

Asociación Geológica Argentina

REVISTA



Tomo XXXV - N° 4
Octubre - Diciembre
Buenos Aires 1980

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA

(1979-1981)

Presidente: DR. VÍCTOR A. RAMOS; **Vicepresidente:** DR. VICENTE MÉNDEZ; **Secretario:** LIC. JULIO LAGE; **Tesorero:** LIC. GUILLERMO TURAZZINI; **Vocales Titulares:** LIC. ALFONSO GIUDICI, LIC. MARIO A. HERNÁNDEZ, LIC. JUAN VÍCTOR PLOSKIEWICZ; **Vocales Suplentes:** DRA. MILKA K. DE BRODTORF, DR. JORGE CODIGNOTTO, LIC. A. PESCE.

REVISTAS Y PUBLICACIONES

Director: DR. FRANCISCO F. NULLO; **Coordinador:** LIC. J. VÍCTOR PLOSKIEWICZ.

COMITE EDITORIAL

ING. VICTORIO ANGELELLI, DR. HORACIO H. CAMACHO, DR. ROBERTO CAMINOS, DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO, DR. EMILIO GONZÁLEZ DÍAZ, DR. CARLOS GONDILLO, DR. ENRIQUE LINARES, DR. NORBERTO MALUMIÁN, DR. VÍCTOR RAMOS, DR. MARIO TERUGGI y DR. MARCELO R. YRIGOYEN

DELEGADOS EN EL INTERIOR

Bahía Blanca: Dra. Graciela Mas, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca.
Bariloche: Dra. Guida Aliotta, C.C. 1025, 8400 Bariloche.
Comodoro Rivadavia: Dr. Gerardo Petrarca, Casa 8287, Bº S. Martín Oeste, 9000 C. Rivadavia.
Córdoba: Angel Maza, Corro 63, 2º, "16", 5000 Córdoba.
Jujuy: José Andrés Alcalde, Dinamarca 1043, 4600 Jujuy.
Chaco: Lic. Ramón Vargas, Av. Sabin, 3500 Resistencia Chaco.
La Rioja: Dr. Roberto Zolezzi, C.C. 1538, Plan La Rioja, 5300 La Rioja.
La Plata: Dr. Ricardo Varela, Museo de La Plata, Paseo del Bosque, 1900 La Plata.
Mendoza: Lic. J. C. Zanettini, Cent. de Exp. Minera I, Allaymé y G. Cruz, 5519 S. José.
Mina Aguilar: Pablo Dicindio, Dpto. de Geología, 4634 Mina Aguilar, Jujuy.
Neuquén: Lic. Carlos Gulisano, Comisión Geológica Nº 1, C.C. 25, 8300 Neuquén.
Plaza Huincul: Dr. Carlos A. Muñoz, Campamento Uno, 8318 P. Huincul.
Rawson: Dr. Héctor Miras, Julio A. Roca 518, 9103 Rawson.
Río Gallegos: Dr. Adolfo Fadrique, Casilla de Correo 246, 9400 Río Gallegos.
Río Turbio: Lic. Juan C. Danderfer, C.C. 147, 9407, Río Turbio, Santa Cruz.
Rosario: Dra. Pierina Pasotti, Av. Pellegrini 494, 2000 Rosario.
Salta: Dr. José Antonio Salfity, Pasaje N. Roldán 57, 4400 Salta.
San Antonio Oeste: Dra. Elena Bernabó de Greco, ITMAS - C.C. 57, 8524 S. A. Oeste.
San Juan: Dr. Juvenal Jorge Zambrano, Gral. Acha 343 Sur. 1º piso, 5400 San Juan.
San Luis: Dr. Jorge Raúl Fernández Tasende, C.C. 294, 5700 San Luis.
Santa Fe: Dra. Ofelia Tujchneider, Juan de Garay 2912, 3000 Santa Fe.
Santa Rosa: Señor Carlos Juan Schulz, San Juan 564, 6300 Santa Rosa, La Pampa.
Santiago del Estero: Lic. Julia Cortés, Mitre 337, 4200 Santiago del Estero.
Tucumán: Dr. Hugo Alberto Peña, Miguel Lillo 205, Bº Independencia, 4000 Tucumán.
Vespucio (Salta): Lic. Juan C. Elissonde, Distr. Geol. YPF, 4562 Vespucio.

DELEGADOS INSTITUCIONALES EN BUENOS AIRES

Agua y Energía: Lic. Guillermo Turazzini, Alem 1134.
Banco Nacional de Desarrollo: Dr. Pedro Grandi, Cochabamba 54, 3º piso, 1064 Bs. Aires.
CIRGEO: Dr. Juan P. Spikerman, Ramírez de Velasco 839 (1414).
Comisión Nacional de Energía Atómica: Dra. Mirta Gamba, Libertador 8250 (1429).
Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (F.A.): Dr. Jorge F. Kimsa, Mitre 3100, 1663 San Miguel.
Consejo Federal de Inversiones: Lic. Roberto M. Sarudiansky, San Martín 871 (1004).
Dirección General de Fabricaciones Militares: Dr. Vicente Méndez, Cabildo 63 (1426).
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: U.B.A. Dr. Carlos Azcuy, Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Núñez.
Servicio de Hidrografía Naval: Lic. Roberto A. Violante, Montes de Oca 2124 (1271).
Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Hídricas: Lic. Eleonora Nóbile de Ruiz Huidobro, Viamonte 542, 3º piso, 1053 Buenos Aires.
Museo Argentino de Ciencias Naturales: Dr. Bruno Baldi, Angel Gallardo 470 (1405).
Obras Sanitarias de la Nación: Dra. Margarita Santos de Bertol, M. T. de Alvear 1842 (1129).
Secretaría de Minería: Lic. Marta Godeas, Avda. Santa Fe 1548 (1060).
Yacimientos Carboníferos Fiscales: Dr. Federico Bergmann, Diag. R. Sáenz Peña 1190 (1110).
Yacimientos Petrolíferos Fiscales: Dr. Gualter Chebli, Diagonal Norte 777 (1035).

DELEGADOS EN EL EXTERIOR

Brasil: Dra. Norma M. de Melo Da Costa, Lamin. Seção de Bioestratigrafia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, CPRM, Av. Pasteur 401 - Praia Vermelha 20000, Rio de Janeiro.
Dr. I. de Madeiros Tinoco, Escola de Geologia, Universidad Federal de Pernambuco, Recife. Caixa Postal 2492.
Dr. Oscar Röster, Instituto de Geociencias USP, Caixa Postal 20899, 01.00 São Paulo.
Chile: Dr. John Davidson. Dep. Geol. Univ. Chile. Casilla 13518 - C. 21. Santiago.
Uruguay: Dr. Graciano Elizalde, Departamento Geominero, Río Branco 1388, Montevideo.
Perú: Dr. Jean Claude Vicente, Departamento de Geología, Univ. Nac. San Agustín, Casilla 572, Arequipa.

GEOLOGIA Y PROSPECCION HIDROGEOLOGICA DE LA ZONA SUR DEL CAMPO DEL ARENAL - PROV. DE CATAMARCA

ALFONSO C. MEREAL LANOS

Resumen

La zona estudiada se encuentra en el ámbito de las Sierras Pampeanas, en el sector noreste de la provincia de Catamarca, departamento de Santa María.

El objetivo principal fue el evaluar los recursos hídricos subterráneos en la zona sur de Campo del Arenal, para su futuro aprovechamiento en el proyecto minero de "La Alumbraera"; llegando a la conclusión que las características hidrogeológicas resultan ser interesantes respecto a la utilización del recurso hídrico subterráneo para la provisión de agua al Yacimiento, tanto por la prospección geoelectrica como también por los valores obtenidos del ensayo de bombeo realizado.

Se hace especial referencia a los depósitos fluviales del cuartario, asignándole carácter formacional a varias entidades.

I. — Introducción

Objeto del trabajo

El presente estudio tiene por objeto describir geológicamente las unidades de interés hidrogeológico y evaluar los recursos hídricos subterráneos de la zona sur del Campo del Arenal a fin de determinar la factibilidad del aprovechamiento del mencionado recurso para el proyecto minero del "Bajo de la Alumbraera".

El yacimiento cuprífero del "Bajo de la Alumbraera" se encuentra ubicado en la región de "Farallón Negro", departamento de Belén, provincia de Catamarca. Los requerimientos de agua del mismo, para una producción diaria cercana a las 30.000 toneladas de roca es de aproximadamente $0,5 \text{ m}^3/\text{seg}$. Es de aclarar que la concentración de mineral de cobre requiere grandes volúmenes de agua, tal es así que el procesamiento de una tonelada de roca necesita $1,3 \text{ m}^3$ de agua mediante el sistema de reciclaje (Socic, 1976).

Summary

The examined zone is within Sierras Pampeanas Area, at the Northeast of Catamarca Province, in Santa María's Department. The main objective was to value the subterranean hydric resources at the South of Campo del Arenal, with the purpose of future use in the mining project of "La Alumbraera". By means of geoelectric survey as well as by the values obtained from the pumping test carried-out, the conclusion arrived at was that the hydrogeological characteristics are very interesting with regard to the use of the subterranean hydric resource for the deposit's water supply.

Special reference is done to the Quaternary fluvial deposits, giving several entities a formational nature.

Métodos de trabajo

Se desarrolló un programa de exploración geológico, geofísico e hidrogeológico.

Las tareas geológicas e hidrogeológicas de campo fueron realizadas por el autor durante los años 1978 y 1979 y las tareas de geofísica por la comisión geoelectrica Nº 2 del I.N.C.Y.T.H., durante parte de los años 1976 y 1977.

El mapa geológico adjunto es producto de la fotointerpretación geológica y las correspondientes comprobaciones de campo.

Localización geográfica

La región a considerar está ubicada en las Sierras Pampeanas. Políticamente se encuentra en el departamento de Santa María, provincia de Catamarca, con las siguientes coordenadas: $27^{\circ}00'$ a $27^{\circ}15'$ de latitud sur

This One



KGLA-1XA-HGYN

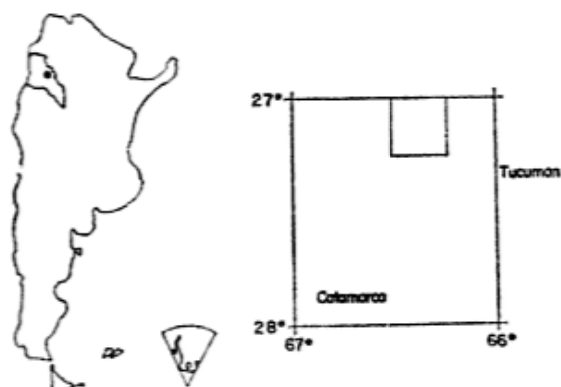


Figura 1

y $66^{\circ}15'$ de longitud oeste. (Ver mapa de ubicación).

Vías de comunicación

Las vías de comunicación están constituidas por caminos como la ruta nacional N° 40 que atraviesa el Campo del Arenal de suroeste a noreste, uniendo las localidades de Belén con Santa María.

Otra es la ruta nacional N° 63 que bordea el faldeo occidental de la sierra del Aconquija desde el empalme con la ruta N° 40 cerca de la localidad de Punta de Balasto llegando a la localidad de Andalgalá.

La total ausencia de accesos, dificulta el tránsito y la observación en la zona.

II. — Antecedentes

González Bonorino (1950 a) como parte de una contribución mayor describe la geología de la región sur de Campo del Arenal.

Ruiz Huidobro (1972) realizó el reconocimiento geológico de la Hoja 11 e (Santa María), dando pautas sobre el agua subterránea del valle homónimo.

Sosic (1976) dio pautas interesantes respecto de las posibilidades hídricas con vistas a la provisión de agua al proyecto de "La Alumbreira".

III. — Descripción estratigráfica

Estratigrafía

En el sector estudiado las distintas formaciones aflorantes son en su mayoría de origen sedimentario, en tanto que las rocas

graníticas, metamórficas y volcánicas están subordinadas.

Según se visualiza en el cuadro I, sobre un basamento de granitos porfiroides, filitas y pizarras, se apoyan en discordancia sedimentitas, compuestas por areniscas, tobas y arcillas. Prosiguen los depósitos de vulcanitas, compuestos por brechas volcánicas y basaltos; estos remanentes pertenecen al Terciario. Discordantemente sobre los anteriores, yacen los depósitos continentales de la Formación Campo del Arenal, compuestos por conglomerados con matriz tanto de arena gruesa como limos arcillosos. Inmediatamente suprayacen los flangomerados y gravas de la Formación El Ingenio. Sobrepuesta a todas las Formaciones anteriores tenemos la Formación Río de las Minas integrada por arenas eólicas que conforman cordones de médanos. Estratigráficamente continúan las evaporitas recientes y por último las gravas y arenas de los cauces recientes o actuales.

Precámbrico

En el extremo nororiental de la zona de estudio afloran las últimas estribaciones de la sierra del Cajón o de Quilmes que fueron descritas por Ruiz Huidobro, O. (1966), compuesta principalmente por rocas metamórficas de grado variable como por ejemplo filitas, pizarras, gneis migmatíticos y también se encontró un afloramiento muy reducido de esquistos moteados (Merea, 1979), en la parte suroriental de la sierra.

Un rasgo característico de esta sierra es la presencia de filones concordantes de pegmatitas ricas en feldespatos con ausencia de mica y con turmalina como mineral accesorio (Ruiz Huidobro, 1972).

En el extremo suroriental de la zona de estudio se observó un pequeño afloramiento de rocas graníticas pertenecientes a la sierra del Aconquija descrito por González Bonorino (1950 a), compuesto por granitos y granodioritas.

Terciario

Comprende las sedimentitas aflorantes en la cuesta "pie de médano" en el extremo nororiental de la zona, compuestas por areniscas generalmente de color marrón-verdo-

CUADRO I

ERA	PERIODO	UNIDADES GEOLOGICAS	LITOLOGIA
C E N O Z O I C O	C U A R T A R I O	DEPOSITOS ALUVIALES	GRAVAS Y ARENAS
		EVAPORITAS	DEPOSITOS SALINOS
		FORMACION RIO DE LAS MINAS	ARENAS EOLICAS
		FORMACION EL INGENIO	GRAVAS Y FANGLOMERADOS
		FORMACION CAMPO DEL ARENAL	CONGLOMERADOS CON MATRIZ ARENO-LIMOSA
		DISCORDANCIA	
O I C O	T E R C I A R I O	COMPLEJO VOLCANICO	BRECHAS VOLCANICAS
		SEDIMENTITAS	ARENISCAS TOBAS ARCILITAS
		DISCORDANCIA	
PRECAMBRICO			GRANITOS PORFIROID. PIZARRAS-FILITAS ESQUISTOS-MICACITAS

so de grano mediano a fino alternadas con arcillitas verdosas de poco espesor (10 a 15 cm) y también bancos de tobas color gris-blanquecino de hasta 1 m de espesor. Es una sucesión rítmica alternante de areniscas-arcillitas y tobas con un espesor medido de 20 m, una inclinación de 7° al sureste, y cuyo ambiente de depositación sería un medio lagunar.

En el extremo suroeste también se observan depósitos de sedimentitas atribuibles a los "Estratos Calchaqueños" Peirano (1956), constituida por areniscas arcóscicas de colores rojizos arcóscicos a menudo tufíticas, areniscas y limolitas (González Bonorino, 1950 b). También se observan en la parte sur-sureste vulcanitas constituidas por un complejo de brechas volcánicas, basaltos y andesitas, formando una cerrillada de poca altura, como por ejemplo el Cerro La Salamanca.

Todos estos relictos son remanentes de un depósito continuo que fue erosionado.

Cuartario

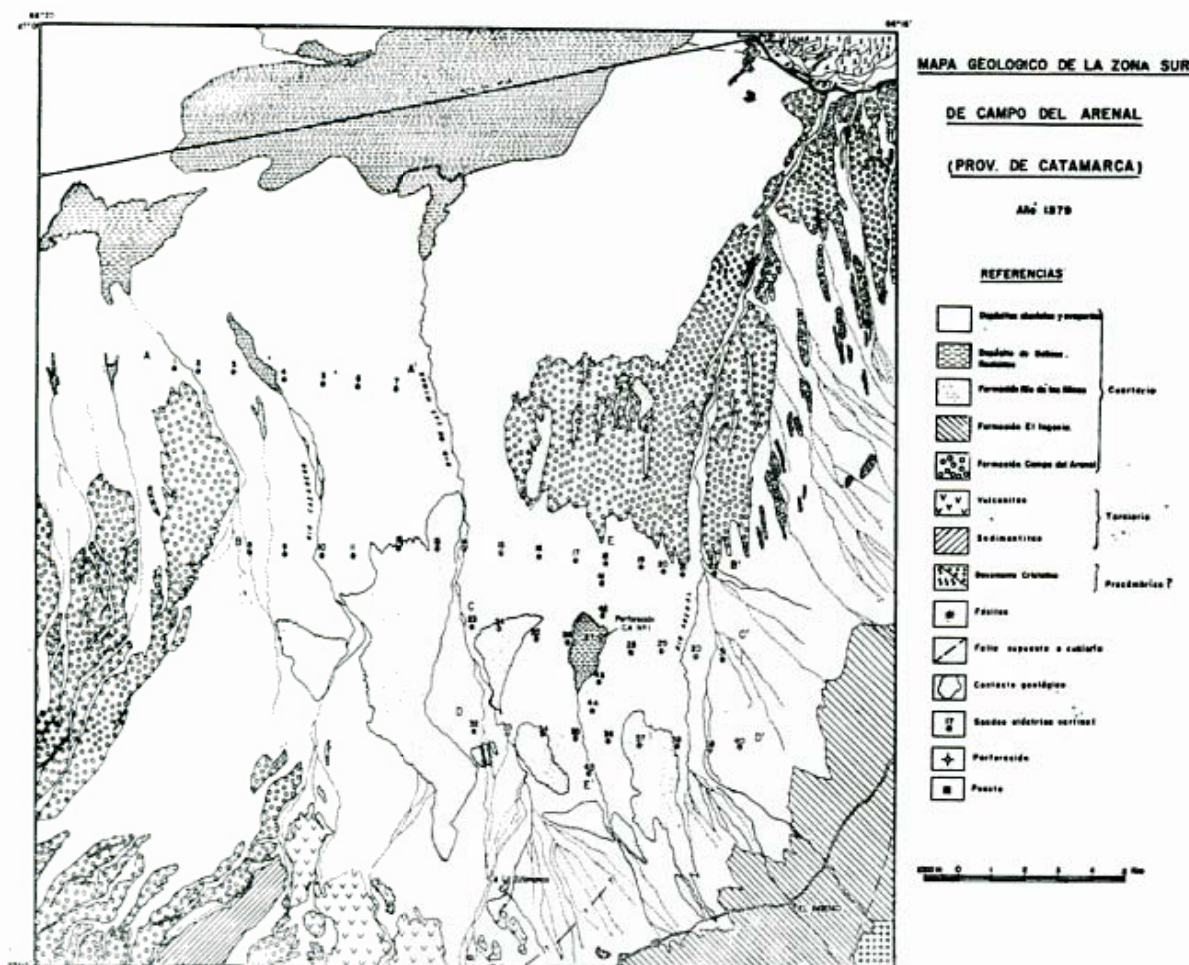
Las Formaciones de esta edad constituidas fundamentalmente por sedimentitas de

origen fluvial y eólico, son también las que tienen las mejores características hidrogeológicas y constituyen el relleno sedimentario de la zona estudiada, albergando en ellas el acuífero más importante.

La *Formación Campo del Arenal*, está compuesta por conglomerados color castaño-rojizos, con sedimentación caótica y mala selección. Los clastos de tamaño variable (desde 0,20 m hasta 1 m) en su mayoría de rocas volcánicas (basaltos, andesitas) en un porcentaje de 60 a 70 %; el resto lo constituyen rodados de rocas sedimentarias y graníticas (areniscas, cuarcitas, granitos, etc.). La matriz es arenosa y en parte limo-arcillosa, presentando localmente intercalaciones lenticulares limo-arcillosas, de color marrón rojizo. Se observan también bloques de hasta 2 m de diámetro fundamentalmente de rocas volcánicas (basaltos); los espesores oscilan en la parte norte entre 20 y 30 m en tanto que en la parte sur llegan a más de 50 metros. Esta Formación se encuentra ampliamente distribuida formando lomadas alargadas en sentido generalmente norte-sur que los lugareños llaman "bordos". Sus depósitos aparecen disectados y erosionados por cursos de arroyos temporarios que descienden del Aconquija.

FIGURA 2

PROF. (m)	DESCRIPCION LITOLOGICA	
2,00	Arena mediana a fina con poca cantidad de arena gruesa	FORMACION RIO DE LAS MINAS
3,00	Rodados entre 3 y 5 cm en menor cantidad arena media a fina Arena media a fina en menor cantidad arena gruesa	
14,00	Arena gruesa con abundante arena mediana y fina	
15,00	Arena mediana a gruesa	
21,00		
	Grava con abundante cantidad de arena media a fina, abundantes rodados de cuarzo, granito, micas castaño claro	
31,00		
	Arena media a fina con poca cantidad de limo, abundante cuarzo, feldespatos, y micas	
37,00		
	Grava con abundante arena gruesa y media. Los clastos son predominantemente de rocas metamórfica (gneis) también hay rocas graníticas	
54,00		
	Grava con abundante arena gruesa a mediana y poca cantidad de limo, los clastos son de rocas graníticas y metamórficas color castaño rosáceo	
71,00		
	Sábulo con abundante grava fina y arena media a fina	
80,00		
	Grava con abundante arena gruesa a muy gruesa con clastos de rocas graníticas y metamórficas	FORMACION EL INGENIO
85,00		
88,00	Sábulo abundante grava fina con abundante cuarzo, feldespatos y clastos de rocas graníticas y metamórficas	
	Grava fina, sábulo abundante arena muy gruesa y arena fina	
101,00		
	Grava arenosa con pequeña cantidad de limo	
103,50		
	Grava fina arena muy gruesa a gruesa regular fracción de arena media, poca/cantidad de arena fina	
112,00		
	Arena muy gruesa a gruesa con abundante arena media a fina, cuarzo abundante, feldespatos color castaño grisáceo	
120,00		
	Alternancia de grava gruesa con abundante arena gruesa a muy gruesa con clastos de rocas graníticas y metamórficas color castaño grisáceo	
130,50		



En la zona norte de la cuesta pie de médano estos depósitos se encontrarían localmente afectados por falla inclinando 8 grados al sureste; y en el resto de los afloramientos se encuentra horizontal, en esa misma zona se observa el contacto entre la Formación Campo del Arenal y las sedimentitas terciarias. En la zona sur, es decir la ladera nor-occidental del cerro El Durazno, los sedimentos de esta Formación se acuñan y desaparecen en la parte media del cerro Durazno.

En el ángulo sureste se observan los depósitos de la Formación El Ingenio, que son flangomerados y conglomerados marrón-grisáceos, mal seleccionados, de sedimentación caótica, con matriz arenosa de arena media a gruesa, los bloques y rodados son en su mayor parte (85 %) de rocas graníticas y metamórficas (gneiss, granitos, granodioritas, etc.). Presenta cementación carbonática en partes y también intercalaciones arenosas de arena media a fina, con estructura entrecruzada; se observan espesores de 25 m pero se infieren espesores mayores para esta Formación. Estos depósitos

forman los abanicos aluviales que descienden de la ladera oeste de los nevados del Aconquija y que luego son cubiertos por los sedimentos de la Formación Río de las Minas y por redepósitos de los mismos.

Superpuestos a las unidades mencionadas encontramos cordones de médanos que denominaremos Formación Río de las Minas. Los mismos presentan orientación general este-oeste, con granometría de arena mediana a fina, bien seleccionada, compuesta por cuarzo abundante (éste se observa con abundantes marcas superficiales), plagioclasa ácida y vidrio volcánico. Entre los minerales pesados se observa biotita, horblenda, augita, apatita y turmalina.

El espesor máximo medido es de 15 metros. Esta Formación proviene fundamentalmente de la destrucción de sedimentitas preexistentes. La misma se depositó cubriendo con poco espesor a las Formaciones mencionadas.

Los depósitos de salinas recientes son zonas en donde el agua, por su cercanía con la superficie, asciende por capilaridad y se evapora precipitando las sales que forman

estos depósitos, ubicados fundamentalmente a lo largo de la ruta nacional N° 40. Se distinguen por su abundante vegetación del tipo de la llamada cortadera, y por sus depósitos de sales. Estos depósitos también son observados en las terminaciones de los pequeños arroyos que logran llegar hasta la parte central del Campo del Arenal; presentan poco desarrollo areal y muy reducido espesor. Los pequeños cauces actualmente están erosionando, redepositando y depositando sus sedimentos, compuestos por grava mediana, arenas y limos de colores generalmente marrones-grisáceos. Son depósitos de poco espesor. (1 a 2 m), observándose como terrazas a ambos lados de los cauces.

IV. — Estructura

De acuerdo a González Bonorino (1950 a) las principales estructuras están constituidas por bloques del basamento elevados por movimientos del Terciario superior, debido a fracturas de gran ángulo cuyo rumbo oscila alrededor de NE-SO. La gran falla que limita hacia el oeste a la sierra de Aconquija presenta rumbo aproximado SO-NE y toma rumbo prácticamente N-S al Norte de la zona de estudio. La otra falla posible sólo es visible al sur de la zona de estudio, extrapolada por un hundimiento del basamento hacia el sur. En tanto que al norte, en el extremo sur de la sierra Cajón o de Quilmes, se infiere la fractura debido a un levantamiento y volcado ($I = 8^\circ$ al SO) de la Formación Campo del Arenal del labio sur y la finalización del basamento cristalino.

V. — Historia geológica

González Bonorino (1950 a), infiere acerca del origen del basamento cristalino y los depósitos terciarios.

Debido al ascenso principal de la sierra (Terciario superior-Cuartario?) posiblemente se inició un ciclo de agradación como resultado del cual se depositaron los materiales gruesos de la Formación Campo del Arenal. Posteriormente estos depósitos fueron erosionados y cubiertos por la Formación El Ingenio. El próximo acontecimiento geológico estaría representado por la sedimentación eólica de la Formación Río de las Minas. El mismo cubre prácticamente

todos los depósitos ocupando posiciones topográficamente altas en la ladera del Aconquija y sepultando en parte el relieve oeste preexistente. Estos materiales fueron sometidos a la erosión, siendo en parte fijados por la vegetación y retrabajados por los cauces actuales. Los cursos fluviales actuales erosionan y depositan el material fundamentalmente sobre la Formación Campo del Arenal, El Ingenio y Río de las Minas.

VI. — Geofísica

Se realizó un total de 45 sondeos eléctricos verticales, distribuidos cada 1.000 m, integrados en cinco (5) perfiles que totalizaron 45 km lineales.

El perfil AA', cuya dirección es este-oeste, ubicado en el sector Noroeste de la zona de estudio, está integrado por siete (7) sondeos eléctricos.

El perfil BB' compuesto por quince (15) sondeos eléctricos, ubicado en el área central de la zona y aproximadamente 5 km al sur del anterior y los perfiles CC' y DD', ubicados en el sector sureste de la zona, también con rumbo aproximado este-oeste.

El perfil EE', tiene dirección norte-sur y lo integran ocho (8) sondeos eléctricos.

Tomando como base los sondeos eléctricos verticales realizados por la Unidad Geofísica del I.N.C.Y.T.H., e interpretados por Herrero Ducloux y Bonini (1980, informe reelaborado), es posible determinar que el perfil AA' con un espesor medio de 160 m y disminuyendo hacia el oeste, no ofrece las mejores condiciones de espesor saturado; mientras que en el perfil BB' hay espesores interesantes con máximos de hasta 245 m hacia el oeste. En los perfiles CC' y DD' se observan mejores espesores de la zona posiblemente saturada llegando hasta 350 m de espesor en la parte este del DD' y hasta 250 m en la zona oeste del CC'. En el perfil EE' se observan también grandes espesores (350 a 380 m) fundamentalmente en la parte sur.

Los valores de la geoelectrónica fueron reajustados con los datos aportados por la perforación de exploración Campo del Arenal N° 1.

VII. — Perforación

La perforación de exploración denominada "Campo del Arenal N° 1" se ubicó

tomando como base la geología de superficie y los perfiles geoelectrónicos sobre el sondeo eléctrico vertical número 27 y sirvió para ajustar la geoelectrónica como también para explorar el subsuelo. La profundidad alcanzada fue de 130,5 m atravesando una sucesión de arenas medianas a finas, gravas y alternancia de gravas con arenas gruesas. Los caracteres litológicos de la perforación se muestran en la columna estratigráfica (fig. 2), donde se ve un claro predominio de las gravas y arenas gruesas frente a las arenas finas y limos; granometría que es indicativa de ambientes de sedimentación de gran energía. En cuanto a su génesis se puede decir que corresponden a depósitos de ambiente fluvial característicos de pie de monte.

Se puede agrupar la sucesión en dos unidades estratigráficas: de 0,0 a 21 m correspondería a la Formación Río de las Minas y de los 21 hasta los 130,5 m correspondería a la Formación El Ingenio. Desde el punto de vista de su capacidad para admitir y/o transmitir agua, la unidad de grava arenosa de la Formación El Ingenio se comporta como acuífero.

A fin de estimar los parámetros hidráulicos

del acuífero y establecer las condiciones de funcionamiento de la perforación, se realizaron dos ensayos por bombeo a caudal constante.

De la interpretación de los ensayos por bombeo realizados, surge la transmisividad para nuestro caso con un valor de 1.700 m²/día lo que indicaría un buen rendimiento del acuífero detectado en el subsuelo de Campo del Arenal.

Con el fin de obtener un valor aproximado, la permeabilidad se calculó en función del espesor de acuífero atravesado por la perforación resultando un valor de 65 m/día.

Agradecimientos

El autor deja expresado su reconocimiento al Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (I.N.C.Y.T.H.), como así también a Yacimientos Mineros Agua de Dionisio (Y.M.A.D.), quienes brindaron los medios para llevar a cabo el trabajo.

La lectura y sugerencias del mismo fue efectuada por el doctor Jorge Néstor Santa Cruz, a quien se agradece especialmente.

Lista de trabajos citados en el texto

- Caminos, R. L., 1968. *Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan*. En: A. F. Leanza (Dir. Ed.), *Geología Regional Argentina*, Acad. Nac. de Ciencias, Córdoba, 41-80, Córdoba.
- González Bonorino, F., 1950 a. *Geología y petrología de la Hoja 12 c Capillitas y 13 d Andalgalá, provincia de Catamarca*, Dir. Gral. Ind. Min. Bol. 70, Buenos Aires.
- 1951 b. *Descripción Geológica de la Hoja 12 c Aconquija (provincias de Catamarca-Tucumán)*, Dir. Nac. Miner., Bol. 75, Buenos Aires.
- Merea Llanos, Alfonso C., 1979. *Estudios Hidrogeológicos en Campo del Arenal provincia de Catamarca*, Boletín Centro de Hidrología Aplicada N° 41, I.N.C. Y. T.H.-Y.M.A.D., Buenos Aires.
- Peirano, A., 1956. *Observaciones generales sobre la Tectónica y los depósitos Terciarios del Cuadrángulo 26° S-64° 30' 0-28° 30' S-67° 0 en el noroeste argentino*, Act. Geol. Lilloana, 1: 61-114, Tucumán.
- Ruiz Huidobro, O. J., 1966. *Contribución a la Geología de las Cumbres Calchaquies y Sierra del Aconquija (Tucumán-Catamarca)*, Act. Geol. Lilloana, 8: 215, Tucumán.
- 1972. *Descripción Geológica de la Hoja 11 e - Santa María (prov. de Catamarca y Tucumán)*. Serv. Nac. Min. Geol., Bol. 134.

Recibido: 7 de marzo de 1980.

ALFONSO C. MERA LLANOS
 INCYTH
 C.C. N° 9 - Aeropuerto
 Ezeiza.

DETERMINACION DE LA COMPOSICION ISOTOPICA DEL CARBONO EN CARBONATOS, SU UTILIZACION EN HIDROGEOLOGIA Y GEOLOGIA

H. O. PANARELLO, C. M. GARCIA, S. A. VALENCIO y E. LINARES

Resumen

Se da a conocer el estado actual del laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), como así también la técnica experimental utilizada en la determinación del valor $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ en carbonatos.

Por otra parte, se publican las primeras 82 determinaciones de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ sobre muestras de carbonatos. La mayoría de ellas fueron empleadas para la calibración del espectrómetro de masas y los sistemas de extracción y las restantes corresponden a muestras de conchillas datadas por carbono-14, cuya edad se corrigió en base a la determinación de este valor y de calizas cristalinas de las Sierras Pampeanas.

Abstract

The present status of the Stable Isotope Laboratory of the Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), and the experimental technique used in the determination of $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ in carbonate samples, is presented.

Also, the first 82 $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ analysis are presented. The major part of them belong to samples used in the calibration of the mass-spectrometer and the extraction systems. The others correspond to shell samples dated by the carbon-14 method, which the ages were corrected using the $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ value obtained in the laboratory, and to crystalline limestone of the Sierras Pampeanas.

1. Introducción

Los llamados isótopos ambientales o también isótopos estables del hidrógeno, carbono, oxígeno y azufre, se utilizan ampliamente en todo el mundo para la determinación de ciertos parámetros de importancia en la investigación de los recursos hídricos, en la solución de diversos problemas geológicos y en el estudio de materiales extra-terrestres para un mejor conocimiento de su composición y de la historia de nuestro sistema solar y del universo.

Sobre la base de lo señalado y teniendo en cuenta la importancia de estas investigaciones, las Instituciones Responsables del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), encomendaron a éste la instalación y puesta en operación de un laboratorio de isótopos estables para la medición de las relaciones $^2\text{D}/^1\text{H}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ y $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, en diversos materiales naturales, con el fin de coadyuvar en el estudio y solución de diversos problemas dentro del campo de las Ciencias Geológicas.

Este trabajo da a conocer la técnica experimental, aplicaciones y los primeros resultados obtenidos sobre muestras naturales, por medio del método de los isótopos del carbono. La determinación del valor de la

relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ en carbonatos representa la primera realización de este laboratorio.

Tareas en desarrollo al presente, permitirán durante 1980 iniciar las investigaciones en los otros isótopos estables citados. A medida que ello suceda se darán a conocer las técnicas experimentales y aplicaciones.

2. Isótopos del carbono en la naturaleza

El carbono es uno de los elementos más abundantes en el Universo, pero en nuestro planeta se encuentra sólo como traza, ya que el contenido promedio del mismo en las rocas de la corteza terrestre y el manto superior cae en el rango de varias partes por millón.

Sin embargo, se halla muy difundido y es importante considerar el rol que juega, no sólo como base química de la biósfera sino también como carbono inorgánico, presente en forma de diversas especies entre otras diamante, grafito, carbones, carbonatos, bicarbonatos, CO_2 , etc., como así también en la constitución de los petróleos. Esta distribución de las especies del car-

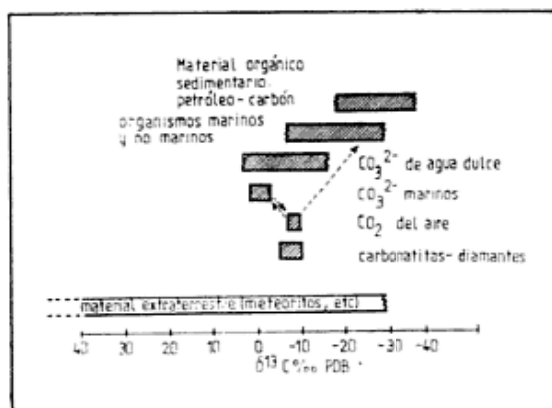


Fig. 1. — Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ para distintos compuestos del carbono (según Hoefs, 1973 y otros autores).

bono, predominantemente reducido en la biósfera y oxidado en los compuestos inorgánicos, crea una situación ideal para la búsqueda de fraccionamientos isotópicos.

El carbono tiene dos isótopos estables ^{12}C y ^{13}C , cuya abundancia media en la corteza terrestre es: $^{12}\text{C} = 98,89 \%$; $^{13}\text{C} = 1,11 \%$ (Nier, 1950). Sin embargo, esa relación no es constante en todos los materiales naturales y las variaciones en su composición isotópica son a veces mayores del 10 % (sin tomar en cuenta el carbono de los meteoritos), debido al fenómeno de fraccionamiento isotópico de este elemento.

Los principales mecanismos responsables del fraccionamiento del carbono son:

- A. — Los efectos cinéticos producidos durante la fotosíntesis.
- B. — El intercambio isotópico en el sistema $\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-\text{-CO}_3^{2-}$.
- C. — La interacción del carbono de origen vegetal con la roca del suelo y su posterior inclusión a los acuíferos.
- D. — Las condiciones de presión y temperatura imperantes en los diversos ambientes geológicos donde se forman los distintos compuestos del carbono, como ser, carbonatos, carbones, petróleos, diamantes, grafito, etc.

Estos mecanismos producen variaciones en la composición isotópica de los compuestos naturales del carbono. En la literatura se encuentran descripciones de muestras de metano muy livianas, con $\delta^{13}\text{C}^* = -90 \text{‰}$

* Para la definición de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$, véase más adelante.

y de carbonatos pesados, con valores de $\delta^{13}\text{C}$ de hasta un $+20 \text{‰}$.

En los últimos 25 años se han llevado a cabo una gran cantidad de determinaciones $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en distintos materiales, las que en general están orientadas a investigaciones sobre:

- a. — determinaciones de paleotemperaturas.
- b. — estudios oceanográficos.
- c. — diferenciación del origen de rocas y minerales.
- d. — prospección petrolera.
- e. — evolución isotópica de los acuíferos.
- f. — evolución isotópica de la biósfera.
- g. — estudios de contaminación ambiental.

Además, la determinación del valor de $\delta^{13}\text{C}$ en materiales a datar por el método de carbono-14, permite evaluar el fraccionamiento del ^{14}C y el grado de contaminación de las muestras. Esto posibilita llevar a cabo las correcciones de primer orden en las edades obtenidas por este método.

Para más detalles sobre los fenómenos de fraccionamiento isotópico y aplicaciones, pueden consultarse las obras de Rankama (1954-1963), Hoefs (1973), Faure (1978).

3. Medición de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ en carbonatos

3.1. Extracción de CO_2 de carbonatos

La medición de la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en carbonatos se realiza por espectrometría de masas sobre el CO_2 extraído de los mismos. Para ello, en un sistema de alto vacío del orden de 10^{-5} mbar (fig. 2), en un reactor de vidrio en forma de "y", la muestra pesada de carbonato (colocada en una de las ramas del tubo), se ataca con ácido fosfórico 100 % (almacenado en la otra rama del reactor), de acuerdo con la técnica propuesta por McCrea (1950).

El CO_2 así obtenido se purifica en dos etapas. En la primera, el gas y el vapor de agua producidos en la reacción, pasan a través de una trampa enfriada a la temperatura de hielo seco y acetona, donde queda retenida el agua. En la segunda, el producto se congela en la trampa 2 con nitrógeno líquido, lo que permite bombear al exterior los demás gases livianos como nitrógeno, oxígeno, etc., hasta recuperar el vacío inicial (10^{-5} mbar).

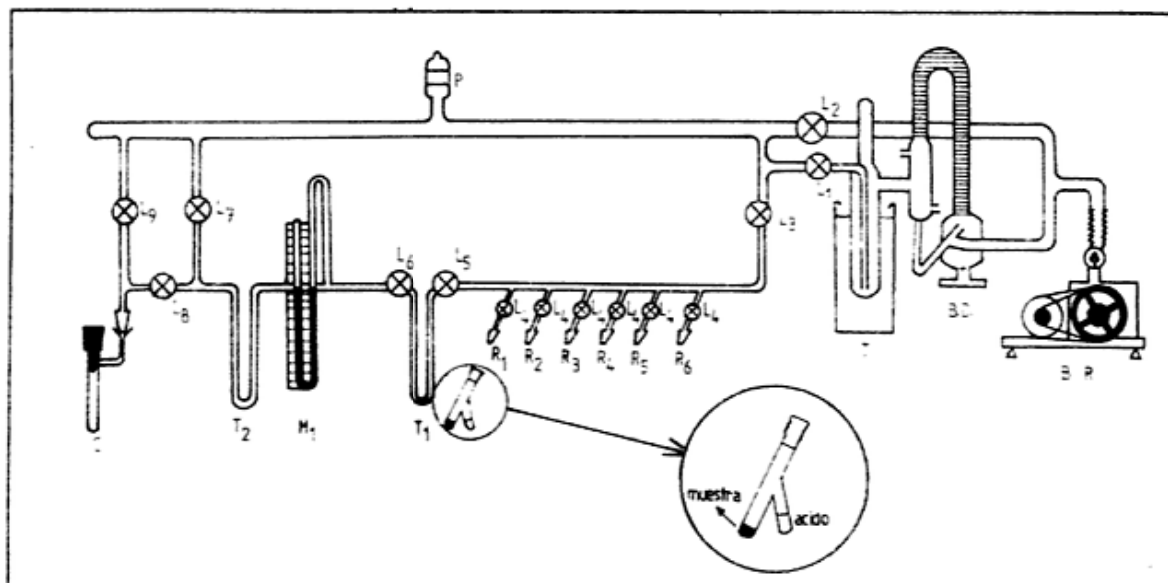


Fig. 2. — Esquema del sistema de extracción de CO_2 de carbonatos: R_1 a R_6 Reactores; B. R. Bomba rotatoria; B. D. Bomba difusora; T, T_1 , T_2 Trampas frías; L_1 a L_6 Válvula de alto vacío; C. Colector; P. Medidor de vacío PENNING

Se mide la presión del gas obtenido y purificado, en un volumen calibrado por medio de un manómetro, para asegurarse que la recuperación de CO_2 equivalga a más del 95 % de su valor teórico. De lo contrario podrían existir fraccionamientos isotópicos en la línea. Finalmente, el gas se recoge en un colector a la temperatura del nitrógeno líquido.

La línea de extracción existente permite el procesamiento de 6 muestras por día, lo que hace posible la determinación del $\delta^{13}\text{C}$ en más de 100 mensuales.

3.2. Espectrometría de masas

El CO_2 colectado se mide en un espectrómetro de masas Micromasas modelo 602 D, de doble colector (Nier, *et al.*, 1947), con válvula conmutadora para muestras y referencia (change-over valve), McKinney *et al.*, 1950. En el mismo se compara la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de la muestra (R_m), con la de un estándar (R_s).

En el caso particular de INGEIS se usan como estándares:

- 1) CO_2 de mármol de Carrara (CO_2 -INGEIS 1).
- 2) CO_2 de una calcita de San Juan (CO_2 -INGEIS 2).
- 3) CO_2 de un tanque comercial purificado (CO_2 -INGEIS 3).

Estos estándares fueron medidos además, en el laboratorio de Isotope Hydrology de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), de la ciudad de Viena. La cantidad de patrones internos preparados, alcanzará para varias decenas de años de trabajo.

Cada muestra analizada se contrasta en por lo menos 6 ciclos contra la referencia de trabajo, y en cada serie se miden uno o dos estándares internos para verificar la calibración y determinar los factores de corrección (Craig, 1957; Dansgaard, 1969).

3.3. Expresión de los resultados

Los datos obtenidos en el espectrómetro de masas alimentan una computadora de mesa Hewlett-Packard 9825-A, de 7 Kbit de memoria, la cual por medio de un programa efectúa los cálculos de la muestra, su estadística, como así también corrige el valor hallado por los efectos de fondo, contribución de cola y mezcla en la válvula conmutadora del espectrómetro (Gonfiantini, 1970).

El resultado final se expresa con respecto al estándar internacional PDB*, de acuerdo con la ecuación

* PDB: estándar correspondiente al CO_2 extraído de la conchilla Belemnite americana de la Formación Pedee (Cretácico), de Carolina del Sur (USA). Para PDB $\delta^{13}\text{C} = 0\text{‰}$ (Craig, 1957).

$$\delta^{13}\text{C} = 1000 \frac{R_M - R_S}{R_S} \text{ PDB}$$

donde:

R_M : valor de la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de la muestra.

R_S : valor de la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en el estándar PDB.

$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$: desviación en partes por mil de la muestra con respecto a dicho estándar.

Un valor de $\delta^{13}\text{C}$ positivo indica que la abundancia del isótopo más pesado (^{13}C) es mayor en la muestra que en el estándar, mientras que un valor negativo señala lo contrario.

4. Resultados obtenidos

4.1. Muestras patrones

Se midieron más de 80 muestras siguiendo la técnica descrita. La mayor parte de estas mediciones se destinaron a la calibración del sistema de extracción, del espectrómetro de masas y de los estándares de trabajo del INGEIS.

Como estándares de trabajo de INGEIS se tienen: INGEIS-1: CO_2 de mármol de Carrara e INGEIS-2: CO_2 de calcita de San Juan. Estos fueron medidos en los laboratorios de OIEA y del INGEIS, con respecto al estándar NBS-20 (caliza Solenhofen), asumiendo para ésta un valor de $\delta^{13}\text{C} = -1,1 \text{ ‰}$, de acuerdo con los valores ha-

CUADRO 1.—Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$ (PDB), para el estándar INGEIS-1 mármol de Carrara, obtenidos en INGEIS y en el OIEA.

OIEA N°	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$	Extracción INGEIS	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$
1	2,58	C13006	2,80
2	2,63	C13011	2,70
3	2,59	C13019	2,65
		C13020	2,65
		C13024	2,25 °
		C13025	2,40
		C13030	2,60
		C13031	2,55
		C13038	2,50
		C13047	2,45
		C13042	2,50
		C13054	2,70

\bar{X}° 2,60 ± 0,02 \bar{X}° 2,59 ± 0,12

CUADRO 2.—Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$ (PDB), para el estándar INGEIS-2, calcita San Juan, obtenidos en INGEIS y en el OIEA.

OIEA N°	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$	Extracción INGEIS	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$
1	-0,85	C13001	-0,65 °
2	-0,70	C13003	-0,75
3	-0,84	C13004	-0,85
		C13005	-0,80
		C13009	-0,85
		C13016	-0,80
		C13017	-0,80
		C13018	-0,80
		C13026	-0,80
		C13027	-0,80
		C13039	-0,80
		C13041	-0,80
		C13046	

\bar{X}° - 0,80 ± 0,07 \bar{X}° - 0,79 ± 0,05

llados en la bibliografía (Craig, 1957; Hoefs, 1973).

En INGEIS, en ambos casos se utilizó

CUADRO 3.—Valor de $\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$ (PDB) para el estándar NBS-20 Solenhofen.

N°	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$
C13002	-1,0
C13007	-1,2
C13008	-1,3
C13014	-1,0
C13040	-0,4 °

\bar{X}° - 1,12 ± 0,15

como referencia de trabajo el CO_2 de un tanque comercial ($\delta^{13}\text{C} = -31,8 \text{ ‰}$) y del

CUADRO 4.—Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$, para el estándar carbonato de sodio MERCK.

N°	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰}$
C130109	-7,90
C130110	-7,80
C130111	-7,75
C130112	-8,00
C130113	-7,90
C130117	-7,90
C130118	-7,90
C130119	-7,80
C130120	-7,95
C130121	-7,85

\bar{X}° - 7,90 ± 0,08

° Error expresado como ± 1 σ .

° En todos los casos se eliminaron las muestras para las cuales $(X - \bar{X}) > 2 \sigma$.

mármol de Carrara (INGEIS-1) para el cual $\delta^{13}\text{C} = 2,6 \text{‰}$. Además, se midió una muestra de Solenhofen contra el estándar INGEIS-1, tomando para éste el valor hallado en el OIEA.

Los resultados encontrados para estas muestras se dan en los cuadros 1, 2, 3 y 4.

4.2. Muestras de investigación

Se efectuó la medición del valor de $\delta^{13}\text{C}$ en una serie de 21 muestras de conchillas del litoral de las provincias de Buenos Aires, de Santa Cruz y de Tierra del Fuego, que fueron datadas por el método de carbono-14. Estos valores fueron utilizados para corregir las edades obtenidas (Alberó, M. C. *et al.*, 1980).

Además, se realizaron otras mediciones en muestras diversas como ser "carbonato de sodio Merck" y "ácido oxálico NBS". El primero se usará cuando se aplique el método de interpolación con dos estándares (Dansgaard, 1969) y el segundo se utiliza actualmente como patrón en el método carbono-14.

Los valores obtenidos se presentan en el cuadro 5.

Además y con el objetivo de determinar las condiciones del fraccionamiento isotópico del carbono en calizas cristalinas, se determinó el valor de $\delta^{13}\text{C}$ en 13 muestras de mármoles cálcicos y dolomíticos de la provincia de Córdoba*. Los datos analíticos,

* Se agradece al doctor Carlos E. Gordillo de la Universidad Nacional de Córdoba, la gentileza de haber hecho llegar muestras de su colección para este estudio.

CUADRO 5.—Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ (PDB), de muestras de conchillas de diversos lugares y del ácido oxálico NBS.

Extrac. N°	Tipo de muestra	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$
C130012	Conchilla AC 0025	1,7
C130013	" AC 0024	2,1
C130022	" AC 0023	2,2
C130023	" AC 0028	1,5
C130032	" AC 0003	2,5
C130033	" AC 0027	1,1
C130035	" AC 0026	1,9
C130037	" AC 0029	1,2
C130131	" AC 0030	0,7
C130133	" AC 0032	0,9
C130134	" AC 0033	0,9
C130135	" AC 0034	1,3
C130174	" AC 0031	— 1,7
C130175	" AC 0038	1,5
C130176	" AC 0039	0,5
C130177	" AC 0040	1,7
C130179	" AC 0041	1,2
C130180	" AC 0042	0,6
C130181	" AC 0043	2,3
C130182	" AC 0046	1,2
C130183	" AC 0047	1,8
C130052	Acido oxálico NBS	— 22,5
C130053	" " "	— 22,5

ubicación geográfica y tipo de muestra analizada, se indican en el cuadro 6.

De la observación de los resultados se destaca la gran dispersión de los valores hallados, lo que no permite obtener una conclusión coherente sobre el fraccionamiento isotópico de las calizas cristalinas. Debido a la diversidad de los fenómenos relacionados con el metamorfismo capaces de producir distintos grados de fraccionamiento y a la eventual diferente composición isotópica inicial de los materiales, etc.; los resultados deben examinarse desde un punto de vista

CUADRO 6.—Valores de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ (PDB), de calizas cristalinas de la provincia de Córdoba.

AIE N°	Localidad	Tipo de muestra	$\delta^{13}\text{C} \text{‰}$
0076	Pampa de Olaen	Cálcica	2,3 ± 0,1
0077	Cant. Dol-Cal, Bosque Alegre	Dolomítica	1,6 ± 0,1
0078	Camino a Bosque Alegre	Dolomítica	4,0 ± 0,1
0079	Cant. Iggam, Los Gigantes	Dolomítica	0,9 ± 0,1
0080	Cant. El Peje, Bosque Alegre	Dolomítica	4,6 ± 0,1
0081	Cant. Iggam, Alta Gracia	Dolomítica	3,0 ± 0,1
0082	Cant. Ferreyra, Malagueño	Cálcica	0,9 ± 0,1
0083	Cant. Michelotti, La Calera	Dolom. + Cálcica	0,5 ± 0,1
0084	Quilpo Sur, Cruz del Eje	Cálcica	2,1 ± 0,1
0085	Yocsina	Cálcica	— 1,4 ± 0,1
0087	Cant. El Molino, Characato	Cálcica	2,8 ± 0,1
0088	Cant. río Pintos, Cruz del Eje	Cálcica	2,3 ± 0,1

estadístico, es decir, buscar una cierta tendencia. En este caso, el número de muestras analizadas es pequeño y por lo tanto no permite llevar a cabo un enfoque como el mencionado. Por ello, los valores presentados se consideran solamente en forma preliminar.

5. Discusión de los resultados y conclusiones

Un estudio detenido de todos los valores hallados durante el curso de esta investigación, permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. — Los valores promedio de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ obtenidos en INGEIS para los estándares INGEIS-1 (Mármol de Carrara) e INGEIS-2 (Calcita de San Juan), de $2,59 \pm 0,12$ y $-0,79 \pm 0,05$, respectivamente, concuerdan muy bien con los hallados por uno de los autores (H. O. P.) en el laboratorio de Hidrología Isotópica del Organismo Internacional de Energía Atómica de $2,60 \pm 0,02$ y de $-0,80 \pm 0,07$ (cuadros 1 y 2).
2. — Los resultados hallados para la calcita de San Juan (INGEIS-2) muestran una excelente reproducibilidad para 13 análisis (cuadro 2). Lo mismo puede decirse para los obtenidos sobre el carbonato de sodio Merck en 10 análisis (cuadro 4).
3. — En cambio, los correspondientes al mármol de Carrara (INGEIS-1), son más fluctuantes (cuadro 1). Esto se debe probablemente a que durante las experiencias se modificaron las condiciones de extracción con el fin de disminuir los tiempos de operación. Esto pudo dar origen a fraccionamientos isotópicos que

son los responsables de las variaciones encontradas. Se estima que en el futuro la reproducibilidad mejorará para estas muestras, dado que se acotarán los parámetros de trabajo, por lo cual podrá ser utilizada como estándar de laboratorio.

4. — El valor medio hallado para la caliza (Solenhofen (NBS-20), de $-1,12 \pm 0,15 \text{‰}$, concuerda muy bien con el aceptado internacionalmente de $-1,1 \text{‰}$ (cuadro 3).
5. — Los valores de $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$ para conchillas de diversos lugares del país (cuadro 5), confirman su origen marino, ya que ellos se hallan cercanos al valor de $\delta^{13}\text{C} = 0 \text{‰}$ (Keith y Weber, 1964).
6. — Sobre las calizas cristalinas se poseen datos con una dispersión mayor que la esperada previamente, entre 4,6 y $-1,4$; debido a los procesos involucrados durante el metamorfismo como ya se mencionara, deberá contarse con un mayor número de datos analíticos para poder lograr conclusiones de valor. Los resultados encontrados al parecer, indican que las calizas cristalinas dolomíticas están enriquecidas en el isótopo más pesado, con relación a las cálcicas.

Agradecimientos

Los autores desean hacer llegar su agradecimiento a las autoridades de las Instituciones Responsables del INGEIS por el apoyo brindado, el que permitió llevar a cabo la puesta en operación del laboratorio. Del mismo modo, lo hacen extensivo a los demás integrantes del Instituto, que de una u otra forma colaboraron en esta tarea.

Lista de trabajos citados en el texto

- Alberó, M. C., F. Angiolini, J. L. Balbuena, J. O. Codignotto, E. Linares y N. E. Weiler, 1980. *Primeras edades carbono-14 de afloramientos de conchillas del Cuartario del litoral de la provincia de Buenos Aires*. *Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXV (3): 363-374.*
- Craig, H., 1957. *Isotopic standards for carbon and oxygen and corrections factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide*. *Geochim. et Cosmoch. Acta, 12, 133.*
- Dansgaard, W., 1969. *Oxygen-18 analysis of water*. *Medd. on Gronland. 177, 33.*
- Faure, G., 1977. *Principles in Isotope Geology*. John Wiley and Sons.
- Gonfiantini, R., 1970. *Mass spectrometer data treatment for ^{18}O and Deuterium determination*. IAEA, Final Report, November.
- Hoefs, J., 1973. *Stable Isotope Geochemistry*. Springer-Verlag, New York.

- Keith, M. L. y J. M. Weber, 1964. *Carbon and Oxygen isotopic composition of selected limestones and fossils*. *Geochim. et Cosmochim. Acta* 7, 255-286.
- McCrea, J. M., 1950. *The isotopic Chemistry of carbonates and a paleotemperature scale*. *Journ. Chem. Phys.*, 18, 849.
- McKinney, C. R., J. M. McCrea, S. Epstein, A. A. Allen y H. C. Urey, 1950. *Improvements in mass spectrometers for measurements of small differences in isotopic abundance ratios*. *Rev. Sci. Instruments*, 21, 724.
- Nier, A. O., 1950. *A redetermination of the relative abundance of the isotopes of carbon, nitrogen, oxygen, argon and potassium*. *Phys. Rev.* 77, 789.
- Rankama, K., 1954. *Isotope Geology*. London, Pergamon Press.
- 1976. *Progress in isotope Geology*. New York Intersciences Pub.

Recibido: 6 agosto, 1980.

E. LINARES

INGEIS

Departamento Ciencias Geológicas
Fac. Cs. Exactas y Nat.
Ciudad Universitaria
Pabellón 2
1428 Buenos Aires.

H. O. PANARELLO

C. M. GARCIA

S. A. VALENCIO

INGEIS

Ciudad Universitaria
Pabellón 2
1428 Buenos Aires.

SANTONIANO-CAMPANIANO: ESTRATIGRAFIA Y CONTENIDO AMMONTIFERO. CUENCA AUSTRAL

GRACIELA BLASCO DE NULLO, FRANCISCO NULLO y CESAR PROSERPIO

Resumen

Se describen las unidades estratigráficas características del Cretácico superior para el área de la Cuenca Austral, comprendida entre los lagos San Martín y Argentino. Se acompaña con la descripción de perfiles estratigráficos y la ubicación de los niveles portadores de ammonites.

El conjunto descripto está integrado por: *Hypophylloceras ramosum* Meek, *Argentoscaphites mutantibus* n. gen. n. sp., *Parabinneyites paynensis* (Favre) var. *leanzai* n. var., *Gaudriceras* sp., *Parapuzosia* ? sp., *Kitchinites* (*Neopuzosia*) *guanaquensis* n. sp., *Desmophyllites diphyloides* Forb., *Kossmaticeras* (*Natalites*) *altavistensis* n. sp., *Neograhamites* aff. *taylori* Spath, *Gunnarites kalika* (Stoliczka), *Maorites tenuicostatus* ? Marshall, *K. (N.) centinelaensis* n. sp., *Gunnarites* aff. *G. antarcticus*, *Anapachydiscus* cf. *A. deccanensis* Stol. var. *menabensis* Coll., *Placenticerias* aff. *P. meeki*, *Reginaites* aff. *R. leei* (Reeside) y *Eutrephoceras* simili.

De acuerdo a la asociación faunística se le asigna a los terrenos aflorantes en esta área una edad santoniana-campaniana, correspondiéndose en cada caso con la posición respectiva de los ejemplares en cada uno de los niveles de los perfiles descriptos.

Introducción

El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer un conjunto de ammonites santoniano-campanianos recolectados a lo largo de varias campañas en el área de los lagos Viedma y Argentino. La descripción de la fauna está acompañada de los correspondientes perfiles estratigráficos con el fin de ubicar el conjunto fosilífero; dichos perfiles corresponden a sectores parciales de las distintas unidades formacionales tratadas. Las nuevas formaciones utilizadas son caracterizadas en su totalidad aunque solo se describa en detalle aquellos sectores paleontológicamente fértiles.

Se intentó, también, la correlación estratigráfica entre las distintas unidades lo que permitió variar ligeramente el cuadro estratigráfico mantenido hasta el presente para esta porción de la cuenca.

Abstract

Upper Cretaceous geological units located between lago San Martín and lago Argentino are described. The stratigraphic characteristic sections in these areas show the place where the ammoniferous fauna are located.

The faunal assemblage consists in: *Hypophylloceras ramosum* Meek, *Argentoscaphites mutantibus* n. gen. n. sp., *Parabinneyites paynensis* (Favre) var. *leanzai* n. var., *Gaudriceras* sp., *Parapuzosia* ? sp., *Kitchinites* (*Neopuzosia*) *guanaquensis* n. sp., *Desmophyllites diphyloides* Forb., *Kossmaticeras* (*Natalites*) *altavistensis* n. sp., *Neograhamites* aff. *taylori* Spath, *Gunnarites kalika* (Stoliczka), *Maorites tenuicostatus* ? Marshall, *K. (N.) centinelaensis* n. sp., *Gunnarites* aff. *G. antarcticus*, *Anapachydiscus* cf. *A. deccanensis* Stol. var. *menabensis* Coll., *Placenticerias* aff. *P. meeki*, *Reginaites* aff. *R. leei* Reeside y *Eutrephoceras* simili.

This assemblage permits to assign a Santonian-Campanian age to the different units here described, according with the relative position of the different ammonites in the stratigraphic sections.

Antecedentes

Este sector de Cuenca Austral fue tratado por varios autores. Aquellos que lo han hecho recientemente presentan, aparte de sus observaciones, recopilados los sucesivos avances del conocimiento geológico y paleontológico de la región tratada. Una de las primeras contribuciones de carácter eminentemente paleontológico se debió a Feruglio (1936); esta obra, conjuntamente con aquellas del mismo autor de 1938 y 1944-45, en donde priva la estratigrafía, puede decirse que, aun hoy, salvo modificaciones de carácter formal, mantienen su vigencia y son fuente de reiteradas consultas. En áreas situadas algo más al este, cabe igual mérito a Piatnitzky (1938) quien describió numerosos perfiles que, por su objetividad, son de gran utilidad en el reconocimiento de las distintas unidades aflorantes.

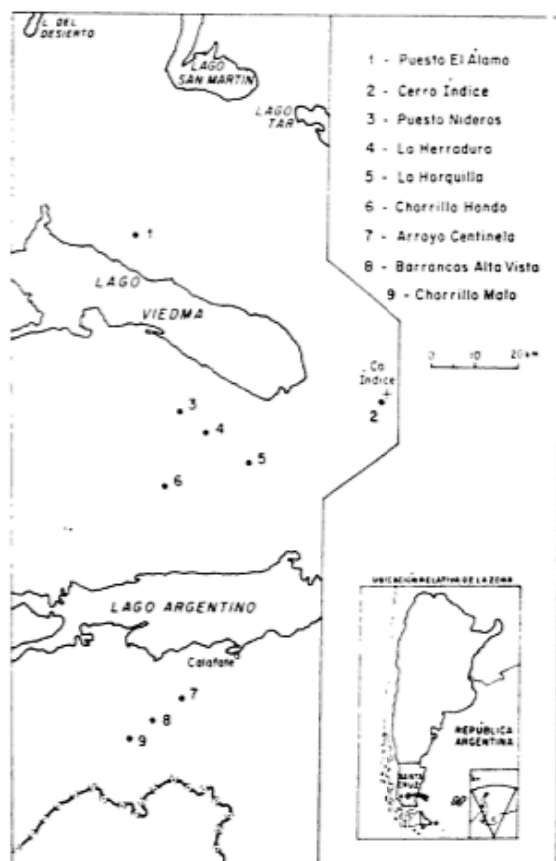


Figura 1

Recientemente, Riccardi y Rolleri (1980) presentaron un extenso trabajo en el que figuran las distintas corrientes de pensamiento existentes y los cambios estratigráficos ocurridos en la comarca hasta la fecha. La no inclusión de un mapa geológico de la comarca dificulta la correcta interpretación de las unidades descritas, principalmente para las secuencias del Cretácico superior.

Blasco *et al.* (1980 a y b), Nullo *et al.* (1980), Nullo (1979, 1980) y Proserpio (1979, 1980) trataron la geología de esta comarca tanto para el Cretácico inferior como para el superior.

Los restantes antecedentes, aunque poco numerosos no por ello menos importantes, serán presentados al tratar las respectivas unidades, en especial de aquellas que constituyen el objeto de este trabajo.

Estratigrafía

Las unidades pre-santoniano-campanianas que constituyen el sustrato de la Cuenca Austral serán tratadas solo en forma somera

ya que no hacen a la esencia del trabajo. En orden de edad decreciente ellas son la Formación Bahía La Lancha (Borrelo, 1967; Padula *et al.*, 1967; Riccardi, 1971; Nullo *et al.*, 1978) de edad paleozoica, integrada por pelitas y psamitas fuertemente replegadas. En discordancia, se dispone el Complejo El Quemado (Riccardi, 1971; Nullo *et al.*, 1978; Blasco *et al.*, 1979) constituido por vulcanitas ácidas a mesosilíceas y sus tobas asociadas cuya edad, para una parte de la secuencia, brindó un valor radiométrico de 158 ± 10 m.a., asignándose a la Jurásico.

Con la Formación Springhill se estableció definitivamente la cuenca marina jurásico-cretácica; está integrada por psamitas y fue descrita en detalle en varias oportunidades por Riccardi (1971 y 1976), Riggi (1977) y Blasco *et al.* (1979). La edad de la unidad es tithoniana en lago Argentino presentando hacia el norte edades más jóvenes.

La Formación Río Mayer la cubre concordantemente; está integrada por pelitas oscuras y su edad varía entre el Tithoniano y el Cenomaniano superior-Turoniano inferior. El intervalo que ocupa esta unidad y sus engranajes laterales ha sido desarrollada por Blasco *et al.* (1980 b).

En el área comprendida entre el lago Fontana y esta comarca presenta una gran variación en la edad de los términos pelíticos y psamíticos cuspidales, gradando los mismos de norte a sur, encontrándose los términos más jóvenes en la zona austral. El análisis pormenorizado de la cuenca hace suponer, sobre la base de la falta de contemporaneidad de los eventos regresivos y las características litológicas ambientales de las distintas unidades, que el avance de la continentalización en la cuenca, desde el norte hacia el sur, se realizó, principalmente, en forma de deltas progradantes asociados con sistemas de islas de barrera abarcando este proceso el intervalo comprendido entre el post Barremiano por el norte hasta el Cenomaniano por el sur.

Sin aparente discordancia se disponen sobre la Formación Río Mayer distintos cuerpos litológicos que recibieron denominaciones formacionales independiente. De acuerdo con su contenido paleontológico y edades asignados a los mismos, estas unidades engranan lateralmente marcando la regresión del mar cretácico en esta porción de la Cuenca Austral, la que abarca desde el Turoniano hasta el Campaniano medio. En el sector tratado, las unidades portadoras de

la fauna santoniano-campaniana son las Formaciones Río Guanaco, Mata Amarilla y Puesto El Alamo las que serán tratadas a continuación; junto con ellas se tratará la Formación Anita ya que la misma también forma parte de la culminación del ciclo marino del Cretácico superior.

Formación Río Guanaco

pars Estratos de la Anita (Feruglio, in Fossa Mancini et al., 1938 y Feruglio 1944-45) parte superior de la sección "B", al sur del lago Viedma (Feruglio, 1938) nivel "1" al sur del lago Argentino (Feruglio, 1938)

Miembro superior de la Formación San Martín en el puesto El Alamo (Leanza, 1970) Formación Las Hayas (Furque, 1971 y 1973) Formación Anita (Leanza, 1972) Formación Cerro Toro (Riccardi y Rolleri, 1980)

pars Formación La Anita, al sur del lago Argentino (Riccardi y Rolleri, 1980)

Las sedimentitas incluidas en esta formación fueron descritas con anterioridad por otros autores quienes les adjudicaron diversas denominaciones, edades y significado paleogeográfico. Es así que Feruglio (1938) reconoció en las Barrancas Blancas, inmediatamente al oeste del río Guanaco en su salida al lago Viedma, la parte superior de la sección "B" descrita para el área del río Shehuen; es un complejo sedimentario con un espesor visible de 155 m en donde se alternan arcillas grises, gris verdes y negruzcas con areniscas grises y gris verdosas que contienen dientes de selacios. En la cuenca del lago Argentino el Complejo esquistoso Tithoniano a Cenomaniano-Turoniano pasa gradual y concordantemente a . . . "una formación muy espesa de areniscas y arcillas que abarca el Senoniano y quizás también el Daniano" . . . Dividió convencionalmente al conjunto en cuatro secciones que, de abajo hacia arriba, son:

1. Areniscas grises, de matices variados, resistentes, separadas por interposiciones arenosas o arenoarcillosas grises. Contiene *Exogyra guaranítica* y *Holcodiscus hauthali*. En la barda sur de la Anita presenta 300-315 m y descansa sobre arcillas oscuras, más o menos esquistosas, que alternan con areniscas y que sirven de transición a la serie esquistosa infrayacente.
2. Arcillas violáceas y grises con lenticiones de pudinga; contienen hojas de

Dicotiledoneas, madera petrificada y raros moluscos marinos. Al sur de la Anita mide 250 metros.

3. Areniscas grises, verdes y, más raramente, rojas con algún banco lenticular de pudinga e interposiciones arcillosas y arcillo-arenosas. Tiene madera petrificada, huesos de dinosaurios y, en varios niveles, fósiles marinos en su mayor parte comunes con la fauna de *Lahillia luisa* del cerro Cazador; en la meseta, entre Calafate y la estancia Quien Sabe presenta un espesor de 450 m. A unos 300 m de la base existe un horizonte rico en *Malletia gracilis*, *Trigonia patagonica*, *T. de-stefanii*, *Lahillia luisa*, *Cytherea rothi*, *Natica cerreria*, *Scalaria fallax*, *Arrhoges gregaria*, *Cominella tumida*, *Cinulia pauper* y otros asociados a *Ostrea groeberi*, *Terebratella insignis* y *Bouchardia conspicua*. Los braquiopodos se tornan abundantes en las capas suprayacentes las que por posición y contenido faunístico se pueden paralelizar con el horizonte "D" (de Man Aike) de la región del lago Viedma y del valle del río Shehuen.
4. Arcillas grises, de tonos variados que alternan con areniscas friables; presentan intercalaciones carbonosas y trozos de madera petrificada sin fósiles marinos; cerca de 200 metros.

Posteriormente, Feruglio (1944-45) reconoció, sobre la margen norte del lago Argentino, este conjunto aflorando desde el arroyo Horqueta hasta la meseta de Fernando Fernández y, sobre la margen sur, desde la altura del lago Rico hasta la estancia Quien Sabe. Dividió las exposiciones en dos secciones: una inferior (Estratos de la Anita) y una superior constituida por los Estratos del Chorrillo o Estratos con Dinosaurios, Estratos de Calafate y Estratos del Río Leona en orden de antigüedad decreciente. Las secciones de Feruglio (1944-45) se corresponden con aquellas de Feruglio (1938) de la siguiente forma:

<i>Feruglio (1938)</i>	<i>Feruglio (1944-45)</i>
sección 1	Sección inferior: Estratos de la Anita Estratos del Chorrillo
sección 2	Sección superior: Estratos de Calafate Estratos del Río Leona

Los niveles que en las Barrancas Blancas caracterizó como la parte superior del nivel "B" (Feruglio, 1938) los denominó es esta oportunidad (Feruglio, 1944-45) como Estratos de la Anita mientras que aquellos que lo sobreyacen constituyen los Estratos con Dinosaurios. Reconoció también como Estratos de la Anita a los bancos que afloran en la base del faldeo norte del cerro Fortaleza, superponiéndoseles allí los Estratos con Dinosaurios y el Horizonte de Man Aike.

Leanza (1970) describió en el área del puesto El Alamo una sección constituida por una sucesión de lutitas laminadas y limolitas gris oscuras y areniscas gris verdosas con concreciones calcáreas, de 400 m de espesor y que según este autor correspondería al miembro superior de su Formación San Martín.

Furque (1973) describió la Formación Las Hayas, perteneciente al Santoniano-Campaniano, separada del substrato por una discordancia. El miembro inferior de esta unidad (Horqueta) consiste, predominantemente, en lutitas portadoras de *Inoceramus sp.* y *Eupachydiscus sp.* de Leanza (1969) mientras que el miembro superior (Alta Vista) corresponde, tanto al norte como al sur del lago Argentino, a parte de los Estratos de la Anita de Feruglio (1944-45).

Leanza (1972) formalizó la denominación de Feruglio (*in* Fossa Mancini *et al.*, 1938) como Formación Anita; los afloramientos corresponden a los citados por Feruglio (1938 y 1944-45) y mientras que aquellos del sur del lago Argentino los ubicó apoyados sobre lutitas negras albianas o, quizás, cenomanianas a los del norte del lago los reconoció descansando, sobre una formación lutítica que contenía *Eupachydiscus* referibles al Santoniano superior o Campaniano inferior (Leanza, 1969). Con referencia a esta forma fósil, la misma fue reclasificada como *Calycoceras sp.* (Riccardi, 1979) del Cenomaniano lo que posibilitó incluir a las lutitas aflorantes entre los arroyos de las Hayas y Horqueta, no ya solo por su litología sino ahora también por su edad, en el "Complejo esquistoso Tithoniano" de Feruglio (1944-45) como oportunamente lo hiciera este autor o en la Formación Río Mayer (Blasco *et al.*, 1979).

Malumián y Proserpio (1979) describieron un conjunto de foraminíferos aglutinados cretácicos de las proximidades del puesto Nideros atribuyendo los sedimentos portadores a la Formación Las Hayas (Furque,

1971) aflorantes más al sur, los que ahora son incluidos en esta unidad.

Blasco *et al.* (1980 b) trataron someramente a esta unidad considerando que podría corresponderse, total o parcialmente, con el Miembro Alta Vista de la Formación Las Hayas (Furque, *op. cit.*).

Nulló *et al.* (1980) presentaron una caracterización más completa de esta formación como así también su distribución en el área comprendida entre el lago San Martín y el cordón de los Cristales.

Riccardi y Rolleri (1980) ubicaron, concordantemente sobre la Formación Río Mayer, a la Formación Cerro Toro (Katz, 1963) la que se extendería desde el lago Viedma hacia el sur hasta la región de Última Esperanza, en territorio chileno; a la latitud del lago Argentino está cubierta por la Formación Anita. La Formación Cerro Toro (*sensu* Riccardi y Rolleri, 1980) estaría remplazada, al norte del lago Viedma, por la Formación El Alamo y, hacia el este, en la región de Piedra Clavada, por la Formación Pari Aike. En el área del lago Argentino, Riccardi y Rolleri (1980) no incluyeron dentro de esta unidad a los niveles con pellicipodos y kossmaticerátidos los que son mencionados en la descripción de la Formación Anita (*sensu* Riccardi y Rolleri, 1980). En este trabajo se desestimó la denominación de Formación Cerro Toro ya que no guarda una entera equivalencia ni litológica ni temporal con la aflorante en territorio chileno, más teniendo en cuenta que los citados autores incluyeron dentro de su Formación Anita niveles psamo pélicos de edad pre-Campaniana media que en territorio chileno constituyen el techo de la Formación Cerro Toro (*sensu* Katz, 1963) en las comarcas situadas al norte de la localidad tipo mientras que, en el sur, son remplazados por niveles psefíticos de igual edad.

La Formación Río Guanaco se extiende, en sentido meridional, desde poco al sur del lago San Martín —bahía Chacabuco— por el norte hasta el límite argentino-chileno por el sur, constituyendo una faja de ancho variable (Nulló *et al.*, 1980; mapa geológico). Presenta en toda su extensión ligeras variaciones laterales (véase figura 2) que son el resultado del comportamiento diferencial del ambiente de deposición. La posibilidad de recorrer la casi totalidad de los afloramientos permitió reconocer esas variaciones locales como así también poder

establecer ciertas características generales (patrones litológicos, contenido faunístico y posición estratigráfica) que facilitaron su inclusión en una sola unidad.

La unidad tratada se encuentra depositada, sin discordancia aparente, sobre la Formación Río Mayer y entre ambas se produce una ruptura litológica marcada, en particular entre los lagos Viedma y Argentino, la que ocurre transicionalmente y con un ancho variable según el área. La Formación Río Guanaco presenta areniscas cuarzo feldespáticas grises, pardas, amarillas y verdes, de grano mediano a fino, en ocasiones gruesas y conglomerádicas, con interposiciones pelíticas grises, pardas y moradas en la base que hacia arriba se tornan más conspicuas y potentes, llegando a constituirse en el tipo litológico dominante; hacia el techo, en varias localidades, presenta una disposición rítmica, con alternancias de areniscas y arcilitas en finas capas. Culmina la secuencia con un conjunto de areniscas, similares a aquellas de la base, en bancos poco potentes e intercalaciones pelíticas. Esta caracterización de la unidad es muy general ya que los cambios laterales que presentan harían necesario un perfil particular para cada localidad por próximas que estas sean. Se utilizó la denominación Río Guanaco dado que esta unidad se halla muy bien representada a lo largo del citado curso, desde la estancia La Sofía al oeste y la estrechura situada aguas abajo de la estancia La Herradura al este.

Estructuralmente, la Formación Río Guanaco se encuentra plegada, con sus ejes orientados según una dirección aproximadamente norte sur y una intensidad que varía en toda su extensión; transversalmente a la estructura, el plegamiento siempre es más intenso sobre el sector occidental de los afloramientos. La Formación se encuentra afectada por una serie de fallas inversas de bajo ángulo con el plano de corrimiento inclinado hacia el oeste y el labio hundido al este. La orientación de estas últimas es también aproximadamente meridional.

La unidad considerada brindó numerosas formas fósiles en diversas localidades. Las mismas están constituidas por amonites (Blasco *et al.*, 1980; Nullo *et al.*, 1980), gastrópodos, pelecípodos, foraminíferos aglutinados (Malumián y Proserpio, 1979) y en menor proporción, planctónicos y bentónicos calcáreos (Malumian, 1979 M.s.) y abundantes palinomorfos (Pöthe de Baldi, 1978 y 1979 M.s.). En general, los fósiles

caracterizan la parte media y superior de la secuencia; la parte inferior sólo brindó escasos moldes de bivalvos muy mal conservados.

Por último serán tratados los afloramientos del arroyo Centinela, los que por su contenido fosilífero, constituyeron durante largo tiempo el principal elemento de juicio para el establecimiento, en la comarca, de una discordancia o hiato dentro de la secuencia cretácica (Feruglio, 1936 y 1944-45; Furque, 1971 y 1973; Riccardi, 1979 entre otros). En el arroyo Centinela, por debajo de las areniscas de la Formación Anita, aflora la parte superior de la Formación Río Guanaco. Entre el citado arroyo y los afloramientos del cerro Cristal y estancia La Gerónima se hacen visibles niveles cada vez más bajos de esta Formación, hasta los estratos portadores de *Inoceramus hobetsensis* de edad turoniana.

Los antecedentes sobre la edad de los niveles aflorantes entre el arroyo Centinela y la estancia La Gerónima datan de Feruglio (1936) quien observó la presencia de "*Guadryceras desmoceratoides* (Stolley)" en la desembocadura del arroyo Centinela en el llano, margen izquierda, atribuyéndoles una edad similar al Albiano del lago San Martín. También observó "*Holcodiscus hauthali*" Pauleke al S6-8W de la estancia Anita y "*Kossmaticeras cf. antarcticum*" (St. W.) cerca de la estancia La Gerónima.

Leanza (1967) sinonimizó al "*Guadryceras desmoceratoides* (Stolley)" de Feruglio (1936) con *Feruglioceras piatnitzkyi* Leanza atribuyéndole a éste edad aptiana superior-albiana inferior siguiendo a Collignon (1952) y atribuyó para el *Holcodiscus hauthali* (Favre) de Feruglio (*op. cit.*) edad campaniana superior?-maestrichtiana. Sobre esta base planteó la posibilidad de una discordancia entre las capas de la margen izquierda del arroyo Centinela (aptiano-albianas) y las capas poco al sur de la estancia Anita.

Furque (1973) por su parte introdujo, al parecer, una superposición entre el "Miembro Alta Vista" de la "Formación Las Hayas" y el "Miembro El Barco" de la "Formación Anita". Se trataría aparentemente de las mismas subunidades llamadas con nombres diferentes y edades disímiles.

Riccardi (1979: 65) al tratar la presencia de *Calycoceras sp* en el arroyo Horqueta volvió a referirse a la posible discordancia introducida por Leanza (1967). Riccardi y Rolleri (1980) citaron en las lutitas, consi-

deradas aquí Formación Río Guanaco, la presencia de *Maorites densicostatus* con lo cual desvirtuaron la existencia de discordancias entre las lutitas y las areniscas de la Formación Anita (*op. cit.*).

Resta aclarar que el "*Guadryceras desmo-ceratoides* (Stolley)" de Feruglio (1936) proviene de pocos metros por debajo del "*Maorites densicostatus*" (Riccardi y Rolleri, 1980) y de la orilla opuesta del arroyo en cuestión. Como puede observarse en Nullo *et al.* (1980) estos fósiles, conservados como improntas aplastadas, se pueden considerar perfectamente como Kosmaticeratidae de los géneros *Maorites* o *Gunnarites* de tipo *kalika* juveniles (ver Nullo *et al.*, 1980). El contenido de amonites en los bolsones fosilíferos en los últimos niveles en la margen derecha del arroyo Centinela y en las quebradas por detrás de la estancia Alta Vista permitió asignarlos al Campaniano inferior a medio y, por otra parte, desvirtuar todo tipo de hiatos o discordancias entre el arroyo Centinela y la estancia La Gerónima, pasando por las estancias Anita y Alta Vista, Chorrillo Malo y cerro Cristal. Cabe destacar que niveles inferiores de la unidad arcillo arenosa aflorante en el cerro Cristal y estancia La Gerónima son portadores de *Inoceramus hobetsensis* del Turoniano y, entre estos y los superiores, se puede hallar una variada fauna de moluscos que incluye *Baculites spp.*, *Parapuzosia sp* e *Inoceramus* de los grupos "*andinus*" y "*Steinmanni*" con lo que estarían representados niveles entre el Turoniano y el Campaniano inferior a medio; en estos niveles quedan incluidos aquellos en los que Feruglio (1936, 1944-45) citó una gran variedad de moluscos y los describió para sus "Estratos de la Anita". Las areniscas amarillentas con las que culmina la secuencia cretácica regresiva y que constituyen la considerada aquí como Formación Anita no han proporcionado moluscos marinos según observaciones recientes de los autores.

Formación Mata Amarilla (Feruglio, en Fossa Mancini, *et al.*, 1938)

Piatnitzky (1938) reconoció en la pendiente oriental del cerro Bagual (Mata Amarilla) más de 150 m de arcillas grises y oscuras con areniscas portadoras de *Cytherea* y por encima de las mismas, algo más de 100 m de areniscas amarillentas, rojizas

grises con intercalaciones de arcillas conteniendo una fauna con: *Corbula? shehuena*, *Exogira guaranítica*, *Modiola araucana*, *Potamides patagoniensis*, *Trigonia winhauseniana*, *Protocardia shehuenensis*; luego de un tramo cubierto, halló una intercalación de toba esquistosa dentro de las arcilitas negras y en sus niveles superiores impresiones de *Gleichenites sanmartini* junto con otras impresiones plantíferas que atribuyó al Cretácico más alto. En la pendiente meridional del mismo cerro reconoció una secuencia equivalente, que en la parte superior contenía restos de dinosaurios.

Feruglio (1938) para el área del río Shehuen, entre Piedra Clavada y Mata Amarilla reconoció varias secciones, siendo la Sección B, para los autores, por su litología, la correspondiente a esta unidad. Leanza (1972) describió esta Formación y mencionó en ella la presencia de *Peroniceras santacruzense* en el cerro Índice. Russo y Flores (1972) y Russo *et al.* (1980) ubicaron los afloramientos más representativos de esta unidad a lo largo del río Shehuen y entre este y el lago Cardiel. Riccardi y Rolleri (1980) la caracterizaron como una sucesión de arcilitas y limolitas que alternan con areniscas friables; en la parte inferior presenta una fauna marina y en la superior restos de árboles petrificados y huesos de dinosaurios. El espesor de la Formación disminuye hacia el río Leona; es cubierta concordantemente por la Formación Pari Aike al norte mientras que hacia el sur es reemplazada por la Formación Cerro Toro y cubierta por la Formación Anita (*op. cit.*).

Blasco *et al.* (1980) describen los afloramientos del cerro Índice consistentes en más de 190 m de arcilitas y areniscas subordinadas con estratificación paralela, portadoras de una abundante fauna de *Placenticerias*. Las características biofaciales y estructurales presentes en esta localidad llevaron a estos autores a considerar que la Formación Mata Amarilla se depositó en un ambiente de aguas someras, restringidas y cercanas a la costa. Nullo *et al.* (1980) describieron esta unidad, caracterizándola como más pelítica en sus exposiciones occidentales y más psamítica en las orientales.

La presencia del género *Placenticerias* en varias localidades permitieron a Blasco *et al.* (1980) reconocer que esta unidad engrana lateralmente hacia el oeste y noroeste, con los términos marinos de aguas abiertas (Formación Río Guanaco) y costeros (Forma-

ción Puesto El Alamo) y no con aquellos continentales de la Formación Chorrillo (Russo y Flores, 1972 y Russo *et al.*, 1980) o como proponen Riccardi y Roller (1980) que los afloramientos de esta Formación se acuñan hacia el oeste. La Formación Mata Amarilla corresponde a los niveles arcillosos y arcillo arenosos marinos de Piatnitzky (1938) y en su totalidad al nivel "B" de Feruglio (1938). Aflora en los alrededores de la localidad de Tres Lagos; al norte en el cerro Bagual y alrededores (Mata Amarilla); hacia el este hasta la estancia Mata Amarilla, hacia el sur en la estancia Pari Aike y hacia el suroeste en el cerro Índice; los últimos afloramientos en esa dirección se hallan situados al sur del citado cerro y separados de éste por un amplio cañadón. Descansa concordantemente sobre la Formación Piedra Clavada. Una localidad de fácil acceso para observar esta relación se encuentra inmediatamente al este de Tres Lagos, sobre la margen derecha del río Shehuen, en la desembocadura de un amplio valle a unos dos kilómetros al sur. Se encuentra cubierta por los "Estratos con Dinosaurios" (Formación Pari Aike y Chorrillo al este y oeste respectivamente). En el cerro Índice esta unidad aflora en el sector oeste del mismo, la litología está compuesta principalmente por una secuencia arcillosa de color pardo claro con intercalaciones delgadas de niveles de areniscas (fig. 2). En el afloramiento al sur del cerro la secuencia está integrada con pelitas oscuras de color morado, finamente laminadas y seguida por niveles de areniscas de color pardo claro, las que contienen una abundante fauna de pelecípodos y baculites. Posiblemente estos niveles arenosos cuspidales se correspondan con sus equivalentes en la Formación Anita algo más al oeste.

Formación Puesto El Alamo

Feruglio (1944-46) caracterizó un perfil parcial del Senoniano en el vallecito situado al nornoroeste de la estancia La Primera (Viedma I°). Consiste en areniscas gris verdes que pasan a amarillentas por meteorización en un espesor que supera los 100 m con niveles arcillosos interpuestos en su parte superior. En la parte media halló *Exogyra guaranítica*, *Trigonia sp* y *Trigonia cf. regina* Wilck; en su parte media *Trigonia*, *Venericardia?*, *Lahillia luisa*, *Arrhoges gre-*

garia, *Baculites*, etc., y en su parte superior restos de *Inoceramus*, *Nautilus* y grandes *Amonites* y *Lima*. Por encima de este conjunto arenoso ubicó arcillas gris oscuras con concreciones e interposiciones areniscas con una potencia de unos 100 m.

Leanza (1963) citó el hallazgo del género *Placenticerias* inmediatamente al norte del puesto Los Alamos, margen septentrional del lago Viedma y también en las cercanías del extremo oriental de dicho lago.

Leanza (1967) describió la fauna de *Placenticerias* de las localidades citadas con anterioridad (Leanza, 1963); para el puesto El Alamo transcribió el perfil de Feruglio (*op cit.*) agregando que los *Placenticerias* provenían de aquellos niveles en donde Feruglio citó grandes amonites. Por su parte, aquellas colecciones del extremo oriental del lago carecían de información estratigráfica. Las sedimentitas con *Placenticerias* se disponían, en puesto El Alamo, mediando discordancia erosiva sobre otras sedimentitas de un ciclo sedimentario más antiguo portadoras de *Mimetostreon bonarelli* (en Leanza, 1967).

El mismo autor en 1969 mencionó la localidad de El Alamo por la presencia de *Placenticerias* al tratar de establecer las correlaciones de las formaciones del Cretácico superior en el área de los lagos Viedma, Argentino y río Shehuen.

Leanza (1970) describió en el área del puesto El Alamo, inmediatamente por encima de un conjunto predominantemente pelítico, una formación arenosa de unos 570 m que se inicia con areniscas amarillentas, en parte conglomerádicas, frecuente estratificación entrecruzada. Entre ambos conjuntos suponía la existencia de una discordancia erosiva deducida por el contenido faunístico de ambas unidades. La entidad pelítica inferior, considerada por Leanza (1970) el miembro superior de la Formación San Martín se incluyó, en el presente trabajo en la Formación Río Guanaco.

Riccardi y Roller (1980) mencionaron la existencia de esta unidad en las inmediaciones del puesto El Alamo e infirieron que la misma se hallaba restringida a la margen septentrional del lago Viedma; aventuraron asimismo la posibilidad de que existiese, con menor espesor, sobre la margen austral del mencionado lago. La formación está integrada por areniscas de grano fino a mediano, compactas, gris verdosas a amarillento con intercalaciones lentiformes de areniscas

gruesas con estratificación torrencial en su base.

Nulló *et al.* (1980) describieron la Formación Puesto El Alamo en su localidad tipo en donde se halla integrada principalmente por areniscas claras, de grano mediano, cuarzo feldespáticas con interposiciones de niveles pelíticos subordinados, oscuros, no mayores de 20 cm en espesor. Hacia el techo prevalecen las capas conglomerádicas. La base de esta unidad se dispone concordantemente sobre los términos inferiores de la Formación Río Guanaco. Presenta estratificación diagonal y, en menor proporción, gradada; en los niveles pelíticos son comunes los fenómenos de bioturbación. Esta Formación se extiende hacia el norte llegando hasta el sur del lago San Martín (bahía Chacabuco).

Blasco *et al.*, (1980) caracterizaron someramente esta unidad al establecer las relaciones existentes entre esta unidad y las Formaciones Río Guanaco y Mata Amarilla sobre la base de la presencia en ellas del género *Placenticerias*.

La unidad tratada aflora entre los lagos San Martín y Viedma. Comienza algo al sur de la bahía Chacabuco, alcanzando por el sur la margen norte del lago Viedma cubriendo la distancia que media al este del río Blanco y el río Cangrejo donde es cubierta por los depósitos glaciares; más hacia el este aflora esporádicamente para desaparecer definitivamente poco al este de la estancia Punta del Lago. Sus asomos constituyen una faja norte sur de forma irregular y se halla marginada por el oeste por la Formación Río Guanaco con la cual mantiene relaciones de concordancia con pasaje transicional. Como en páginas precedentes, las sedimentitas que constituyen el yacente forman parte de la aquí tratada Formación Río Guanaco, no correspondiendo al miembro superior de la Formación San Martín (Leanza, 1970) ni a la Formación San Martín (*recte* Formación Río Mayer, Riccardi y Rolleri, 1980).

La Formación Puesto El Alamo está constituida por una monótona sucesión psamítica; dominan las areniscas de colores claros, grano mediano, de composición cuarzo feldespática. Hay también, aunque en forma subordinada, areniscas de grano fino, compactas y resistentes, de color verde grisáceo, amarillas por meteorización. Son comunes las intercalaciones lentiformes de areniscas gruesas. Presenta intercalaciones de niveles pelíticos en donde dominan las

arcilitas; los colores dominantes en esta fracción fina son el morado y el gris oscuro y sus espesores no superan los 0.2 m. Los tramos superiores de esta Formación presentan interposiciones de capas lenticulares que se constituyen finalmente, en la especie litológica dominante; sus espesores alcanzan el metro de potencia y están integrados por clastos redondeados de cuarzo, feldespato y fragmentos líticos que corresponden, en su mayoría, a vulcanitas mesosilíceas. Los rodados alcanzan un diámetro máximo de 5 cm.

La Formación Puesto El Alamo constituye el representante de un ambiente costero que reemplazó gradualmente las anteriores condiciones de ambiente de plataforma (Formación Río Guanaco); significa evolutivamente, el avance hacia el sur de la progradación (Blasco *et al.*, (1980b)). Las condiciones progradantes al sur del lago Viedma suceden con posterioridad encontrándose representadas por la Formación Anita como se verá más adelante.

La Formación Puesto El Alamo presenta una disposición estructural homoclinal hacia el este, con una disminución paulatina de la inclinación en esa dirección. Son comunes las estructuras de laminación diagonal en los bancos mayores mientras que en aquellos delgados privan las ondulitas y bioturbaciones.

Edad de las Formaciones Río Guanaco, Mata Amarilla y Puesto El Alamo

La edad de estas tres formaciones, si bien coincidentes en el Santoniano superior-Campaniano inferior difieren ligeramente en aquellas que corresponden a sus respectivos pisos y techos.

La Formación Río Guanaco comenzó a depositarse, en el área del lago Viedma, con posterioridad al Cenomaniano superior-Turoniano inferior, edad que corresponde a la parte superior de la Formación Río Mayer portadora de *Calycoceras sp* (Riccardi, 1979) y *Acanthoceras sp*, *Pachydesmoceras sp* y *Desmoceras sp* (Nulló *et al.*, 1980); al sur del lago Argentino, en el cerro Cristal, la presencia de *Inoceramus aff. hobetsensis* documenta niveles pertenecientes al Turoniano (Blasco *et al.*, 1980 b). Por su parte, la edad del techo varía con la latitud que se considere. Al norte del lago Viedma estas sedimentitas llegan al Santoniano supe-

rior; al sur del mismo, la sedimentación continuó durante el Santoniano alcanzando el Campaniano inferior y, por último, al sur del lago Argentino, los términos cuspidales de esta unidad corresponden al Campaniano medio.

La Formación Mata Amarilla se halla depositada sobre la Formación Piedra Clavada; ésta última comenzó a depositarse con posterioridad a las areniscas portadoras de la fauna de la estancia La Vega (Arenisca de la Meseta) que posiblemente alcancen el Cenoniano basal; hacia el sur se desconoce la probable edad del piso de la Formación Piedra Clavada pero de mantenerse las características generales de la cuenca (Nulló *et al.*, 1980) el mismo debería ser ligeramente más joven. En consecuencia, sobre la base de esta consideración y el espesor de las sedimentitas en Tres Lagos de 70-100 m (Riccardi y Rolleri, 1980) y de 100 m (Leanza, 1972) podría pensarse que por lo menos abarque el piso Cenomaniano o, según Riccardi y Rolleri (1980), probablemente el Cenomaniano Turoniano. Vale decir que la base de la Formación Mata Amarilla se ubicaría entre el Cenomaniano y el Santoniano medio siendo contemporánea con la de la Formación Río Guanaco. Los niveles del Santoniano superior-Campaniano inferior se hallan documentados por una abundante fauna amonitifera y su techo no alcanzaría edades más jóvenes.

En el norte del lago Viedma la Formación Puesto El Alamo se inició con posterioridad a la Formación Río Guanaco, a la cual reemplaza en sus términos superiores, y de la cual forma una facies costanera, debido a la continua progradación que se manifiesta en la cuenca. Nuevamente aquí se hallan documentados los niveles Santoniano superior-Campaniano inferior y su parte superior sería equivalente en edad a los depósitos que al sur de los lagos Viedma y Argentino caracterizan a la Formación Anita que cubre a la Formación Río Guanaco.

Formación Anita

La definición original de esta unidad se debió a Feruglio (*in* Fossa Mancini *et al.*, 1938) y Feruglio (1938 y 1944-45); parte de los antecedentes de esta formación fueron presentados al tratar la Formación Río Guanaco. Furque (1973) redefinió practica-

mente la unidad al introducir en la comarca a la Formación Las Hayas.

Tal como se interpretó en el presente trabajo, la Formación Anita consiste en un conjunto arenoso, de color amarillo, en bancos de potencia variable (hasta 25 m), con estratificación diagonal frecuente. El espesor varía de norte a sur (20 m al sur del lago Viedma, 50 m en el arroyo El Turbio y aproximadamente 200 m al sur de la estancia Anita y cuevas del Gualichu.

Se desestimó la división en miembros propuesta por Furque (1971 y 1973) por no ser los mismos fácilmente identificables sobre el terreno.

Esta unidad no brindó restos fósiles. Todas aquellas formas citadas para estos niveles por Feruglio (1944-45), Leanza (1972), Furque (1971) y Riccardi y Rolleri (1980) como ya se vio constituyen parte de la Formación Río Guanaco; ésta última forma el substrato sobre el cual la Formación Anita se dispone concordantemente.

La edad de esta Formación está relacionada con aquella que se atribuye al techo de la Formación Puesto El Alamo al norte del lago Viedma o con aquella de los niveles arenaceos de la Formación Mata Amarilla inmediatamente al sur del cerro Índice.

Culminando la secuencia sedimentaria aflora en la comarca la Formación Chorrillo, formada por intercalaciones de arcilitas y areniscas deleznable y donde son frecuentes los huesos de dinosaurios; siguen en concordancia los depósitos marinos atribuidos a la Formación Calafate, de carácter arenoso cuyos términos superiores engranarían con la Formación Man Aike, también de carácter marino (véase Nulló *et al.*, 1980).

Sistemática

Orden AMMONOIDEA

- Suborden PHYLLOCERATINA Arkell, 1950
- Superfamilia PHYLLOCERATACEAE Zittel, 1884
- Familia PHYLLOCERATIDAE Zittel, 1884
- Subfamilia PHYLLOCERATINAE Zittel, 1884
- Género *Hypophylloceras* Salfeld, 1924

Especie tipo: *Phylloceras onoense* Stanton, 1895.

Diagnosis: de Wiedmann (1964:173) según (Kennedy y Klinger, 1977) phylloceratidos compresos, discoidales e involutos,

vueltas internas ocasionalmente constrictas ("Aphroditiceras", "Euphyllloceras", "Goretophylloceras"). Ornamento, tanto en moldes como de conchillas, consistentes en débiles estrías radiales, reforzadas en el vientre; ocasionalmente fasciculadas en la región umbilical ("Neophylloceras", "Euphyllloceras"). Sutura con sillas difiloides ("Goretophylloceras"), tetrafiloides ("Hyporbulites") o polifiloides.

Kennedy y Klinger (1977) opinan que las últimas y graduales relaciones entre los distintos grupos sinonimizados, sugieren que las relaciones subgenéricas responden principalmente a conveniencias estratigráficas más que a valores filogenéticos.

El género *Neophylloceras* (Shimizu) Spath, 1939, sinonimizado con *Hypophylloceras* tiene como especie tipo a *Phylloceras ramoum* Meek, 1876, y a sido repetidamente citado en los depósitos del Cretácico superior del Hemisferio Sur. Spath (1953:4) caracteriza "*Neophylloceras*" (Shimizu) como poseedor de una línea de sutura muy finamente dividida con un primer lóbulo lateral casi lytoceratido.

Wright y Matsumoto (1954) lo caracterizan por su sutura finamente dividida, por el aspecto filoide de las sillas profundamente bipartitas que desaparecen en el estado final de crecimiento y finalmente por su forma exterior particularmente comprimida. El género "*Neophylloceras*" sigue siendo usado por distintos autores que no lo identifican con *Hypophylloceras* (Henderson, 1970; Matsumoto, 1959; etc.).

Hypophylloceras ramosum Meek

Lám. II. Figs. 1, 2, 3, 4

Material disponible: un ejemplar bien conservado.

Descripción: Phylloceratido pequeño, altamente involuto, característicamente comprimido. Costillas muy finas (liras) radiales en los flancos y suavemente arqueadas hacia adelante en el vientre. Posee dos o tres costillas por vuelta algo más salientes que las otras. Todas las costillas se diluyen algo hacia el ombligo. Sutura muy finamente dividida.

Dimensiones: (en mm): diámetro (D) 22; altura de la vuelta (H) 12.5; (A) ancho mayor (a la altura del recubrimiento) 7.

Observaciones: "*Neophylloceras ramosum*" Meek, ha sido descrito por Paulcke (1906, L. I, f. 55a-c) como *Phylloceras nera* (Forbes) para el Campaniano de Patagonia. También para esa área lo cita Katz (1963) en la Formación Cerro Toro; fue también figurado por Steinmann (1895) para las capas de Quiriquina. Parecería que en la región sudamericana austral caracteriza al Campaniano s.l.

En el subcapítulo referente a la longevidad de especies Kennedy (1977, en Kennedy y Cobban, 1976) registra para "*Neophylloceras*" *ramosum* una longevidad entre el Turoniano y el Coniaciano (12 MA) sin embargo, especies muy afines con ésta han sido citadas repetidamente para el Campaniano inclusive, lo cual daría al grupo de especies afines a *Hypophylloceras ramosum* una longevidad de 22 MA (Henderson, 1970; Katz, 1963; etc.).

Procedencia: cerro Indice.

Asociación y edad: asociado con *Placenticeras*, *Baculites* sp., *Desmophyllites*; Santoniano superior-Campaniano inferior.

Repositorio: SGN 15.484.

Suborden LYTOCERATINA Hyatt, 1889
Superfamilia SCAPHITACEAE Meek, 1876
Familia SCAPHITIDAE Meek, 1876
Subfamilia SCAPHITINAE Meek, 1876
Género *Argentoscaphites* nov. gen.

Especie tipo: *Argentoscaphites mutantibus*

Diagnosis: Scaphitido pequeño, fragmacono y barra típicamente comprimidos; gancho inflado, costulación bifurcada bien marcada en fragmacono y cámara habitación, interrumpida en el vientre, salvo en el gancho scaphitoide; vientre chato, tubérculos ventrolaterales en fragmacono y barra; bullas umbilicostales en la última parte del fragmacono y barra. En el gancho la sección de la vuelta es redondeado-ovalada y en el vientre es convexo con las costillas continuas. En toda la cámara habitación es frecuente la presencia de estrías longitudinales.

Observaciones: *Argentoscaphites* se halla morfológicamente relacionado a *Discoscaphites* Meek, 1870, *Hoploscaphites* Nowak, 1911 e *Indoscaphites* Spath, 1953. Se dife-

rencia de *Indoscaphites* en que las costillas de este género (según diagnosis de Spath) son similares pero la barra es corta; se relaciona en lo temprano de la tuberculación. Se diferencia de *Hoploscaphites* en el vientre chato del fragmacono y la barra más larga. Se diferencia de *Discoscaphites* en que sólo posee tubérculos ventro-laterales y, eventualmente, latero-umbilicales en el fragmacono y barra, mientras que se asemeja a él en el aspecto ventral del fragmacono.

Argentoscaphites mutantibus n. sp.

Lám. I. Figs. 5-6, 9 a 13

Fig. text.: 1

Material disponible: numerosos ejemplares fragmentarios, dos ejemplares completos.

Descripción: a los 8 mm de diámetro, segunda vuelta, la sección es hexagonal redondeada y la superficie de la conchilla es casi lisa. A partir de los 8 mm comienzan a manifestarse costillas primarias espaciadas ligeramente proversas en la zona latero-umbilical que tienden a borrarse en la mitad del flanco; también posee tubérculos ventro-laterales algo elongados perpendicularmente al sifón. A 12 mm de diámetro las costillas latero-umbilicales se robustecen y alargan hacia los flancos al mismo tiempo que los tubérculos ventrolaterales se alargan originando costillas en la parte superior del flanco. Algunas costillas confluyen de a pares en las bullas ventro-laterales. En esta etapa la conchilla es comprimida, la sección de la vuelta subrectangular a subhexagonal, el vientre chato a convexo, los ángulos ventrolaterales sobresalientes por los tubérculos y la banda sifonal lisa con un indicio de costulación transversal que une a los tubérculos ventrolaterales opuestos. En la etapa siguiente la conchilla es comprimida, la sección de la vuelta subhexagonal alargada, los flancos levemente convexos con su mayor ancho en las bullas laterales. Las costillas primarias son robustas, arqueadas hacia adelante a sigmoideas; alcanzan generalmente a las bullas laterales a las que se unen confluyendo en una horqueta levemente proversa con las costillas secundarias; éstas son más débiles que las primarias y se originan en las bullas ventrolaterales. Las costillas ventrales son débiles y el vientre no es sulcado. En este estado la ornamentación es bastante regular y se mantiene así hasta los 22 mm de diámetro. A partir de allí se desordena la costulación y luego comienza la barra scaphitoide, las

costillas primarias se arquean hacia adelante, se robustecen y, a veces, se intercala alguna con trazo retirradiado. En esta etapa es frecuente la alternancia de costillas latero-umbilicales y lateroventrales con degeneración de las bullas laterales. Ventralmente existe una mayor tendencia a las costillas ventrales sin interrupción que unen a las bullas ventrolaterales opuestas. El vientre aparece surcado por estriaciones paralelas a la dirección sifonal. La barra es comprimida, su sección subrectangular a subhexagonal, el vientre chato, elevado en los tubérculos ventrolaterales y los lados levemente convexos. Antes de la mitad de la barra se observa la última sutura o sea el comienzo de la cámara habitación.

Al comienzo del gancho se produce un brusco cambio de la sección de la cámara que se torna cuadrangular redondeada, de altura igual o menor al ancho, con los flancos muy convexos. Desaparecen los tubérculos ventro-laterales y el vientre es surcado por verdaderas costillas secundarias arqueadas hacia adelante, agudas, que se continúan hacia la mitad de los flancos y se unen en horqueta con las costillas primarias (más proversas).

Dimensiones (en mm)

Ejemplar	a	H	L	D	d	A
15490	3.5	12	—	36	30.5	9.5
15489	3.5	11	—	37	29	9.5
15489 bis	—	14	—	52	34.5	11.5
15491	10	11	—	—	—	—

a: ancho ombligo en la base de la cámara

H: alto de vuelta en la base de cámara

L: longitud de la cámara habitación

D: diámetro máximo de la conchilla

d: diámetro de la conchilla

A: ancho de la vuelta en la base de la cámara

Observaciones: *Argentoscaphites mutantibus* se caracteriza por la posición relativamente alta en la barra del comienzo de la cámara habitación. Posee ciertas afinidades con *Scaphites* (*Hoploscaphites*) *nicolletii* (Morton, 1842) Meek, 1846. El parecido radica en el tamaño del ombligo y lo comprimido del fragmacono y en los tubérculos ventro-laterales en la barra. Se diferencia en que en nuestra forma el comienzo de la tuberculación ventro-lateral tiene lugar tempranamente en la espira y en que la barra es particularmente comprimida y el ensanchamiento de la vuelta en el gancho es brusco. En cuanto al comienzo temprano de la tuberculación ventro-lateral tiene similitud con el ejemplar que ilustra Jeletzky

(1962, L. 141, figs. 3 a, b, c; de Elías, 1933, L. 39, fig. 3) como *Discoscaphites abyssynus* Morton, del que se diferencia por la menor altura de la cámara habitación en la barra y por el tamaño mayor del ombligo.

Estos ejemplares fueron referidos tentativamente a *Indoscaphites?* en Nullo *et al.*, (1980).

Procedencia: Chorrillo Hondo y La Horquilla.

Asociación y edad: Asociado a *Placenticerias aff P. meeki* en La Horquilla. Santoniano superior-Campaniano inferior.

Repositorio: SGN 15490 y 15489, sin tipos; 15491 - 15496 para tipos.

Subfamilia SCAPHITINAE Meek, 1876

Género *Parabinneyites* Leanza, 1964

Parabinneyites paynensis (Favre) Leanza

Especie tipo: *Leopoldia paynensis* Favre, 1908, Lám. XXXIII, fig. 68.

Observaciones: El tipo, originalmente descrito por Favre (1908) para la región del cerro Payne, fue elegido por Leanza A. F. (1963:67 y siguientes) como especie tipo de *Patagoniceras*. Ante la evidencia de que el nombre *Patagoniceras* había sido utilizado anteriormente por Wetzel (1960), Leanza (1964:84) cambió el nombre genérico por *Parabinneyites*.

Leanza (1963) consideró que la asignación de Favre a *Leopoldia* no podía ser exacta dada la asociación faunística de la cual formaba parte el ejemplar de Favre: *Anapachydiscus steinmanni* (Paulcke) y *Parapuzosia magallanica* Leanza. Sobre la base de la línea lobal, incompleta, que consideró afín, aunque algo más evolucionada a la de *Borissiakoceras* y *Johnsonites* asimiló la forma a la Familia Binneyitidae Reeside, 1927.

Las nuevas evidencias aportadas por la sutura del ejemplar que se describe más abajo, y su comparación con el género *Haresiceras* Reeside, 1927, llevan a considerar la posibilidad de una estrecha relación entre ambos hasta el punto de pertenecer a la misma familia.

En 1964, Cobban a la vez que utiliza al género *Haresiceras* para correlación de facies en el interior oeste de los Estados Unidos de Norteamérica, discute sus afinidades con los Scaphitidae Meek, 1876, asignando *Haresiceras* a dicha Familia, luego de analizar su línea lobal y sus características exteriores.

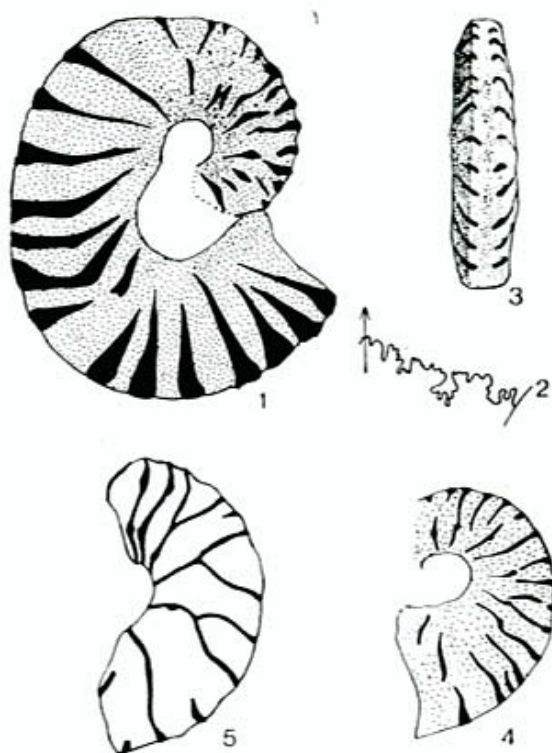


Fig. 1 — *Argentscaphites mutantibus* n. gen. n. sp. 1: vista lateral de parte del Fragmacono, barra y gancho (x 0.8); 2: sutura incompleta (x 1); 3: vista ventral del comienzo de la barra (x 1); 4: vista lateral del comienzo de la barra (x 1); 5: vista lateral mostrando el comienzo de ornamentación entre la barra y el gancho.

Parabinneyites paynensis

var. *Leanzai* n. var.

Lám. I. Figs. 1, 2, 3, 4

Material disponible: un ejemplar sin cámara habitación.

Descripción: Ammonite comprimido, involuto, lados subparalelos, vientre chato. Costillas suaves que nacen en el borde umbilical; entre ellas se intercalan, a mitad de flanco otras más finas. Las costillas poseen recorrido radial hasta medio flanco y, luego de una suave flexión continúan radiales; cruzan el vientre rectas y perpendiculares a la dirección sifonal. En los ángulos ventrolaterales existen pequeños tubérculos localizados sobre cada una de las costillas. La sección de la vuelta varía desde redondeada, en la tercera vuelta, hasta subrectangular comprimida en la cuarta, con un leve aumento del ancho a medio flanco. La sutura posee lóbulo ventral profundo, bifido, la silla ventral es angosta, trilobada. El primer lóbulo lateral es asimétrico, más pro-

fundo que el ventral. La primera silla lateral es bifida, asimétrica, con la rama exterior más desarrollada que la interior, es más ancha que el primer lóbulo lateral.

Dimensiones (en mm): Diámetro, 30; Diámetro del ombligo, 7; altura de la vuelta 10,5; ancho de la vuelta, 5,5; pares de tubérculos ventrolaterales en 10 mm de vientre, 13.

Observaciones: Este ejemplar posee muchos puntos en común con el género *Haresiceras* Reeside 1927. Ellos son: forma de la sección de la vuelta, tamaño, costulación, características del vientre, rasgos generales de la sutura, etc. La diferencia constatable radica en el tamaño del ombligo que es casi ocluido en *Haresiceras* y llega al 23 % en *Parabinneyites* Leanza. La sutura de *Parabinneyites paynensis* var. *leanzai*, es muy parecida a la de "*Discoscaphites conradi*" (Morton) ilustrado en Arkell *et al.*, (1957, en Moore, L:230, fig. 256,2 c), también guarda similitudes con la de *Haresiceras placentiiforme* ilustrado por Cobban (1964, p. I 14, fig. 6).

Las similitudes entre nuestro ejemplar y *Haresiceras* s. st. (Reeside) se extienden fácilmente a "*Leopoldia paynensis*" Favre (1908, Taf. XXXII, figs. 6-8) y a *Patagoniceras paynensis*" Leanza, (1964, L. III, figs. 2, 3, 4,) sin embargo, la sutura de nuestro ejemplar es más complicada que la de Favre (1908, p. 628) quizá por haber sido extraída de una porción más juvenil como puede observarse en el dibujo de ese autor (Taf. XXXIII, fig. 6).

Procedencia: La Herradura, A° Guanaco.

Asociación y edad: *Anapachydiscus* cf. *deccanensis* var. *menabensis*, *Reginaites* sp y *Gaudryceras* sp.

Leanza (1963) asigna edad campaniana inferior a los ejemplares de los faldeos septentrionales del Cerro Toro. Aquí asignamos edad santoniana superior-campaniana inferior a la asociación.

Repositorio: SGN 15475.



Detalle de la sutura (incompleta) x 3.5.

Superfamilia LYTOCERATACEAE Neumayer, 1875

Familia TETRAGONITIDAE Hyatt, 1900

Subfamilia GAUDRICERATINAE Spath, 1927

Género *Gaudryceras* Grossouvre, 1894

Especie tipo: *Ammonites mitis* Hauer, 1866.

Gaudryceras sp.

Lám. III. Fig. 8

Material disponible: Un fragmento de vuelta septado.

Descripción: Sección de la vuelta semi-ovalada. Ancho mayor a 3/4 partes de la altura de la vuelta. Ornamentación de costillas muy finas, filiformes, flexuosas; describen un arco hacia adelante en la región ventral.

La sutura externa posee el primer lóbulo lateral E, más profundo que el primer lóbulo lateral L. La silla sifonal no puede observarse. La primera silla lateral es bifida y muy recortada; L es bifido y recortado. En la sutura interna el lóbulo dorsal es muy profundo, la silla lateral muy alta y estrecha, recortada. El lóbulo septal, muy desarrollado y recortado.

El fragmento de vuelta no permite una asignación específica, sólo puede decirse que el tipo de costulación lo asemejaría a *Gaudryceras varagurense* Kossmat.

Dimensiones (en mm): Altura de la vuelta, 32; ancho mayor de la vuelta, 31.

Observaciones: El género *Gaudryceras* ha sido descrito repetidamente en secuencias del Cretácico superior de Cuenca Austral y Antártida. Kilian y Réboul (1909) lo describen para las islas Seymour y Snow Hill; Hünicken (1965), para Río Turbio; Spath (1953), para Lachman Crags, etc.; Feruglio (1936), para la desembocadura del arroyo Centinela.

Procedencia: La Herradura, arroyo Guanaco.

Asociación y edad: Asociado a *Reginaites*, *Anapachydiscus*, *Parabinneyites*. Santoniano superior-Campaniano inferior.

Repositorio: SGN 15476.

Suborden **AMMONITINA** Hyatt, 1889
 Superfamilia **DESMOCERATACEAE** Zittel, 1895
 Familia **DESMOCERATIDAE** Zittel, 1895
 Subfamilia **PUZOSIINAE** Spath, 1922
 Género **Parapuzosia** Nowak, 1919

Especie tipo: *Sonneratia daubreei* De Grossouv., 1894.

Parapuzosia ? sp.

Lám. V. Fig. 14

Material: un ejemplar fragmentario, mal conservado.

Descripción: Ammonites grande, medianamente involuto, vuelta adulta ovalada, levemente más alta que ancha. Pendiente umbilical redondeada.

Ornamentación de costillas gruesas y espaciadas que nacen de la pendiente umbilical; otras, intercalares, comienzan en el tercio superior del flanco y se disponen en número de tres a cinco entre las anteriores. Las costillas recorren radialmente los dos tercios inferiores del flanco, se inclinan hacia adelante en el tercio superior y, finalmente, se proyectan sobre el vientre, hacia adelante. A un diámetro estimado de 130 mm, la vuelta no posee constricciones.

Dimensiones (en mm): Diámetro aproximado: 150; Altura mayor de la vuelta: 55; Ancho mayor de la vuelta aproximado: 50.

Observaciones: Este ejemplar posee la sección de la vuelta más ancha de lo considerado habitual en el género *Parapuzosia* Nowak 1913. Descartando, por su posición estratigráfica, su asignación a *Pachydesmocerat* Spath, 1922 hemos optado por encuadrarlo, con cierta duda, en el género del epígrafe. La cantidad de costillas finas, intercalares, lo acerca a *P. bösei* Scott y Moore; su forma, globosa y involuta, lo relaciona con *P. paulsoni* Young 1963. La ausencia de tubérculos umbilicales lo separa de los Pachidiscidae. La discusión de las características morfológicas del género puede verse en Matsumoto (1954), Collignon (1961), Leanza (1963), Young (1963), etc.

El género tiene antecedentes en la Cuenca Austral. Fue anteriormente ilustrado por Leanza (1963) sobre la base de un plástico depositado en el U.S. Natural Museum y etiquetado como *Parapuzosia cf. Parapuzosia denisoniana*. Leanza (1963: 213-215)

al describirlo lo clasificó como *Parapuzosia magellanica* Leanza. Según este autor los originales procedieron del faldeo sur del Cerro Toro, departamento Última Esperanza, Chile. Leanza (1963: 203-205) lo asignó al Campaniano inferior.

En Madagascar, *P. mozambica* Coll. 1961, caracteriza principalmente al Campaniano inferior. En América del norte, *P. bradyi* Miller y Youngquist, 1946; *P. terryi* Young, 1963; *P. paulsoni* Young, 1963 y *P. bosei* Scott y Moore, 1928 también aparecen en horizontes similares.

Nuestro ejemplar resta indirectamente acotado entre el Coniaciano y el Campaniano inferior a medio, opinando los autores que es un representante más del Santoniano superior-Campaniano inferior, ya que se dispone entre los bancos de *Baculites sp.* por debajo y los bancos con *Kossmaticeratidae* campanianos por encima.

Procedencia: Chorrillo Malo, al sur del lago Argentino, este del Brazo Rico, Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: Sobre los niveles con *Baculites sp.*, de la Formación Río Guanaco en el área. Santoniano superior-Campaniano inferior.

Repositorio: SGN 15506.

Género **Kitchinites** Spath, 1921

Subgénero **Neopuzosia** Matsumoto, 1954

Especie tipo: *Kitchinites japonicus* Spath.

Diagnosis: suturas parecidas a *Puzosia*, vueltas internas parecidas a *Neopuzosia* y *Parapuzosia*. Cámara habitación bruscamente provista de costillas fuertes y espesas que nacen en el reborde umbilical o en su proximidad. Son casi rectilíneas o ligeramente arqueadas en los flancos, luego se proyectan hacia adelante a partir del tercio externo y al atravesar el vientre se ensanchan. Conchilla de tamaño típicamente mediana o más pequeña que la de *Mesopuzosia* o *Parapuzosia* (Collignon, 1961: 17).

Howarth (1961) al discutir las relaciones de *Kitchinites angolaensis* con otras especies, se refiere al subgénero *Neopuzosia* Matsumoto asignándole otras cinco especies que Collington (1961:55-58) refirió a *Kitchinites s. st.*



Fig. 2—*Kitchinites (Neopuzosia) guanaquensis* n. sp. 1: vista lateral de un fragmento mostrando la posición de las aberturas posibles con respecto a las contricciones (c), (x 1); 2: sutura parcial (x 1).

Los subgéneros de *K. (Kitchinites)* y *K. (Neopuzosia)* se diferencian entre sí en que el fragmacono del primero es más comprimido que del segundo, aún cuando la cámara habitación puede ensancharse considerable y proporcionalmente en ambos. En individuos adultos las costillas son más fuertes en *K. (Neopuzosia)*. En este subgénero las costillas tienden a ser sigmoideas, en *K. (K.)* tienden a ser rectas. Ontogenéticamente ambos subgéneros se desarrollan muy similarmente a *Puzosia* salvo en lo referente a la cámara habitación. El ombligo de *K. (N.)* es de menor diámetro que el de *K. (K.)*.

Kitchinites (Neopuzosia) guanaquensis n. sp.
Lám. I. Figs. 7, 8, 14

Material disponible: Un ejemplar parcialmente roto; se pueden observar caracterís-

ticas de las vueltas externas e internas y de la cámara habitación. Conservado en una concreción arcillo-silicea, pirítica. Conchilla con reemplazo total por calcita.

Descripción: Conchilla mediana, moderadamente compresada, ombligo mediano a pequeño, con pendientes curvas, flancos suavemente convexos, vientre convexo. Hasta un diámetro de 20 mm las vueltas sólo poseen constricciones sigmoideas con convexidad marcada en el vientre. En la vuelta siguiente la ornamentación se integra con costillas sigmoideas marcadas en la mitad externa del flanco y cinco constricciones que oblicuas hacia adelante, sesgan a las costillas y son marcadamente arqueadas hacia adelante en la periferia. La mitad de la vuelta siguiente conserva sus "características de *Puzosia*" mientras que la otra mitad comienza a mostrar afinidades *kossmaticeratidas*, con costillas primarias más fuertes e intercalares que comienzan entre los tercios interno y externo del flanco y se paralelizan a las primarias en el vientre. Las constricciones poseen el reborde posterior más engrosado y, en su iniciación umbilical, un engrosamiento alargado que no llega a constituir un tubérculo. La cámara habitación se ensancha considerablemente perdiendo su forma transversal de *Puzosia* y la costulación, más fuerte y tosca, se ensancha al dibujarse angulosamente sobre el vientre. Sutura con el primer lóbulo lateral simétrico, silla mediana pequeña.

Dimensiones (en mm): Diámetro de la conchilla 65; diámetro del ombligo 19; altura última vuelta 35; ancho última vuelta 22.

Observaciones: *K. (Neopuzosia) guanaquensis*, se parece a *K. fascigerous* Coll. 1961 en lo fuerte de las costillas en la cámara habitación y se diferencia en el dibujo ventral de las constricciones, rectas en *Kitchinites fascigerous* y con arco proverso ventral fuerte en la especie patagónica. *K. (Neopuzosia) guanaquensis* n. sp. podría agruparse con *Kitchinites (Neopuzosia) haboroensis* Matsumoto e Inoma. Las vueltas internas presentan ciertas similitudes con *Kitchinites (Kitchinites) haumuriensis* (Hector) ilustrado por Henderson, 1970; lám. 4, figs. 5 y 6.

En esta nueva especie pueden observarse líneas costulares bicóncavas separadas por constricciones e interpretadas por Matsumoto e Inoma (1972) y Obata *et al.* (1978) como peristomas de la conchilla inmadura.

Procedencia: Cañadón Diez, afluente del arroyo Guanaco (Puesto Nideros).

Asociación y edad: Aparece aislado, estratigráficamente en niveles más altos que los de *Placenticeras*. *Kitchinites* (*Neopuzosia*) está considerado como indicador del Santoniano-Campaniano inferior por Matsuoto (1954) y por Howarth (1965, 1966). El entorno faunístico indica un Santoniano superior?-Campaniano inferior. El subgénero ha sido citado para el Sector Antártico Argentino por Malagnino *et al.* (1979) para la Formación López de Bertodano (Rinaldi, *et al.*, 1978); esa Formación fue asignada al Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN 15477.

Subfamilia **DESMOCERATINAE** Zittel, 1895

Género **Desmophyllites** Spath, 1929

= *Schlüteria* De Gross, 1894

non Fritsch et Kufka, 1887

= *Schlütericeras* Coll., 1938

non Hyatt, 1930

Especie tipo: *Desmophyllites larteti* De Gross.

Diagnos: Ammonites de tamaño relativamente pequeño, que no supera los 100 mm de diámetro, con vueltas numerosas, muy involutas. Sección más o menos achatada, variando de oval a elíptica. Ombligo muy recto, infundibuliforme. Constrictiones muy frecuentes, más o menos bien marcadas sobre el molde interno, pero más visible sobre la conchilla, muy flexuosas o solamente arqueadas sobre los flancos y proyectadas sobre la región externa. Suturas típicamente desmoceratidas con numerosos elementos dispuestos casi radialmente. Santoniano superior-Maestrichtiano de Madagascar.

Desmophyllites diphyloides Forbes

Lám. II. Figs. 9-15

Material disponible: Cuatro ejemplares, uno completo, con conservación de conchilla aragonítica, en parte alterada a material ferruginoso. Forman parte de la fracción clástica, grava, en una matriz areno-arcillosa.

Descripción: Forma pequeña, comprimida, muy involuta; ombligo muy pequeño. El número de constrictiones por vuelta es reducido, entre cuatro y seis. La forma de

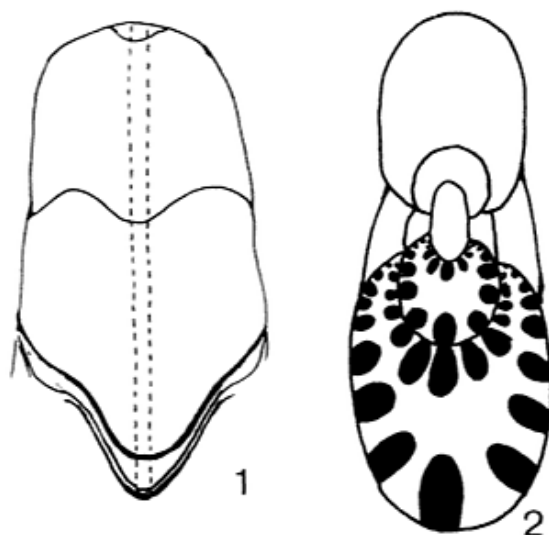


Fig. 3. — *Desmophyllites diphyloides* Forbes.; 1: vista ventral de la abertura; 2: corte transversal de la sutura.

las constrictiones es sigmoidal, con fuerte proyección sobre el vientre. El sifón es superficial. Cuando se conserva conchilla se observan finas estrías de crecimiento paralelas a las constrictiones. Sutura muy similar a la de *Desmophyllites diphyloides* var. *besairiei* Coll. Abertura rostrada que sucede a una constricción más marcada que las anteriores; aurículas no observadas pero existe un aumento del ángulo sigmoide de las líneas de crecimiento de posición preauricular.

Dimensiones (en mm)

Ejemplar	D	A	H	d
15485	21	9	10	2
15486	24	13.5	11	2.5
15487	11	6.5	6	1

Observaciones: Estos ejemplares son casi idénticos al ilustrado por Spath (1953, lám. II, fig. 5 a-b) como uno de los originales de Forbes del Grupo Valuyadur de Pondicherry. Según este autor el género estaría restringido al Campaniano y Maestrichtiano.

Procedencia: Cerro Indice, niveles con *Placenticeras* aff. *P. meeki*.

Asociación y edad: *Hypophylloceras*, *Baculites* sp. *Placenticeras*, *Gaudryceras*, gastrópodos, etc. El género *Desmophyllites* posee distribución en el reino Indopacífico, provincia del norte, entre el este de África y el oeste de América, hasta la latitud que se corresponde con el norte de Australia (Henderson, 1970).

Es abundante en Madagascar entre el Santoniano superior y el Maestrichtiano (Collignon, 1951). Aún no ha sido citado para la Antártida Argentina.

Repositorio: SGN 15485-15487.

Familia **KOSSMATICERATIDAE** Spath, 1922

Varios son los trabajos en los cuales la Familia *Kossmaticeratidae* ha sido total o parcialmente revisada. Entre los más conocidos mencionaremos Spath (1953), Collignon (1955) Howarth (1966), Hender-son (1970), etc.

Haremos aquí una muy breve síntesis de las diferencias y similitudes que ciertos géneros santoniano superior-campanianos pueden presentar, refiriéndonos solamente a los que se describirán más adelante. Se usará como referencia morfológica al posible género ancestro, *Kossmaticeras* (*Kossmaticeras*) de Grossouvre, con el agregado de una especialización común constituida por la presencia de tubérculos umbilicales de los que parten haces de costillas. En este grupo se encuadran *Maorites* Marshall, 1926; *Karapadites* Collignon, 1954; *Natalites* Collignon, 1954; *Gunnarites* Kilian y Réboul, 1909; *Jacobites* K. y R., 1909; *Neograhamites* Spath, 1954.

- 1) Con obsolescencia de costulación ventral en las vueltas juveniles o primera vuelta costulada: *Neograhamites*.
- 2) Con obsolescencia de costulación entre los tubérculos umbilicales y el medio flanco en vueltas jóvenes: *Karapadites*.
- 3) Con costillas denticuladas o crestadas en algunos o todos los estados de desarrollo; generalmente las denticulaciones están ausentes en el molde interno (Howarth, 1966): *Gunnarites*.
- 4) Con tubérculos medio ventrales, ventro-laterales o latero-ventrales y hasta varias filas de laterales: *Jacobites* s.l.

En lo que se refiere a la similitud entre géneros, son frecuentes en algunos estados de crecimiento o formas de conservación, hasta el punto de hacer indiferenciables a los ejemplares. Entre estas similitudes se presentan bastante clásicamente las siguientes:

- 1) Molde interno de *Gunnarites-Natalites*.
- 2) Molde interno de *Gunnarites* del tipo de *G. kalika*-forma juvenil *Maorites*.
- 3) *Jacobites* s.l. juveniles-molde interno de *Gunnarites-Natalites*.
- 4) Forma de crecimiento medio en *Neograhamites*-molde interno de *Gunnarites-Natalites*.

Mientras que en estos ejemplares dados, se hacen dificultosas las determinaciones, en otros es simplemente imposible efectuar una determinación objetiva y hasta ésta queda simplemente como elección personal del autor, siempre discutible. Tal sería el caso de las formas que serían atribuibles a *Natalites* pero presentan angularidad y ensanchamiento ventro-lateral de las costillas, lo cual podría atribuirse a *Jacobites* s.l., a lo que es común que por la disponibilidad de moldes internos se agregue la presencia de tuberculitos laterosifonales (que son normales en los *Kossmaticeratidae*) lo que puede contribuir a la confusión.

En cuanto a *Natalites* vs. *Karapadites*, puede ser que *Natalites* de formas comprimidas tengan el aspecto delicado de *Karapadites*, lo cual puede llevar a confusión en caso de no poder acceder a la observación de la zona lisa entre los tubérculos y las costillas en los *Karapadites* juveniles o de crecimiento medio.

Género *Kossmaticeras* de Grossouvre, 1901
Subgénero *Natalites* Collignon, 1954

Especie tipo: *Madrasites natalensis* Spath, 1922.

Kossmaticeras (*Natalites*) *altavistensis* n. sp.
Lám. V. Figs. 6, 7, 8

Material disponible: 1 ejemplar sin conchilla.

Descripción: *Kossmaticeratidae* medianamente evoluta, la sección de la vuelta varía entre subhexagonal elongada en las vueltas más jóvenes hasta rectangular subredondeada en las adultas. La pendiente umbilical es fuerte y los bordes del ombligo redondeados. A un diámetro de 9 mm se observan tubérculos umbilicales finos, bien marcados y constricciones que parten de ellos. Inmediatamente se hacen evidentes constricciones

finas, continuas hasta el borde umbilical que parten en pares o triadas desde los tubérculos. Hasta los 32 mm de diámetro el ejemplar presenta en su molde interno características comunes con el género *Jacobites* por la presencia de tubérculos laterosifonales. En la porción juvenil las costillas parten de a 3 desde los tubérculos umbilicales, son levemente sinuosas a la altura del recubrimiento de la vuelta posterior; son más finas y agudas que los espacios intercostales y presentan alguna costilla intercalada más fina, entre dos tubérculos consecutivos. En las etapas intermedia y madura, las constricciones sesgan 2 o 3 costillas por detrás y es frecuente que, a la vez, se produzca una inflexión hacia adelante de las costillas que siguen a la constricción. El borde posterior de la constricción es más grueso y menos sobresaliente que el anterior.

Dimensiones (en mm): Diámetro del ejemplar: 85; altura última vuelta 35; ancho última vuelta 27; diámetro del ombligo 25:

Observaciones: Este ejemplar se caracteriza por la tendencia a la sinuosidad en las costillas y por su aspecto juvenil común con *Jacobites (Jacobites) angularis* Marshall y *Jacobites (J.) flexicostatus* Henderson. El molde interno se diferencia de ellos por la forma más alargada de la sección de la vuelta y por la desaparición en la etapa adulta de los tubérculos laterosifonales. La tuberculación laterosifonal del molde interno es característica común también al molde interno de *Gunnarites*. Este ejemplar tiene también grandes similitudes con "*Madrasites natalensis*" Spath, 1922 (en Besairie, 1932; 49-50, pl. VI, fig. 4-4 a) pero se diferencia de él por su ombligo más estrecho y costillas más flexuosas. Es netamente diferente a los *K. (Natalites)* figurados por Henderson (1970) ya que ellos presentan una cierta debilitación de la costulación ventral que no es común a nuestra especie. Esta forma podría ser coespecífica con el dudoso "*Jacobites crofti*" Spath (1953, pl. IV, fig. 2,3) no similar a "*J. crofti*" Spath (de Howart, 1958, pl. III, fig. 2 a-b).

Procedencia: Arroyo Centinela, Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: Asociado con *Neograhamites aff. taylori*, (*Natalites*) centinelaensis, *Maorites tenuikostatus?*, *Gunnarites ka-*

lika, *K. (Natalites)* sp y *Eutrephoceras* simili. Edad: Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN: 15.497.

Género *Neograhamites* Spath, 1953

Neograhamites aff. taylori Spath

Lám. IV. Figs. 8, 9, 10, 11 y 12

Especie tipo: *Neograhamites kiliani*, Spath, 1953.

Material disponible: 2/3 de ejemplar bien conservado y restos de un ejemplar fragmentario.

Descripción: Conchilla kossmaticeratida mediana, semievoluta, vueltas poco más altas que anchas a través de toda su ontogenia. Lados subparalelos convergentes y vientre convexo. Ombligo amplio, pendiente umbilical redondeada. Ornamentación de costillas y tubérculos.

Las características de la conchilla varían según el grado de madurez del ejemplar. A un diámetro umbilical de 4 mm se observa el primer tubérculo umbilical, elongado, y filoso; los tubérculos siguientes, hasta los 7 mm de diámetro umbilical, conservan las mismas características. A los 25 mm de diámetro el vientre es aún completamente liso. A los 29 mm después de una constricción profunda y ancha, precedida y sucedida por un reborde abrupto que es también incidido por el surco ventral, comienzan a evidenciarse las costillas que parten de a 2 ó 3 de los tubérculos umbilicales. Las costillas son agudas, tienen un recorrido algo prosoverso, cruzan el vientre en forma recta y están cortadas por el surco ventral. Entre las costillas que nacen de los tubérculos se intercalan 1 ó 2 que poseen las mismas características que las anteriores. Por cada dos grupos de costillas asociadas a tubérculos umbilicales consecutivos se observa una constricción que, oblicua hacia adelante, sesga 1 ó 2 costillas por detrás. Ventralmente la constricción es más recta que las costillas y su reborde posterior es más ancho que ellas. En la última vuelta las costillas tienen aspecto desordenado, un tubérculo origina una sola costilla y entre cada tubérculo hay 2 ó 3 costillas algo más finas que parten de la mitad del flanco y cruzan el vientre sin interrupción.

Dimensiones (en mm): Diámetro de la conchilla 130; diámetro umbilical 37; altura última vuelta 46; ancho última vuelta 40.

Observaciones: *Neograhamites aff. taylori* presenta gran parecido con *Neograhamites taylori* Spath en las vueltas intermedias, sin embargo difiere de él en que las costillas parten directamente de los tubérculos sin interposición de región lisa intermedia. Por otra parte, *Neograhamites taylori* de Spath, 1953, es un ejemplar más pequeño que el que aquí nos ocupa.

En la característica de ausencia de región lisa entre los tubérculos y el nacimiento de las costillas se asemeja más a *Neograhamites transitorius* Henderson del que se diferencia especialmente en el grosor de las costillas, mayor en nuestra especie.

De "*Madrasites sulcatus*" Marshall, 1926, se diferencia en la menor densidad de las costillas, pero se asemeja en su diseño y en el engrosamiento mayor del reborde posterior de las constricciones.

Procedencia: Arroyo Centinela, Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: Asociado a *K (Natalites) altavistensis*, *K (Natalites) centinelaensis*, *K (Natalites) sp.*, *Gunnarites kalika*, *Maorites tenuicostatus?*, *Eutrephoceras simile*. Edad: Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN: 15.503.

Kossmaticeras (Natalites) centinelaensis n. sp.

Lám. IV. Figs. 5, 6, 7

Material disponible: Un ejemplar completo, molde interno.

Descripción: Ejemplar de tamaño grande, conchilla de vueltas marcadamente comprimidas; medianamente involuta. Costillas filosas y espaciadas en las vueltas juveniles que parten de dos ó tres tubérculos umbilicales conspicuos y afilados. Costillas prosoversas en el tercio inferior de los flancos, luego rectas cruzan el vientre. Se cuentan 14 tubérculos umbilicales en una vuelta joven. Las constricciones son frecuentes y oblicuas, sesgan hasta cuatro costillas hacia atrás de la región juvenil, sólo una ó dos en la porción madura. Los tubérculos juveniles son agudos, nacen en la pendiente umbilical. En el tercio superior del flanco algunas costillas se bifurcan o se intercalan. Hacia la cámara habitación y en ella se intercalan, a medio flanco, otras más finas y flexuosas aún.

Dimensiones (en mm): Diámetro de la conchilla 110; altura última vuelta 45; an-

cho última vuelta 30; diámetro umbilical 33.

Observaciones: Este ejemplar es notablemente afín a *Karapadites besairiei* Coll. var. *bererensis* Coll. Si no se tomaran en cuenta justamente las características diagnósticas del género (porción lisa entre los primeros tubérculos periumbilicales y el medio flanco) no podrían separarse las formas, ya que lo comprimido de las vueltas, las proporciones de ancho y alto de las mismas y la forma de las costillas y constricciones es muy similar. Sería posible que la costulación continua a partir de los tubérculos umbilicales se implantara muy tempranamente en este ejemplar. Sin embargo al no ser posible observar en él vueltas demasiado jóvenes no puede ser asignado al género *Karapadites* Coll. Por otra parte no presenta similitudes con los anteriormente descritos para esta región o zonas cercanas.

Procedencia: Formación Río Guanaco. Margen izquierda del arroyo Centinela.

Asociación y edad: *K. (N.) sp.*, *K. (N.) altavistensis*, *Neograhamites aff. taylori*, *Gunnarites kalika*, *Maorites tenuicostatus?*, *Eutrephoceras simile*. Edad: Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN 15.498.

Kossmaticeras (Natalites) sp.

Lám. V. Figs. 1, 2, 3, 4 y 5

Material disponible: 2 ejemplares fragmentarios, moldes internos.

Descripción: Conchilla medianamente pequeña, medianamente involuta, compresada. A un diámetro de 4 mm pueden observarse los tubérculos umbilicales que nacen en la pendiente umbilical; son elongados y filosos y de ellos parten 2 ó 3 costillas; en las vueltas juveniles se cuentan aproximadamente 12 por vuelta. Entre tubérculos consecutivos puede intercalarse una costilla más fina que las demás en los flancos y de igual espesor en el vientre. Las costillas juveniles son agudas, poseen recorrido prosoverso en el tercio interior del flanco y rectirradiado en los otros dos tercios y el vientre. Las constricciones sesgan 2 ó 3 costillas por detrás. En las vueltas adultas, las costillas se ensanchan y su sección es subcuadrada.

Dimensiones (en mm): Diámetro de la conchilla 70; altura última vuelta 26; ancho máximo 23; diámetro umbilical 21.

Observaciones: *K. (Natalites) sp.* posee la sección de la vuelta similar a "*Maorites pseudobhavani*" Spath (1953, L. XI, fig. 2-4). Las costillas de las vueltas juveniles son más finas que las de *Holcodiscus hauthali* Paulcke (1903, Taf. XVI (7), fig. 3-3 a) pero la sección de la vuelta es menos rectangular y sus tubérculos más salientes que los del tipo de Paulcke (*op cit.*, Taf. XVI (7), fig. 2-2 a). La ilustración de "*Holcodiscus hauthali*" Paulcke, de Feruglio (1936, Tav. X, fig. 24) no permite comparaciones específicas.

Procedencia: Formación Río Guanaco. Un ejemplar de la margen izquierda del arroyo Centinela, otro de las bardas al sur de la estancia Alta Vista.

Asociación y edad: En arroyo Centinela con *K. (Natalites) centinelaensis*, *K. (N.) altavistensis*, *Gunnarites kalika*, *Neograhamites aff. taylori*, *Maorites tenuicostatus?*, *Eutrephoceras simili*. En Alta Vista asociado con *G. cf. Gunnarites antarcticus*. Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN 15.499, 15.500.

Género *Gunnarites* Kilian y Réboul, 1909

Especie tipo: *Gunnarites antarcticum* (Stuart Weller).

***Gunnarites kalika* (Stoliczka)**

Lám. IV. Figs. 2, 3 y 4

1925. *Gunnarites kalika* (Stoliczka), Diener, Fossilium Catalogus I, 101.

1953. *Maorites pseudobhavani* Spath, 1953 pl. 6, fig. 7.

Material disponible: 2 ejemplares fragmentarios.

Descripción: Kossmaticeratido medianamente involuto, compreso, vueltas ovaladas más alta que anchas, lados muy levemente convexos, vientre angosto y convexo, vuelta interna con costulación fina y densa. Costillas sigmoides (no se observa en el fragmento el flanco interno) subdivididos frecuentemente a nivel de la inflexión en el tercio exterior del flanco. Constricciones que sesgan alrededor de 4 costillas, con bordes marcadamente no sobresalientes y finos. Vuelta exterior con costulación muy gruesa y no aguda. Las costillas parten generalmente simples o de a pares de los tubérculos

umbilicales elongados que comienzan en la pendiente umbilical. Casi todas las costillas se bifurcan o en el tercio inferior o el superior del flanco.

Dimensiones (en mm): Ancho mayor de la vuelta externa 22; altura de la vuelta externa 25; recubrimiento de la vuelta externa 7.

Observaciones: Estos fragmentos son perfectamente comparables con *Maorites pseudobhavani* Spath, 1953 (pl. 6, fig. 7) no se observan crenulaciones en las costillas y, las vueltas internas tienen características propias a *Maorites tenuicostatum* (K. y R., 1909) o *M. densicostatus* (K. y R., 1909). Howarth (1966:67) considera que *M. pseudobhavani* Spath, es sinónimo de *Gunnarites kalika* (Stoliczka). El mismo Spath (1953: 25) se refiere a la transición de formas entre *M. pseudobhavani* y aquellas referibles a *Gunnarites*. Es posible que muchos especímenes con características de *Gunnarites* (tuberculación umbilical) desde la pendiente, tipo de costulación, etc., con falta de crenulación y características de *Maorites* en cuanto a etapas de delicada y fina costulación, compresión de conchilla, etc., también concuerden con la definición de algún otro género o subgénero de la Familia, tal como *Natalites* Collignon; Lahsen y Charrier 1972, muestran *Gunnarites kalika* de punta Riesco con aspecto de forma típica, con crenulación de las costillas.

Procedencia: Arroyo Centinela, Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: Asociado a *Neograhamites aff. taylori*, *K (Natalites) altavistensis*, *K (Natalites) centinelaensis*, *K (Natalites) sp.*, *Maorites tenuicostatus?*, *Eutrephoceras simile*. Edad: Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN 15.501.

***Gunnarites aff. G. antarcticus* (St. W.)**

Lám. V. Figs. 9 y 10

Material disponible: Un fragmento de molde interno, vuelta adulta.

Descripción: Sección de la vuelta subcuadrangular redondeada, pendiente umbilical fuerte, tubérculos periumbilicales. Las costillas parten individualmente o de pares desde tubérculos umbilicales agudos y poseen trazo casi recto y algo prosoverso. La sección es cuadrangular, algo afinada en el

vientre y algo ensanchada ventro-lateralmente. Las constricciones sesgan una o dos costillas por detrás, su reborde anterior es el más fino.

Dimensiones (en mm): Altura vuelta 28; ancho vuelta 26.

Procedencia: Barrancas al sur de la estancia Alta Vista, Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: Asociado con *K. (Natalites) sp.* Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN 15.502.

Género *Maorites* Marshall, 1926

Especie tipo: *Maorites tenuicostatus* Marshall, 1926.

Maorites tenuicostatus? Marshall, 1926

Lám. IV. Fig. 1

Material: 1 molde externo, bien conservado, varios moldes externos, fragmentarios y deformados.

Descripción: Conchilla mediana, involuta, comprimida, vientre convexo y flancos levemente convexos. En las vueltas internas se observan pequeños tubérculos umbilicales, de ellos parten costillas en haces que son prosirradiales hasta el primer tercio del flanco, luego describen un arco hacia adelante y cruzan rectamente el vientre. Algunas costillas se bifurcan a nivel de la sinuosidad del medio flanco o se intercalan a esa altura. Las constricciones son poco marcadas y se observan como una atenuación de dos a cuatro costillas sobre el vientre; sobre los flancos sesgan a varias costillas.

Dimensiones (en mm): Diámetro 46; altura última vuelta 22; diámetro umbilical 10.

Observaciones: La costulación se mantiene fina y delicada hasta el mayor diámetro observable (más de 46 mm). *Maorites densicostatus* (K. y R.) desarrolla, según Henderson (1970) una costulación más espaciada y gruesa por sobre los 65 mm de diámetro. Al no alcanzar esas dimensiones nuestro ejemplar, su asignación a *M. tenuicostatus* es solo tentativa.

Procedencia: Arroyo Centinela, margen izquierda. Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: *Neograhamites aff. taylora*; *Gunnarites kalika*, *Kossmaticeras*

(*Natalites*) *altavistensis*, *Eutrephoceras simili*, *K. (N.) K. (N.) centinelaensis*. Campaniano inferior a medio.

Repositorio: SGN 15.504.

Familia PACHYDISCIDAE Spath, 1922

Género *Anapachydiscus* Yabe y Shimizu, 1926

Especie tipo: *Parapachydiscus fascicostatus* Yabe, 1921.

Anapachydiscus cf. A. deccanensis Stol.

var. *menabensis* Coll.

Lám. III. Figs. 5-7

Fig. text.: 4

Material disponible: Un ejemplar fragmentario.

Descripción: Forma muy involuta, con vueltas de sección elipsoidal, más anchas que altas, ombligo pequeño, pared umbilical casi vertical. Flancos disminuidos a una mínima expresión, vientre muy amplio y convexo. Ornamentación constituida por costillas espaciadas, suaves, de pendiente muy leve hacia atrás y abrupta hacia adelante. El borde umbilical presenta tubérculos elongados y espaciados de los que nacen dos costillas. Entre ellas se presentan otras 2 ó 3 de igual importancia que no parten de los tubérculos. El recorrido de las costillas es radial en los flancos y describe un amplio seno hacia adelante en la región ventral.

Dimensiones (en mm): Diámetro aproximado 132; H, 34; A, 65; diámetro del ombligo 28 (% 21).

Observaciones: Este ejemplar se caracteriza por el acentuado ancho de la vuelta con respecto a su altura y en eso se acerca a *A. deccanensis* var. *menabensis*. Se diferencia de *A. steinmanni* (Paucke) en la intensidad pareja de las costillas. El género *Anapachydiscus* posee representación marcada en la Formación Cerro Toro (Katz, 1963; Leanza, 1963; Paulcke, 1906). Allí se encuentran las especies *A. steinmanni* (Paulcke), *A. patagonicus* (Paulcke), *A. amarus* (Paulcke), *A. hauthali* (Paulcke).

Como ya indicara Leanza (1963), Collignon (1951) enmienda el género *Anapachydiscus* (Yabe y Shimizu, 1926) y lo redefine sobre la base de *A. arraiolensis* (Stol.). Collignon (1952, reedición 1955) no incluye en *Anapachydiscus* a las formas patagó-

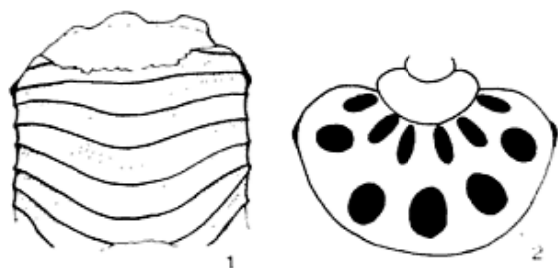


Fig. 4 — *Anapachydiscus* cf. *A. deccamensis*
1: esquema de la ornamentación ventral
2: corte transversal de las vueltas.

nicas, sino que sobre ellas funda el género *Hoeppenites*. Wright (1957) sinonimiza *Hoeppenites* con *Anapachydiscus*.

Procedencia: La Herradura, arroyo Guanaco.

Asociación y edad: Asociado con *Gaudryceras* sp, *Reginaites* aff. *R. leei* y *Parabinneyites*. Santoniano superior-Campaniano inferior.

Repositorio: SGN 15.474.

Superfamilia HOPLITACEAE Douv., 1890

Familia PLACENTICERATIDAE Hyatt, 1900

Género *Placenticeras* Meek, 1870

Especie tipo: *Ammonites placenta* De Kay, 1828.

Observaciones: El género *Placenticeras* Meek, se diferencia de *Proplacenticeras* Spath, en que el primero, en algún estado de desarrollo, generalmente joven o intermedio, presenta tubérculos umbilicales y ventro-laterales, pudiendo tener también alguna hilera de tubérculos laterales lo que le proporciona cierto parecido con *Hoplitoplacenticeras* Spath.

Las costillas generalmente perduran hasta un estado maduro de desarrollo ontogénico, pero pueden también desaparecer precozmente. Las diferencias de sutura entre ambos géneros son difíciles de apreciar, varían no sólo en el curso del desarrollo ontogénico, sino entre un ejemplar y otro dentro de la misma especie; casi dentro de este rango de variación se encuentran las diferencias entre los dos géneros.

Placenticeras aff. *P. meeki* (Boehm)

Lám. II. Figs. 6-8

Fig. text.: 5

Material disponible: Varios ejemplares septados.

Descripción: *Placenticeras* involuto, fuer-

temente comprimido, vientre angosto y cóncavo hasta gran diámetro.

La sección de la vuelta es ojival, trunca en el vértice. El mayor ancho se sitúa justamente a la altura del recubrimiento de la vuelta anterior. La pendiente umbilical es abrupta. El ombligo constituye aproximadamente el 16 % del diámetro. A 115 mm de diámetro el ancho del vientre varía entre 3 y 4 mm. A 80 mm de diámetro se observan gruesas costillas crescéticas en la región media del flanco, se desvanecen hacia el ombligo y la región externa del flanco y están formadas por dos engrosamientos comunicados, uno externo y otro interno. Entre 100 y 150 mm de diámetro presenta dos filas de tubérculos (algunos enfrentados) ventrolaterales alargados según el sifon y una fila de tubérculos umbilicales de base ancha pero no prominentes que están alargados hacia adelante. También se observan los abultamientos crescéticos a este diámetro. A partir de los 150 mm de diámetro, hasta los 180 aún se observan los abultamientos crescéticos pero son poco evidentes. A los 180 mm los pierde y reaparecen a los 360, cuando el vientre se engrosa y se torna redondeado, con ángulos ventrolaterales inexistentes.

Dimensiones (en mm)

Ejemplar	D	H	A	d
15478	185	97	41	18
15479	120	30	16.1	30
15480	350	170	70	40
15482	—	200	80	—
15483	—	100	40	—

Observaciones: En cuanto a la ornamentación de los ejemplares se observa una gran variación intraespecífica sobre todo en lo referente a la intensidad y etapa del ornamento. Los ejemplares presentan similitud con *Placenticeras patagonicum* Leanza, *P. viedmaense* Leanza y *P. washbournei* Leanza de la región oriental del lago Viedma. En cuanto a *P. meeki*, no se observan diferencias apreciables que justifiquen la creación de una nueva especie. Los *Placenticeras* erigidos por Leanza (1963) constituirían con éstos, un grupo de formas estrechamente ligadas.

Procedencia: Arroyo Guanaco, cerro Índice y puesto El Alamo.

El material del cerro Índice presenta una discreta e incompleta disolución, conserván-

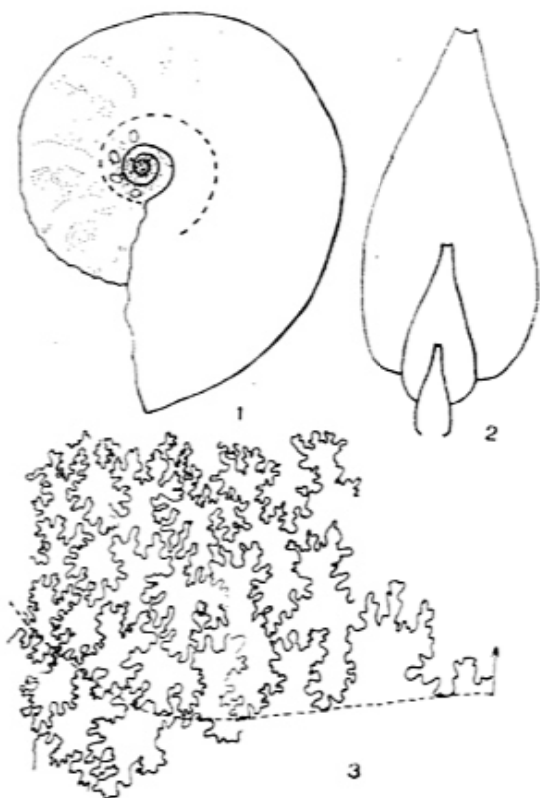


Fig. 5. — *Placenticeras* aff. *P. meeki*. 1: esquema mostrando etapas hoplitoplacenticeratidas en *Placenticeras*: tuberculación ventro lateral, costulación y tubérculos umbilicales (x 1/4); 2: corte transversal de las vueltas (x 1/4); 3: suturas parciales (x 1/2).

dose una fina capa aragonítica. En el material de arroyo Guanaco la conchilla se ha disuelto completamente y los ejemplares se separan fácilmente de las cámaras; se presentan en sedimentos de aguas algo más profundas que los de la localidad anterior.

Asociación y edad: En cerro Indice asociado con *Desmophyllites diphyloides*, *Baculites* sp. e *Hypophylloceras ramosum*, numerosos bivalvos y gastrópodos, dientes de peces, etc.

Repositorio: SGN. 15478, 15479, 15480, 15482, 15483.

Superfamilia **ACANTHOCERATAEAE** Hyatt, 1900

Familia **COLLIGNONICERATIDAE**

Wright y Wright, 1951

Subfamilia **TEXANITINAE** Collisnon 1948

Género **Reginaites** Reyment, 1957

Especie tipo: *Peroniceras leei* Reeside, 1927.

Diagnosis: (Según interpretación de Young, K., 1963:76). Tricarinado, con los tubérculos texanitados borrados en las vueltas externas, salvo los marginales y los umbilicales.

Reginaites aff. *R. leei* (Reeside)

Lám. III. Figs. 1-4

Fig. text.: 6

Material: Cuatro fragmentos, dos de ellos con buena conservación, otros dos conservan la ornamentación en los flancos y el vientre.

Descripción: texanitado tricarinado, evolutivo, grande, con sección de vuelta subrectangular a subcuadrada, más alta que ancha. La quilla media es robusta, más alta que las laterales. Los surcos entre quillas son tan anchos como ellas. Los flancos están ornamentados con tubérculos marginales y umbilicales. Los marginales, fuertes, salientes, son espaciados entre sí y elongados en la dirección de crecimiento de la conchilla. Los umbilicales, algo más pequeños que los anteriores son también salientes y gruesos, están elongados radialmente. Ambas filas de tubérculos tienden a comunicarse con una insinuación de costillas anchas, chatas, prosirradiadas, que no alcanzan la zona

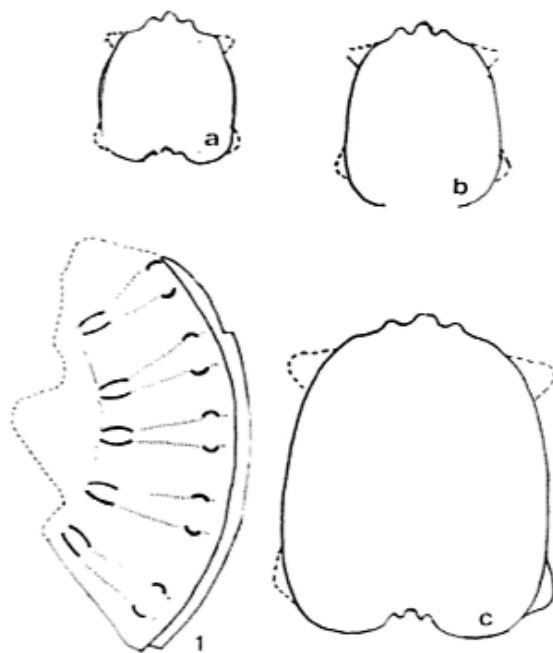


Fig. 6 — *Reginaites* aff. *R. leei* Reed. 1: esquema de la costulación, vista lateral (x 1/3); 2a,b,c, corte transversal (x 1/2) en diferentes fragmentos; a: SGNP 15473, b: SGNP 15470, c: SGNP 15472.

ventral. Los espacios intercostales son más anchos que los espacios entre tubérculos. La sutura es texanítica.

Dimensiones (en mm)

Ejemplar	H	A
15470	47	33
15471	35	29
15472	78	60
15473	40	35

Observaciones: *Reginaites* aff. *R. leei* Reeside, 1927 presenta similitud marcada con *Peroniceras santacruzense* Leanza, 1969, proveniente de los faldeos del cerro Indice ("Estratos de Mata Amarilla"). Los niveles de proveniencia no han sido hallados por los autores, por lo que no ha sido posible decidir si ellos también pertenecen al género *Reginaites* Reyment, 1957.

Procedencia: La Herradura, arroyo Guanaco.

Asociación y edad: Asociado a *Anapachydiscus*, *Gaudryceras* sp., y *Parabinneyites paynensis*.

Reginaites leei procede de la parte superior de Mancos Shale, Santa Fé County, Nueva Mexico. Allí se encuentra asociado a *Baculites ovatus* Say, *B. ovatus* var. *harsi* Reed., *Scaphites hippocrepsis tenuis* Reed., *S. aquilaensis nanus*, *Placenticerias meeki* Bohem., *P. planun* Hyatt, *P. newberry* Hyatt, *P. guadalupe* (Roemer), "*Mortonicerias omerense*" Reed. Esta asociación es propia del Campaniano inferior (Young,

1963:93). En la localidad de La Herradura no es posible acotar la edad con tanta exactitud, por lo tanto, esta forma es asignada aquí al Santoniano superior-Campaniano inferior.

Repositorio: SGN 15.470 a 15.473.

Orden NAUTILOIDEA

Familia NAUTILIDAE Owen

Género *Eutrephoceras* Hyatt, 1894

Eutrephoceras simile Spath, 1953

Lám. V. Figs. 11, 12 y 13

Especie tipo: *Eutrephoceras simile* Spath, 1953.

Material disponible: Un ejemplar juvenil, molde interno.

Descripción: Ejemplar juvenil, de vueltas mucho más anchas que altas, con sección transversal en media luna, sifón subcentral, sutura recta en flancos y vientre en casi todo el ejemplar, las últimas desarrollan un leve y amplio seno ventral.

Dimensiones (en mm): Diámetro 50, altura vuelta 17, ancho vuelta 33.

Procedencia: Arroyo Centinela, Formación Río Guanaco.

Asociación y edad: Asociado a *Maorites tenuicostatus?*; *K. (N.)* sp., *K. (N.) centinelaensis*, *Neograhamites* aff. *taylori*; *Gunnarites kalika*, etc.

Repositorio: SGN 15.505.

Lista de trabajos citados en el texto

- Arkell, W. J., 1956. *Jurassic geology of the world*. Oliver and Boyd ed.
- Besairie, H., 1932. *Fossiles caracteristiques du nord et du nord-ouest de Madagascar*. An. Geol. Serv. Min., 2, Madagascar.
- Blasco, G., F. Nullo y C. Proserpio, 1979. *Aspidoceras en Cuenca Austral, lago Argentino, provincia de Santa Cruz*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 34 (4): 282-293.
- Blasco, G., F. Nullo y V. Ploszkiewicz, 1980 a. *El género Colchidites Djanelidzé, 1926 y la posición estratigráfica del género Hatchericeras Stanton, 1901, en la estancia Tucú-Tucú, prov. de Santa Cruz*. Asoc. Geol. Arg., Rev., 35 (1): 41-58.
- Blasco, G., F. Nullo y C. Proserpio, 1980 b. *Estratigrafía del Cretácico superior en el cerro Indice y alrededores, prov. de Santa Cruz*. VIII Cong. Geol. Arg. (en prensa).
- Borrello, A. V., 1967. *Estado actual del conocimiento geológico del flysch en la Argentina*. Rev. Mus. La Plata N. S. (geol. 44): 125-153.
- Collignon, M., 1951. *Faune Maëstrichtienne de la Cote D'Ambatry (Prov. de Betishy), Madagascar*. Ann. Geol. Serv. Min., Madagascar, XIX.
- 1955. *Ammonites Néocretacées du Menabe (Madagascar)*. III *Les Kossmaticeratidae*. Dir. Min. Geol. XXII, Madagascar.
- 1956. *Ammonites Néocretacée du Menabe (Madagascar)*. IV *Les Phylloceratidae*. V. *Les Gaudryceratidae*. VI *Les Tetragonitidae*. Ann. Geol. Serv. Min., Fac. 23, Madagascar.
- 1961. *Ammonites Néocretacées du Menabe (Madagascar)*. VII *Les Desmoceratidae*. Ann. Geol. Mad., XXXI.
- Cobban, W. A., 1964. *The late Cretaceous Cephalopod Haresiceras Reeside and its possible origin*. Geol. Surv. Prof. Pap., 454-1: 1-21.

- Cobban, W. A. y J. A. Jeletzky, 1965. A new *Scaphite* from The Campanian rocks of the Western Interior of North America. *Journ. Paleont.*, 39 (5): 794-801.
- Diener, 1925. *Fossilium catalogus I. Animalia*, pars 29 (ammonoidea neocretacea): 1-244, Berlin.
- Favre, F., 1908. *Die ammoniten der unteren Kreide Patagoniens*. *Neu. Jarb. Min. Geol. Paläont.*, 25: 601-647.
- Feruglio, E., 1936. *Paleontographia Patagónica*. *Mem. Inst. Geol. Univ. Padova*, 11: 1-384.
- 1938. *El Cretaceo superior del lago San Martín y de las regiones adyacentes*. *Physis*, 12: 293-342.
- 1944-45. *Estudio geológico y glaciológico en la región del lago Argentino (Patagonia)*. *Bol. Acad. Ciencias*, 37 (1): 3-255.
- Forbes, E., 1844. *Report on the fossil invertebrate from Southern India collected by Mr. Kaye and Mr. Cunliffe*. *Trans. Geol. Soc. London*, (2) 7: 97-147.
- Fossa Mancini, E., E. Feruglio y J. Yusen de Campana, 1938. *Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica*. *Bol. Inf. Petrol.*, 171: 31-95.
- Furque, G., 1971. *Sobre la estratigrafía del Cretácico inferior en el lago Argentino, prov. de Santa Cruz*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 26 (3): 301-310.
- 1973. *Descripción geológica de la Hoja 58 b, lago Argentino*. *Serv. Geol. Nac., Bol.*, 140.
- Grossouvre, A. de, 1894. *Recherches sur la Craie Supérieure Deuxième part, Paleontologie, Les Ammonites de la Craie Supérieure*. *Mem. Cart. Geol., France*.
- Hauer, F., 1866. *Neue Cephalopoden aus den Gosaugebilden der Alpen*. *Sitzber. K. Ak. Wiss. Wien. Math. Nat. Cl.*, 53: 1-9.
- Henderson, R. A., 1970. *Ammonoidea from the Mata Series (Santonian-Maastrichtian) of New Zealand*. *Paleont. Assoc. Sp. Pap.*, 6.
- Howarth, M. K., 1958. *Upper Jurassic and Cretaceous ammonite faunas of Alexander Land and Graham Land*. *Falk Isl. Dep. Surv., Rep.*, 21.
- 1965. *Cretaceous ammonites and nautiloids from Angola*. *Bull. Br. Mus. Nat. Geol.*, 10: 335-412.
- 1966. *Ammonites from the Upper Cretaceous of the James Ross Island Group*. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, 10.
- Hünicken, M., 1965. *Algunos cefalópodos Supracretácicos del Río Turbio (Santa Cruz)*. *Fac. Cs. Ex. y Nat., Rev.*, XXV (1-2): 49-80, Córdoba.
- Jeletzky, J. A., 1962. *The allegedly Daman Dinosaur-bearing rocks of the globe and the problem of the mesozoic-cenozoic boundary*. *Journ. Paleont.*, 36 (5): 1005-1018.
- Katz, H. R., 1963. *Revision of Cretaceous stratigraphy in Patagonia Cordillera of Ultima Esperanza, Magallanes province, Chile*. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, XLVII (3): 506-524.
- Kennedy, W. J. y W. A. Cobban, 1976. *Aspects of Ammonite biology, biogeography and biostratigraphy*. *Sp. Pap. Paleont.*, 8: 1-133.
- Kennedy, W. J. y H. C. Klinger, 1977. *Cretaceous faunas from Zululand and Natal, South Africa. The Ammonite Family Phylloceratidae*. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Geol.)*, 27: 347-380.
- Kilian, W. y P. Reboul, 1909. *Des céphalopodes néocretacés des Îles Seymour et Snow Hill*. *Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar exped.*, 3 (6).
- Kossmat, F., 1895-1898. *Untersuchungen Über die südinsche Kreideformation*. *Beitr. Paläont. Geol. Österr. Ungarns*, 9-11.
- Lahsen A. y R. Charrier, 1972. *Late cretaceous ammonites from Seno Skyring-Strait of Magellan area. Magallanes Prov., Chile*. *Journ. Paleont.*, 46 (4): 520-532.
- Leanza, A. F., 1963. *Patagoniceras gen. nov. y otros ammonites del Cretácico superior de Chile meridional, con notas acerca de su posición estratigráfica*. *Bol. Acad. Nac. Cien.*, XLIII: 203-225, Córdoba.
- 1967 a. *Descripción de la Fauna de Plenticeras del Cretácico superior de Patagonia Austral, con consideraciones acerca de su posición estratigráfica*. *Bol. Acad. Nac. de Ciencias*, 46 (1): 5-28.
- 1969. *Sobre el descubrimiento de depósitos del piso Coniaciano en Patagonia Austral y descripción de una nueva especie de ammonites (Peroniceras santacruzense n. sp.)*. *Bol. Acad. Nac. Ciencias*, 47 (1): 5-20.
- 1970. *Ammonites nuevos o poco conocidos del Aptiano, Albiano y Cenomaniano de los Andes Australes con notas acerca de su posición estratigráfica*. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 25 (2): 197-261.
- 1972. *Andes Patagónicas Australes*, en *Geol. Reg. Arg.*, A. F. Leanza (Ed. y Dir.). *Acad. Nac. Ciencias*, 689-706.
- Malagnino, E. C., E. B. Olivero, C. A. Rinaldi y J. P. Spikermann, 1979. *Aspectos geológicos del borde occidental de la isla James Ross. Antártida*. *VII Cong. Geol. Arg.*, I: 489-504.
- Malumian, N. y C. Proserpio, 1979. *Foraminíferos aglutinados del Cretácico de Cuenca Austral. Su significado geológico-ambiental*. *VIIº Cong. Arg.*, II: 431-448.
- Marshall, P., 1925. *The Upper Cretaceous Ammonites of New Zealand*. *Trans. N. Z. Inst.*, 56: 129-210.
- Matsumoto, T.: 1954 a. *The Cretaceous System in the Japanese Island*. *Matsumoto Ed., Jap. Sci. Promot. Sci. Ueno*.
- 1954 b. *Family Puzosiidae from Hokkaido and Saghalien. Studies on the Cretaceous Ammonites from Hokkaido and Saghalien*. *V. Mem. Fac. Sc. Kyushu Univ., Ser. D., Geol.*, V.
- 1959. *Upper Cretaceous ammonites of California. Part. II*. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. (D) Spe.*, 1: 1-172.
- Matsumoto, T. y A. Inoma, 1972. *Two small desmoceratid from Hokkaido*. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.*, 87: 377-394.

- Meeck, F. B., 1876. *A report on the invertebrate Cretaceous and Tertiary fossils of the Upper Missouri Country* (en: Meek, F. B. y F. V., Hayden). U. S. Geol. Geogr. Surv. Terr., Mon., 9.
- Nowark, J., 1911. *Untersuchungen über die Cephalopoden der oberen Kreide in Polan. I Teil die Sphaeriten*. Bull. Ac. Sc. Cracovie, Cl. Math. Nat. Ser. B.
- 1913. *Die cephalopoden der oberen Kreide in Polan. III Teil*. Ibid., Ser. B.
- Nullo, F., 1979. *Descripción geológica de la Hoja 56 a-b, Cerro Fitz Roy*. Serv. Geol. Nac., Inéd.
- 1980. *Lecantamiento geológico de la Hoja 59 a-b, Cordón de los Cristales*. Serv. Geol. Nac., ined.
- Nullo, F., C. Proserpio y V. Ramos, 1978. *Estratigrafía y tectónica de la vertiente este del Hielo Continental Patagónico. Argentina-Chile*. VII Cong. Geol. Arg., Act., I: 455-470.
- Nullo, F., C. Proserpio y G. Blasco, 1980. *Cretácico de Cuenca Austral entre lago San Martín y Río Turbio, Argentina* (en prensa).
- Obata, T., M. Futakami, Yoshitaro Kawashita, y Takemita Takahshi, 1978. *Apertural features in some Cretaceous Ammonites from Hokkaido*. Bull. Nat. Sci. Mus., Ser. C (geol.), 4 (3).
- Padula, E. L., O. Rolleri, A. Mingramm, P. Criado Roque, M. Flores y B. Baldis, 1967. *Devonian of Argentina*. Int. Symp. Dev. Syst. Proc., Calgari, 2: 165-199.
- Paulcke, W., 1906. *Die Cephalopoden der Oberen Kreide Südpatagoniens*. Ber., Naturf. Ges., Freiburg., B, 15: 167-248.
- Piatnitzky, A., 1938. *Observaciones geológicas en el oeste de Santa Cruz (Patagonia)*. Bol. Inf. Petrol., 165: 45-85.
- Proserpio, C., 1979. *Descripción geológica de la Hoja 57 a-b, lago Viedma*. Serv. Geol. Nac., ined.
- 1980. *Lecantamiento geológico de las Hojas 60 a y 61 a, prov. de Santa Cruz*. Serv. Geol. Nac., ined.
- Reeside, J. B., 1927. *The Scaphites, an Upper Cretaceous Ammonite Group*. U. S. Geol. Surv., P. Pap., 150 b: 21-40.
- Reyment, R., 1957. *Über einige wirkellose fossilien aus Nigerien und Kaferun Westafrika*. Palaeont., Band. 109, Abt. A: 41-70.
- Riccardi, A., 1971. *Estratigrafía en el oriente de Bahía la Lancha, lago San Martín, Santa Cruz*. Rev. Mus. La Plata (n. s.) Geol., VII: 245-318.
- Riccardi, A. C., 1976. *Paleontología y edad de la Formación Springhill*. Act. Iº Cong. Geol. Chil., I: C41-C56.
- 1979. *El género Calyoceras Hyatt (Ammonitina, Cretácico superior) en Patagonia Austral*. Ob. Cent. Mus. La Plata (Paleont.): 63-72.
- Riccardi, A. C. y E. O. Rolleri, 1980. *Cordillera Patagónica Austral*. IIº Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Ciencias, Córdoba, II: 1163-1306.
- Rinaldi, C. A., A. Massabie, J. Morelli, H. Roseman y R. del Valle, 1978. *Geología de la isla Vicecomodoro Marambio*. Inst. Ant. Arg., Contrib. 217.
- Riggi, J. C., 1977. *La Formación Springhill en el subsuelo de Tierra del Fuego*. Asoc. Geol. Arg., Rev. 32 (3): 176-189.
- Russo, A. y M. Flores, 1972. *Patagonia austral Extraandina*. En: Geol. Reg. Arg. (A. F. Leanza, ed.), Acad. Nac. Ciencias, Córdoba: 707-725.
- Russo, A., M. Flores y H. Di Benedetto, 1980. *Patagonia Austral extraandina*. II Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc., Córdoba, II: 1431-1462.
- Spath, L. F., 1922. *On the Senonian Ammonite fauna of Pololand*. Trans. R. Soc. Afric., 10: 113-147.
- 1953. *The Upper Cretaceous cephalopod Fauna of Graham Land*. Falk. Isl. Dep. Surv. Sci. Rep., 3.
- Steinmann, G., 1895. *Die cephalopoden der Quiriquina-Schichten* (en: Steinmann, G., W. Deecke y W. Möricke: *Das Alter und die Fauna der Quiriquina-Schichten in Chile*). N. Jb. F. Min. Geol. Pal., X: 64-94.
- Wright, S. W., 1957. *Mollusca 4. Cephalopoda. Ammonoidea Cretacea*. En: Moore R. C. (ed.): Treat. Inv. Paleon.
- Wright, C. W. y T. Matsumoto, 1954. *Some doubtful cretaceous ammonite genera from Japan and Saghalien*. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D (4): 107-134.
- Yabe, H. y S. Shimizu, 1926. *A study on the genus Parapachydiscus Hyatt*. Proc. Imp. Acad. Tokyo, II (4): 171.
- Young, K., 1963. *Upper Cretaceous Ammonites from the Gulf Coast of the United States*. Univ. Texas, Pub. 6304. Bur. Econ. Geol.

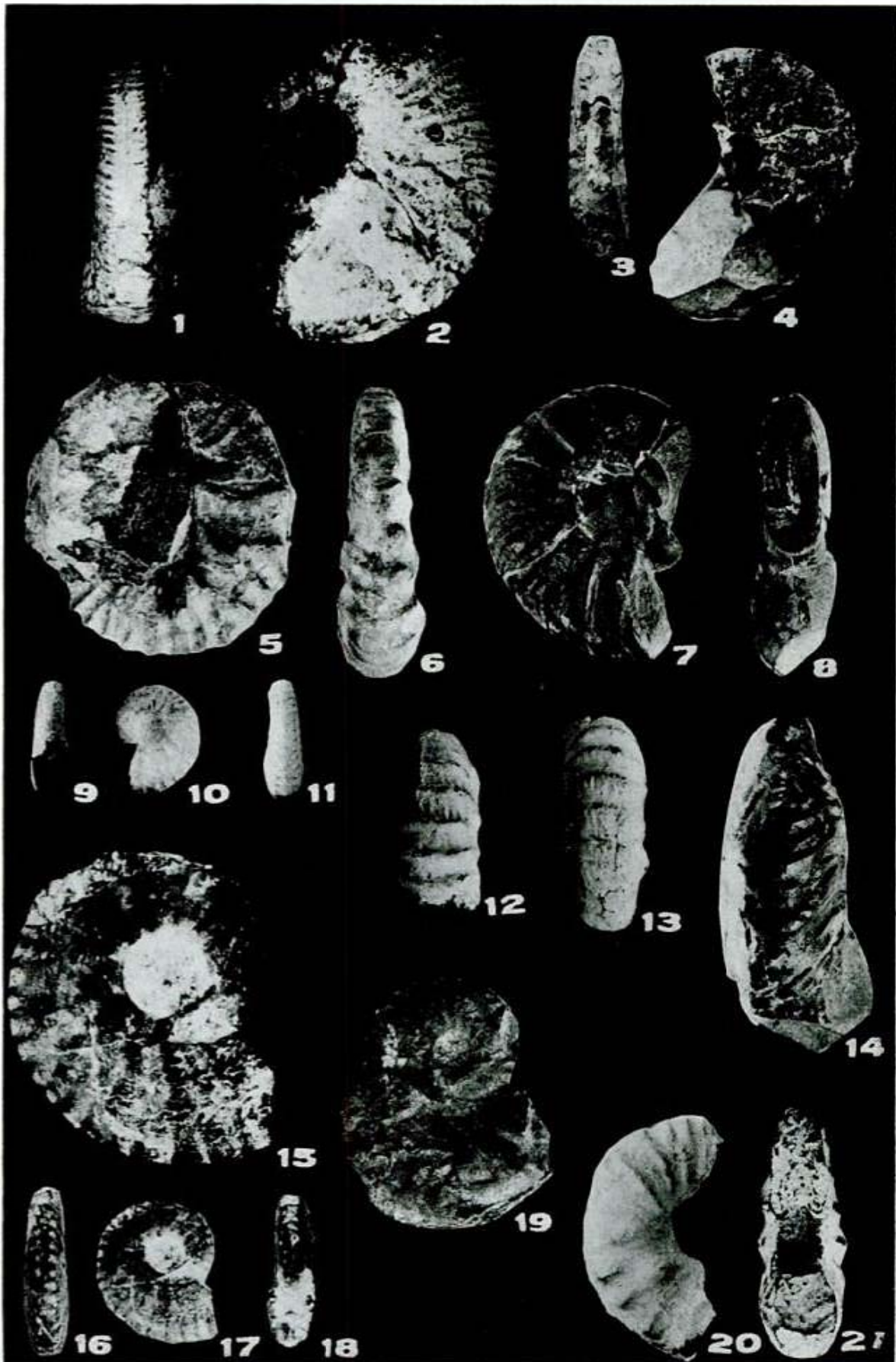
Recibido: 20 de agosto, 1980.

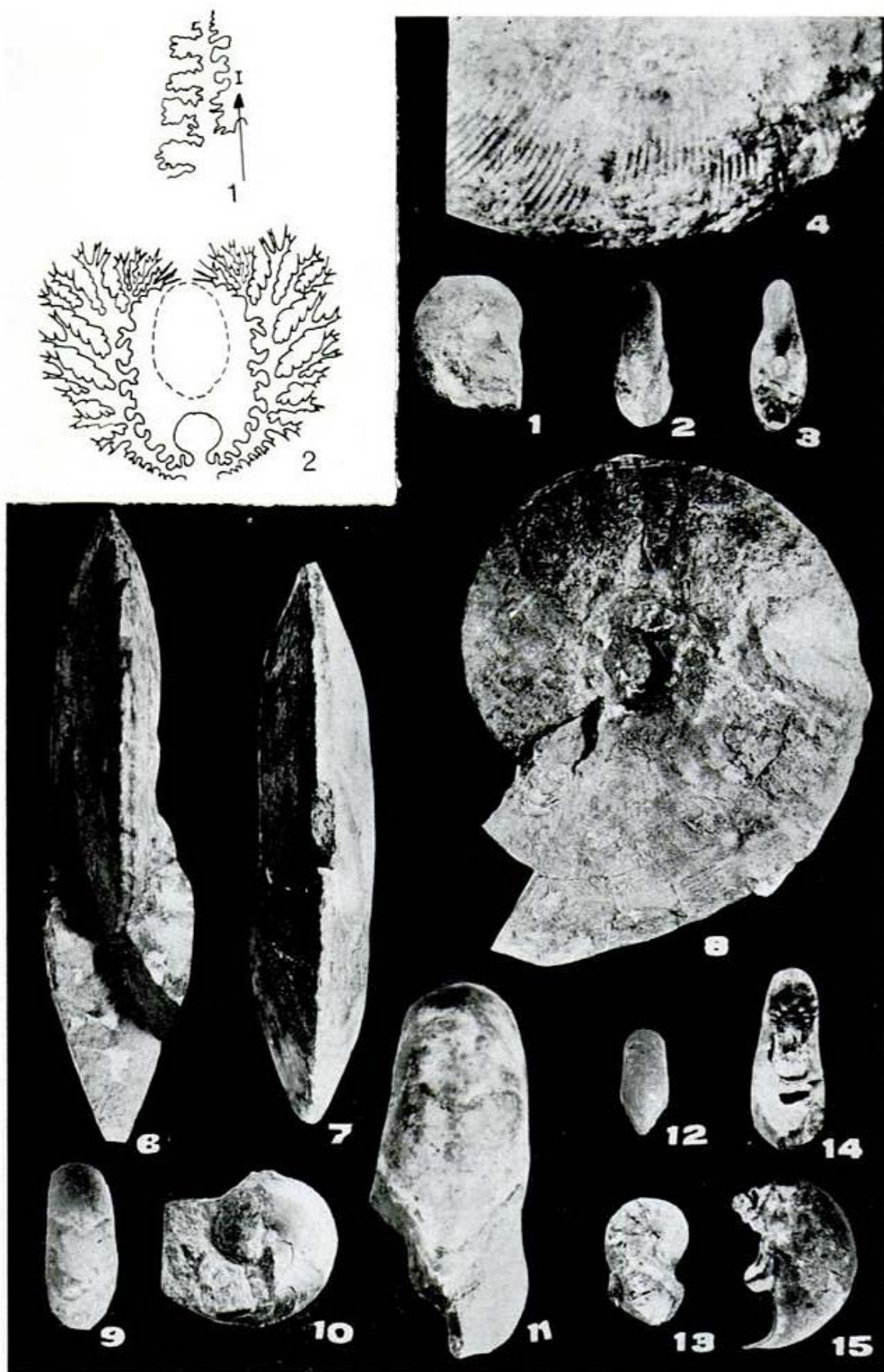
GRACIELA BLASCO DE NULLO
FRANCISCO NULLO
CESAR PROSERPIO

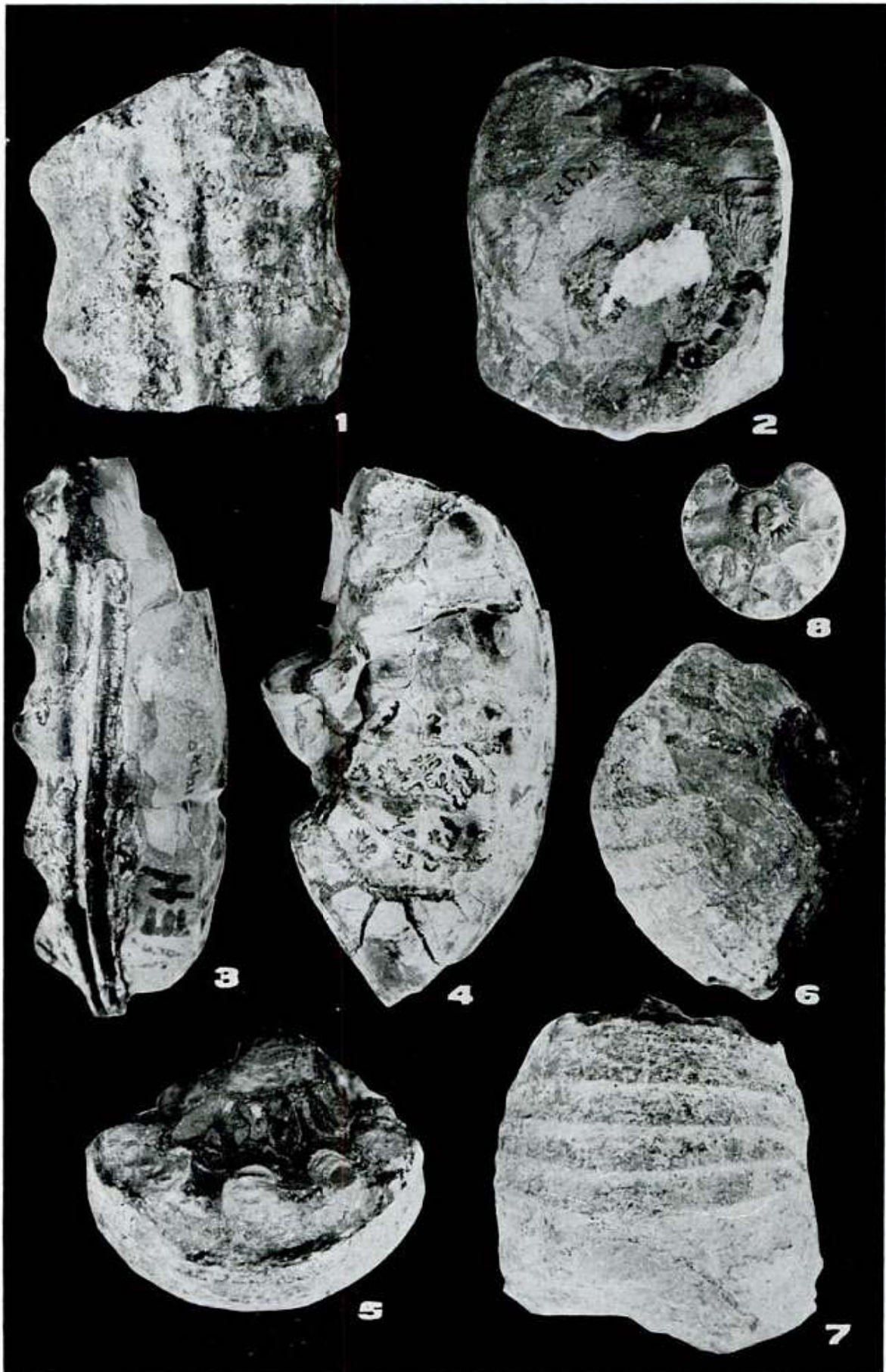
Servicio Geológico Nacional
Av. Santa Fe 1548, 2º piso
1060 Buenos Aires

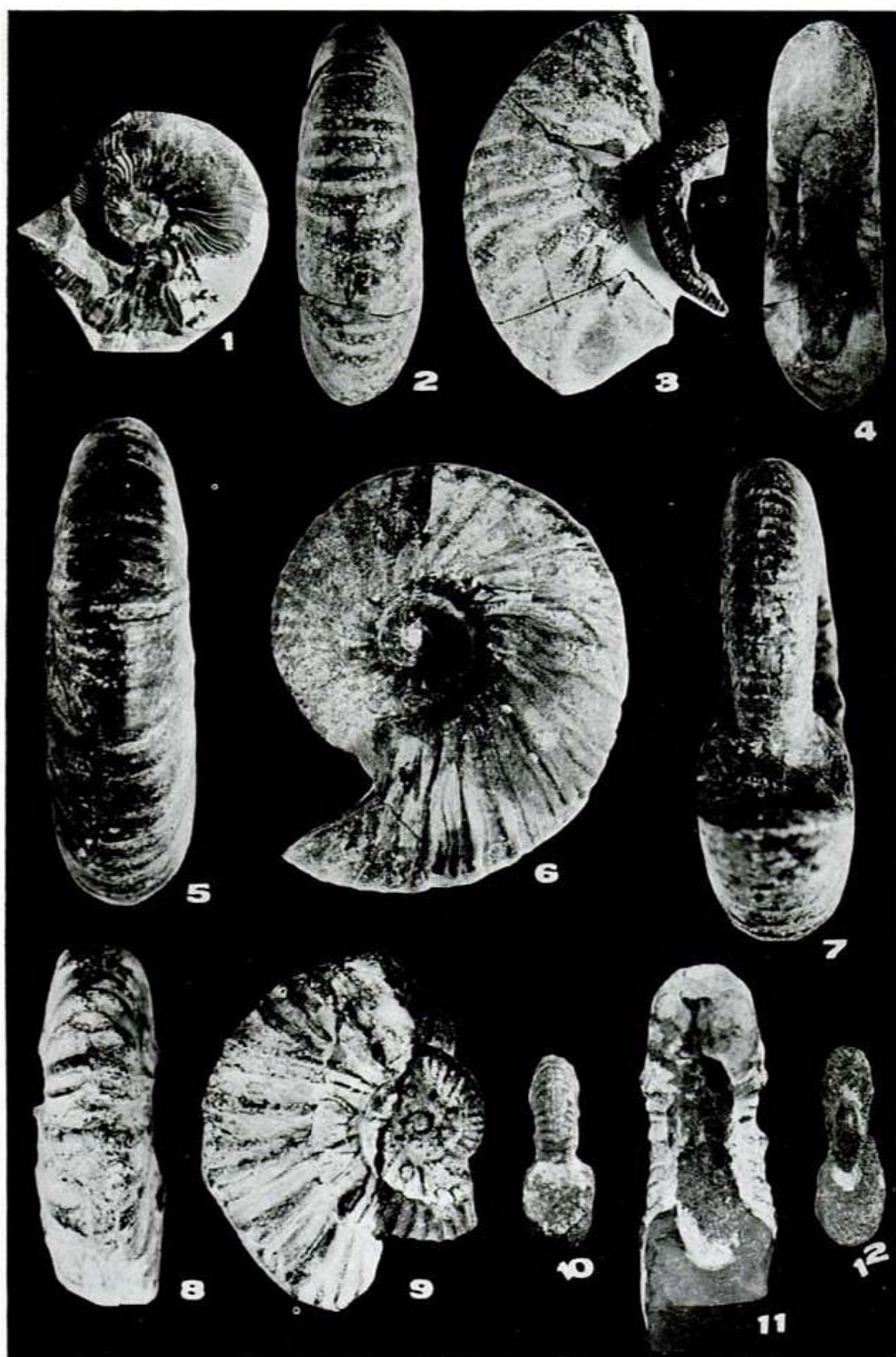
EXPLICACION DE LAS LAMINAS

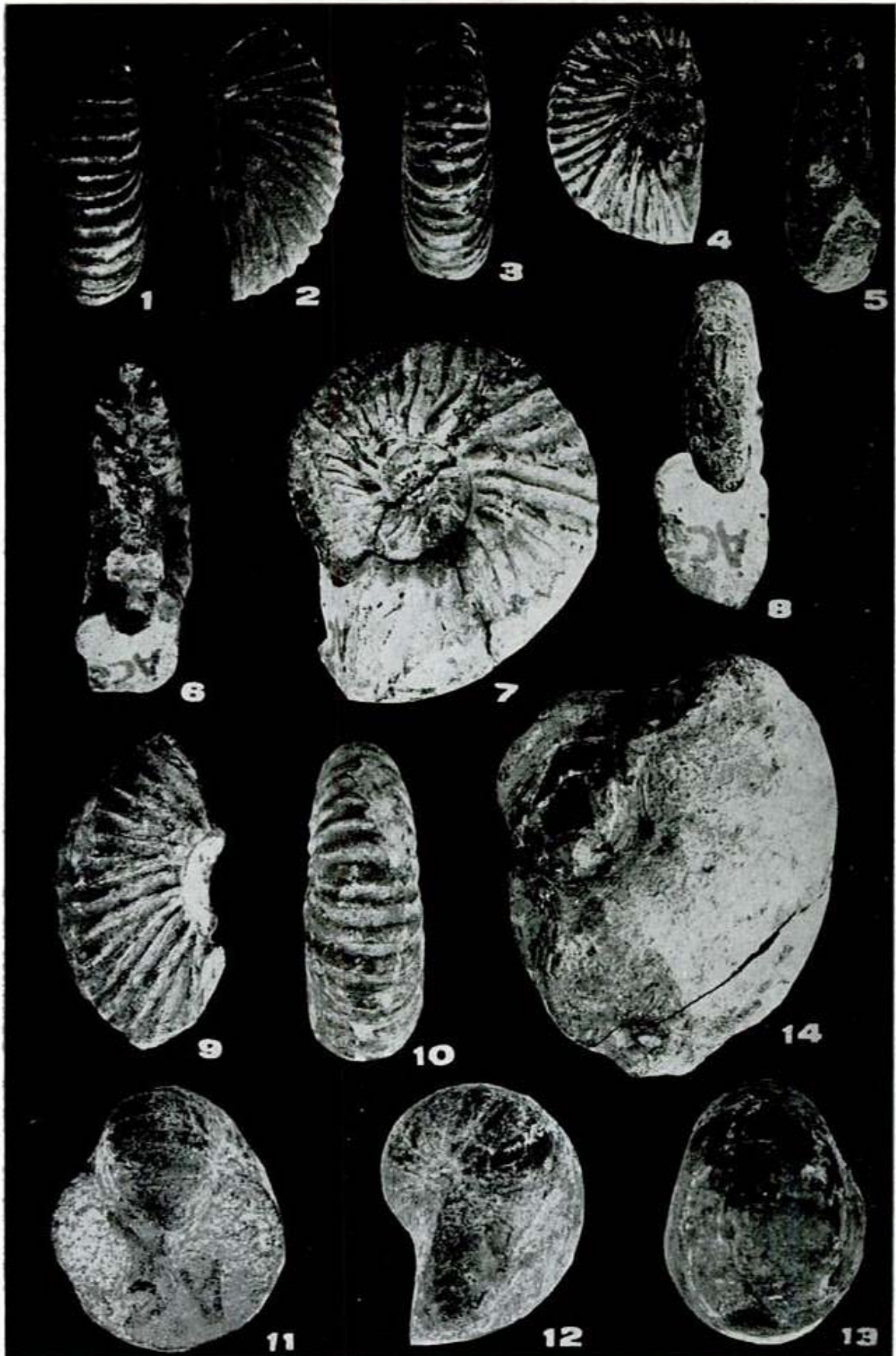
- Lám. I. — 1-4, *Parabinneyites paynensis* (Favre) var. *leanzai* n. var. SGNP: 15475. 1, vista ventral (x 4,2); 2, vista lateral (x 4,2); 3, vista ventral (x 1,3); 4, vista lateral (x 1,33); 5-6, 9 a 21, *Argentoscaphites mutantibus* n. gen. n. sp., 5-6, SGNP: 15489, 5, vista lateral de gancho y barra (x 1,2); 6, vista ventral (x 1,2). 9-11, SGNP: 15493 (x 0,9); 9, vista apertural, 10, vista lateral del fragmacono; 11, vista ventral fragmacono. 12, SGNP: 15489 bis, vista ventral del gancho (x 1). 15-18, SGNP: 15491, 15, vista lateral con detalle de sutura (x 2); 16, vista ventral fragmacono (x 1); 17, vista lateral fragmacono hasta el nacimiento de la barra (x 1); 18, vista apertural (x 1); 19, SGNP: 15490, vista lateral (x 1); 13, 20-21, SGNP: 15490 bis (x 1); 13, vista ventral; 20, vista lateral; 21, sección transversal de gancho y barra. 7-8 y 14. *Kitchinites* (*Neopuzosia*) *guanaquensis* n. sp., SGNP: 15477 (x 1); 7, vista lateral; 8, vista apertural; 14, vista ventral vuelta externa.
- Lám. II. — 1-4, *Hypophylloceras ramosum* Meek, SGNP: 15483; 1, vista lateral (x 1); 2, vista ventral (x 1); 3, vista apertural (x 1); 4, detalle de la costulación lateral exterior (x 8); 5 a y b. *Gaudryceras* sp., SGNP: 15476; esquema de la sutura. 6-8, *Placenticeras* aff. *P. meeki* (Boehm), SGNP: 15478 (x 0,4); 6, vista apertural; 7, vista ventral; 8, vista lateral. 9-15, *Desmophyllites diphyloides* Forbes; 9-10, SGNP: 15485; (x 1,2); 9, vista ventral; 10, vista lateral. 11-15, SGNP: 15486; 11, vista ventral (x 2); 12, vista ventral vuelta interna (x 1,5); 13, vista lateral vuelta interna (x 1,5); 14, vista apertural (x 1); 15, vista lateral (x 1).
- Lám. III. — 1-4. *Reginaites* aff. *R. leei* (Reeside), 12. SGNP: 15472 (x 0,8), 1, vista ventral; 2, sección de la vuelta; 3-4, SGNP: 15470 (x 0,7); 3, vista ventral; 4, vista lateral. 5-7. *Anapachydiscus* cf. *A. deccanensis* Stol. var. *menabensis* Coll., SGNP: 15474 (x 0,7); 5, sección de la vuelta; 6, vista lateral; 7, vista ventral. 8. *Gaudryceras* sp., SGNP: 15476 (x 0,8), vista de la sutura interna.
- Lám. IV. — 1. *Maorites tenuicostatus*? Marshall, SGNP: 15504 (x 0,7); vista lateral. 2-4. *Gunnarites kalika* (Stol.), SGNP: 15501 (x 0,6); 2, vista ventral; 3, vista lateral; 4, vista apertural. 5-7. *Kossmaticeras* (*Natalites*) *centinelaensis* n. sp., SGNP: 15498 (x 0,6); 5, vista ventral; 6, vista lateral; 7, vista vuelta interna. 8-12. *Neograhamites* aff. *N. taylori* Spath, SGNP: 15503 (x 0,5); 8, vista ventral vuelta adulta; 9, vista lateral; 10, vista ventral vuelta interna; 11, vista apertural; 12, vista ventral lisa interior.
- Lám. V. — 1-5. *Kossmaticeras* (*Natalites*) sp. 1-2, SGNP: 15500 (x 0,5); 1, vista ventral; 2, vista lateral. 3-5. SGNP: 15499 (x 0,6); 3, vista ventral; 4, vista lateral; 5, vista apertural. 6-8. *Kossmaticeras* (*Natalites*) *altavistensis* n. sp. SGNP: 15497 (x 0,5); 6, vista apertural; 7, vista lateral; 8, vista ventral vuelta interna. 9-10. *Gunnarites* aff. *G. antarcticus* (St. W.), SGNP: 15502 (x 0,6); 9, vista lateral; 10, vista ventral. 11-13. *Eutrephoceras simile* Spath, SGNP: 15505 (x 1); 11, vista apertural; 12, vista lateral; 13, vista ventral. 14. *Parapuzosia*? sp., SGNP: 15506 (x 0,5), vista lateral.











LA FORMACION RAMOS, ORDOVICICO (?) DEL NORTE ARGENTINO

CESAR A. FERNANDEZ GARRASINO

Resumen

Se define la Formación Ramos, unidad presi-lúrica, y posiblemente ordovicica, del subsuelo de Sierras Subandinas Orientales. Su localidad y sección tipo, ubicadas en la provincia de Salta, corresponden al pozo exploratorio YPF St. R. x-11 (SALTA-RAMOS), cuya posición geográfica, en la Sierra de San Antonio, es la siguiente: 22° 42' 36" Latitud Sur; 64° 06' 18" Longitud Oeste; altura boca pozo sobre nivel del mar: 913 metros.

La constituyen, principalmente, areniscas cuar-zosas grisáceas blanquecinas, finas y muy finas, en las que aún no se han hallado fósiles. El máximo espesor parcial reconocido hasta la fecha, fue atravesado en el pozo YPF St. R. x-11, y es del orden de los 560 metros.

Introducción

El propósito de este trabajo es dar a co-nocer los rasgos distintivos de la Formación Ramos.

La unidad citada pertenece al registro precarbónico del subsuelo de Sierras Suban-dinas Orientales. En el territorio salteño, éstas se disponen a modo de estrechos y alargados cordones montañosos de rumbo nor-noreste. Definen así una faja orográfica que, desde las márgenes izquierdas de los ríos Itaú y Grande de Tarija, se extiende hasta el borde occidental de la llanura cha-queña.

En el dominio geológico referido, se des-tacan dos lineaciones paralelas, que son la sierra de San Antonio o Cumbres del Río Seco y la sierra de Aguragüe (Fig. 1 D), las cuales se prolongan en Bolivia. Ellas co-rresponden a anticlinales fallados, y en Ar-gentina, sus núcleos expuestos más antiguos los constituyen sedimentitas neopaleozoicas.

Localidad tipo y nominación

La localidad tipo es la posición geográfica del pozo exploratorio YPF St. R. x-11 (Sal-ta-Ramos) (Fig. 1 D), perforado en el pa-

Abstract

This paper defines Ramos Formation, a sub-surface presilurian unit of Eastern Subandean Ranges, in the province of Salta (Argentina). The type section belongs to Ramos x-11 wildcat, drilled by Yacimientos Petroliferos Fiscales (YPF) in the Sierra de San Antonio. The po-sition of this well is: 22° 42' 36" South; 64° 06' 18" West; 913 meters above sea level.

White grayish fine quartzitic sandstones, without fossils, compound the dominant lithology of Ramos Fm.

Ramos Fm has a possible ordovician age. The maximum partial thickness was drilled in Ramos x-11 well, and it is about 560 meters.

raje homónimo, perteneciente al sector aus-tral de la sierra de San Antonio y cercano al río Grande de Tarija, que determina el límite argentino-boliviano.

Por consiguiente, la unidad que se trata lleva el nombre del pozo aludido, cuyas características identificatorias son las si-guientes:

Siglas: YPF.St.R.x-11. Nombre: Ramos.
País: Argentina. Provincia: Salta. La-titud: 22° 42' 36" Sur. Longitud: 64° 06' 18" Oeste de Greenwich. Coordena-das Gauss-Kruger (Sistema Nacio-nal Argentino): X = 7.489.397 - Y = 4.386.458. Altura boca de pozo sobre nivel del mar: 913 metros. Profundi-dad final: 4.413 metros. Compañía: Yacimientos Petroliferos Fiscales (Ar-gentina).

Sección tipo

Corresponde al intervalo comprendido entre 3.678 mbbp y 4.413 mbbp (profundi-dad final) de la sucesión estratigráfica atra-vesada por el pozo YPF.St.R.x-11 (Fig. 1 A).

El límite superior se halla bien definido, tanto desde el punto de vista litológico (Fig. 1 A), como mediante la curva de rayos gamma y el registro continuo de buzamiento ("arrow plot") (Figs. 1 B y 1 C).

Distribución geográfica y espesor

Hasta la fecha, sólo se ha comprobado la presencia de la Formación Ramos en el subsuelo de la sierra de San Antonio. Según la información geológica y geofísica disponible, ella también se encontraría en la vecina sierra de Aguaragüe y parte del Chaco salteño (Fig. 1 D).

No se ha alcanzado aún la base de la Formación Ramos en ninguna perforación. Por lo tanto, se desconoce su verdadero desarrollo estratigráfico. El máximo espesor parcial corresponde al pozo YPF.St.R.x-11, y es del orden de los 560 metros, según corrección a partir del registro continuo de buzamiento.

Litología

Areniscas bien litificadas, grises blanquecinas, algo verdosas, grises claras y muy claras, finas a muy finas, subangulosas y de moderada selección. La fracción clástica es predominantemente cuarzosa, con algunos individuos de muscovita y biotita alterada por desferrización. Se interponen escasos y delgados niveles de lutitas micáceas grises oscuras, de fisilidad bien desarrollada. Los términos areníticos suelen mostrar visible estratificación y laminación, favorecidas por la presencia de hojuelas de micas. La matriz es clorítica y sericítica, y el cemento de carácter silíceo, con frecuencia a modo de crecimiento secundario. Sólo muy raramente es carbonático, de textura esparítica. El análisis microscópico permite observar, en menor proporción, feldespatos clásticos (ortosa y plagioclasas) y fragmentos de metamorfitas (ectinitas y migmatitas). Como elementos puramente accesorios se presentan individuos monominerales de anfíboles, circón y turmalina. A ellos acompañan, muy dispersos, restos carbonosos no identificados (Menzel, 1977).

Edad y correlaciones

A la fecha, no se hallaron todavía restos fósiles identificables en la Formación Ra-

mos (Salas, 1977; Cirgeo, 1978 y 1979).

Sin embargo, en "cuttings" del pozo YPF.St.R.x-11, procedentes de niveles cercanos al techo de la unidad que se trata (3.678 mbbp), se han descrito diamictitas, distintas de las que singularizan a la Formación Tarija (Carbónico). De este modo, se admite, en la secuencia local, la presencia de la Formación Zapla (Formación Cancañiri), que inicia el registro silúrico en Cordillera Oriental y Sierras Subandinas de Argentina y Bolivia (YPF Distrito Geológico Norte, 1977).

En la sucesión precarbónica del pozo YPF.St.R.x-11, la existencia de depósito silúricos inmediatamente sobrepuestos a las psamitas de la Formación Ramos, parece confirmarse merced a investigaciones palinológicas recientes. Al respecto, Salas (1978) advirtió aisladas esporas no anteriores al Silúrico, en muestras recuperadas a 3.700 y 3.900 m de profundidad.

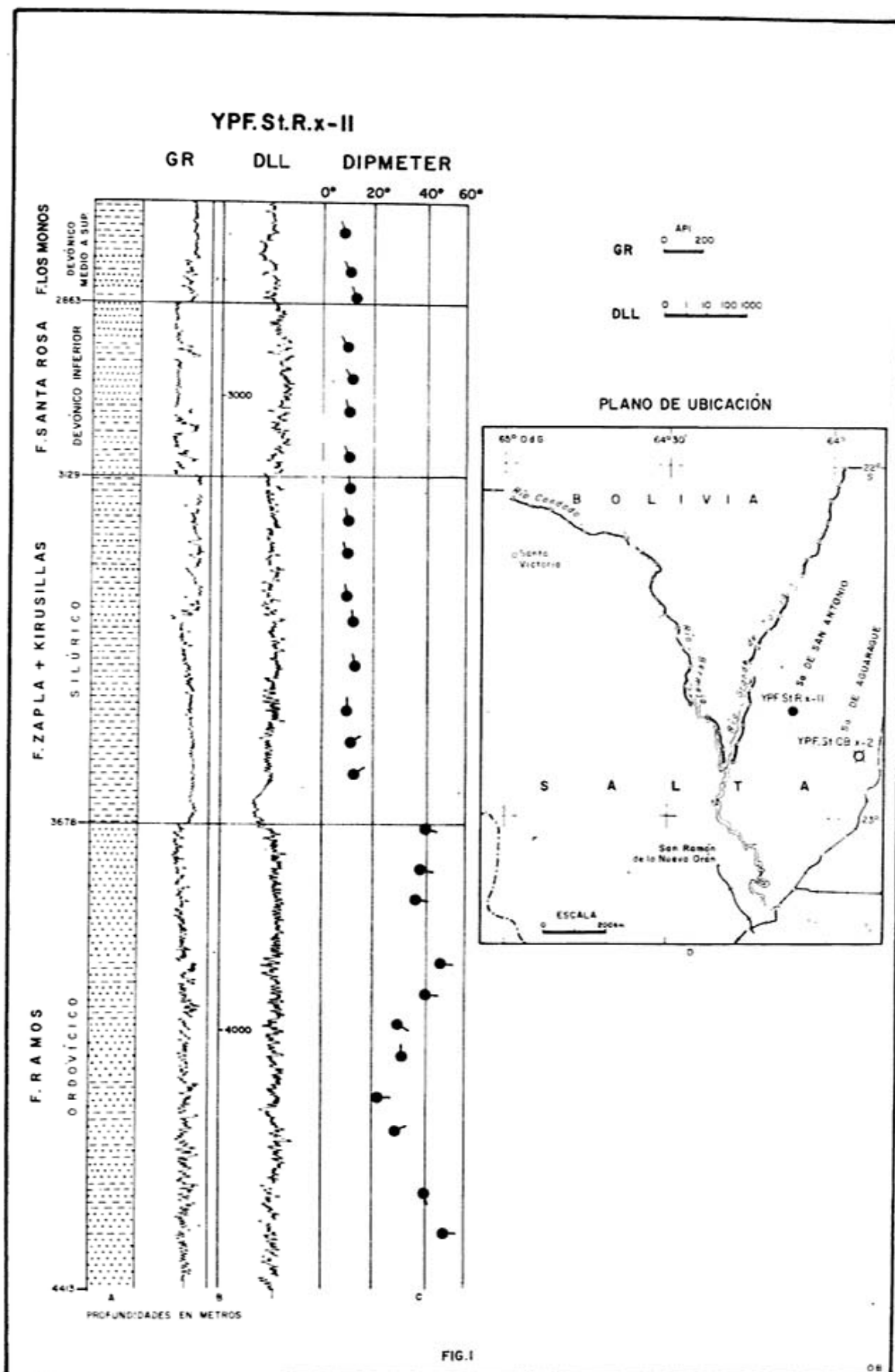
Por su parte, Allen (1979) reconoció, con interrogantes, palinomorfos silúricos en el intervalo 3.500-3.650 mbbp. Pero entre 3.660 y 3.720 mbbp, observó ejemplares que confirió, sin dudas, a esa edad. Aproximadamente en la misma sección, Lobo (1978) también halló formas que atribuyó a tiempos silúricos.

Al fundamentar deducciones cronoestratigráficas en la información referida, se debe considerar que ella deriva del análisis de "cuttings". Por lo tanto, factores que incidan en el régimen de circulación del lodo, o que afecten la determinación de tiempos de retorno o la toma de muestras, dificultan establecer la verdadera profundidad de los recortes de trépano. Es por ello que puede haber lugar a diferencias entre límites litostratigráficos y niveles cronológicos.

De todos modos, según los estudios palinológicos, es razonable aceptar que sobre las psamitas de la Formación Ramos se apoya una sección silúrica de unos 540 metros de espesor (valor corregido según "dipmeter"). Su mayor parte sería correlacionable con las Formaciones Lipeon (Argentina) y Kirusillas (Bolivia).

Los depósitos muy próximos a la base de esta sucesión corresponderían a la Formación Zapla (Formación Cancañiri), cuyo límite inferior representa a la discordancia Ordovícico-Silúrico.

Coherentemente, el registro continuo de buzamiento ("arrow plot") del pozo YPF.



St.R.x-11, señala una discontinuidad sensible en la posición de las capas entre 3.602 mbbp y 3.685 mbbp (Fig. 1 C). Este contraste definiría una discordancia, posibilidad que ya adelantara Mujica (1976), la cual coincidiría con la base de la Formación Zapla, que es el límite inferior del Silúrico. Los depósitos conferidos a la Formación Zapla se apoyan sobre las psamitas de la Formación Ramos. Por lo tanto, esta última resultaría presilúrica y, probablemente, ordovícica. La unidad litoestratigráfica que se trata puede considerarse equivalente a las areniscas cuarzosas, aflorantes en los ríos Condado y Bermejo, al Norte de Los Tollos, sobre las que se apoya la Formación Zapla. Bianucci y Aramayo Flores (1977) asignan estas psamitas al Grupo Santa Victoria (Ordovícico), sin concederles jerarquía formacional.

Una disposición estratigráfica muy similar puede observarse en las sierras de Zapla y Puesto Viejo (Jujuy), donde las areniscas cuarzosas de la Formación Centinela (Ordovícico) yacen, en discordancia, inmediatamente debajo de las diamictitas de la Formación Zapla (Oliver Gascón, 1975).

Ello favorece la correlación de la Formación Ramos y la Formación Centinela, esta última de edad llandeiliana - caradociana (Harrington, 1975 in Furque y Cuerda, 1979).

Asimismo, en la sección atravesada por el pozo YPF.St.CB.x-2 (Salta-Cornejo Ballivian), perforado en el extremo austral de la sierra de Aguara Güe (Fig. 1 D), también estaría presente la Formación Ramos. En efecto, a ella se asigna la secuencia esencialmente psamítica cuarzosa comprendida entre 4.904 y 5.001 mbbp (profundidad final). Sobre estas areniscas se apoya una sucesión de 485 metros de espesor, integrada por pelitas grisáceas oscuras e intercalaciones areníticas, comparable a las secuencias silúricas de Ramos y de las Sierras Subandinas Occidentales.

Ambiente de sedimentación

La amplia distribución de la Formación Ramos, y las probables acumulaciones coe-

táneas similares, sumada a sus litologías psamíticas cuarzosas, llevan a interpretar estas unidades como depósitos de una extensa plataforma mioclinal, tal vez relacionada a un margen divergente.

En la actualidad, los representantes distales de esta supuesta plataforma se hallarían al oeste del meridiano de la sierra de Zapla, en tanto que las facies costaneras se encontrarían en el subsuelo de la llanura salteño-paraguaya, en el dominio geológico del Escudo brasilico.

Significado petrolero

Durante los ensayos iniciales de producción del pozo YPF.St.R.x-11, la Formación Ramos permitió recuperar significativos volúmenes surgentes de hidrocarburos, correspondientes a caudales diarios máximos de 113 m³ de petróleo liviano, sin agua, y 81.300 m³ de gas combustible, por orificio de 33 mm. Este hallazgo, que inauguró nuevas expectativas exploratorias, constituye, para Argentina, la primera oportunidad en que se recuperan hidrocarburos de sedimentitas atribuidas al Ordovícico. Estas últimas representarían, así, el reservorio productivo de mayor edad conocido en el país hasta el presente, y uno de los más antiguos del continente americano, desde el punto de vista geológico.

Las condiciones de permeabilidad y porosidad de las psamitas cuarzosas de la Formación Ramos son de carácter secundario, y se vinculan con el desarrollo de fracturación tensional en las fajas axiales de las estructuras anticlinales que las afectan.

Se agradece a la Gerencia de Geología de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Sociedad del Estado, haber autorizado la publicación de este trabajo. Se hace extensivo el reconocimiento a Osvaldo Borzone, de la División Cartografía y Dibujo, por la preparación de las ilustraciones, y a Griselda Grazioli por el mecanografiado y compaginación del original.

Lista de trabajos citados en el texto

- Allen, M. L., 1979. *Palynology and source rock potential of four wells in Argentina*. Phillips Petroleum Co., Expl. Proj. Sec., Inf. YPF, Bs. Aires.
 Bianucci, H. A. y R. F. Aramayo Flores, 1977. *Perfil Río Condado - Bermejo, Prov. de Salta, Departamento Santa Victoria*. Inf. YPF, Bs. Aires.

- Centro de Investigaciones de Recursos Geológicos, 1978. *Informe Palinológico del periodo 1/8 al 31/8/78*. Inf. YPF, Bs. As.
- Centro de Investigaciones de Recursos Geológicos, 1979. *Informe palinológico del periodo 1/11 al 30/11/79*. Inf. YPF, Bs. As.
- Furque, G. y A. J. Cuerda. *Ordovícico argentino*. Asoc. Geol. Arg., Publ. esp., Ser. B, N° 7, Bs. Aires.
- Harrington, H. J. y A. F. Leanza, 1957. *Ordovician trilobites of Argentina*. Univ. Kansas, sp. Publ., Lawrence.
- Lobo, J., 1978. *Estudio palinológico de muestras del pozo Ramos x-II*. Inf. YPF, Buenos Aires.
- Menzel, M., 1977. *Descripción petrográfica expeditiva de testigos del pozo YPF, St. R. x-II*. Inf. YPF, Buenos Aires.
- Mujica, H., 1976. *Informe sobre el pozo YPF, St. R. x-II en base a la información del Dipmeter*. Inf. YPF, Buenos Aires.
- Oliver Gascón, J., 1975. *Observaciones geológicas en el Anticlinal de la Sierra de Capala, Departamentos Capital y San Pedro, Provincia de Jujuy*. Inf. YPF, Buenos Aires.
- Salas, A., 1977. *Estudio palinológico del testigo corona 4408-4412,90 mbbp, pozo YPF. St. R. x-II (Salta, Ramos)*. Inf. YPF, Buenos Aires.
- 1978. *Informe palinológico sobre el pozo YPF. St. R. x-II desde los 3.678 mbbp*. Inf. YPF, Buenos Aires.
- YPF Distrito Geológico Norte, 1977. *Informe de terminación del pozo YPF. St. R. x-II (Ramos), Dpto. San Martín, Prov. de Salta. Area CNO-XVIII*. Inf. YPF, Buenos Aires.

Recibido: 1º setiembre, 1980

CESAR A. FERNANDEZ GARRASINO

Yacimientos Petrolíferos Fiscales
Gerencia de Geología
Diagonal Norte 777
Buenos Aires

**COMISION SOBRE LITOLOGIA Y GENESIS
DE DEPOSITOS CUARTARIOS**

Reunión Regional Sudamericana
sobre Depósitos Glacigénicos

A realizarse en San Carlos de Bariloche
Neuquén, en marzo de 1982

Correspondencia a: Dr. Jorge Rabassa

Universidad Nacional del Comahue
Av. Argentina 1400
8300 Neuquén.

CORRELACIONES GEOQUIMICAS. POSIBLE UTILIDAD EN PROSPECCION REGIONAL

EDUARDO HUGO PERALTA

Resumen

En base a las diferencias de comportamientos geoquímicos de Cu y Pb durante el ciclo exógeno, se propone aquí un procedimiento de tipo cualitativo o semicuantitativo, que podría ser una buena herramienta, para facilitar la interpretación de los resultados de la prospección regional. Esto es especialmente aplicable, cuando los métodos tradicionales estadísticos no dan evidencias claras. Está basado en el concepto de correlación geoquímica simple.

Abstract

Upon the different geochemical cycles that Cu and Pb play during weathering, it is delineated a qualitative-semiquantitative procedure, that would be a good help for statistical methods in interpretation of geochemical prospecting. Its basis belongs to the common and generalized concept of "Geochemical Correlation".

Introducción

Durante los últimos veinte años diferentes instituciones se abocaron a un gran esfuerzo de prospección geológico-económica abarcando buena parte del territorio argentino (Planes de Prospección Minera). Estos trabajos se cumplieron en dos grandes etapas: Una *regional* o panorámica y otra de *detalle* en áreas consideradas promisorias. En ambos casos se usaron técnicas auxiliares de la geología, tales como fotointerpretación, geofísica y geoquímica. Esta última por su versatilidad, admite todavía nuevas aplicaciones en la selección de áreas de interés minero.

Limitaciones

Así como la prospección geoquímica muestra ciertas ventajas de aplicación, es necesario reconocer algunas de sus limitaciones. Estas se pueden clasificar en tres grupos:

Escala de Trabajo: Las técnicas de muestreo geoquímico necesarias para el problema "regional" son totalmente diferentes que las del problema "local". No solo varía el tipo de muestras (sedimentos de corriente versus esquirlas de roca) sino también la frecuencia o densidad de muestreo y el tipo del

mismo (expeditivo, sistemático, selectivo, etc.). Los resultados y por lógica también las conclusiones serán muy diferentes a escala *regional* y a escala *detalle*. Es un caso comparable a las discrepancias habituales entre un mapeo geológico regional y otro de detalle en un área especial.

Esto prácticamente hace inevitable la adaptación de las técnicas de interpretación. Por ejemplo, en la escala regional (prospección geoquímica panorámica) lo normal es que exista un gran número de muestras con valores que pueden llamarse "normales" y una pequeña proporción de muestras con tenores muy altos o muy bajos. Si se hace un histograma de frecuencias de aparición de esos valores, se obtendría una curva de distribución muy parecida a la clásica curva de Gauss, con forma de campana. Esa distribución se adapta perfectamente para la aplicación de análisis estadístico, basado en los clásicos conceptos de "fondo" y "desviación standard" y la delimitación de ciertos "rangos" o "categorías" de valores, comúnmente llamados: "Fondo", "Umbral", "Anomalías", etc.

Por el contrario, a escala "local" (o sea de área seleccionada para estudio en detalle) se trabaja en un sector de por sí "anormal" pues ha sufrido algún tipo de proceso de mineralización, fenómeno que no tiene

extensión regional. No es lógico en esa área aplicar técnicas estadísticas ortodoxas, porque si hiciéramos una curva de tipo histograma, habrá seguramente un elevado número de muestras con altos tenores metálicos. La curva resultante estará tan deformada si la comparamos con la clásica curva de Gauss, que se hace necesario usar otro tipo de análisis para una interpretación razonable.

Anomalías "puntuales" y capacidad de "captación" de iones. A escala de geoquímica regional, aplicando análisis estadístico pueden, a veces, detectarse "rosarios" de muestras anormales a lo largo de un cauce ("trenes de dispersión" en sedimentos de corriente) que constituyen excelentes guías para orientar la búsqueda de la fuente de origen de esa anomalía geoquímica. Sin embargo, es tanto o más común, que se destaquen muestras aisladas con un tenor metálico anómalo y que aparentemente no son acompañadas por otras en iguales condiciones, como en el caso recién mencionado de los trenes de dispersión. Estos casos suelen denominarse anomalías "puntuales" y con frecuencia se han interpretado como poco "significativas" o "faltas de continuidad" y por lo tanto "poco importantes". La explicación de esta tendencia, hay que buscarla principalmente en la baja densidad de muestreo, muy inferior a una muestra/km². De ese modo un área mineralizada de 1 a 2 km² podría estar representada por una "insignificante" anomalía puntual.

Por otra parte, como la prospección regional se basa en un 80 % (o más) en muestreo de sedimentos de corriente, los resultados se podrían ver afectados por cierta "pobreza" en el grado de meteorización química, de la región, con baja formación de material arcilloso, contaminación eólica, etc., fenómenos bastante lógicos en áreas desérticas como son las que componen principalmente la mayor parte del territorio explorado en la República Argentina. Un área mineralizada podría tener también un bajo índice de liberación de iones por ese motivo, aunque se debe reconocer que así como esto trae por consecuencia un *bajo fondo geoquímico regional*, a la vez disminuye el nivel del valor "Umbral". Puede suceder que una muestra con 50 ppm Cu, sea en estas condiciones "fuertemente anómala" sin tener contenido "llamativo" en metal.

Limitación en los metales buscados: Alguna vez se ha objetado el hecho de que a

pesar de existir muy distintos tipos y períodos de mineralización, se haya investigado la totalidad del muestreo geoquímico por Cu-Pb-Zn. En realidad se han investigado también otros metales cuando se consideró conveniente, como fue el ejemplo evidente de la Comisión Nacional de Energía Atómica y muchos otros casos especiales. Por otra parte, es interesante comprobar la distribución regional de esos tres metales (consultar a Reynoso, 1975) pues servirían como "guía indirecta" para buscar otras asociaciones minerales. Ejemplo: La asociación paragenética Cu-Pb-Zn, tiende a "especializarse" en dos grupos Cu-Zn o Pb-Zn. La primera a su vez tiende a "asociarse con Au o con W-Sn o con U-V. La segunda con Sb-Hg o con Ag o con As-Co, etc., en cada caso pertenecientes a asociaciones paragenéticas, ambientes geoquímicos y/o tipos de depósitos diferentes.

De todas estas limitaciones la más importante puede ser la *subvaloración de las "anomalías puntuales"* que con frecuencia aparecen en la interpretación basada en estadística. Para ayudar a solucionar este problema se intenta aquí exponer un procedimiento de tipo *cualitativo*, complementario del anterior. Para ello se parte de las *diferencias de ciclos geoquímicos* de los metales analizados y del *concepto de correlación*.

Comportamiento geoquímico

Los metales analizados en la etapa de prospección regional (Cu-Pb-Zn) tienen diferentes comportamientos durante el ciclo exógeno.

Cu-sulfuros inestables, fácilmente meteorizables en medio ácido o ganga inerte. El catión es *muy soluble y móvil* en ambientes naturales excepto en zonas "reactivas" como ser por presencia de calcáreos.

Pb-sulfuros relativamente estables ante la meteorización, aún en medio ácido y/o ganga inerte. El catión es comparativamente *poco soluble y poco móvil* en la naturaleza.

Zn-comportamiento bastante parecido al Cu.

Ya hemos dicho que esta asociación triple tiende a "especializarse" en la paragénesis Cu-Zn o Pb-Zn. Entonces para mayor simplicidad prescindiremos por ahora del Zn, ya que además su ciclo es parecido al Cu.

El caso regional: Obsérvese que Cu y Pb tienen comportamiento casi *complementarios* en el ciclo exógeno. Prácticamente, los fac-

tores que favorecen la migración de uno, dificultan la del otro. En consecuencia tienden a separarse durante el proceso de meteorización-erosión-transporte. A escala regional se observa que a lo largo de un "tren de dispersión" de sedimentos de corriente, por ejemplo a lo largo de un río, el *Cu* tiende a migrar más que el *Pb* que va quedando rezagado. De ese modo la relación *Pb/Cu* tiende a cambiar desde una zona "proximal" que podríamos llamar "plumbífera" hacia otra distal "cuprífera". Esta tendencia se detecta perfectamente con el muestreo de los sedimentos de corriente, sobre todo en cauces de varios kilómetros de largo.

Paralelamente a este proceso de migración "diferencial", es lógico que descienda el tenor metálico contenido en los sedimentos de corriente, a medida que se alejan de la fuente de origen.

Sin embargo el modelo del tren ("zona proximal"- "zona distal") se mantiene y puede ser representado por la relación *Pb/Cu* en cuyo caso por ejemplo la relación: 1, podría estar dada tanto por el cociente *Pb/Cu* = 1000 ppm (*Pb*)/1000 ppm (*Cu*) o por 20 ppm (*Pb*)/20 ppm (*Cu*), independiente de su tenor metálico absoluto. Esa puede ser una hipótesis de trabajo para interpretar los trenes de dispersión "pobres", tengan o no anomalías puntuales y quizás también en el futuro las "anomalías negativas".

Según el criterio que se expondrá más adelante (punto VII) a cada muestra de sedimento de corriente se le puede calcular el valor o coeficiente *Pb/Cu* y de este modo a lo largo de un tren de dispersión esos valores o coeficientes irán reflejando una variación río abajo desde los valores "altos" (zona "proximal" o de tendencia "plumbífera") hasta los "bajos" (zona "distal" o con tendencia "cuprífera") pasando por una zona intermedia o de transición.

Se pueden reconocer dos casos principa-

les: el del tren "rico" y el del tren "pobre". El primero normalmente consta de varias muestras anormales según el cálculo estadístico y que generalmente es el caso ideal o deseable en un programa de prospección geoquímica, porque es fácil de interpretar. El segundo es una cadena de muestras con bajos tenores metálicos que con frecuencia están por debajo del "umbral" estadístico, siendo en consecuencia "normales". El primero generalmente se origina en rocas con altos tenores metálicos, pero el segundo aunque generalmente se origina en rocas "pobres" o estériles, en algunos casos puede ser consecuencia de baja captación de iones como ya se indicó. La presencia de un tren pobre con una anomalía puntual, plantea dudas adicionales porque es difícil encasillarlo en uno u otro.

Interpretación "cualitativa" de un tren de dispersión

Las muestras que integran un tren de dispersión se pueden clasificar en por lo menos tres grupos según un coeficiente *Pb/Cu* que denominaremos "A" (< 1), "B" (1-2), "C" (> 2) (respectivamente grupos "distales", "intermedios" y "proximales"). A veces se observa la aparición de un cuarto grupo ("D") generalmente asociado a la presencia de anomalías geoquímicas o mineralización plumbífera. El criterio de clasificación en estos grupos se analizará en los puntos siguientes. Consideraremos dos casos en un tren de dispersión:

Caso del tren "pobre" exento de anomalías puntuales: Supondremos un tren de dispersión compuesto por diez (10) muestras de sedimento de corriente. Lo normal sería esperar la siguiente tendencia, aunque la zonación no siempre está completa. (Sentido de la dispersión, río abajo 1 a 10).

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ppm Pb	25	25	20	15	10	10	10	10	10	10
ppm Cu	10	10	10	10	10	10	10	15	20	20
Valor Pb/Cu	> 2	> 2	> 2	1-2	1-2	1-2	1-2	< 1	< 1	< 1
GRUPO	C	C	C	B	B	B	B	A	A	A
	Zona proximal			Zona intermedia				Zona distal		

Pero supongamos que la muestra 2 tiene 20 ppm Pb y 25 ppm Cu. El coeficiente P/bCu sería < 1 y por lo tanto pertenecería al grupo "A". La zonación sería:

C A C B B B B A A A

←-----→

Esta muestra N° 2, significa el "quiebre" de la *tendencial* normal de la dispersión de los metales y por lo tanto sería una *anormalidad geoquímica* desde el punto de vista *cualitativo* en este caso de tendencia "cuprífera", cuyas causas pueden ser dignas de investigación, a pesar de que *estadísticamente*

las 10 muestras consideradas están *por debajo* del "umbral". Si se sospecha un problema de baja captación de iones en los sedimentos de corriente, la "anormalidad" indicada constituye desde ya una guía para la prospección. El "área de influencia" donde podría originarse esta "anormalidad" se extiende por supuesto, río arriba.

Caso del tren pobre con una anomalía "puntual": La zonación "proximal-intermedia-distal" es similar a la anterior pero una de las muestras supera el valor *umbral* y es *anómala* estadísticamente, como puede verse en el caso siguiente:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ppm Pb	25	20	20	15	15	100	10	10	10	10
ppm Cu	10	10	10	10	10	70	10	15	20	10
GRUPO	C	C	C	B	B	B	B	A	A	A

Resulta razonable considerar que el área de influencia de la muestra 6, que pertenece al tipo B se extiende río arriba por lo menos por el resto de la zona "B" hasta que se produce el "quiebre" de la tendencia del tren. En este caso hasta la muestra 4, pues allí comienza la zona "C". En esa "área de influencia" debiera estarse originando la anomalía. Es fundamental entonces determinar cuáles valores Pb/Cu marcan los *límites* naturales entre zonas A, B y C (distal, intermedia y proximal respectivamente). Para tal fin se ha tratado de buscar criterios adecuados en áreas de mineralización conocidas que se estudiaron en detalle.

El caso "local": En los estudios detallados de áreas seleccionadas (etapa segunda en los grandes "Planes de prospección"), el muestreo de sedimentos se usa sobre todo cuando escasean afloramientos, pero de no ser así, el criterio casi unánime es la extracción de muestras de esquirlas de roca (80 % de los casos). Por lo que he podido detectar en áreas mapeadas personalmente en detalle, la migración diferencial Pb-Cu en muestreo de rocas también se manifiesta. En este caso una roca mineralizada a medida que se *meteoriza* y *lixivia*, se va enriqueciendo en Pb ("residual") mientras que el Cu en solución viaja, sea fuera de la zona o hacia un nivel de enriquecimiento supergénico. Lógicamente el afloramiento queda "empobrecido" en Cu. En estos casos es

cuando corresponde hacer un estudio de *correlación*, los que dan una idea adicional sobre el grado de "lixiviación" y/o "enriquecimiento supergénico" de la zona que se estudia.

Correlación de elementos

En una muestra cualquiera el tenor contenido de un metal (ejemplo: Cu), puede guardar cierta relación con su contenido en otro (ejemplo: Pb).

Esa relación puede ser de que: a un valor alto de Cu corresponda un *alto* valor en Pb (correlación *positiva*), el caso contrario en que el *aumento* en Cu signifique *disminución* del Pb (correlación *negativa*) o bien que sean independientes las variaciones del uno respecto a las del otro (*falta de correlación*).

Naturalmente estos son términos extremos, en la naturaleza es de esperar la presencia de casos de transición y más correcto es hablar de *tendencias hacia* una correlación "positiva", "negativa" o "independiente".

Estos procedimientos son de uso habitual en geoquímica en otras naciones, ignoro si se han hecho intentos en la Argentina. Con frecuencia se usan *correlaciones* múltiples (hasta 12 elementos) Schiba (1972), Schikawa, Wakasa y Tono (1973); aquí con

menos pretensiones nos limitaremos a la *correlación binaria* o simple.

Estos ensayos se pueden hacer cuando se trabaja en detalle, pues mientras mayor es el número de muestras analizadas, más claro es el resultado. La práctica indica que esa cantidad equivale por lo menos a 100 muestras.

Se toman dos ejes coordenados. En la ordenada se volcarán los valores del elemento móvil. En la abscisa el elemento fijo (ejemplo: Cu y Pb).

El principio consiste en ir ubicando el "lugar geométrico" de cada muestra en el espacio coordenado basándose en sus tenores de Cu y Pb.

Desde luego como en áreas mineralizadas habrá grandes variaciones en los contenidos metálicos, llegando desde algunos muy bajos hasta valores muy altos, es necesario encontrar algún tipo de "escala" conveniente o cómoda para dividir los ejes de coordenadas.

Esa conveniencia depende de varias condiciones pero se puede resumir en dos casos principales, al menos para los dos metales que aquí se consideran: Cu y Pb.

1) Áreas donde los tenores contenidos son "manejables". En general que no pasan de 1000 ppm (0,1 %) salvo casos excepcionales.

2) Áreas mineralizadas donde buena parte de las muestras tienen valores bajos y las demás tienen tenores muy altos y difíciles de manejar. Se los expresa en % (0,1 = 1000 ppm).

En líneas generales las primeras son áreas de mineralización "diseminadas" (ejemplo: cobre porfírico) o donde resulta lógico hablar de "halos primarios". La mineralización tiende a tener cierta "uniformidad" en su distribución.

Las segundas indican fuerte control de tipo *estructural* o *litológico* (ejemplo: distritos vetiformes, bolsoneros o estratoligados), o sea zonas de fajas mineralizadas de alta ley separadas por roca estéril.

En este trabajo se toman seis (6) ejemplos diferentes (tres del caso primero y tres del caso segundo). En el caso 1 y hablando siempre de muestreo de superficie, la práctica indica la conveniencia de usar como "patrón de medidas" el valor de *fondo* ("F") o valor promedio, aunque conviene no incluir en el cálculo los valores correspondientes a muestras de vetas que pudieran

existir en la zona o en general los que superen los 1000 ppm (0,1 %).

Se logran buenos resultados usando cinco rangos o clases de valores: el primero equivalente al valor "F" (fondo), el segundo hasta 2 F, el tercero hasta 4 F, el cuarto hasta 8 F y el último para más de 8 F. O sea que en cada caso se duplica el límite de la clase anterior. Esa progresión (1-2-4-8) es geométrica y se puede expresar como: $F \times (2)^n$, para $n = 0, 1, 2, 3$.

En la figura 1 se usa este procedimiento en los casos de Toronado, Patos y Miranda.

El uso del valor "F" permite comparar metales de muy distinto grado de abundancia. En este caso no hay problema porque Cu y Pb son abundantes. Diferente sería si se hiciera la correlación Cu-Au por ejemplo. En ese caso el valor "F" para Cu podría ser supongamos: 100 ppm y el $F(\text{Au}) = 0,5 \text{ gr. Tn} = \text{ppm}$. La escala en la ordenada (vertical) para Cu sería 100 - 200 - 400 - 800 - > 800 ppm, mientras que en la abscisa (eje horizontal) sería $\text{Au} = 0,5 - 1 - 2 - 4 \text{ y } > 4 \text{ ppm}$.

En el caso 2 (en este trabajo, en fig. 1, serían Atajo, Antofalla y Río Grande), se parte de una base de 1000 ppm, arbitraria, pero razonablemente práctica. Por ser distritos netamente *vetiformes* pueden existir valores *demasiado altos* (8-20 % Cu o Pb). Por eso en vez de usar como límite del "rango" o "clase" al doble del valor anterior se eligió usar el *cuádruple*. Así en un principio, el rango más bajo equivale a 1000 ppm, pero el segundo hubiera sido 4000 ppm (o sea 0,4 %). Para simplificar entonces se usó 0,5 %, de modo que el tercer rango sea 2 %, el cuarto 8 % y el quinto para los que superen ese valor. La intención es lograr valores enteros (o "redondeados") como límite de clases.

En los cuadros de la figura 1, se reemplazaron los puntos (1 por muestra) que caían en los casilleros o cuadrículas delimitados por los límites de clase, por un número. Así por ejemplo en el caso de Antofalla, el dígito escrito en la casilla inferior derecha indica que hay tres muestras con más del 8 % Pb que tienen a la vez menos de 0,1 Cu.

En este caso se hace la correlación Cu-Pb pero quiero aclarar que ensayos similares se hicieron para otras duplas de elementos ("móvil"- "fijo") siempre que existieran esos análisis. Ejemplo: Cu-Au, Ag-Pb, Ag-Au, Ag-Mn, Cu-Mo, etc.

Las áreas cuyos cuadros de correlación

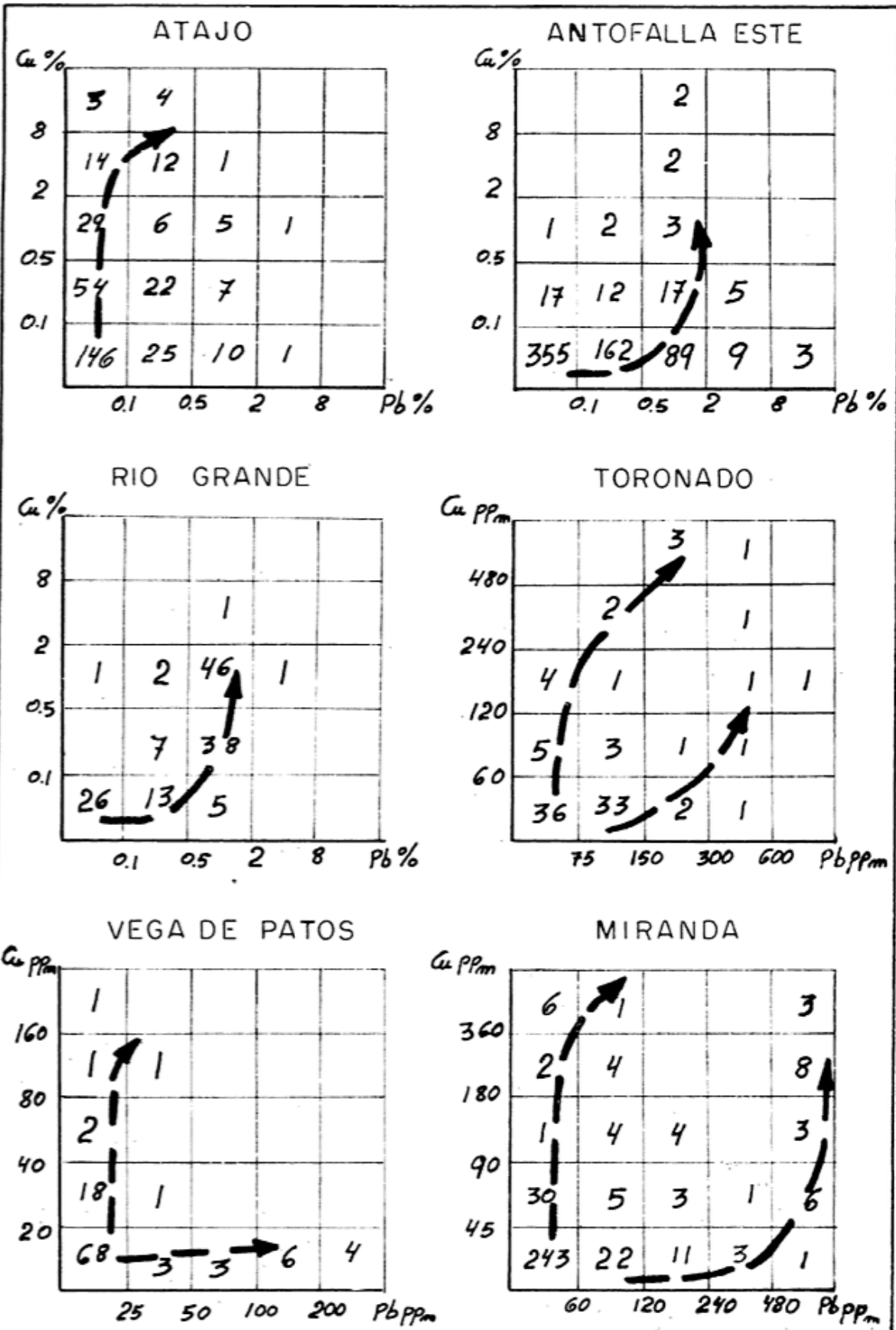


FIGURA I - CUADROS DE CORRELACION BINARIA

están en figura 1, pertenecen al Plan NOA (Tucumán) o al Plan La Rioja del Servicio Minero Nacional. Todas ellas fueron estudiadas por el suscripto. Tres están en ambiente geológico de Puna (Antofalla, Río Grande y Patos). Otra en Sierras Pampeanas (Atajo), una en zona de transición entre las dos primeras (Toronado) y la última en ambiente de Famatina (Miranda). La dispersión geográfica y variedad de ambientes geológicos es intencional.

Curvas de tendencia

Los números incluidos en los espacios coordinados pueden considerarse algo así como "puntos acotados" (sería en esta ocasión de "abundancia de casos", entre esos límites de clases para Cu y Pb).

Como en geoquímica lo valioso son las *tendencias*, se sugiere dibujar "curvas de nivel" en cada ejemplo, obteniéndose la "topografía" del espacio coordinado. Se tendría una idea de ese "paisaje" y semejando al ejemplo de la topografía veríamos "filos", "bajos" y hasta "quebradas". Los "filos" son los más importantes, porque nos indican cual es la *tendencia* de la zona y han sido representadas con líneas de trazo grueso, que aquí llamamos "curva de tendencia".

Estos cuadros de correlación presentan las siguientes características:

1) En la esquina inferior izquierda tiende a acumularse la principal población de muestras.

2) Se producen dos tipos de curvas de tendencia: de tipo *hiperbólico* y de tipo *parabólico*. La primera tiende a acercarse a la ordenada e indica un aumento de Cu *relativamente independiente* del aumento del Pb, típico de zonas con *enriquecimiento supergénico* (aflorando en superficie, naturalmente). La segunda tiende a acercarse a la abscisa y corresponda a *afloramientos lixiviados*. Es decir que en el primer caso la erosión ha llegado hasta la zona supergénica o de oxidación. En el segundo el afloramiento lixiviado está relativamente bien conservado.

Es excepcional o raro que se presente la curva de tendencia teóricamente "ideal" de la correlación positiva o sea una diagonal recta dividiendo el campo coordinado.

En ensayos de las duplas Cu-Au, Ag-Au, Ag-Pb y Ag-Mn, se obtienen *exactamente*

el mismo tipo de curvas (hiperbólicas y parabólicas). Este comportamiento es interesante porque es un criterio adicional para deducir las posibilidades de un área mineralizada, de tener desarrollado o no, un nivel de *enriquecimiento secundario*. Por ahora estas conclusiones se limitan al caso del Cu y posiblemente Ag.

Coefficientes de correlación

Los cuadros de correlación se pueden usar en áreas mineralizadas porque allí existe, generalmente, una buena densidad de muestreo, pero a *escala regional*, donde el intervalo de muestreo es por lo menos un kilómetro en un área mineralizada o su zona de influencia pueden haber caído una o dos muestras en el mejor de los casos. Por lo tanto no se puede hacer este tipo de ensayos en grandes regiones. La zona mineralizada estará representada por una *anomalía puntual* tal cual como resulta con frecuencia de los análisis estadísticos ya efectuados. Lo interesante sería verificar cuál es el *área de influencia* de esa anomalía puntual. Por lo pronto esta muestra anómala aislada forma parte de una cadena de muestras que salvo la mencionada *no resultan estadísticamente anómalas*. Sin embargo algunas de ellas, aunque con menor tenor metálico absoluto, pueden tener la misma o parecida relación Pb/Cu. Este coeficiente expresa la relación elemento "fijo"/elemento "móvil" y viene a ser *un dato comparable a un ensayo de correlación*, hecho muestra por muestra en un tren de dispersión.

Recordemos lo expuesto anteriormente sobre una zona proximal de tendencia "plumbífera" y una "distal cuprífera" en los trenes de dispersión detectables por muestreo de sedimentos.

A lo largo de esos trenes de dispersión la relación Pb/Cu se invierte, desde los valores más altos (proximales) hasta los más bajos (distales).

Hemos dicho que un área mineralizada aflorante podría tener también, tomándola como un conjunto, una tendencia "plumbífera" (si está lixiciada) o "cuprífera" (si tiene enriquecimiento supergénico), esta *tendencia* puede expresarse a nivel local según *un coeficiente Pb/Cu numérico*, "alto" en el primer caso y "bajo" en el segundo. Esta relación Pb/Cu puede a su vez estarse expresando a nivel regional por medio de una anomalía puntual con un llamativo te-

nor metálico y cierta relación Pb/Cu. Tal conexión puede extenderse además por un tramo del tren de dispersión con coeficientes Pb/Cu similares al de la muestra anómala, aunque por sus menores contenidos metálicos esas muestras no resultan tan "llamativas" o anómalas desde el punto de vista estadístico.

Es necesario comprobar cuales coeficientes Pb/Cu resultan "significativos", o dicho en otras palabras, cuáles serían "altos", cuáles "bajos" y cuáles "normales". Para ello se recurre otra vez a las seis áreas cuyos cuadros de correlación están en la figura 1.

Histograma de coeficientes

En cada una de las seis áreas se ha calculado muestra por muestra el coeficiente Pb/Cu. Todo este muestreo corresponde a esquirlas de roca. Se hizo un diagrama de frecuencias (figura 2).

Los intervalos en las abscisas se tomaron según los criterios siguientes:

1) Tentativamente se comenzó por la relación Pb/Cu = 1/1, 2/1, 3/1, 4/1 y 5/1 (o sea respectivamente 1-2-3-4-5).

2) A partir de 5 se tomó arbitrariamente 10/1 y 20/1 (o sea la relación Pb/Cu = 10 y 20) advirtiéndose después que era necesario intercalar 7/1 y 15/1 (o sea Pb/Cu = 7 y 15).

3) Los valores inferiores a la unidad indican relativa abundancia de Cu, valores Pb/Cu de 0,5 y hasta 0,25 pueden aparecer en muestreos de superficie.

4) Valores inferiores a 0,25 no aparecen prácticamente en superficie en ninguna de las seis áreas, pero son muy frecuentes en perforaciones o laboreos, asociados en general a guías con *cementación de calcocina*. Mientras más bajo es el coeficiente Pb/Cu más notable es la presencia de calcocina u oxidados de cobre, en especial si están por debajo de la segunda cifra decimal, donde la mayor parte de los sulfuros primarios están reemplazados por calcocina. Por esta razón se tomaron los coeficientes Pb/Cu = 10^{-1} (enriquecimiento incipiente) y 10^{-2} (enriquecimiento importante).

La escala resultante en la abscisa (figura 2) es entonces: 10^{-2} - 10^{-1} -0,25-0,5-1-2-3-4-5-7-10-15-20.

En la ordenada se indica el porcentaje de aparición de cada clase ("frecuencia").

Estos histogramas (figura 2) muestran varios caracteres comunes a las seis áreas.

Resultados del histograma

A pesar de la gran dispersión geográfica (desde el límite Salta-Catamarca hasta el sur de las sierras de Famatina en La Rioja) se observaron las siguientes características comunes en las seis curvas (ver figura 2).

1) Todas tienen su *máxima* frecuencia de aparición entre coeficientes Pb/Cu = 1 y 2.

2) Todas tienen un *mínimo* en el factor 5 donde se detectó un *punto de inflexión* común. Se desconoce el significado de este carácter. El área cerro Toronado sería la única variante donde aparece además del factor 5 otro mínimo o inflexión en Pb/Cu = 3.

3) Todas las muestras con factores Pb/Cu > 10 o < 0,25, tienen *relación directa* con mineralización conspicua a la vista. Esto se ha comprobado tanto en las seis áreas como en la "región piloto" que se indicará en el punto IX.

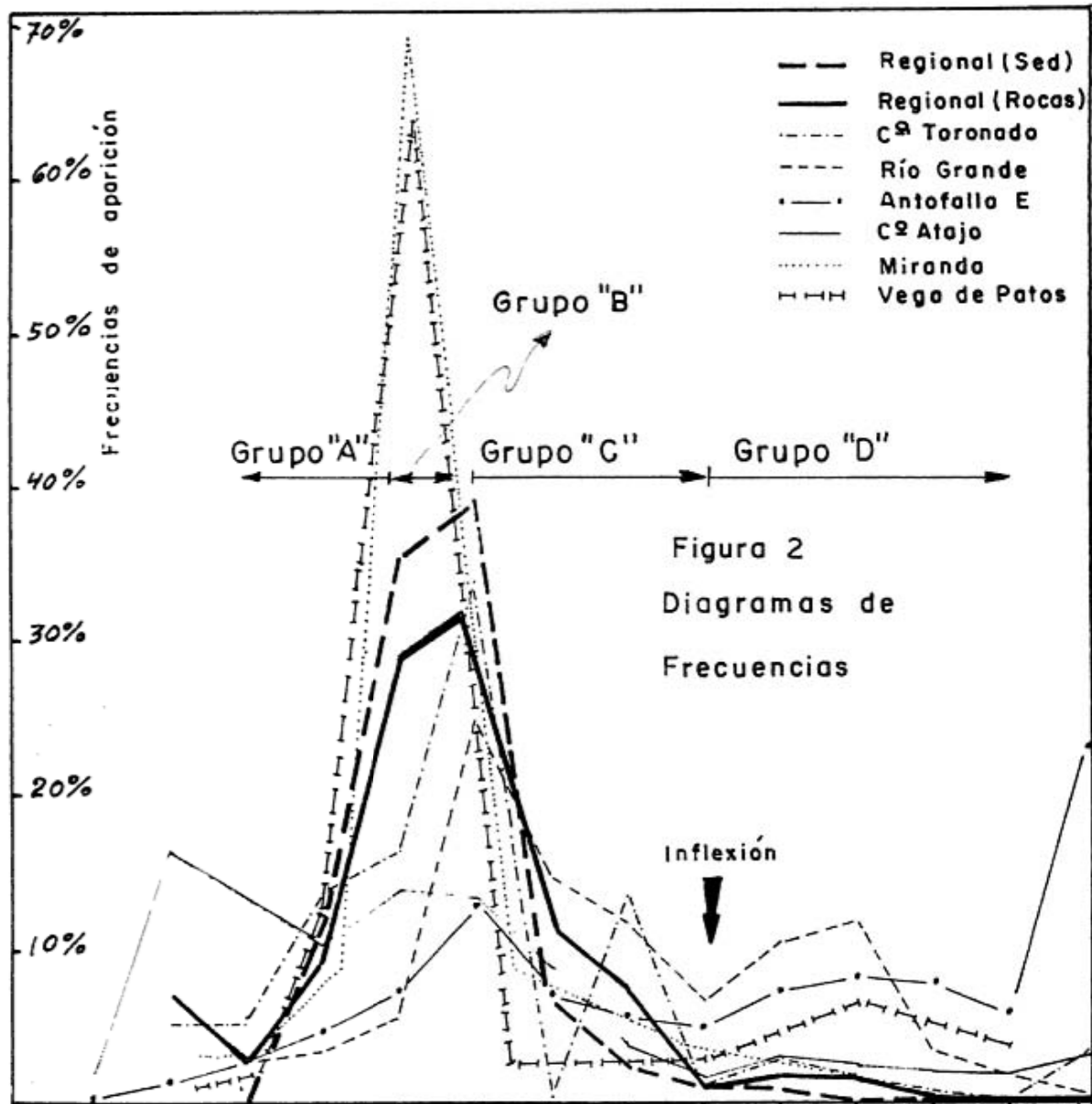
Estas características permiten dividir las curvas según límites o jalones naturales que aparentemente forman cuatro zonas o grupos de muestras dentro de cada curva histograma.

GRUPO "A": Valores Pb/Cu inferiores a 1, especialmente en el caso Pb/Cu < 0,25, aunque este valor es *rarísimo* en muestreos de superficie por muy alto que sea el tenor de Cu.

GRUPO "B": Valores Pb/Cu entre 1 y 2. Son los más comunes y serán los que llamaremos "normales".

GRUPO "C": Valores Pb/Cu entre 2 y 5, o sea entre el límite de los coeficientes "normales" y el punto de inflexión.

GRUPO "E": Valores por encima de 5. En general solo aparecen en zonas mineralizadas, *ricas en Pb*. Si superan el valor 10, generalmente es porque el Pb tanto en rocas como en sedimentos puede expresarse en %. En algunos casos estos coeficientes llegan hasta 250.



FRECUENCIAS DE APARICION DE FACTORES Pb/Cu (%)														Muestras	NOMBRE
7	11	9.2	28.7	32	11.5	7.6	1.3	1.9	1.7	0.7	0.5	0.9	521	Regional (Rocas)	
	0.1	12.4	35.7	38.8	7.0	2.7	1.5	1.2	0.4	0.3			879	Regional Sedimentos	
5.2	5.2	14.1	16.6	33.3	1.0	13.5	1.0	3.1	2.0	1.0		3.1	96	Toronado	
	2.8	3.5	5.6	24.8	14.8	12	7.0	10.6	12	3.5	2.1	0.7	140	Río Grande	
0.1	1.3	2.6	4.4	7.3	12.8	7.3	5.9	5.0	7.3	8.3	7.9	6.1	23.5	679	Antofalla
2.0	16.4	13.5	10.5	14	13.5	8.8	4.1	1.7	3.2	2.6	2.3	2.0	3.2	340	Atajo
	0.9	1.8	16.6	6.3	2.7	2.7		6.4		3.7				371	Miranda
	3.2	3.2	9.2	69.2	9.2		3.5	2.1						108	Patos

Interpretación regional

A los fines comparativos se tomó una región piloto de 7.000 Km² ubicado en el ángulo noroeste de la provincia de Catamarca donde el Plan NOA había reservado siete áreas con criterio exclusivamente geológico, Koukharsky (1971), Auriemma (1972), y que fueron prospectadas por el que suscribe (Peralta, 1975). La geología regional y la prospección panorámica se debe a los siguientes autores: Coira (1971), Koukharsky (1971), Auriemma (1972) y González (1972). Tres de las seis áreas de las figuras 1 y 2 están en esa región (Antofalla Este, Vega de Patos y Río Grande) que constituyen una pequeña provincia o distrito metalogenético (Coira, Pezzuti y Reynoso, 1975). En esta región son bastante comunes las anomalías "puntuales" aparentemente difíciles de explicar.

Para empezar se calcularon los coeficientes Pb/Cu de todas las muestras extraídas en la *prospección regional* tanto de *sedimento* (principal tipo de muestreo), como de *esquirla de roca* (bastante importante aunque por cierto insuficiente).

En la figura 2 se hizo la curva de distribución en ambos casos, observándose que comparten la mayoría de las características detectadas para las áreas de reserva, inclusive, curiosamente, el punto de inflexión (Pb/Cu = 5). Considerando muy interesante este resultado se clasificaron las muestras del *muestreo regional*, usando exactamente los mismos criterios que se aplicaron para las muestras de las áreas de reserva. Es decir que se la clasificó en los mismos grupos A-B-C-D del punto anterior. Se observó entonces que en el *muestreo regional* pueden separarse zonas equivalentes "A"- "B"- "C"- "D". Dijimos que las más "significativas" serían la primera y la última.

Las zonas "D" aparecen casi siempre asociadas a las "C" es decir que estas anuncian una incipiente *tendencia plumbífera*, que puede culminar en las primeras.

Las zonas "C" pueden considerarse como el conjunto de zonas "proximales" de varios trenes de dispersión vecinos. En algunos casos esa tendencia, que se manifiesta como un aumento relativo del tenor del Pb respecto al Cu, puede llegar a ser de intensidad suficiente como para dar zonas de categoría "D" y/o anomalías estadísticas. En otros en cambio no pasan de ser una zona "C" con tenores metálicos bajos, que a veces no llegan a ser "anómalos" o no tienen zo-

na "D" asociada, por el problema de la baja captación de iones.

En principio la distribución de un área "C" pasa a ser un indicio *favorable* aunque todavía con moderación.

Si está asociada con la categoría "D" o con anomalías "puntuales" de tipo estadístico esa favorabilidad aumenta.

En la figura 3, se indica la distribución de esas zonas para el muestreo regional de sedimentos. En la figura 4 la misma para rocas. En la figura 6 se ha hecho un mapa de pronósticos basado en la figura 3 (sedimentos). Se usó esa figura y no la número 4, porque el sedimento de corrientes es la muestra típica de la prospección regional. Comparándolas con la ubicación de las áreas de reserva del Plan NOA, la coincidencia *se puede considerar buena*, especialmente para los grupos de factores "C" y "D". En líneas generales las mismas zonas se presentan tanto en figura 3 como en la 4.

En la figura 3 (sedimentos) las áreas "A" aparecen asociadas sobre todo a una región de vulcanismo dacítico-andesítico del fin del Terciario y parte del Cuartario, pero *totalmente estéril*. En este caso podrían pasar "desapercibidas" además las áreas de reserva N° 31 (Río Grande) y la N° 2 (Agua Escondida), ambas con predominio de factores del Grupo "A", de no ser que la primera tiene conspicua *mineralización vetiforme* del Pb/Cu y fuertes anomalías *detectadas por estadísticas* en sedimentos de corriente. El área N° 2 no parece detectable, pero es una zona con manifestaciones *exclusivamente molibdeníferas*. Al parecer, exentas de Pb y Cu. En la comparación, la figura 6 indica buena coincidencia de las zonas "C"- "D" y las áreas del Plan NOA, en los casos siguientes:

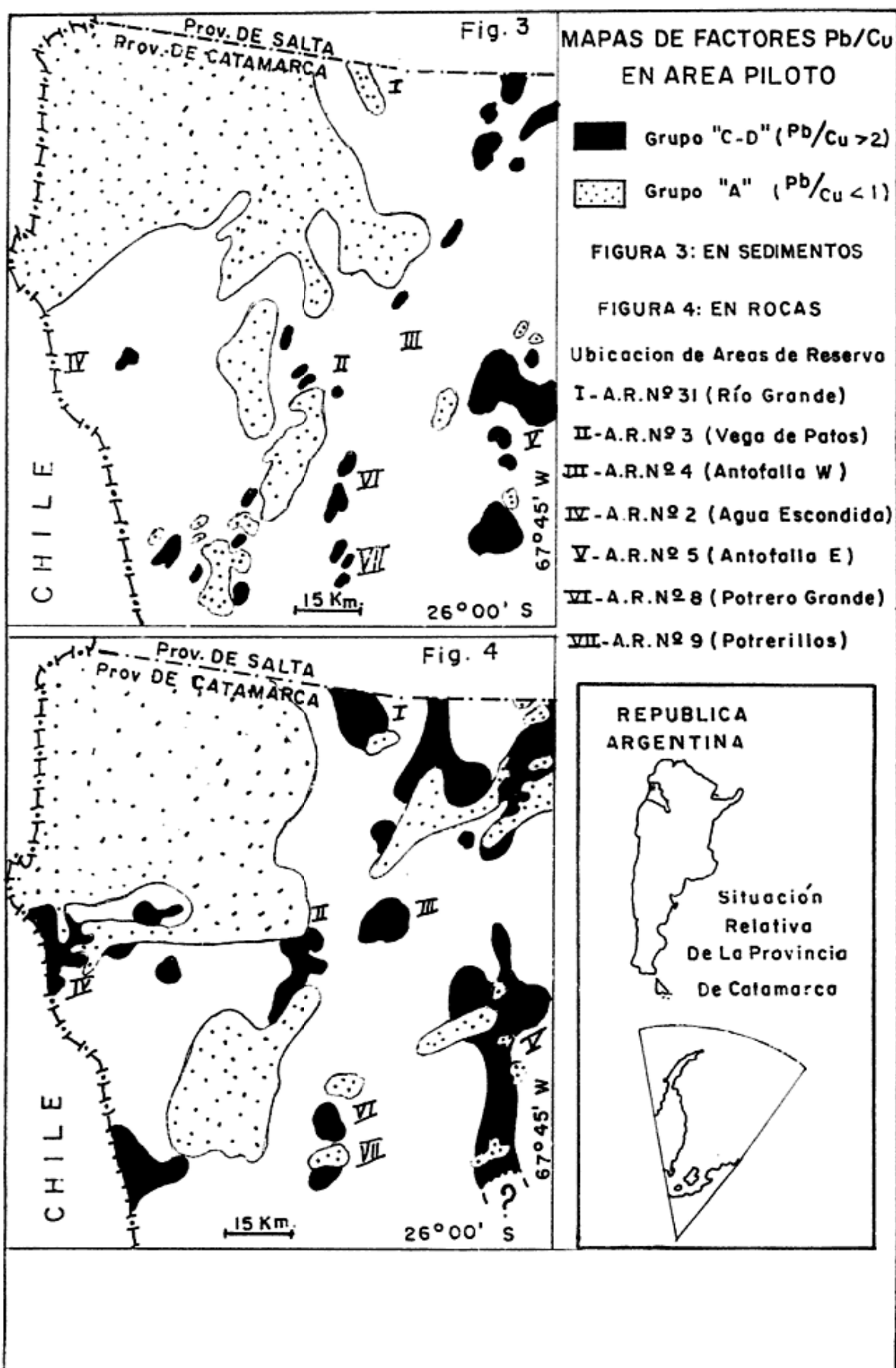
1) A.R. N° 3 (Vega de Patos), sugiriendo su prolongación hacia el sur, donde existen además *anomalías puntuales* aisladas.

2) A.R. N° 5 (Antofalla Este), sugiriendo igualmente su prolongación N-S.

3) A.R. N° 8 (Potrero Grande) y N° 9 (Potrerillo).

En los tres casos predominan los afloramientos "lixiviados" en buen estado de conservación.

Se destacan también otras dos áreas en las esquinas superior derecha e inferior izquierda del mapa (fig. 6).



En la primera existen anomalías estadísticas de Pb, e inclusive pequeñas guías de galena argentífera. Estas nunca fueron reservadas por el Plan NOA, porque la geología disponible no indica mayores perspectivas para ellas. La segunda no tiene manifestaciones conocidas ni su geología parece ser favorable.

Requisitos para una evaluación general

La información geoquímica recopilada hasta ahora, es un material valioso, digno de ser reelaborado en todas las formas que sea posible.

Todo procedimiento que se proponga para una evaluación general, debe responder a los siguientes requisitos:

- 1) Ser simple en su aplicación. Para ello deben definirse bien los pasos a seguir.
- 2) Ser aplicable especialmente al *muestreo de sedimentos* pues estos constituyen más de las 3/4 partes de las muestras recogidas durante la prospección panorámica.
- 3) Ser adaptable para manejar gran volumen de información (en toda la República, probablemente 1 millón de análisis).

Esto último requeriría sin duda apoyo de computación, por lo cual se agrega otro requisito: ser programable.

Procedimiento

Las conclusiones respecto a la correlación binaria deben ser *verificados*. Esta verificación debe ser hecha en áreas estudiadas en detalle. Como son numerosas las áreas de reserva ya estudiadas no solo en Catamarca y La Rioja sino en otras provincias, se sugiere hacer en todas ellas ensayos de correlación Pb/Cu similares a la figura 1 para chequear el comportamiento de las *curvas de tendencia* y su significación.

Calcular también la frecuencia de aparición de las distintas clases de factores Pb/Cu, para ver si responden a un modelo de curva histográfica parecido al de la figura 2.

Estos trabajos de preferencia se harían en muestreos de rocas, pero no habría razón alguna para no intentarlo en muestreo de

tallado de sedimentos. Se debe *verificar si siguen apareciendo* los mismos grupos de factores "A", "B", "C" y "D", o si desaparecen, cambian, surgen otros nuevos, etc.

Si se confirman los factores mencionados, se sugiere lo siguiente:

- 1) Efectuar cálculo estadístico tradicional, usando el concepto de Fondo y desviación Standard. Calcular los diversos rangos geoquímicos (Fondo, Umbral, Anomalía, etc.). Ubicar luego las "anomalías" en un mapa de la región a interpretar.

- 2) Calcular los factores Pb/Cu del mismo muestreo regional y clasificar esas muestras en los grupos "A", "B", "C" y "D". Cada punto de muestreo tendrá así un "rango" estadístico y un coeficiente Pb/Cu (A-B-C-D). La zonación normal de cada tren de dispersión de sedimentos de corriente pararía o tendería a hacerlo, desde una zona "proximal" "C" (o "D") hacia otra "B" y por último a una zona distal "A". En este caso, la presencia de muestras "A" en una zona "B" o "C", sería *comparable* a una *anomalía geoquímica* cuprífera por lo menos desde el punto de vista *cualitativo*, aunque los tenores metálicos fueran bajos o estadísticamente no significativos.

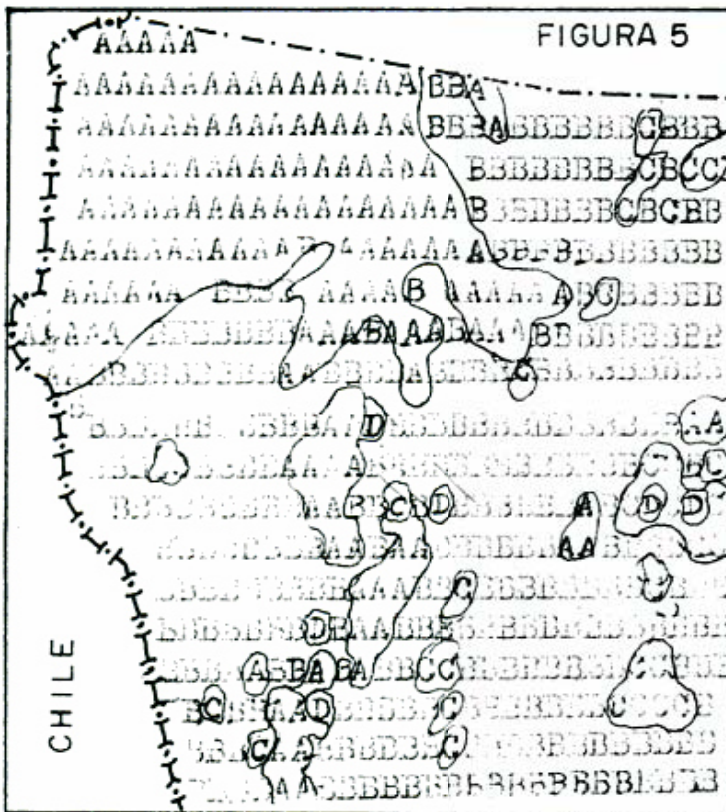
- 3) Ubicar los puntos de muestreo en el mismo mapa regional denominándolos "A", "B", "C" o "D", según corresponda.

- 4) Las *anomalías "areales"* y trenes de dispersión anormales según el criterio estadístico tienen validez propia. Para las *anomalías puntuales* se verificará su coincidencia con algunas de las zonas que mencionamos en 3.

En principio, las zonas más significativas serían las denominadas "A" y "C-D", sobre todo si en las primeras el coeficiente Pb/Cu $< 0,25$ o en las segundas Pb/Cu > 5 .

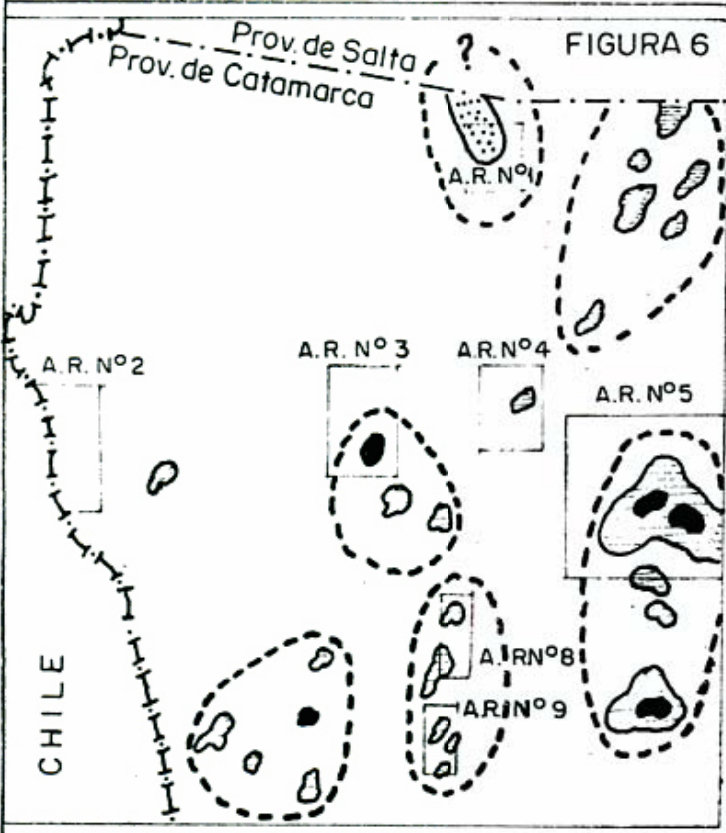
La coincidencia con anomalías estadísticas parece un buen indicio, sobre todo en el caso del grupo "A".

Finalmente cabría mencionar que no se ve dificultad alguna para "programar" el método aquí descrito para su uso en computación, sobre todo si se le pueden suministrar a la máquina además de los datos analíticos, la ubicación geográfica de cada muestra (latitud y longitud). De ese modo una computadora adecuada podría trazar incluso "mapas" geoquímicos regionales, que



MAPA DE GRUPOS DE FACTORES

- A - FACTOR Pb/Cu < 1
 - B - FACTOR Pb/Cu = 1 - 2
 - C - FACTOR Pb/Cu = 2 - 5
 - D - FACTOR Pb/Cu > 5
- (SUSCEPTIBLE DE SER PROGRAMADO PARA COMPUTACION)



MAPA DE PRONOSTICOS

- (Basado en Mapa FIGURA 3)
- AREA GRUPO "C" (Pb/Cu = 2 - 5)
 - AREA GRUPO "D" (Pb/Cu > 5)
 - AREA GRUPO "A" (Pb/Cu < 1)
 - AREA GEOQUIMICAMENTE INTERESANTE
 - AREAS DE RESERVA PLAN N.O.A. (Ley 19384/72)
- A.R. N° 31 (RIO GRANDE)
 - A.R. N° 3 (VEGA DE PATOS)
 - A.R. N° 4 (ANTOFALLA OESTE)
 - A.R. N° 2 (AGUA ESCONDIDA)
 - A.R. N° 5 (ANTOFALLA ESTE)
 - A.R. N° 8 (POTRERO GRANDE)
 - A.R. N° 9 (POTRERILLOS)

ESCALA
0 15 Km.

probablemente se asemejarían mucho al de la figura 5, usando como rastra las letras que corresponden a cada grupo (A-B-C-D) e incluso con datos adicionales como podría ser por ejemplo el tenor en Zn hasta aquí no utilizado, mapas de sumatorias (Cu + Pb + Zn), las anomalías estadísticas o análisis por otros metales si los hubiere. Po-

dría ser más que razonable "mapas de pronósticos", libres de influencias subjetivas a errores humanos, con un costo reducido en corto tiempo.

Queda libre por supuesto el camino para análisis basados en otros puntos de vista, tendiendo siempre a una mejor interpretación.

Lista de trabajos citados en el texto

- Auriemma, R., 1972. *Informes geológicos de los mosaicos 13 A_r, 13 A_s, 13 A_t, 13 B_r, 13 B_s, 13 B_t*. NOA - Tucumán (Inédito).
- Coira, B., 1971. *Informe geológico de los mosaicos 14 C₁, 14 D₁, 13 C₂, 13 C₃, 13 C₄, 13 D₂ y 13 D₃*. Hojas 9 a y 9b. Catamarca, S.N.M.G. (Inédito).
- Coira, B., N. Pezzutti y M. Reynoso, 1975. *Guías petrológicas y geoquímicas para la definición de un área potencialmente mineralizada en la Puna Catamarqueña*. II. Cong. Ib. Am. Geol. Ec. (II, 181), Buenos Aires.
- González, O., 1972. *Informes geológicos de los mosaicos 13 B₁ y 13₂*. NOA. Tucumán. (Inédito).
- Koukharsky, M., 1971. *Informes operativos de los mosaicos 13 C₁, 13 C₂, 13 C₃, 13 D₁, 13 D₂, 14 B₁, 14 C₁ y 14 D₁*. NOA. Tucumán (Inédito).
- Peralta, E., 1975. *Tectónica Premineral y control de la Mineralización al Noroeste del Salar de Antofalla*. II Cong. Ib. Am. Geol. Ec. (II, 578). Buenos Aires.
- Reynoso, M., 1975. *Anomalías geoquímicas y litología. Edad y estructura del ambiente que las contiene en el Noroeste Argentino*. II Congr. Ib. Am. Geol. Ec. (III, 35). Buenos Aires.
- Schiba, S., 1972. *Factor analysis methods*. U. T. P. Tokio, Japan.
- Schikawa, M., M. Wajasa y N. Tono, 1973. *Geochemical exploration for Kuroko deposits in North-east Honshu, Japan*. E.S.P.C., Amsterdam.

Recibido: 20 de setiembre, 1980

EDUARDO H. PERALTA

Servicio Minero Nacional
Instituto Miguel Lillo
Miguel Lillo 205
400 San Miguel de Tucumán.