicas, celebradas en su patria, en la Argentina y otras Repúblicas de Sur y Norte América, representando a Bolivia, Y.P.F.B. o a la Universidad Nacional de Salta.

Su natural bondad, desinterés, corrección y deseos de brindarse no serán olvidados por sus colegas y alumnos, y en especial, por aquellos que tuvimos la suerte de ser sus amigos. Todos al recordarle tendrán presente su actuación en la Mesa Redonda, sobre "Nomenclatura, Estratigrafía, Paleontología y Petrología del Grupo Salta", que tuvo lugar en la ciudad homónima, en los primeros días de diciembre de 1972, cuando vencido totalmente por el terrible mal que lo aquejaba, agotada casi por completo sus energías, defendió sus ideas con ardor y entusiasmo juvenil.

Por lo que fue, por lo que hizo, el Dr. Félix Celso REYES, será siempre recordado.

DR. A. Russo

## COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

LOUIS, H. (ed.), 1971. *Landformung durch Flüsse*. Verlag Gebr. Borntraeger, 237 p., 65 fig., ilustraciones, cuadros, mapas y láminas. Stuttgart.

La actividad geomorfológica de las corrientes ácuas desempeña un papel preponderante en la evolución de las geoformas. Resulta de sumo interés para los geomorfólogos, por lo tanto, encontrar reunidos en un solo volumen estos ensayos, algunos de los cuales muy extensos, cuyos títulos más destacados son "Efectos morfológicos regionales de los ríos" "El papel de las rocas solubles en la actividad geomorfológica de las corrientes" y "Cauces fluviales, lechos de las corrientes y carga de sedimentos".

Tal vez sea el prólogo del editor, el distinguido geomorfólogo H. Louis, el que reviste uno de los aspectos más interesante del libro. En efecto, en él son examinados y evaluados los distintos trabajos individuales, ordenándose los dentro de la programática de la investigación geomorfológica. También se enfatiza en él la circunstancia de que, a pesar de la difusión alcanzada por la literatura pertinente, se han olvidado, o se descuidan, muchos de los resultados logrados por los primeros trabajos individuales de investigación. Las colecciones de trabajos del tipo de la presente pueden ayudar en la solución de este problema, de un modo especial cuando la barrera idiomática es vencida, como se ha hecho aquí, mediante la inclusión de extensos resúmenes de todos los trabajos en inglés, francés y alemán.

La primera sección contempla las actividades morfogenéticas de las corrientes ácuas de Nueva Guinea e India septentrional, al igual que las cuestiones referentes a la edad y formación de superficies en la clásica área del Rin, sus tributarios y el Main. Los trabajos de la segunda sección están dedicados al "Travertino de Afganistán central", "La tufa en el distrito cárstico de Sudáfrica", y "Estudios sismológicos en el Jura de Suabia". Los problemas metodológicos relacionados con los meandros y el perfil longitudinal de los ríos, la sedimentología de las corrientes efímeras y las mediciones sobre redondez, están agrupados en la tercera sección.

Todos los trabajos están convenientemente ilustrados mediante numerosos mapas, fotografías y diagramas que denotan buena calidad técnica.—*Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels y Lic. Celestino M. Esteban.*

Recibido el 10 de agosto de 1973.

PITTY, A. F. *Introduction to Geomorphology*. Methuen and Co. Ltd., 526 p. Londres, 1971.

De conformidad con lo manifestado por el propio autor en el prólogo, el objeto de esta importante obra es presentar un balance del estado actual de los problemas geomorfológicos a la luz de los modernos descubrimientos e investigaciones que, en el transcurso de las dos últimas décadas, han modificado fundamentalmente los tradicionales cánones de la Geomorfología.

No es éste un texto más entre los ya numerosos que se han escrito sobre la materia, sino un libro guía, que permite interiorizar al lector sobre las rápidas mutaciones que se están operando en el campo de esta vasta disciplina. El enfoque particular adjudicado a cada uno de los temas no debe interpretarse seguramente como una deliberada intención del autor tendiente a imponerse a las modalidades tradicionales de estudio, sino, más bien, como la pretensión de ilustrar, con un número restringido de ejemplos, los hechos naturales observados en el estudio de las geoformas, tratando de compilar el gran número de hipótesis que aún queda por comprobarse.

Los temas afines han sido reunidos en las cinco partes que componen la obra: I. Definición, naturaleza y postulados básicos; II. Geoformas y estructura; III. Bases físico-químicas y biológicas de los procesos geomorfológicos; IV. Interrelaciones entre procesos y geoformas; y V. Geoformas y tiempo. A este cuerpo del libro se agrega un Apéndice donde el autor ha reunido algunos métodos simples de medición basados en observaciones previas de campo: a) Medición del gradiente; b) Contenido de humedad en el suelo; c) Estimación del flujo de una corriente; d) Análisis del tamaño de las partículas de arena y cantos rodados; e) Minerales pesados; f) El pH del suelo; g) Material sólido disuelto en el

suelo; y h) Sedimentos en suspensión. Se completa la obra con una voluminosa bibliografía, que abarca 73 páginas, y con dos índices ordenados alfabéticamente, uno temático y otro geográfico.

En suma, puede sostenerse que esta obra constituye un cabal ejemplo de lo mucho que se puede lograr en favor de una Geomorfología moderna, en la cual un fenómeno cualquiera es analizado a la luz de los conocimientos que pueden aportar otras disciplinas conexas, como la Edafología, la Física o la Matemática, sin perder de vista, en ningún momento, el criterio geomorfológico que debe conducir el estudio de conjunto de todo fenómeno natural.—Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels y Lic. Celestino M. Esteban.

Recibido el 10 de agosto de 1973.

CLOUD, Preston (Edit.). *Adventures in Earth History*. Selected, edited, and with Introductions by P. Cloud. 1015 pág., 345 ilustr. Encuadernado US Dól. 17,50; c. Tapa de papel US Dól. 9,50. Editorial W. H. Freeman & Co., San Francisco 1970.

No es siempre tarea fácil en nuestro medio tener acceso a los textos clásicos de geología histórica, desde los trabajos de Nicolaus Steno, del siglo XVII, hasta las contribuciones de los grandes maestros de nuestro siglo. *Adventures in Earth History* es una antología de trabajos originales y ensayos que nos facilita esta tarea, aunque sufre de la limitación no del todo justificable de abarcar casi exclusivamente autores que publicaron sus trabajos originalmente en idioma inglés. G. Cuvier, A. von Humboldt, L. von Buch y H. Stille son solo algunos de aquellos cuya ausencia en esta antología llama la atención. La obra, dividida en 2 partes y 10 secciones, abarca 83 contribuciones de 84 autores. Es esta la subdivisión general: Parte 1: PRINCIPIOS, PROCESOS, ORÍGENES. Sección I: Principios que gobiernan en la historia geológica (70 p.; contribuciones de A. N. Whitehead, N. Steno, J. Playfair, G. K. Gilbert, M. K. Hubbert, S. J. Gould, K. B. Krauskopf). Sección II: Origen del universo, sistema solar y planetas (53 p.; contribuciones de H. Shapley, J. A. Coleman, F. Hoyle, F. L. Whipple, H. C. Urey, J. H. Reynolds). Sección III: La antigüedad de la Tierra y los registros del tiempo geológico (68 p.; contribuciones de C. Darwin, A. O. Woodford, C. Patterson, W. F. Libby, S. C. Runcorn, W. J. Arkell). Sección IV: Aire, agua y clima terrestres (44 p.; contribuciones de H. Spencer, W. W. Rubey, P. H. Abelson, A. N. Strahler, E. N. Lorenz, W. Munk, H. E. Landsberg). Sección V: Diferenciación de la Tierra sólida (110 p.; contribuciones de K. E. Bullen, G. P. Woollard, P. I. Brancazio, H. H. Hess, A. E. I. Engel, C. G. Engel, J. Gilluly, A. Cox, G. B. Dalrymple, R. R. Doell, P. M. Hurley, J. T. Wilson). Parte 2: EL REGISTRO GEOLÓGICO. Sección VI: Evolución interactuante de biósfera, atmósfera y litósfera en la Tierra primitiva (117 p.; contribuciones de T. H. Huxley, J. B. S. Haldane, D. Mazia, M. Calvin, G. Wald, A. E. J. Engel, P. Cloud, P. K. Weyl, H. L. James, M. F. Glaessner). Sección VII. Selecciones de la historia fanerozoica (154 p.; contribuciones de J. Rodgers, C. E. Dutton, J. Gilluly, R. C. Moore, J. W. Wells, C. O. Dunbar, E. M. Spieker, W. H. Bradley, W. P. Woodring, E. B. Bailey). Sección VIII: Aspectos de la vida fanerozoica (90 p., contribuciones de N. D. Newell, P. E. Raymond, A. L. Mc Alester, A. M. Ziegler, A. Seilacher, A. S. Romer, E. H. Colbert, E. C. Olson, E. S. Barghoorn. Sección IX: Evolución, ambiente, extinción, paleoclimatología (116 p.; contribuciones de E. Mayr, G. E. Hutchinson, G. G. Simpson, C. Diener, M. N. Bramlette, P. Cloud, J. W. Durham, F. G. Stehli, W. Hamilton, D. Krinsley). Sección X: El origen del Hombre, el Reciente y el Futuro (110 p.; contribuciones de E. J. Opik, E. S. Deevey Jr., Ch. B. Hunt, C. Emiliani, W. T. Pecora, M. Rubin, E. L. Simons, W. W. Howells, G. G. Simpson, K. Davis, M. Bates). Sigue una lista de 40 preguntas sobre tópicos esenciales tratados en el libro —preguntas que pueden constituir temas aptos para seminarios universitarios sobre geología histórica—. Las introducciones a cada sección, por el editor P. Cloud, son, al igual que sus trabajos "Evolución de la atmósfera e hidrósfera en la Tierra primitiva", y "Paleobiogeografía del ambiente marino", contribuciones brillantes a la obra. La deriva continental (Hurley) y la tectónica de placas (Wilson) recibieron un tratamiento adecuado, aunque, debido al rápido avance en estos campos desde la preparación de la obra, la persona interesada en dichos temas tendrá que recurrir a trabajos más nuevos para ponerse al día.

Lo realmente nuevo de esta colección de trabajos originales es la posibilidad que brinda al estudiante y al profesional, de ponerse en contacto directo con los grandes problemas de la geología histórica, sin intermediarios, mediante la lectura original de trabajos de las figuras más destacadas.—*Wolfgang Volkheimer*.

Recibido el 17 de setiembre de 1973.

# ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

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

## *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                                   | 055 |
| † Prof. Dr. HORACIO J. HARRINGTON                               |     |
| 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 |
| Caseros 119, Haedo (Buenos Aires).                              |     |
| Prof. Ing. VICTORIO ANGELELLI                                   | 007 |
| Calle 2, N° 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  | 075 |
| Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela). |     |
| Prof. Dr. ENRIQUE GERTH  | 126 |
| (República Federal Alemana).   |     |
| Prof. Dr. GUILLERMO ZULOAGA  | 530 |
| Creole Petroleum Corporation, Apartado 889, Caracas (Venezuela).               |     |
| Prof. Ing. HÉCTOR FLORES WILLIAMS  | 347 |
| Heleodoro Flores 2425, La Nuñoa, Santiago (Chile).                             |     |
| Prof. Ing. CARLOS RUIZ FULLER  | 531 |
| Narvik 6420, Santiago (Chile).   |     |
| Prof. Dr. RODOLFO MÉNDEZ ALZOLA  | 532 |
| Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo (Uruguay).                      |     |

## *Miembros protectores*

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

*Socios activos*

- 587 Aceñolaza, Florencio G., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
154 Achen, Héctor T., Luzuriaga 219, Mendoza.  
828 Achili, Jorge, Calle 76, N° 616, La Plata (Bs. As.).  
874 Aldacour, Héctor Eduardo, Pasaje Húsares 450, Bahía Blanca (Bs. As.).  
691 Alderete, Mario C., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
685 Aliotta, Guida, C.C. 138, Bariloche (Río Negro).  
663 Amengual, Rodolfo, C.C. 145, Salta.  
836 Amoco Argentina Oil Co., Maipú 942, P. 16, Buenos Aires.  
474 Andreis, Renato R., Billinghamurst 1685, P. 5º, dto. B, Buenos Aires.  
692 Andreoli, Sergio, Alsina 505, Bahía Blanca (Bs. As.).  
316 Anselmino, Adolfo M., Suipacha 1111, P. 14, Buenos Aires.  
942 Antelo, Belarmino, Calle 19, N° 1553, La Plata (Bs. As.).  
550 Antinori de Gutiérrez, Alicia, Estafeta Dr. García Diamante (Entre Ríos).  
294 Antonietti, Carlos E., Buenos Aires 246, dto. 3, Mendoza.  
312 Antuña, Eloy J., Rivadavia 6003, Buenos Aires.  
015 Aparicio, Emiliano P., Tierra del Fuego 19, Mendoza.  
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.  
804 Argañaraz, Rafael Aurelio, Lavalle 55, Salta.  
162 Armando, Vicente, Monte Caseros 1242, Mendoza.  
781 Arrospide, Alberto, Calle 11 N° 1463, La Plata (Bs. As.).  
536 Asociación Geólogos Sud Patagónicos, Barrio Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
268 Aspilcueta, Juan, Calle 8 N° 281, La Plata (Buenos Aires).  
694 Azcuy, Carlos Leopoldo, Cafayate 4267, Buenos Aires.  
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., Tucumán 1898, Buenos Aires.  
606 Balmaceda, Alberto Nolan, Goya 378, Buenos Aires.  
537 Baluszka, Juan C., C.C. 15, Malargüe (Mendoza).  
147 Banchero, 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, Y.P.F. Km. 3, Dpto. Geol. Explotación, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
138 Barrionuevo, Luis A., C.C. 127, Fabr. Milit., San Luis.  
850 Barrios, Antonio Alfredo, Casa 149, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huinul (Neuquén).  
132 Bassi, Hugo G., Posadas 1572, P. 13, dto. E, Buenos Aires.  
130 Battaglia, Atilio, Viamonte 2031, P. 5º, dto. B, Buenos Aires.  
567 Bedlivi, Dora, José María Penna 1116, Vicente López (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 Benvenuti, Juan C., San Lorenzo 4581, Rosario (Santa Fe).  
914 Beracochea, Raúl E., Dpto. Geológ. Exploración Y.P.F., Comodoro Rivadavia (Chubut).  
695 Bercovsky, Felisa, Jean Jaures 659, P. 3º, Buenos Aires.  
318 Bergmann, Federico, Chacabuco 159, Bernal (Buenos Aires).  
802 Bernabó de Greco, Elena, Centro Minero "Los Alamos", C.C. 57, San Antonio Oeste (Río 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, Güemes 275, Godoy Cruz (Mendoza).  
785 Bifano, Enrique, Chiclana 1083, Don Bosco (Buenos Aires).  
539 Bitar, Antonio, Congreso 1735, Buenos Aires.  
553 Bitesnik, Hugo Osvaldo, Amenabar 1930, P. 2º, dto. 10, Buenos Aires.  
900 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.  
697 Bohorquez, Mario Néstor, Distr. Geol. Mendoza Y.P.F., Salta 672, Mendoza.  
501 Bojanich, Esteban, Uruguay 2313, Santa Fe.

- 698 Bonaparte, José, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
628 Bonetto, Argentino A., José Macía 1933/43, Santo Tomé (Santa Fe).  
699 Bonorino, Alfredo Guillermo, A.G.B., España 466, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
459 Bordas, Alejandro, Espinosa 870, Buenos Aires.  
956 Borelli, David, M. Rodríguez y C. Borjes, Adrogué (Buenos Aires).  
309 Boselli, Ricardo, Pedro Morán 4420, Buenos Aires.  
177 Brarda, Santiago, Echeverría 2528, Buenos Aires.  
798 Britos, Adrián A., Juan A. García 5723, Buenos Aires.  
364 Brodtkorb, Milka K., J. J. Paso 258, 9º, A. Martínez (Buenos Aires).  
875 Brogioni, Norma Beatriz, Balboa 2195, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
700 Bucich, Norberto G., Zamudio 5250, Buenos Aires.  
016 Burnett, Bruce, Belgrano 1670, Buenos Aires.  
321 Busignani, Vicente, Marcos Paz 831, P. 3º, S. M. de Tucumán.  
701 Caldironi, Carlos, Salta 330, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
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, Agüero 1653, P. 12, Buenos Aires.  
561 Cangini, Jorge O., Y.P.F., Casa 140, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
650 Cano, Eduardo, Amenabar 2322, P. 7º, dto. B, Buenos Aires.  
513 Capitanelli, Ricardo, Juan B. Justo 295, Mendoza.  
301 Cappanini, Dino, Calle 36, Nº 1029, La Plata (Buenos Aires).  
876 Carballo, Olga C., Blandengues 639, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
703 Carriquiri, Guillermo, Güemes 4285, P. 9º, dto. 44, Buenos Aires.  
865 Casadevall, Tomás, 303 Deike BLDG, Pennsylvania State University, Pennsylvania 16802, U.S.A.  
573 Casamiquela, Roberto, Centro de Invest. Científicas, Viedma (Río Negro).  
589 Castaño, Omar, Pelagio B. Luna 677, La Rioja.  
247 Castellanos, Alfredo, Alem 1626, Rosario (Santa Fe).  
328 Castellaro, Hildebranda, Esmeralda 1074, P. 5º, Buenos Aires.  
248 Cayo, Roberto, Joaquín V. González 572, dto. 3, Buenos Aires.  
704 Cazau, Luis B., Casa 1153, Campamento Vespucio, Salta.  
278 Cefaly, Walter, Hipólito Yrigoyen 1974, dto. B, Buenos Aires.  
604 Cellini, Néstor, C.C. 1957, S. S. de Jujuy.  
705 Cingolani, Carlos A., Calle 56, Nº 649, La Plata (Buenos Aires).  
797 Cionchi, José L., San Martín 1049, Fighiera (Santa Fe).  
175 Civalero, Heraldo, Maipú 942, P. 16, Buenos Aires.  
473 Clayton, Rogelio C., Clasificador 1146, Santiago (Chile).  
329 Coco, Alberto L., Cangallo 3494, P. 4º, dto. A, Buenos Aires.  
706 Codignotto, Jorge O., Patricios 267, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
633 Coira, Beatriz Pérez de, Gral. Pacheco 3966, La Lucila (Buenos Aires).  
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.  
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.  
422 Corte, Arturo, Charcas 3591, Buenos Aires.  
295 Cortelezzi, César R., Calle 4, Nº 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.  
872 Cravero, Osvaldo V., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
926 Crespo, Nora Florentina, Av. Gales 1043, C.C. 347, Trelew (Chubut).  
057 Criado, Pedro, Rodríguez 775, Monte Grande (Buenos Aires).  
224 Cucchi, Rubén, Canning 2904, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
093 Cuerda, Alfredo, Pasaje Dr. Eduardo Braun Menéndez 430, P. 1º, dto. 6, Block 22, Buenos Aires.  
708 Cueto Vilches, Julio, Casilla Nº 17, Y.P.F., Río Grande (Tierra del Fuego).  
259 Cuomo, Jorge, Defensa 113, P. 9º, Buenos Aires.

- 308 Chaar, Edmundo, Leiva 4073, P. 2º, dto. A, Buenos Aires.  
 709 Chebli, Walter, C. C. 793, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 903 Dalla Salda, Luis, Museo La Plata, Paseo del Bosque, La Plata (Buenos Aires).  
 851 Dalla Torre, Italo, Casa 250, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 438 D'Angelo, Hugo A., Casa 201, Camp. Uno, Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
 039 Daniel, Joaquín, Juncal 3646, P. 5º, Buenos Aires.  
 333 Danieli, Celestino, Cnel. Gerónimo Helguera 97, S. M. de Tucumán.  
 967 Daroca, Ramón Jorge, Reyes Católicos, C. C. 145, Plan NOA, Salta.  
 540 Dawson, Lorenzo, Calle 7, Nº 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 Ferrariis, Carmelo, Paraguay 3559, P. 9º, dto. 36, Buenos Aires.  
 230 De Giusto, José M. A., Calle 59, Nº 8851/2, La Plata (Buenos Aires).  
 480 De Golyer and Mc. Naughton, 5625 Daniels Avenue, Dallas, Texas 75206, U.S.A.  
 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.  
 823 Del Valle, Rodolfo Augusto, Segurola 2050, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
 245 Del Vó, Angel, Thornet 794, J. Mármol (Buenos Aires).  
 789 Dellapé, Daniel A., C. C. 25, Neuquén.  
 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).  
 680 De Salvo, Osmar, Calle 58, Nº 326, La Plata (Buenos Aires).  
 026 Dessanti, Raúl, Gral. Paz 155, P. 5º, dto. 1, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 541 Devizia, Carlos, Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
 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, C. C. 353, Río Gallegos (Santa Cruz).  
 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.  
 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).  
 637 Drago, Edmundo, Sarmiento 1797, Santo Tomé (Santa Fe).  
 878 Dristas, Jorge A., Caronti 415, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 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. María Moreno 1074, dto. 1, Buenos Aires.  
 658 Espizua, Eduardo, Angel D. Rojas 665 Sur, Desamparados, San Juan.  
 714 Esteban, Celestino, Canadá 317, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
 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 Facchini, Julio Hugo, Ituzaingó 771, dto. 3, Córdoba.  
 678 Fadrique, Adolfo, C. C. 61, Y.P.F., Luján de Cuyo, Mendoza.  
 843 Faroux, Abel Jorge, Calle 42, Nº 780, La Plata (Buenos Aires).  
 734 Faroux, Roberto Hugo, C. C. 1538, La Rioja.  
 291 Favero, Luis A., Juan B. Alberdi 3448, Olivos (Buenos Aires).  
 814 Fedialemondo, Bruno, Viamonte 759, P. 4º, 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.  
 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.  
477 Ferrer, José A., Mansilla 3419, Buenos Aires.  
420 Ferreyro, Vicente, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
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).  
346 Filardo, Juan José, Bº Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
180 Flores, Miguel, Mansilla 3682, P. 2º, dto. A, Buenos Aires.  
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 S., José C. Paz 1658, Martínez (Buenos Aires).  
717 Fuentes, Juan, Mozart 2428, P. 1º, dto. D, Buenos Aires.  
961 Fulquet, Adolfo Enrique, Necochea 591, Azul (Buenos Aires).  
121 Furque, Guillermo, Comodoro Py 547, Mármol (Buenos Aires).  
458 Fuschini, Mario Carlos, Pueyrredón 630, Salta.  
282 Galante, Oscar, Geolog. y Minería, Adm. Y.P.F., Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
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.  
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, Nº 1181, entre 56 y 57, La Plata (Buenos Aires).  
916 García, Roberto Juan, Casa 4765, Cañadón Seco (Santa Cruz).  
084 García Vizcarra, Pedro, Belgrano 682, Lomas de Zamora (Buenos Aires).  
719 Gastaldi, Carlos A., Habit. 9 Gamela, Ing., Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
217 Gay, Hebe Dina, Lavalleja 975, Córdoba.  
720 Gazzani, Roberto, Gas del Estado, Plaza Huincul (Neuquén).  
847 Gebhard, Jorge A., Calle 5, Nº 667, P. 6º, dto. D, La Plata (Buenos Aires).  
139 Gentili, Carlos A., Rubén Darío 2452, Olivos (Buenos Aires).  
721 Giai, Santiago, Pío XII, Nº 531, Santa Rosa (La Pampa).  
157 Giovine, Alberto L., Av. Libertador 7790, Buenos Aires.  
881 Girardello, Horacio, Casa Nº 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).  
825 Godeas, Marta Carmen, Mario Bravo 241, P. 3º, dto. A, Buenos Aires.  
817 Gondar, Dolores, Calle 15, Nº 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. 4º, 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, 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. 1º, dto. 5, Buenos Aires.  
801 Gorustovich, Sergio, Gral. Mitre 1112, Salta.  
519 Gracia, Rubén, Colombia 381, Trelew (Chubut).  
265 Gramajo, Arnaldo, Boedo 908, P. 2º, dto. 26, Buenos Aires.  
897 Grandi, Pedro, Marcelo T. de Alvear 2181, P. 6º, dto. 19, Buenos Aires.  
921 Grazzan, Ana María, Av. Alem 925, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
725 Greco, Romeo, Entre Ríos 2676, Olivos (Buenos Aires).  
355 Grondona, Mario F., Eduardo Costa 1558, dto. 16, Martínez (Buenos Aires).  
456 Grossi, Bartolomé, Madero 1474, Vicente López (Buenos Aires).  
918 Guerra, Alberto Pedro, Distr. Geolog. Explor. Y.P.F., Vespucio (Salta).

- 426 Guerrero, Federico, Azopardo 313, Godoy Cruz (Mendoza).  
726 Guerrero, Miguel A., C. C. 1538, La Rioja.  
654 Guichón, Martín Eduardo, Calle 64, N° 619, P. 2º, La Plata (Buenos Aires).  
594 Guillou, Jorge, Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
221 Gutiérrez, Casimiro, Curapaligüe 68, P. 4º, dto. II, Buenos Aires.  
782 Halpern, Martín, Geosciences Division-PO Box 30365, Dallas, Texas 75230, 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, Centro Minero "Los Alamos", C. C. 57, San Antonio Oeste, Río Negro.  
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, Estafeta Recreo Venecia, City Bell (Buenos Aires).  
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).  
508 Iñiguez Rodríguez, Adrián M., Calle 20, N° 1624, La Plata (Buenos Aires).  
729 Iriondo, Martín, Ayacucho 370, Santa Fe.  
682 Janitens, Mara, Dorrego 2699, P. 12, dto. 3, torre B, Buenos Aires.  
810 Jelin, Rosa, Azcuénaga 284, P. 6º, dto. B, Buenos Aires.  
582 Jemma, Raimundo A., Rodríguez Peña 3200, Córdoba.  
361 Jutoran, Abraham, Lafuente 138, Buenos Aires.  
038 Kapelúsz, Verena K., Malabia 2777, dto. 9, Buenos Aires.  
502 Kerfeld, José Alberto, Perú 957, 4º, dto. 48, Buenos Aires.  
586 Kilmurray, Jorge O., Calle 525, N° 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, Húrlingham (Buenos Aires).  
363 Korten, 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 Kun, Pedro, Albarellos 1762, 5º, Martínez (Buenos Aires).  
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.  
631 Lamyi, Ladislao Pedro, Navarro 4103, Buenos Aires.  
730 Lanfranco, Juan José, Mina Aguilar, Tres Cruces (Jujuy).  
365 Lapidus, Alberto, Bolivia 470, P. 9º, dto. 37, Buenos Aires.  
827 Lardone, Leo, Dpto. Geolog. Expl. Y.P.F., Comodoro Rivadavia (Chubut).  
205 Latorre, Carlos, Allende 4445, Buenos Aires.  
731 Lavandaio, Eddy, Santo Domingo 1275, San Juan.  
732 Leanza, Héctor A., Caseros 159, Haedo (Buenos Aires).  
959 Leguizamón de Auriemma, María A., Planta Patagonia-Comahue-Bº Don Bosco, Km. 8, C. C. 39 B, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
862 Leiva, César O., Bº Gral. Mosconi, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
386 Lema Hebe, Adriana, Labardén 110, P. 6º, dto. E, Buenos Aires.  
841 Lencinas, Andrés, Calle Uno, N° 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.  
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.  
415 Losada, Oscar A., Zapiola 344, Bahía Blanca (Buenos Aires).

- 131 Lucero, Hugo Néstor, Obispo Ceballos 476, Córdoba.  
686 Luengos Pardo, Miguel, Misiones 864, Neuquén.  
911 Luna Reyero, Alberto, Mendoza 3820, S. M. de Tucumán.  
634 Luque, Samuel, Calle 45, N° 473, P. 13, dto. B, La Plata (Buenos Aires).  
735 Lurgo, Carlos Santiago, Italia 465, Hernando, Córdoba.  
158 Lyons, Wilfredo A., Arenales 3022, Buenos Aires.  
368 Llambías, Eduardo J., Soler 65, P. 4º, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
479 Llambías, Horacio, E. Morello 637, San Andrés (Buenos Aires).  
370 Llambías, Lidia Malvicini de, Soler 65, P. 4º, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
514 Llanos, Julio A., Perito Moreno 86, Godoy Cruz, Mendoza.  
667 Llorente, Roberto, Kennedy 199, El Palomar (Buenos Aires).  
943 Lluch, Juan José, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, La Plata (Buenos Aires).  
629 Maglianessi, 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, C. C. 1538, La Rioja.  
799 Malan, José María, Sixto Laspiur 65, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
738 Malumián, Norberto, Cramer 3021, P. 6º, dto. C, Buenos Aires.  
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).  
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., Calle 40, N° 676, La Plata (Buenos Aires).  
369 Marinkeff, Kirilo, Diagonal 74, N° 421, La Plata (Buenos Aires).  
978 Marmorato, Miguel Angel, Dr. Rebizzo 4324, Buenos Aires.  
962 Martín, Harold C., Junín 1248, P. 2º, Buenos Aires.  
372 Martínez, Carlos G., Calle 34, N° 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, O'Higgins 2057, P. 5º, dto. C, Buenos Aires.  
429 Mastandrea, Otto, Canale 682, Adrogué (Buenos Aires).  
064 Mauri, Enrique Tomás, Aráoz 2725, P. 6º, Buenos Aires.  
274 Mauriño, Víctor E., Calle 7, N° 65, City Bell (Buenos Aires).  
919 Mazza, Carlos Alberto, Alem 925, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
635 Mazzieri, Guillermo E., San Martín 61, Trelew (Chubut).  
741 Mazzoni, Mario Martín, Calle 26, N° 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, C. C. 145, Salta.  
835 Mendía, José E., Piedras 1385, dto. 23, Buenos Aires.  
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 1331, Buenos Aires.  
839 Merino, Roberto Jorge, Maipú 942, P. 12, Buenos Aires.  
852 Merlo, Eduardo, Bº Y.P.F., Catriel (Río Negro).  
235 Mesigos, Marcelo J., J. M. Gutiérrez 2618, P. 7º, dto. B, Buenos Aires.  
124 Methol, Eduardo Jorge, Rivadavia 14654, P. 2º, dto. C, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
151 Meyer, Eduardo, Córdoba 657, P. 8º, Buenos Aires.  
742 Meyer, Roberto Jorge, Córdoba 657, P. 8º, dto. 15, ofic. 82, Buenos Aires.  
266 Mezzeti, Adolfo Marcelo, Montevideo 1576, P. 4º, dto. B, Buenos Aires.  
849 Migliore, Carlos, Camp. Uno, Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
920 Miller, Hubert, D-8 München 2, Luisenstr. 37/1, Alemania Federal.  
938 Minera Continental Argentina, Roca 389, Trelew (Chubut).  
113 Mingramm, Alberto, Remedios Escalada 2433, Martínez (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 481, dto. 9, Buenos Aires.

- 873 Mirre, Juan Carlos, Gral. Paz 135, P. 6º, dto. 3, Buenos Aires.  
908 Mischkovsky, de Ramos, Nina, Larraya 3471, Buenos Aires.  
095 Momburu, Carlos Alberto, Pueyrredón 555, dto. 1, Mendoza.  
546 Mon, Ricardo, C. C. 36, Suc. 2, S. M. de Tucumán.  
095 Monteverde, Agustín, 3 de Febrero 1306, Buenos Aires.  
790 Morelli, Jorge, José Pedro Varela 4447, P. 3º, dto. B, Buenos Aires.  
470 Moreno, Jorge A., Distr. Geolog. 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.  
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.  
813 Nabel de Erlich, Paulina, José Mármol 1680, Florida (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).  
867 Oliver Gascón, Joaquín, C. C. 1957, S. S. de Jujuy.  
853 Opizzi, Roberto, Almirante Brown 531, Neuquén.  
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).  
812 Ormaechea, José A. de, Pasaje 2, Nº 245, Bº Independencia, Santa Rosa (La Pampa).  
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.  
687 Palacios, Juan P., Bº Y.P.F., Catriel (Río Negro).  
166 Palma, Alejandro A., Aristóbulo del Valle 691, Mendoza.  
829 Pando, Gabriel Antonio, C.C. 25, Neuquén.  
647 Parker, Gerardo, C. C. 22, City Bell (Buenos Aires).  
116 Pascual, Primitivo, Camp. Uno, Y.P.F., Plaza Huincul (Neuquén).  
161 Pascual, Rosendo, Calle 60, Nº 1333, La Plata (Buenos Aires).  
381 Pasquín, Carlos, Olazábal 5202, P. 8º, Buenos Aires.  
246 Pasotti, Pierina, Av. Pellegrini 494, Rosario (Santa Fe).  
382 Péndola, Héctor, Honorio Pueyrredón 669, P. 5º, dto. II, Buenos Aires.  
454 Peña, Hugo Alberto, Balcarce 42, S. M. de Tucumán.  
888 Peral, Hebe, Cruz del Sur 231, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
848 Peralta, Edmundo, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
383 Perazzo, Juan Carlos, Díaz Vélez 3811, P. 2º, dto. F, 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.  
386 Perinetti, José, Lemos 140, Godoy Cruz (Mendoza).  
384 Perrot, Carlos José, Av. Cramer 1792, P. 3º, dto. C, Buenos Aires.  
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. Geol. Golfo San Jorge, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
504 Pezzutti, Norma, J. F. Seguí 3522, P. 9º, dto. B, Buenos Aires.

- 879 Pierantonelli, Héctor Oscar, Irigoyen 410, Patagones (Buenos Aires).  
864 Pisetta, Jorge Luis, Alem 419, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
953 Planas, Federico, C. C. 1538, La Rioja.  
441 Porro, Néstor, Uriarte 2434, P. 2º, dto. A, Buenos Aires.  
271 Porto, Juan Carlos, Suipacha 588, S. M. de Tucumán.  
979 Pothe de Baldis, Elba Diana, San Lorenzo 174 a, 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.  
571 Raposo, Emilio, Viedma 136, Gral. Roca (Río Negro).  
898 Rappela, Carlos W., Calle 14, Nº 534, P. 2º, La Plata (Buenos Aires).  
392 Ravazzoli, Iván A., Diagonal 74, Nº 3214, La Plata (Buenos Aires).  
833 Ravera, Hugo Aldo, Calle 54, Nº 715, La Plata (Buenos Aires).  
068 Regairaz, Alberto C., Uruguay 836, Mendoza.  
909 Reijeinstein, Carlos E., Casilla 3310, Quito (Ecuador).  
394 Reverberi, Oscar, Plan N.O.A., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
859 Rey de Ardüser, Silvia, Quaglia 342 (Casita Suiza), Bariloche (Río Negro).  
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).  
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).  
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.  
856 Rodríguez, Alfredo O., Calle 7, Nº 6, La Plata (Buenos Aires).  
805 Rodríguez, Eduardo Domingo, Tucumán 622, Paraná (Entre Ríos).  
148 Rodríguez, Eduardo J., Granaderos 2143, Mendoza.  
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).  
449 Romani, Rómulo, Teniente 1º Ibáñez 330, Mendoza.  
611 Romeri, Marta, Virrey Olaguer 2456, P. 2º, dto. 14, Buenos Aires.  
236 Romero, Arístides, Fundación Bariloche, Bariloche (Río Negro).  
210 Romero, Rolando, Granaderos 1915, Mendoza.  
755 Rosenman, Héctor L., Quintana 63, Adrogué (Buenos Aires).  
286 Rossi, Natalia T., 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.  
111 Russo, Aniello, Francisco Bilbao 2384, Buenos Aires.  
922 Ruzzin, Cristina Elisabetta, Ocampo 2545, P. 1º, dto. B, Buenos Aires.  
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, N° 732, P. 1º, dto. B, La Plata (Buenos Aires).  
562 Salcedo, Elio Noé, Roger Balet, Desamparados, San Juan.  
618 Salfity, José A., Pasaje M. Roldán 57, Salta.  
572 Salinas, Hipólito, C.N.E.A., Camino Vaqueros Km. 7, Salta.  
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 Huincul (Neuquén).  
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.  
310 Santillán, Héctor, C. C. 14, Camp. Uno, Plaza Huincul (Neuquén).  
299 Santomero, Angel, Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
818 Sarudiansky, Roberto M., Garay 720, P. 12º, dto. A, Buenos Aires.  
475 Scalabrini Ortiz, Jorge, Calle 503, entre 19 y 20, La Plata (Buenos Aires).  
758 Scanavino, Raúl A., Calle 62, N° 848, P. 1º, dto. A, La Plata (Buenos Aires).  
809 Sciutto, Juan Carlos, Depart. Geolog. Expl. Y.P.F., Km. 3, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
516 Scoppa, Carlos O., Concordia 4049, Buenos Aires.  
866 Schalamuk, Isidoro B., Calle 15, N° 114, La Plata (Buenos Aires).  
190 Schauer, Osvaldo, Pueyrredón 1717, P. 1º, dto. D, Buenos Aires.  
793 Schillizzi, Roberto, Moyano 334, Río Gallegos (Santa Cruz).  
672 Schmidt, Juan A., Calle 17, N° 1160, La Plata (Buenos Aires).  
529 Schwab Klaus, A. Geol. Institut Saartrasse 21; 65 Mainz, República Federal Alemana.  
950 Segal, Susana, Canning 2364, P. 4º, dto. 22, Buenos Aires.  
927 Sepúlveda, Eliseo Guido, 3 de Febrero 2635, Rosario (Santa Fe).  
937 Sheffield, Carlos León, San Martín 456, Rawson (Chubut).  
670 Serraiott, Alfonso A., Ramos Mejía 3276/1, Gral. Mosconi, Km. 3 (Chubut).  
127 Sesana, Fernando Luis, Federico Lacroze 2336, dto. B, Buenos Aires.  
830 Siedlarwitsch, María, San Juan 2190, P. 19º, dto. H, Buenos Aires.  
653 Sill, Willian, Universidad Nacional de Cuyo, San Juan.  
920 Simini, Jorge A., Calle 49, N° 1415, La Plata (Buenos Aires).  
070 Simonatto, Italo B., Chacabuco 166, Haedo (Buenos Aires).  
778 Simon, Wilco, Angel de Rojas 665 Sur, Desamparados, San Juan.  
272 Siragusa, Alfredo, Sanabria 2471, P. 1º, dto. A, Buenos Aires.  
401 Söcic, Mario J. V., Vélez Sársfield 759, Quilmes (Buenos Aires).  
792 Solá, Rosendo José, Gral. Lamadrid 78, 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, N° 1376, La Plata (Buenos Aires).  
923 Soto López, Rolando, Geología Exploración, Comodoro Rivadavia (Chubut).  
759 Spalletti, Luis, Calle 26, N° 701, La Plata (Buenos Aires).  
760 Spigelman, Alicia, Bdo. de Irigoyen 760, Buenos Aires.  
761 Spikermann, Juan P., O'Higgins 2506, P. 1º, dto. C, Buenos Aires.  
939 Stampone, Julio Emilio, Urquiza 63, Trelew (Chubut).  
106 Stipanicić, Pedro Nicolás, Juncal 3596, P. 3º, dto. 7, Buenos Aires.  
620 Suárez, Mario S., Yrigoyen 79, La Rioja.  
762 Suárez Ruprescht, Guillermo, Charcas 3073, P. 6º, dto. B, Buenos Aires.  
963 Sumay de Suárez, Velia, Rivadavia 1047, San Juan.  
764 Sunesen, Arne, Calle 511, entre 20 y 21, Estafeta La Josefa, La Plata (Buenos Aires).  
984 Sureda, Ricardo José, Calle Mendoza n° 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.  
880 Terraza, Juan Carlos, Inglaterra 127, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
406 Terrero, Juan M., Las Heras 2107, Buenos Aires.  
146 Teruggi, M., Calle 59, N° 685, La Plata (Buenos Aires).  
134 Tezón, Roberto, Azcuénaga 1110, Buenos Aires.  
460 Tineo, Alfredo, Ortiz Ocampo 1700, La Rioja.  
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).  
767 Toselli, Alejandro, Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán.  
982 Totino, Luis, Antártida Argentina y Boucharde, Llavallol (Buenos Aires).  
255 Toubes, Roberto O., Av. Libertador 8250, Buenos Aires.  
674 Traainini, Douglas, Av. Pasteur 404 ZC., Brasil, Río de Janeiro.

- 837 Tujchneider, Ofelia Clara, Libertador 354, Punta Alta (Buenos Aires).  
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, J. B. Alberdi 715 (Neuquén).  
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.  
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.  
524 Valencia, Rafael F., French 2741, P. 7º, dto. G, Buenos Aires.  
484 Valencio, Daniel, José Hernández 2080, P. 5º, dto. A, Buenos Aires.  
144 Valerdi, Carlos J., Victoria 108, 25 de Mayo, San Rafael, Mendoza.  
771 Valicenti, Valiente, Santiago del Estero 773, P. 6º, dto. C, Buenos Aires.  
772 Vallejo, Gustavo R., Urquiza 1059 (Santa Fe).  
176 Vallejos, Rubén Mateo, Calle 14, entre 5 y 7, Renelagh (Buenos Aires).  
522 Valles, Jorge Manuel, Centro Minero "Los Alamos", C. C. 57, San Antonio Oeste (Río Negro).  
656 Vanhovan, Ricardo, Casa 170, Camp. Uno Y.P.F., Plaza Huinca (Neuquén).  
773 Varela, Ricardo, Domingo Faustino Sarmiento 548, Ensenada (Buenos Aires).  
934 Vargas, Ramón, Salta 524, P. 1º, dto. D, Resistencia (Chaco).  
774 Vargas Gil, José, Estación Exper. Reg. Agrop. INTA, Cerrillos (Salta).  
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).  
864 Vergara, Guillermo, San Martín 478, P. 1º, dto. E, Luján de Cuyo (Mendoza).  
457 Vervoorst, Federico, Bulnes 55, Villa Luján (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).  
077 Vilela, César R., Luis M. Campos 1160, P. 7º, dto. D, Buenos Aires.  
107 Viloni, Eugenio, Tennece Oil Company, PO BOX 1996, Bakersfield, California 93303, U.S.A.  
924 Villa, Jorge Ricardo, Agencia de Prom. Minera, La Toma (San Luis).  
776 Villanueva García, Arturo, Gral. Paz 1566, S. M. de Tucumán.  
485 Villar, Luisa M., Arias 2070, Buenos Aires.  
777 Viviers, Marta C., French 3126, 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.  
412 Xicoy, Alfredo, Av. Roque Sáenz Peña 1190, P. 2º, Buenos Aires.  
115 Yrigoyen, Marcelo R., Obligado 1240, P. 4º, Buenos Aires.  
931 Zagalsky, Ruth Sofía, 9 de Julio 179, Avellaneda (Buenos Aires).  
257 Zambrano, Juvenal, Ladines 2625, P. 8º, Buenos Aires.  
624 Zanettini, Juan E., 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 Huinca (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*

- 088 Adur, Augusto A., Teodoro García 3217, Buenos Aires.  
114 Ardolino, Alberto, Eduardo Porrini 208, Ciudadela (Buenos Aires).  
115 Arias, Julio Eduardo, Virrey Toledo 146, Salta.  
083 Bagalciaga, Ricardo Manuel, Calle 2, N° 1320, dto. 3, La Plata (Buenos Aires).  
215 Bruveris, Pedro, Luis Sáenz Peña 444, P. 3º, dto. C, Buenos Aires.  
116 Calmels, Stella Maris, Viamonte 685, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
092 Casanova, Ricardo M., Las Heras 2417, Buenos Aires.  
243 Ciurca, Carlos Salvador, Superi 3187, Buenos Aires.  
241 Cortés, José María, Av. Márquez 1211, dto. 8, Buenos Aires.  
188 Cuesta, Rubén Oscar, Calle 122, esq. 70, La Plata (Buenos Aires).  
095 Chiama, Carlos A., Av. Maipú 3, Buenos Aires.  
082 Dalla Salda, Héctor, Lavalle 1554, 2º cuerpo, p.b., Buenos Aires.  
137 Damborenea, Susana E., Calle 22, N° 1487, La Plata (Buenos Aires).  
245 D'Angelo, Julio E. L., Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán.  
153 Dasso, Clarita María, Colón 2372, Córdoba.  
106 De la Torre, Beatriz, Rondeau 317, Bahía Blanca (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/nº, Alta Gracia (Córdoba).  
139 Dores, Oscar, Lavalle 1554, p.b. 2º cuerpo, Buenos Aires.  
160 Dubois, Ricardo F., Rojas 943, Buenos Aires.  
154 Escalante, Ana María, Calle 1, N° 753, La Plata (Buenos Aires).  
248 Estrada Castillo, Dante, San Lorenzo 1464, S. M. de Tucumán.  
239 Expósito, Elena, Coronel Díaz 1784, P. 7º, dto. A, Buenos Aires.  
226 Fernández, Raúl, Calle 44, N° 394, P. 2º, dto. R, La Plata (Buenos Aires).  
155 Fusari, Cayetano, Calle 10, N° 1645, dto. B, La Plata (Buenos Aires).  
095 García, Alberto Omar, C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
066 Gentili, Mario, San Martín de Los Andes (Neuquén).  
140 Giannoni, Omar Francisco, Lavalle 55, Salta.  
203 Gutiérrez, Ricardo Omar, Calle 50, N° 1276, dto. 1, La Plata (Buenos Aires).  
186 Haller, Miguel J. F., C. Gardel 1818, Boulogne (Buenos Aires).  
120 Iglesia, Víctor H., Senillosa 84, n. 8º, Buenos Aires.  
190 Kemerer, Miguel Angel, Entre Ríos 1057, Martínez (Buenos Aires).  
229 Kersenbaum de Ferradas, Renée, O'Higgins 4525, P. 9º, dto. A, Buenos Aires.  
185 Lacreu, Héctor Luis, Zufreátegui 653, Ituzaingó (Buenos Aires).  
237 Legarreta, Leonardo, Urquiza 4082, Buenos Aires.  
233 Lema, Edgardo, Castellanos 3810, La Lucila (Buenos Aires).  
122 Lizarraga, A., Bolívar N° 1385, S. M. de Tucumán.  
187 Lizoain Fuentes, Antonio, Ramón Falcón 2320, Lanús (Buenos Aires).  
097 Lorefice, Jorge, Rivadavia 3984, P. 11º, dto. C, Buenos Aires.  
123 Loza, José Santiago, Mitre 1345, San Antonio de Padua (Buenos Aires).  
162 Llorens, Helena Hebe, Gral. Pirán 34, Martínez (Buenos Aires).  
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, Témperey (Buenos Aires).  
234 Mansilla, Oscar Héctor, Alvear 355, City Bell (Buenos Aires).  
204 Manavella, Magdalena A., Suipacha 171, Ramos Mejía (Buenos Aires).  
205 Martínez, Ramón Horacio, Puán 571, Buenos Aires.  
221 Medina, Francisco A., Azeúenaga 2222, Olivos (Buenos Aires).  
166 Mendiberri, Héctor O., Zelarrayan 766, dto. 4, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
208 Muñoz, Carlos Gustavo, Calle 16, N° 1515 1/2, La Plata (Buenos Aires).  
124 Nacucchio, Horacio, Juan B. Alberdi 433, Buenos Aires.  
191 Navarra, Pablo Rafael, Río Bamba 646, San Andrés (Buenos Aires).  
157 Nevestic, Vicente Antonio, O'Higgins 4475, P. 10º, 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 Huinca (Neuquén).  
144 Panza, José Luis, Céspedes 3051, Buenos Aires.  
145 Paverini, Raúl E., C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
232 Perillo, Gerardo M. E., Quesada 3690, Buenos Aires.  
125 Pesce, Abel A., Allende 381, Ramos Mejía (Buenos Aires).

- 009 Petrelli, Salvador, Dr. Pedro J. Rivera 5772, Buenos Aires.  
161 Ploszkiewiez, Juan Víctor, Rawson 893, P. 7º, dto. B, Buenos Aires.  
169 Poma, Stella Maris N., Caseros 740, Vicente López (Buenos Aires).  
211 Revel, Miguel Angel, Mitre 742, Bahía Blanca (Buenos Aires).  
238 Risso, Corina, O'Higgins 1975, Buenos Aires.  
218 Rivelli, Felipe Rafael, Del Milagro 568, Salta.  
198 Rodríguez, José Antonio, Independencia 346, Villaruel, Rawson (San Juan).  
171 Rodríguez Urroz, Griselda R., Alsina 1878, Buenos Aires.  
194 Rojas, Elsa Susana, Calle 40, Nº 415, La Plata (Buenos Aires).  
126 Rojo, Rufino Mateo, Dirección de Minas, S. S. de Jujuy.  
251 Romero, Mario Alberto, Billinghamurst 1565, P. 2º, dto. B, Buenos Aires.  
176 Rossini, Oscar, Gregoria Matorras 537, Cutralcó (Neuquén).  
148 Royon, Héctor Jorge, C. C. 15, Malargüe (Mendoza).  
127 Ruiz, Dora Lucila, Ecuador 268, S. M. de Tucumán.  
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).  
219 Santamaría, Graciela Raquel, Laprida 994, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
173 Serra Alfredo, G., B. Mitre 2637, P. 10º, dto. C, Buenos Aires.  
156 Stipanovic, Florencia del C., Aráoz 2457, P. 6º, dto. A, Buenos Aires.  
108 Tucillo, Ricardo, Solís 1017, P. 7º, dto. A, Buenos Aires.  
213 Vaca, Alejandro, Ameghino Norte 284, San Juan.  
130 Valdéz, Felipe O., Av. Exodo 883, S. S. de Jujuy.  
222 Valvano, José Raúl, Azara 243, Lomas de Zamora (Buenos Aires).  
253 Violante, Roberto A., Crámer 1177, Don Bosco (Buenos Aires).  
110 Vonesch, Teodora L., Canning 1552, P. 1º, dto. A, Buenos Aires.  
168 Walter, Daniel, Av. Colón 3041, Olavarría (Buenos Aires).  
069 Wartensleben, Erica, Corrientes 127, Buenos Aires.  
111 Woroszylo, María E., Circunscrip. 2º, Sección 2º, Manzana 7, Casa 4, Barrio Belgrano (Buenos Aires).  
172 Yllanez, Eduardo D., Miranda 4513, Buenos Aires.

## INDICE ALFABETICO DEL TOMO XXVIII

|  |     |
|--|-----|
| ACEÑOLAZA, FLORENCIO GILBERTO, Sobre la presencia de <i>Oldhamia</i> sp. en la Formación Puncovicana de Cuesta Muñano, Provincia de Salta, República Argentina..   | 56  |
| AMENGUAL, RODOLFO Y ZANETTINI, JUAN CARLOS M., Geología de la comarca de Cianzo y Caspala (Provincia de Jujuy).....  | 341 |
| ANGELELLI, V., BRODTKORB, M. K. DE, NICOLLI, H. B. Y SCHALAMUCK, I. B. A., Estudio sobre blendas argentinas .....  | 275 |
| ARCIDIÁCONO, EVA C., Génesis de yacimientos de óxidos de manganeso de Ojo de Agua. Santiago del Estero, República Argentina .....  | 165 |
| ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA. LISTA DE MIEMBROS.....   | 443 |
| BALDIS, BRUNO A. J., Variaciones de facies en la Formación Punta Negra (Devónico) de la Precordillera sanjuanina.....  | 147 |
| BRODTKORB, MILKA K. DE, Estudio de la mineralización del yacimiento "La Niquelina", Provincia de Salta y un análisis comparativo de sus posibles relaciones con los depósitos "Romieruz" y "Esperanza" ..... | 364 |
| BRODTKORB, M. K. DE, ver ANGELELLI, V., NICOLLI, H. B. Y SCHALAMUCK, I. B. A.  |     |
| COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS..... 206, 292,  | 441 |
| CORBELLA, HUGO, Acerca de la existencia de cuerpos hipoabisales granito-riolíticos en el distrito minero de Sierra Grande (Provincia de Río Negro) y su posible importancia metalogénica .....               | 353 |
| CORBELLA, HUGO, Basaltos nefelínicos asociados al graben del cerro Piche, Macizo Nord-patagónico, provincia de Río Negro, República Argentina.....   | 209 |
| CUCCHI, RUBÉN J., Aspectos geomorfológicos de la llanura formoseña. Los ríos sin proporción y su significado climático.....  | 156 |
| CUERDA, ALFREDO J., Sierras Pampeanas, una nueva interpretación de su estructura.  | 293 |
| DI PAOLA, ELDA CRISTINA Y MARCHESE, HUMBERTO GERVASIO, Petrología y litoestratigrafía de las sedimentitas paleozoicas de Huaco, San Juan, República Argentina  | 369 |
| FLORES, M. A., MALUMIAN, N., MASIUK, V. Y RIGGI, J. C., Estratigrafía cretácica del subsuelo de Tierra del Fuego .....   | 407 |
| HALPERN, MARTÍN Y LATORRE, CARLOS O., Estudio geocronológico inicial de rocas del noroeste de la República Argentina .....   | 195 |
| HARRINGTON, HORACIO J., Actualismo y uniformitarianismo .....  | 304 |
| INDICE ALFABÉTICO DEL TOMO XXVIII.....   | 456 |
| IRONDO, MARTÍN H., Granulometría de los sedimentos del valle aluvial del río Manso superior, Provincia de Río Negro .....  | 61  |
| KAWASHITA, K., ver LINARES, E. Y KLEINER, L.   |     |
| KILMURRAY, JORGE O., Petrología experimental y el sistema granítico.....   | 77  |
| KLEINER, L., ver LINARES, E. Y KAWASHITA, K.   |     |
| LAGO, ALBERTO B., VITULICH, EMILIO B. Y VALENCIA, RAFAEL F. J., Clasificación de suelos en la República Argentina. El clima como elemento fundamental de clasificación.....                                  | 227 |
| LATORRE, CARLOS O., ver HALPERN, MARTÍN  |     |

|  |     |
|--|-----|
| LEANZA, HÉCTOR A., Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos entre Loncopué y Picun Leufú, provincia de Neuquén, República Argentina.....  | 97  |
| LINARES, E., KAWASHITA, K. Y KLEINER, L., Constantes de calibración y factores de corrección para la aplicación del método potasio-argón en el laboratorio del INGEIS  | 133 |
| LOSADA, OSCAR ALBERTO, Mineralogía de la ramsdellita de la provincia de Neuquén, República Argentina.....  | 70  |
| LUCERO, HUGO NÉSTOR, Función geoestadística del variograma y su empleo en la obtención del coeficiente de dispersión absoluto « alfa ».....  | 5   |
| MALUMIAN, N., ver FLORES, M. A., MASIUK, V. Y RIGGI, J. C.   |     |
| MARCHESE, HUMBERTO GERVASIO, ver DI PAOLA, ELDA CRISTINA   |     |
| MARTÍNEZ, PABLO, Contribución al conocimiento de la provincia metalogenética del Mar Mediterráneo, con especial referencia a la Sierra de Cartagena, España.....   | 397 |
| MASIUK, V., ver FLORES, M. A., MALUMIAN, N. Y RIGGI, J. C.   |     |
| MÉNDEZ, VICENTE, Geología de la comarca de Mina "Aguilar" y alrededores, departamento Humahuaca (Provincia de Jujuy).....  | 319 |
| NICOLLI, HUGO B. Y TOUBES, ROBERTO O., Acerca de la naturaleza estadística de la distribución de SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, CaO, K <sub>2</sub> O, TiO <sub>2</sub> y U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> en biotitas graníticas..... | 37  |
| NICOLLI, H. B., ver ANGELELLI, V., BRODTKORB, M. K. DE Y SCHALAMUCK, I. B. A.  |     |
| RICCARDI A. C., Y WHATLEY, R. C., Kimmeridgiano vs. « Kimeridgiano ».....  | 268 |
| RIGGI, J. C., ver FLORES, M. A., MALUMIAN, N. Y MASIUK, V.   |     |
| ROSSI DE TOSELLI, JUANA, ver TOSELLI, ALEJANDRO J.   |     |
| SPIKERMANN, JUAN P., ver TOUBES, ROBERTO O.  |     |
| SUHALAMUCK, I. B. A., ver ANGELELLI, V., BRODTKORB, M. K. DE Y NICOLLI, H. B.  |     |
| TOSELLI, ALEJANDRO J. Y ROSSI DE TOSELLI, JUANA, Metamorfismo de las Cumbres Calchaquies: I. Rasgos de deformación y blastesis en las rocas del faldeo sur-occidental entre la Angostura y Tafi del Valle, Tucumán, República Argentina ..   | 45  |
| TOUBES, ROBERTO O., ver NICOLLI, HUGO B.   |     |
| TOUBES, ROBERTO O. Y SPIKERMANN, JUAN P., Algunas edades K/Ar y Rb/Sr de plutonitas de la Cordillera Patagónica entre los paralelos 40° y 44° de latitud sur   | 382 |
| VALENCIA, RAFAEL F. J., ver LAGO, ALBERTO B. Y VITULICH, EMILIO B.   |     |
| VARELA, RICARDO, Estudio geotectónico del extremo sudoeste de la Precordillera de Mendoza, República Argentina.....  | 241 |
| VITULICH, EMILIO B., ver LAGO, ALBERTO B. Y VALENCIA, RAFAEL F. J.   |     |
| VOLKHEIMER, WOLFGANG, Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias (Provincia de Río Negro).....   | 13  |
| WHATLEY, R., ver RICCARDI, A. C.   |     |
| ZANETTINI, JUAN CARLOS M., Observaciones sobre la facies proximal del subgrupo Santa Bárbara, en el sector noroeste de la Cordillera Oriental (provincias de Salta y Jujuy).....   | 219 |
| ZANETTINI, JUAN CARLOS M., Geología de la comarca de Abra Pampa y Tres Cruces (Provincia de Jujuy).....  | 331 |
| ZANETTINI, JUAN CARLOS M., ver AMENGUAL, RODOLFO   |     |

NOTAS BREVES :

|   |     |
|---|-----|
| ACEÑOLAZA, FLORENCIO GILBERTO, Sobre la presencia de trilobites en las cuarcitas del Grupo Mesón, en Potrerillos, provincia de Salta..... | 309 |
| BRODTKORB, ALEJO, ver BRODTKORB, MILKA K. DE.   |     |

|   |     |
|---|-----|
| BRODTKORB, MILKA K. DE Y BRODTKORB, ALEJO, Consideraciones sobre la génesis sedimentaria-singenética de la mineralización de Pb-Zn y baritina del yacimiento « La Helvecia » y áreas vecinas, provincia de La Rioja . . . . .         | 311 |
| COIRA, BEATRIZ L. L., 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 . . . . . | 85  |
| MÉNDEZ, VICENTE, ver NAVARINI, ALDO Y ZANETTINI, JUAN C.  |     |
| NAVARINI, ALDO, MÉNDEZ, VICENTE Y ZANETTINI, JUAN C., Sobre la presencia de la Formación Yacoraite en el anticlinal del cerro Chaupiorco. Departamento Santa Catalina (Prov. Jujuy) . . . . .   | 88  |
| ZANETTINI, JUAN C., ver MÉNDEZ, VICENTE Y NAVARINI, ALDO  |     |

COMENTARIOS :

|   |     |
|---|-----|
| DESSANTI, RAÚL N., Sobre el control estructural de algunos rasgos geomorfológicos del noroeste de la Patagonia . . . . .          | 95  |
| FIDALGO, FRANCISCO, Sobre los bajos sin salida en Patagonia . . . . .   | 91  |
| GONZÁLEZ BONORINO, F. Y RABASSA, J., La laguna Carri Lafquéu Grande y el origen de los bajos patagónicos . . . . .                | 314 |
| METHOL, EDUARDO J., Comentarios sobre los pequeños bajos sin salida de la Patagonia . . . . .                                     | 94  |
| RABASSA, J., ver GONZALEZ BONORINO, F.  |     |
| ZAMBRANO, JUVENAL JORGE, Influencia de la deflación en la formación de los bajos sin salida de la Patagonia extraandina . . . . . | 92  |

NECROLOGÍAS :

|   |     |
|---|-----|
| Dra. Edelmira Inés Mórtola (28 de mayo de 1973) . . . . . | 438 |
| Prof. Dr. Félix Celso Reyes (1924-1972) . . . . .         | 439 |

ESTE NUMERO

SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 20 DE FEBRERO DE 1974  
EN LA IMPRENTA CONI, S. A. C. I. F. I., PERU 684  
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

---

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

---

## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. PEDRO N. STIPANICIC; *Vicepresidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Secretario:* DR. ROBERTO CAMINOS; *Tesorero:* DR. FÉLIX RODRIGO; *Vocales Titulares:* DR. ENRIQUE LINARES, DR. ANÍBAL POZZO y DR. OMAR VICENTE; *Vocales Suplentes:* DR. JUAN C. RIGGI, LIC. CÉSAR FERNÁNDEZ GARRASSINO y DR. CARLOS LATORRE.

COMISION DE LA REVISTA: DOCTORES PEDRO N. STIPANICIC, JUAN CARLOS M. TURNER y ROBERTO CAMINOS.

DIRECTOR DE LA REVISTA Y PUBLICACIONES: DR. PEDRO N. STIPANICIC.

### 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 empaquetamiento en la impresión.
- g) Cuando los dibujos lineales se presenten a doble tamaño (para su reducción a la mitad), la altura mínima de las letras será de 3 mm, recomendándose el uso de rastras más abiertas que las señaladas en el punto anterior.
- h) Todas las letras contenidas en las ilustraciones deberán ser dibujadas con caracteres cartográficos, recomendándose el uso de letrógrafos (normógrafos).
- i) Las denominaciones de accidentes topográficos, hidrográficos, etc., (cerros, ríos, etc.), como así también sus abreviaturas, deben responder estrictamente a las normas del Instituto Geográfico Militar.
- j) En las ilustraciones lineales y especialmente en los planos y perfiles, se recomienda el mayor aprovechamiento posible de los espacios, evitándose las superficies en blanco, las que deben ser utilizadas para las observaciones, leyendas, etc.
- k) Los títulos, como "Mapa Geológico...", "Perfil transversal...", etc., sólo podrán incluirse en las ilustraciones cuando las mismas tengan espacios libres, permitiendo hacerlo sin aumentar su dimensión. En caso contrario, se colocarán a imprenta al pie de las ilustraciones.
- l) Los perfiles de largo excesivo deberán ser fraccionados y las partes resultantes ordenadas para confeccionar láminas a página entera.
- m) Las fotografías de cortes microscópicos, fósiles, etc., deberán presentar muy buen contraste y sólo deben comprender el objeto que se desea ilustrar. En los casos que corresponda, indefectiblemente deben llevar la escala gráfica.
- n) Cuando las ilustraciones se deben intercalar en el texto (no constituyendo láminas completas), se recomienda que su ancho corresponda con el de 1 ó 2 columnas.

Las ilustraciones que no respondan a los requisitos anteriores no serán aceptadas.

7. No se admitirán ilustraciones a dos o más colores. El autor que las desee, deberá hacerse cargo del gasto con el objeto 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.

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.